



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Implementación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento. Empresa Jochemai SAC Lima 2017.

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

**AUTOR:**

Jonatan Baruch Gómez Loja

**ASESOR:**

Mg. Ronald Dávila Laguna

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión de la Calidad

**LIMA - PERÚ**

**2017**

**PAGINA DEL JURADO**

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**SECRETARIO DE JURADO**

---

**VOCAL DE JURADO**

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios que hace posible llegar a donde este gracias a su bendición.

A mi familia por su apoyo constante en los buenos y malos momentos, a mi hija REITCHELL que es el motivo primordial para lograr y alcanzar todos mis objetivos y a las personas que están apoyándome hasta llegar a concluir mi carrera.

A la empresa JOCHEMAI SAC por su apoyo constante y por permitirme realizar este trabajo y contribuir con el desarrollo y mejora de las operaciones.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a JOCHEMAI SAC, por permitirme integrar la gran familia que es como organización, dándome los beneficios y facilidades para poder cumplir con el objetivo de este trabajo de investigación.

Al ingeniero Jaime Gutiérrez Ascón investigador metodólogo por su asesoría y acompañamiento constante para llevar a cabo esta tesis.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Jonatan Baruch Gómez Loja con DNI N° 44471496, hago efecto de cumplir y acatar con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería, escuela de ingeniería industrial, declaro bajo juramento que toda la información y documentación que acompaño y presento es veraz y auténtica.

Es por eso que en tal sentido asumo toda la responsabilidad que me corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información presentada por lo cual me someto bajo reglamento a lo dispuesto en las normas académicas que disponga la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de Julio del 2017.

---

Jonatan Baruch Gómez Loja

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Bajo el reglamento y cumplimiento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo me es grato presentar ante ustedes mi presente trabajo de investigación de tesis titulada IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE FRÍO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO. EMPRESA JOCHEMAI SAC LIMA 2017, la misma que pongo a su consideración y esperando cumplir con los requisitos de aprobación para obtener y lograr el título Profesional de ingeniero industrial.

En el capítulo uno, se trató de los conceptos importantes para poder lograr el entendimiento del diagnóstico y mejoras de los procesos a realizarse en el área de mantenimiento.

En el capítulo dos, se planteó el diseño, la técnica y métodos de análisis de datos del presente estudio de investigación.

En el capítulo tres, se analiza los resultados estadísticos ingresados en el SPSS, de la variable independiente y la dependiente del presente estudio.

En el capítulo cuatro, se planteó la discusión de las hipótesis, contrastándolos con los antecedentes de sus respectivas variables y los libros utilizados.

Finalmente en el capítulo cinco, seis y siete se presentan las conclusiones, recomendaciones y propuestas que se deslingan de los capítulos anteriores para la implementación y mejora del presente estudio en el área de mantenimiento de equipos de frío.

## ÍNDICE

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	vi
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Trabajos previos	8
1.3 Teorías relacionadas al tema	15
1.4 Formulación del problemas	43
1.5 Justificación del estudio	4
1.6 Hipótesis	45
1.7 Objetivos	46
II. MÉTODO	47
2.1 Diseño de Investigación	48
2.2 Variables de Operacionalización	49
2.3 Población y Muestra	51
2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	52
2.5 Método de análisis de datos	53
2.6 Aspectos éticos	53
2.7 Desarrollo de la propuesta de investigación	54
III. RESULTADOS	108
IV. DISCUSIÓN	117
V. CONCLUSIÓN	121
VI. RECOMENDACIONES	123
VII. REFERENCIAS	125
ANEXOS	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa de las principales causas que afectan la confiabilidad de los equipos de frío JOCHEMAI SAC.	1
Figura 2: Diagrama de Pareto.	7
Figura 3: Objetos del área ¿que separar?	21
Figura 4: Separación de objetos.	22
Figura 5: Uso correcto del Poka Yoke.	29
Figura 6: Expectativas crecientes en el mantenimiento.	34
Figura 7: Tiempos de mantenimiento.	36
Figura 8: Fiabilidad en paralelo.	40
Figura 9: Fiabilidad de un sistema en paralelo.	41
Figura 10: Curva de la bañera.	42
Figura 11: Diagrama de Ishikawa causa efecto área de mantenimiento.	55
Figura 12: Diagrama de Pareto área de mantenimiento.	58
Figura 13: Personal del área de mantenimiento de equipos de frío.	59
Figura 14: Cantidad de reparación de equipos año 2016.	60
Figura 15: Mantenimiento de equipos de frío por técnico año 2016.	63
Figura 16: Mantenimiento de equipos por semana año 2016.	63
Figura 17: Cantidad de equipos defectuosos por técnico año 2016.	65
Figura 18: Cantidad de equipos defectuosos por semana año 2016.	65
Figura 19: Antes de la implementación separar.	74
Figura 20. Después de la implementación separar.	74
Figura 21: Antes de la implementación ordenar.	81
Figura 22: Después de la implementación ordenar.	81
Figura 23: Antes de la implementación limpiar.	84
Figura 24: Después de la implementación limpiar.	84
Figura 25: Tiempo de ubicación de herramientas en segundos.	89
Figura 26: Cantidad de reparación de equipos de frío año 2017.	90
Figura 27: Mantenimiento de equipos de frío por técnico año 2017.	93
Figura 28: Mantenimiento de equipos de frío por semana año 2017.	93
Figura 29: Cantidad de equipos defectuosos por técnico año 2017.	95
Figura 30: Cantidad de equipos defectuosos por semana año 2017.	95

Figura 31: Análisis de producción útil.	100
Figura 32: Análisis de equipos defectuosos.	100
Figura 33: Análisis de disponibilidad antes y después.	101
Figura 34: Análisis de Fiabilidad de equipos antes y después.	103
Figura 35: Análisis de confiabilidad antes y después.	104
Figura 36: Análisis de producción útil antes y después.	108
Figura 37: Análisis de cantidad de equipos defectuosos.	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Causas de retrasos en baja de confiabilidad de equipos de frío.	6
Tabla 2: Utilidad de Ítems.	23
Tabla 3: Cartilla de color rojo.	23
Tabla 4: Frecuencia de uso para ordenar.	24
Tabla 5: Ejemplos de disponibilidad.	37
Tabla 6: Diferencias entre mantenibilidad y fiabilidad.	39
Tabla 7: Matriz de operacionalización.	50
Tabla 8: Instrumentos de investigación.	52
Tabla 9: Causas en operaciones de mantenimiento de equipos de frío.	57
Tabla 10: Clasificación por técnicos calificados y no calificados.	59
Tabla 11: Reparación de equipos de frío en el área de mantenimiento 2016.	60
Tabla 12: Costo total por reparación de equipos de frío año 2016.	61
Tabla 13: Costo total por reproceso defectuosos de equipos de frío 2016.	61
Tabla 14: Desempeño por técnico en reparación de equipos de frío año 2016.	62
Tabla 15: Desempeño de equipos de frío defectuosos por técnico año 2016.	64
Tabla 16: Disponibilidad de equipos de frío en porcentaje año 2016.	66
Tabla 17: Fiabilidad de equipos de frío en porcentaje año 2016.	68
Tabla 18: Confiabilidad de equipos de frío en porcentaje año 2016.	69
Tabla 19: Matriz de priorización de Herramientas de Ingeniería Industrial.	71
Tabla 20: Matriz de priorización de 5Ss y Poka Yoke Herramientas de Ingeniería Industrial.	72
Tabla 21: Clasificación actual del objeto.	75
Tabla 22: Disposición actual del objeto.	76
Tabla 23: Material vendido.	77
Tabla 24: Material recuperado.	77
Tabla 25: Estado actual del objeto.	82
Tabla 26: Formato de limpieza en el área de mantenimiento.	85
Tabla 27: Equipos de trabajo de limpieza por áreas.	86
Tabla 28: Resumen simbólico de la implementación.	88
Tabla 29: Priorizaciones de errores.	88

Tabla 30: Tiempos por desplazamientos e ubicación de herramientas.	89
Tabla 31: Reparación de equipos de frío área de mantenimiento año 2017.	90
Tabla 32: Costo total por reparación de equipos de frío año 2017.	91
Tabla 33: Costo total por reproceso defectuosos de equipos de frío año 2017.	91
Tabla 34: Desempeño por técnico en reparación de equipos de frío año 2017.	92
Tabla 35: Desempeño de equipos de frío defectuosos por técnico año 2017.	94
Tabla 36: Disponibilidad de equipos en porcentaje año 2017.	96
Tabla 37: Fiabilidad de equipos en porcentaje año 2017.	97
Tabla 38: Confiabilidad de equipos de frío en porcentaje año 2017.	98
Tabla 39: Análisis de producción útil.	99
Tabla 40: Número de equipos defectuosos.	100
Tabla 41: Disponibilidad antes y después.	101
Tabla 42: Fiabilidad de equipos antes y después.	102
Tabla 43: Confiabilidad de equipos antes y después.	103
Tabla 44: Tabla de producción útil antes y después.	108
Tabla 45: Tabla de cantidad de equipos defectuosos antes y después.	109
Tabla 46: Prueba de normalidad de confiabilidad antes y después con Shapiro Wilk.	110
Tabla 47: Tabla de prueba de muestras relacionadas de confiabilidad con T - Student.	111
Tabla 48: Prueba de normalidad de disponibilidad antes y después con Shapiro Wilk.	112
Tabla 49: Tabla de prueba de muestras relacionadas de disponibilidad con T - Student.	113
Tabla 50: Prueba de normalidad de fiabilidad antes y después con Shapiro Wilk.	114
Tabla 51: Tabla de prueba de muestras relacionadas de fiabilidad con T - Student.	115

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.	132
Anexo 2: Validación de instrumentos.	133
Anexo 3: Validación de instrumentos.	134
Anexo 4: Validación de instrumentos.	135
Anexo 5: Portal de la página web de JOCHEMAI SAC.	136
Anexo 6: Variedad de equipos de frío que se le presta servicio.	136
Anexo 7: Máquinas expendedoras	137

## RESUMEN

La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. El presente estudio de investigación da a conocer las propuestas y resultados realizados en el área de mantenimiento donde se realizó un conjunto de actividades y procedimientos prácticos de ingeniería, que tienen como finalidad utilizar todos los recursos necesarios para conseguir un objetivo. La aplicación de estas herramientas permitió incrementar la producción de equipos de frío donde el objetivo de la investigación del estudio fue incrementar la confiabilidad de los equipos con los mismos o menores recursos como, mano de obra, maquinaria. La tesis según el tipo de estudio es una investigación aplicada, ya que busca desarrollar teorías ya existentes a procedimientos modernos. Por el diseño es Cuasi experimental, no existe muestreo, los datos se eligen con una técnica no Probabilística, sino que son elegidos intencionalmente. La población está conformada por la producción semanal de mantenimiento de equipos de frío, tomado respectivamente de los registros históricos a lo largo de las últimas 12 semanas del año 2016.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación de tesis se concluye que la implementación de herramientas lean manufacturing contribuye con 9.73% la confiabilidad de los equipos de frío por lo tanto el sistema incrementa en 11.65% lo que significa un ahorro de 27.060 soles en reproceso de equipos defectuosos que pueden ser reinvertidos en otros proyectos de implementación de mejora en la empresa JOCHEMAI SAC.

**Palabras claves:** Lean Manufacturing, 5Ss, Poka Yoke, Confiabilidad, Disponibilidad, Fiabilidad.

## ABSTRACT

The implementation of Lean Manufacturing tools increases the reliability of cold equipment in the maintenance area in the company JOCHEMAI SAC. This research study reveals the proposals and results made in the maintenance area where a set of activities and practical engineering procedures were carried out, whose purpose is to use all the necessary resources to achieve an objective. The application of these tools allowed to increase the production of cold equipment where the objective of the investigation of the study was to increase the reliability of the equipment with the same or smaller resources as, labor, machinery. The thesis according to the type of study is an applied research, since it seeks to develop existing theories to modern procedures. Because the design is Quasi experimental, there is no sampling, the data are chosen with a non-Probabilistic technique, but they are chosen intentionally. The population is conformed by the weekly production of maintenance of cold equipment, taken respectively from the historical records during the last 12 weeks of the year 2016.

From the results obtained in the present work of thesis investigation it is concluded that the implementation of lean manufacturing tools contributes with 9.73% the reliability of the cold equipment therefore the system increases in 11.65% which means a saving of 27,060 soles In reprocessing of defective equipment that can be reinvested in other improvement implementation projects in the company JOCHEMAI SAC.

Keywords: Lean Manufacturing, 5Ss, Poka Yoke, Reliability, Availability, Reliability.

# I INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

Hoy en día en la industria de prestaciones de servicios de mantenimiento se asocia a una gran importancia de medios lucrativos para la organización y sus colaboradores, contribuyendo a un mejor desarrollo como país; la problemática visionaria y adquirida en la actualidad se manifiesta al querer tener una producción continua y de alta calidad, llegando a tener al cliente satisfecho cumpliendo con las necesidades y expectativas requeridas y con la organización dentro del enfoque de costos, calidad, seguridad y plazo invocado. La extensión al mundo organizacional como imagen se ha situado hacia el personal con una mala imagen que genera desconfianza, porque en las mentes del cliente, este colaborador es una persona antihigiénica, tosca y quizá no de un buen trato, enfocándose a la comunicación social.

Contar con un personal apto y capacitado, desmiente la idea de que más personas trabajando es mejor, así mismo la base de la satisfacción del cliente empieza con el conocimiento de sus necesidades brindando el servicio ofrecido y esperado, sino lo fuese así, compararán, cambiarán, se quejarán, y cambiará para mal la imagen y publicidad de la organización, teniendo un declive económico. Los problemas económicos a nivel mundial y la cantidad de competencia laborar al cual se refiere son significativos, por ello una organización con una buena calidad de servicio, costos accesibles y con una visión transformacional tendrá rapidez en su progreso, destacando un valor agregado como la tecnología se ha consolidado como una de las mejores herramientas de trabajo, al hacer el trabajo más rápido y seguro desempeñando uno de los papeles principales, no solo para el servidor sino también para quien requiera del servicio.

La empresa peruana Vendtech SAC, establecida con inicio de actividad el 17 de mayo del 2004, que tiene como actividad comercial: otras actividades de tipo servicio NCP, colocándose estratégicamente a nivel nacional brindando servicios de calidad con buena rentabilidad y socialmente responsable consta con una amplia gama de servicios como: Servicios para administradores de edificios, servicios para cafetería, para catering, para centros de producción de alimentos, para consumo masivo, para hospitales, para hoteles, industrias, restaurantes, tiendas de conveniencia; contamos con una ventaja al estar en posicionamiento en el mercado

con diversos puestos estratégicos de trabajo para ser accesible al cliente con mayor rapidez en distintos tipos de servicio de buena calidad y con un fuerte equipo de trabajo, dando una solución integral en administración de activo asegurando un mejor servicio, disminuyendo costos y mejorando la calidad.

JOICHEMAI SAC. Es una empresa encargada de prestar servicios de mantenimiento a equipos de frío que se ven con la dificultad de poseer una sobrecarga de equipos defectuosos y con un grupo de colaboradores que no se dan abasto con el trabajo, haciendo el trabajo más saturado en la época de temporada de verano, dicho esto, se da que la administración se encuentra con innumerables llamadas con quejas de los clientes al prestarse distintos tipos de defectos en las máquinas adquiridas haciendo un mal funcionamiento, por ello la molestia y desconfianza hacia la empresa, no sólo generando pérdidas para la empresa, sino también para los clientes.

Cuando se habla de confianza no sólo es por el tiempo de llegada para efectuar el trabajo, una de las razones principales es la disminución de la confianza de los clientes por reparaciones mal efectuadas, tal problema surge por el deficiente entrenamiento en operarios de mantenimiento. La capacitación es limitada, por ende, se toma en planeamiento improvisado de los programas de mantenimiento en la planta como en control inexistente y verificación de equipos de frío, lo que convierte en incertidumbre el funcionamiento de los equipos cuya fiabilidad es demasiado baja causante de las pérdidas económicas para la empresa por el re-trabajo y desperdicio de recursos.

El trabajo de servicio de mantenimiento que se brinda es deficiente en el tiempo por la lejanía en distritos más distantes de la planta, causando distintos problemas adicionales como la pérdida del contenido de las máquinas de frío, ya que el insuficiente programa de mantenimiento tiene a cargo de un sólo colaborador internamente para atender clientes del norte chico, en la cual se suma un deficiente sistema de control de calidad del funcionamiento de los equipos. El almacén de recepción de máquinas de frío en la planta, lo cual las máquinas se acumulan en el mismo lugar de trabajo haciendo un problema mayor y no tener un lugar apropiado para el trabajo ordenado y limpio.

Los indicadores económicos deficientes por sobre costos de procesos repetitivos en mantenimiento de equipos de frío, que al llegar el colaborador a instalar dicha máquina no está operativa por no haber un control y verificación antes de llegar a su destino. El impacto emocional es negativo debido a la desorganización en las operaciones de mantenimiento en la planta, desde los jefes, colaboradores e incluso a los propios clientes.

Al contar con una deficiente política de atención sujeto al ámbito FIFO, FILO debido al flujo de información facturado, no valorando los inventarios y los ajustes financieros que asocia la empresa con su inventario de bienes producidos, materias primas, insumos o componentes de repuestos haciendo de una existencia una cultura de calidad corporativa en el área de mantenimiento, también la inexistencia bitácora electrónica de equipos sometidos a mantenimiento y medición de vida útil de los equipos, por tanto se suma a una de las causas de la problemática en la empresa. Sin política de valor de salvamento y vida útil no programada para la reposición de equipos, y el inexistente seguimiento y control mediante dispositivos electrónicos que ayuden a mejorar la producción y reducción de fallos, no existe una implementación de señales QR para seguir rutas y tiempos de llegada responsable de mantenimiento, y el deficiente análisis competitivo de reingeniería de procesos de mantenimiento de clase mundial. Son aquellos todos factores que siguen generando gran pérdida económica en la empresa a raíz de una mala evaluación y planificación de las operaciones el cual la recurrencia de errores es nuestro factor primordial en el área de mantenimiento de equipos de frío. Por lo tanto se evaluará a base de expertos de la parte operativa como el área de ingeniería para poder determinar las causas que generan toda esta deficiencia que genera y ocasiona nuestro cuello de botella por la mala confiabilidad de los equipos de frío.

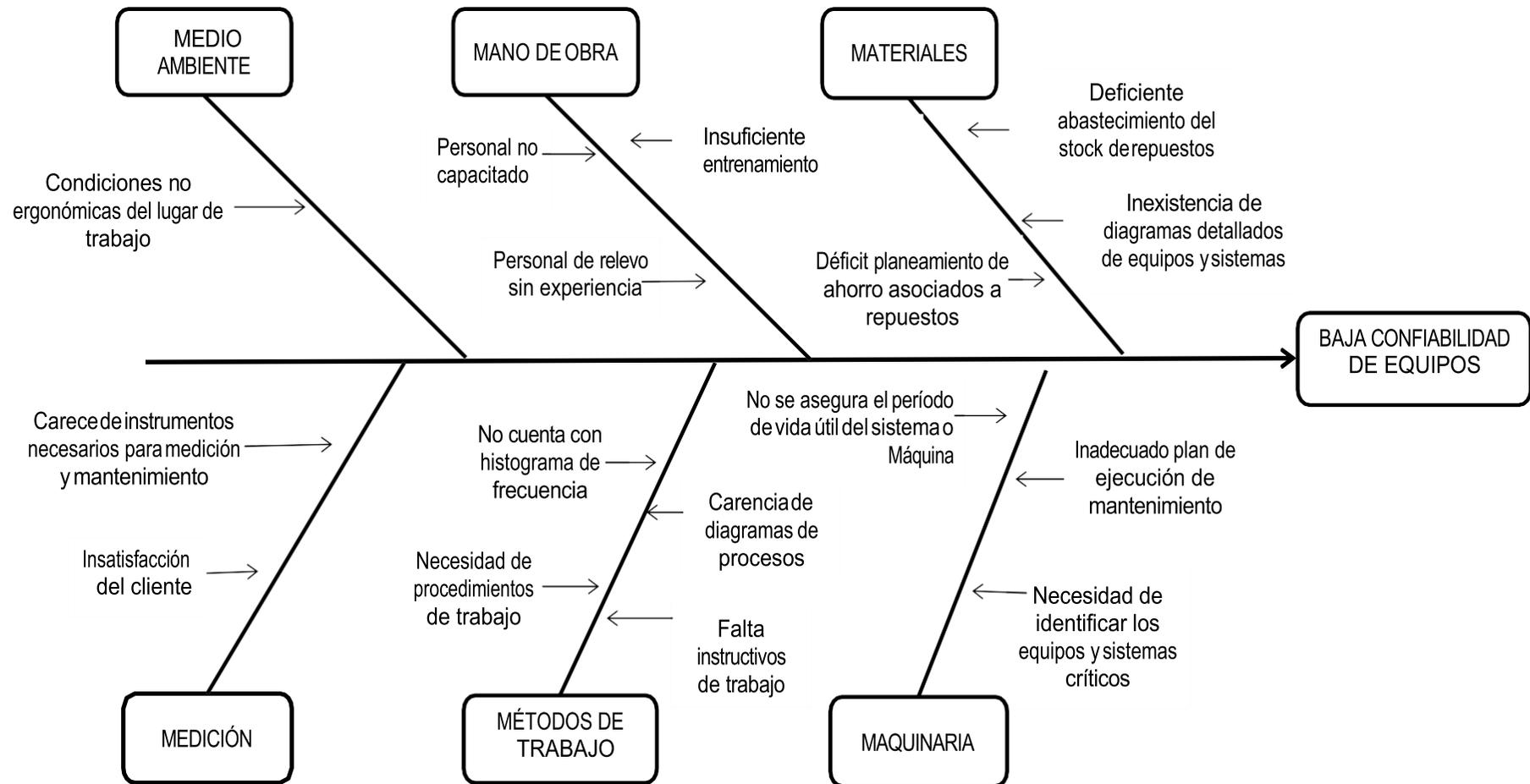


Figura 1: Diagrama de Ishikawa de las principales causas que afectan la confiabilidad de los equipos de frío JOCHEMAI SAC.

Fuente: Elaboración propia.

En el presente diagrama de Ishikawa podemos observar los factores que afectan directamente la baja confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento. Se pudo determinar gracias a las 6M de la calidad con más exactitud las causas principales y secundarias donde evidenciamos la causa raíz que origina la baja confiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento.

Desde luego donde el gráfico nos representa al conjunto de causas, las mismas que serán evaluadas en la tabla y gráfica de Pareto en donde podemos cuantificar, como es conocido, se espera que unos pocos criterios que son el 20% resuelvan el 80% de las causas que la originan. Sin embargo podemos precisar afirmando que los valores porcentuales acumulados en la tabla de Pareto solamente se alcanza el valor 79.50% lo que corresponde en primer lugar al personal no capacitado ya que desconocen el buen proceso de nuestras operaciones en reparaciones de equipos de frío llegando a exceder la recurrencia de errores el cual afecta directamente la rentabilidad de la empresa.

#### Diagrama de Pareto

Tabla 1: *Causas de retrasos en baja de confiabilidad de equipos de frío.*

CAUSAS	EVENTOS	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80 - 20
Personal no capacitado.	10	25.6%	30.30	80%
Insuficiente entrenamiento	7	48.7%	21.21	80%
Necesidad de procedimientos de trabajo	5	69.2%	15.15	80%
Personal de relevo sin experiencia	4	79.5%	12.12	80%
Inexistencia de diagrama detallados de equipos y sistemas	2	87.2%	6.06	
Inadecuado plan de ejecución de mantenimiento	1	89.7%	3.03	
Necesidad de identificar los equipos y sistemas críticos	1	92.3%	3.03	
Condiciones no ergonomicas del lugar de trabajo	1	94.9%	3.03	
Falta de instructivos del trabajo	1	97.4%	3.03	
Malas condiciones de los equipos.	1	100.0%	3.03	
TOTAL	33			

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente diagrama se puede observar y cuantificar las principales causas a mejorar de las cuales son, personal no capacitado, insuficiente entrenamiento, Necesidad de procedimientos de trabajos y el personal de relevo sin experiencia, que por ende de acuerdo al proyecto de investigación, se basará en mejorar los problemas que generan la recurrencia de errores de los equipos de frío.

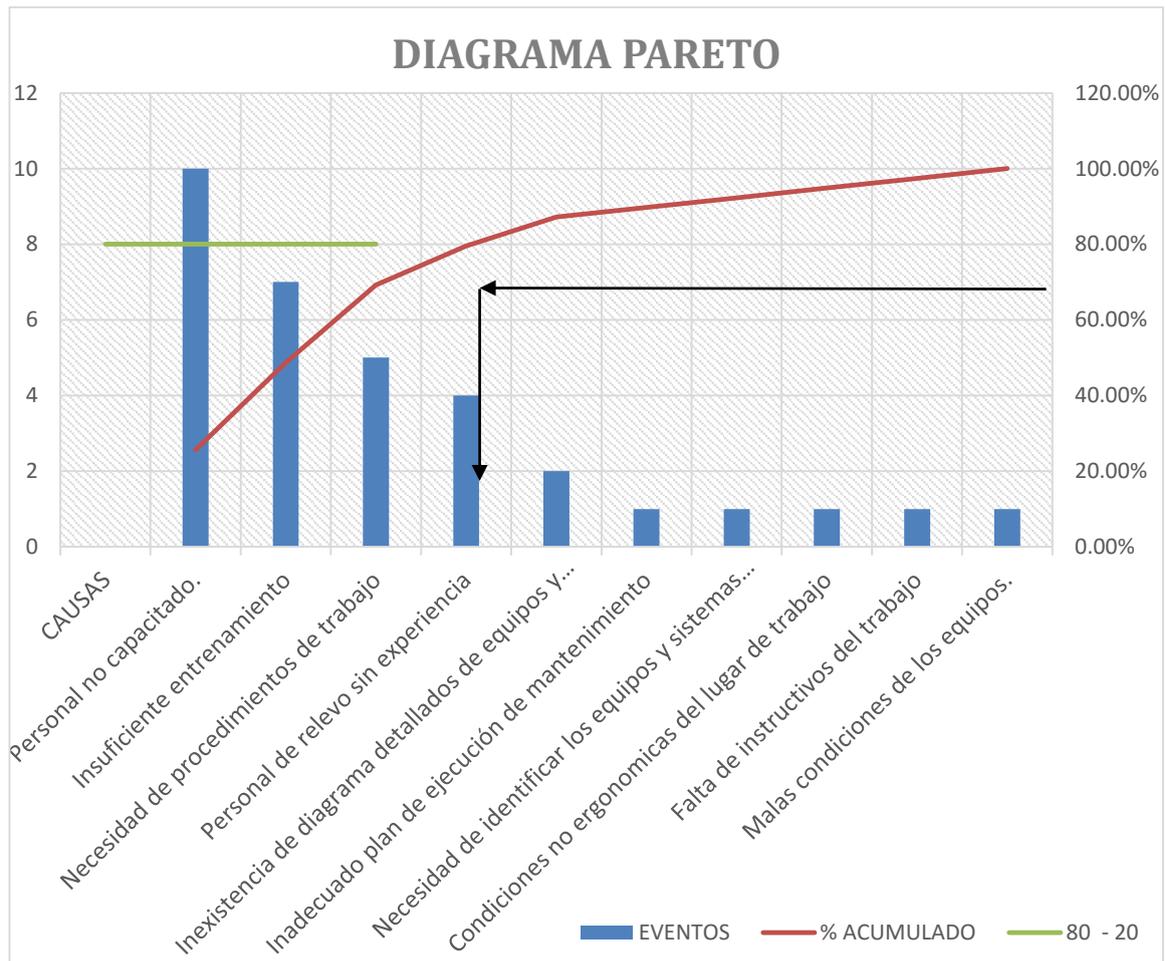


Figura 2: Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.

Según lo observado en la figura 2 del diagrama de Pareto, se puede afirmar y cuantificar que las causas que generan los retrasos de mantenimiento de equipos de frío se pueden resolver con un buen personal calificado, brindando capacitaciones constantes y eficaces de nuestras operaciones, implementando procedimientos de trabajo. Concientizar al personal de optar una cultura de trabajo organizacional que asegure la calidad de los equipos y del mismo proceso a realizar.

## **1.2 Trabajos previos**

### **Lean Manufacturing**

MALDONADO, Guillermo. Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad. Empresa Mineral de la Reforma Hidalgo. Tesis (ingeniero industrial). De la Universidad Autónoma del Estado Hidalgo. En el año 2008. pp 59.

Propuso como objetivo en contribuir con el mayor entendimiento de lo que es la Manufactura Esbelta y desarrollar más interés en este sistema de producción. En otros profesionistas por la investigación y desarrollo, así como también su aplicación a nuestras empresas e industria en su conjunto como un sistema de manufactura para lograr altos niveles de competitividad. Lean Manufacturing surge de la calidad y productividad aceptable a un nivel más alto que la producción en masa o lotes no puede fácilmente igualar con una variedad de herramientas y técnicas, pero con un enfoque centrado en las personas, esta ofrece expansión en variedad de producto y rápida respuesta a las preferencias de los consumidores; puede decirse que Lean Manufacturing tiene la capacidad de hacer más, especialmente en la actualidad ya que en este mundo la población crece velozmente, pero los recursos que este mundo tiene son limitados, por lo menos el concepto principal de eliminación de desperdicios debe ser seguido por cada empresa u organización. El éxito de lean manufacturing es su gente ya que la mayoría de estas herramientas se aplican en la producción.

El aporte de la investigación está en mejorar la calidad de los productos, teniendo un mayor enfoque en las personas reduciendo desperdicios innecesarios.

CEPEDA, Augusto. Estudio de los procesos Lean Manufacturing en el área de corrugado en implementación de un plan de equipamiento para optimizar la productividad en la empresa Procarsa. Tesis (ingeniero industrial). Universidad de Guayaquil, facultad de ingeniería. En el año 2009. pp 89.

El objetivo de este trabajo es implementar la manufactura ajustada LEAN en el área de corrugado en la empresa PROCARSA, productora de cartón corrugado. La consecuencia de cada uno de estos temas ha puesto en relieve la fase investigativa de manera que se ha auscultado de forma cuantitativa (ingeniería de campo) y de

la forma cualitativa cuales son las maneras que técnicamente se puede llegar a optimizar los costos de la principal línea de producción en la empresa PROCARSA. En este análisis se logró recoger cada uno de los detalles no solamente de las características de estos productos, sino también aspectos de fondo relacionados a sus ventas e instalaciones fabriles como se está llevando de manera actual. En esta investigación podemos indicar que mediante la implementación de las herramientas lean manufacturing su producción aumentara de manera considerable a los años anteriores.

Importante lo que sostiene este estudio sobre la reducción de costos por producción eliminando tiempos por desplazamiento en la principal línea de producción.

GUALOTUÑA, Paulina, MENESES, Lenin. Diseño e Implementación de Producción Esbelta (LEAN MANUFACTURING) para la Empresa Esmeltal S.A. Tesis (ingeniero industrial). Escuela Politécnica Nacional. En el año 2006.pp 110.

El objetivo de este trabajo es Implementar en ESMELTAL S.A. el conjunto de elementos técnicos administrativos que propone el sistema de producción esbelta, basado en las herramientas de la gestión de la calidad. Para realizar la implementación del conjunto de elementos técnicos administrativos que propone el sistema de producción esbelta, varias herramientas de la gestión de la calidad fueron fundamentales ya que permitieron diagnosticar adecuadamente al proceso productivo y de esta forma analizar las principales causas de retrasos en la entrega del producto al cliente proporcionando las bases para la aplicación y la gestión eficaz de nuevas metodologías de producción. En este proyecto de implementación reducirá tiempos muertos por producción el cual retrasaba toda la cadena de producción y esto afectaba al cliente final que es nuestro público consumidor.

Lo sostenido por el investigador es relevante para el mejoramiento de la calidad de los productos en todo el proceso productivo y analizar las causas que generan en la entrega del producto final.

GUERRERO Mateo, ANELLI María. Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante de la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Tesis (ingeniero textil y confecciones). Universidad nacional mayor de san marcos, facultad de ingeniería industrial. En el año 2016. pp.13.

El objetivo de este trabajo es reducir los costos generados por no conformidades del proceso de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Mediante la implementación de la estandarización. Técnicas de calidad, Poka Yoke y Kaizen, herramientas Lean Manufacturing, es posible reducir los costos generados por las No conformidades del proceso de costura. La empresa ha obtenido un ahorro anual de \$ 181.513. Lo que la hace más competitiva en el mercado. La implementación de la estandarización es fundamental, tal como se puede apreciar en el tema de investigación, es el punto de partida para poder implementar otras herramientas Lean; ya que, si no se tienen claros los conocimientos propios del trabajo a realizar, no se puede garantizar que estos se realicen correctamente. Así mismo es vital para conservar el Know How de la empresa.

Fundamental lo que sostiene el autor, ya que se quiere obtener con esta implementación, ahorrar costos de producción para una mayor utilidad de ganancia para el empresa.

HORNA, Angulo, FRANCO, Andree. Propuesta de aplicación de herramientas y técnicas de Lean Manufacturing para incrementar el margen de utilidad bruto en la empresa calzature merly E.I.R.L. Tesis (ingeniero industrial). Universidad privada del norte, facultad de ingeniería. En el año 2013. pp.8.

El objetivo de este trabajo es incrementar el margen de utilidad bruto mediante la aplicación de técnicas y herramientas de lean manufacturing en la empresa calzature merly's E.I.R.L. según la investigación realizada en este proyecto y las utilidades esperadas de acuerdo a las propuestas de mejora del proceso en base a técnicas y herramientas de lean manufacturing y la instalación de una nueva planta con un análisis a corto y mediano plazo, se identificó que las utilidades brutas y netas incrementaron notablemente en relación a los años 2010, 2011 y 2012. Dando así mayor capacidad de producción en torno a la demanda del cliente final. Con la investigación de este proyecto de tesis aplicando la metodología lean manufacturing, incrementara considerablemente la producción con una nueva planta, el cual de la misma manera alzara las ganancias útiles de la empresa a los años anteriores.

La significancia del estudio se expresa en incrementar la producción en todas sus líneas y por consecuencia sus utilidades brutas.

CARDOZO, Edman. Implementación de herramientas Lean para el mejoramiento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 REEDRILL de la mina lagunas norte de la minera BARRICK MISQUICHILCA. S.A. Tesis (ingeniero industrial). Universidad privada del norte. Facultad de ingeniería industrial. En el año 2013. pp.3.

El objetivo de este trabajo es implementar un programa de mejora continua utilizando herramientas lean para el incremento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 REEDRILL de la mina lagunas norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A. el diseño experimental de este proyecto es causa-efecto, el cual su justificación son sus dos variables, al inicio de diagnosticar el problema no contaban con procedimientos y métodos de trabajo, instructivos, con una planificación de trabajo, ningún seguimiento de los procesos, faltaba mayor frecuencia de inspección del supervisor, se logró maximizar la operatividad de los signos luego de la implementación de la propuesta, dicha operatividad subió a 82.17%. Antes de la propuesta la operatividad de los signos vitales se encontraba en un 26.45%. Es decir que se logró un incremento en la operatividad de los signos vitales de 55.45%. El cual también tiene un incremento en la utilidad de la empresa. Con este proyecto de implementación se quiere demostrar experimentalmente el incremento de la producción de perforación de los equipos horas/hombre trabajadas el cual generar una mayor utilidad en ganancia para la empresa.

La operatividad del estudio radica en el incremento de la producción de perforación horas/hombre para obtener un fin que es mayor rentabilidad.

### **Confiabilidad**

PEREZ, Edgar. Gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del gobierno municipal arajuno. Tesis (ingeniero de mantenimiento). Escuela superior politécnica de Chimborazo. En el año 2011. pp. 17.

El objetivo de este trabajo es implementar un sistema de gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del gobierno autónomo descentralizado

municipal de arajuno. En esta metodología de trabajo busca el mayor desempeño óptimo de los equipos de combustión, implementando un análisis de fallas, monitoreo, diagnóstico y control electrónico, diagnóstico de fallas en sistemas hidráulicos. En este diseño de investigación aplicamos la matriz FODA. En el análisis de la situación actual de la gestión del mantenimiento, determino que no existe una organización administrativa técnica; ocasionando así que no existan responsabilidades y que las relaciones verticales y horizontales no estén definidas trayendo como consecuencia superposición en sus funciones y una falta de organización de la gestión de mantenimiento. Más aun no teniendo un plan de mantenimiento y control de las actividades por parte del personal responsable del equipo caminero. Puedo mencionar que en esta investigación no tienen claro y definidos sobre los planes de mantenimiento de los equipos ya que es un problema latente el cual genera pérdidas económicas para la empresa logrando que se retrasen los trabajos por falta de un buen diagnóstico y planificación de trabajo en los equipos.

De suma importancia lo sostenido por el autor puesto que señala el mejor desempeño óptimo de los equipos para su buen funcionamiento, teniendo un plan de mantenimiento definido.

VASQUEZ, David. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16v – 149 TI en Codelco división andina. Tesis (ingeniero mecánico). Universidad Austral de Chile. En el año 2008. pp. 19.

El objetivo de este trabajo es elaborar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM para aumentar la disponibilidad de los motores Detroit diésel 16v – 149TI, de la sala de generación de emergencia de codelco división andina, el diseño de este trabajo es cuasi experimental ya que se elaboró un plan de mantenimiento de equipos el cual no se llegó a experimentar ya que solo son equipos que funcionan para emergencias y no alcanzó el tiempo para poder implementar dicho plan de análisis de fallas, conceptos asociados al análisis de confiabilidad, tiempo medio entre fallas y confiabilidad, disponibilidad, chequear el sistema de protección completo, fueron unos de los sistemas de detección para la implementación del plan de mantenimiento. Concluyendo con este trabajo puedo decir que se elaboró un buen plan para el mantenimiento de equipos pero por temas de escasos de tiempo no se pudo implementar en los equipos ya que solo trabajan

de emergencia dado que el tiempo de elaboración de este proyecto es aún mayor al tiempo de funcionamientos de los equipos.

El nivel de confiabilidad del estudio se manifiesta en la buena disponibilidad de los equipos, midiendo el tiempo entre fallas elaborando un plan de mantenimiento para la buena confiabilidad total.

AREVALO, Gilberto, PAULINO, jony. Análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación de un centro minero. Tesis (postgrado). Universidad nacional de ingeniería. En el año 2012. pp 41.

El objetivo de este trabajo es optimizar en base a un análisis de confiabilidad, la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación de la planta concentradora Berna II, en el centro minero casapalca. En esta metodología de investigación busca explicar el proceso que se siguió en el desarrollo de la investigación siendo un causa-efecto entre las variables, la justificación de la presente investigación se evalúa y analiza el estado situacional de los equipos principales de la línea de flotación de la planta concentradora, en base a técnicas cualitativas y cuantitativas. En esta investigación se propone optimizar el buen funcionamiento de los equipos con una planificación eficaz de los mantenimientos de los equipos, ya sea por horas de trabajo o ciclo óptimo.

Lo sobresaliente del estudio sostiene un análisis de confiabilidad en la gestión de mantenimiento para su buen funcionamiento de los equipos ya sea por hora o por ciclo óptimo.

DA COSTA, Martin. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad de motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Tesis (ingeniero mecánico). Pontificia universidad católica del Perú. Facultad de ingeniería mecánica. En el año 2010. pp.3

El objetivo de este trabajo es la importancia del mantenimiento y el empleo de nuevas tendencias que optimicen su funcionamiento en el incremento de la confiabilidad inherente de los motores de combustión interna de dos tiempos que operan en los lotes petroleros. Aplicación práctica del mantenimiento centrado en confiabilidad, el diseño de la investigación es cuasi experimental, siendo su justificación práctica, teórica y económica. La conclusión de esta investigación es

que se llegó a determinar las horas exactas de trabajo para el mantenimiento de equipos para su buen funcionamiento y desempeño dentro de los lotes de petróleo, el cual optimizará la producción de las mismas generando mayor utilidad para la empresa.

Trascendental lo que sostiene el autor puesto que señala la importancia de una buena planificación de mantenimiento de los equipos optando nuevas tendencias para incrementar la confiabilidad de las mismas.

BAUTISTA, Byron. Análisis de mantenimiento aplicando ingeniería de la fiabilidad en los tanques de almacenamiento de combustible diésel utilizados para la generación de energía en la empresa Petrooriental SA. Tesis (Magister de gestión de mantenimiento industrial). Escuela superior politécnica Chimborazo. En el año 2017. pp 01.

Con el objetivo de realizar un análisis de mantenimiento aplicando la ingeniería de la fiabilidad en los tanques de almacenamiento de combustible diésel utilizados para la generación de energía en los bloques 14 y 17 en la empresa Petrooriental SA. Por su tipo de estudio explorativa descriptiva, método hipotético deductivo a través de observaciones realizadas. En su conclusión tenemos se realizó la evaluación de los planes de mantenimiento aplicando el método de la fiabilidad donde las pérdidas económicas durante los años 2014 y 2015 es de \$4.248.606.00 y con la aplicación de ingeniería de la fiabilidad durante los años 2016 y 2017 se tiene costos de mantenimiento de \$2.206.758.00 el cual se tiene un ahorro considerable. El aporte de este estudio es la aplicación de ingeniería de la fiabilidad para reducción de costos por mantenimiento.

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

#### **1.3.1 Lean Manufacturing**

El Lean Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del desperdicio, mediante la utilización de una colección de herramientas que se desarrollan fundamentalmente en Japón. Los pilares del Lean Manufacturing son: La filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios (RAJADELL, SÁNCHEZ, 2010, p. 1).

Lean Manufacturing es una filosofía de producción, una manera de conceptualizar el proceso de producción, desde la materia prima o solicitud de compra hasta el producto terminado para satisfacer al cliente final. Lean es una forma diferente de pensar sobre cómo hacer negocios. (STÁNDAR Y DAVIS, 1999, DENNIS, 2002).

Lean Producción para describir la profunda revolución en la manufactura que fue iniciada por el sistema de producción TOYOTA (SPT). El SPT tiene como propósito principal eliminar, a través de actividades de mejora continua, los desperdicios dentro de la compañía. (MONDEN, 1998; OHNO, 1991).

En resumen, Lean Manufacturing tiene un proceso de 5 pasos: definir qué es lo que agrega valor al cliente, definir el mapa del proceso, crear el flujo continuo, que el consumidor tome lo que requiere y esforzarse por la excelencia. (WOMACK Y JONES, 1996).

Para implementar Lean Manufacturing en un área de producción, de servicio o diseño, se tienen una serie de pasos ya establecidos que pueden expresarse de diferentes formas pero todos siguen un mismo fin que consiste en 8 pasos que son: comprometerse con la manufactura esbelta, elegir el proceso, aprender acerca de la manufactura esbelta, hacer mapa del estado actual, determinar los medibles, hacer el mapa del estado futuro, crear planes Kaizen e implementar los planes Kaizen. (WOMACK Y JONES, 1996; ROTHER, 2001; JONES Y WOMACK, 2002; TAPPING, LUYSTER Y SHUKER, 2002).

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

Su objetivo final es el de generar una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe

tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas.

## **Orígenes**

El punto de partida de la producción Lean es la producción en masa. Durante la primera mitad del siglo XX se contagió a todos los sectores la producción en masa, inventada y desarrollada en el sector del automóvil, que encontró en el Fordismo y el taylorismo su máxima expresión. En la lógica Taylorista de la división del trabajo, cada fábrica, departamento o sección persigue su objetivo específico sin molestarse en buscar prioritariamente la optimización del conjunto de la producción, que es, sin embargo, el único enfoque inteligible por parte del cliente o del consumidor. Crecen así los lotes de producción, se acumulan los stocks y el ciclo de producción se alarga.

Tras el crack de 1929, Estados Unidos sufrió una crisis de Fordismo sobreproducción, manifestada en un sub consumo de masas frente a la capacidad productiva real de la sociedad, lo que hizo necesaria la implementación de ajustes que dieron paso al establecimiento del Fordismo.

En el Fordismo el control del trabajo viene dado por las normas incorporadas al dispositivo automático de las máquinas, o sea, el propio movimiento de las máquinas. El trabajo se simplifica al lograr la división del mismo, la fabricación de productos estandarizados y en grandes series se convierte en la norma y el resultado es una mayor producción y una aparente combinación de incremento de la productividad y de los beneficios de intensidad en el trabajo.

La ruptura con estas técnicas se produce en Japón, en donde se encuentra el primer germen recocado con el pensamiento Lean. En 1902, Sakichi Toyoda, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo. Después de la segunda guerra mundial, en este entorno de “supervivencia”, la compañía Toyota

fue la que aplicó más intensivamente la búsqueda de nuevas alternativas “prácticas”. En ese momento, dos jóvenes ingenieros de la empresa, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno, al que se le considera el padre del Lean Manufacturing, visitaron las empresas automovilísticas americanas.

Por aquel entonces el sistema americano propugnaba la reducción de costes fabricando vehículos en grandes cantidades, pero limitando el número de modelos. Observaron que el sistema rígido americano no era aplicable a Japón y que el futuro iba a pedir construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo coste. Concluyeron que esto solo sería posible suprimiendo los stocks y toda una serie de despilfarros, incluyendo los de aprovechamiento de las capacidades humanas. A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión JIT/Just in Time (Justo a tiempo). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. Las aportaciones de Ohno se complementaron con los trabajos de Shigeo Shingo, también ingeniero industrial de Toyota, que estudió detalladamente la administración científica de Taylor y teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth. Entendió la necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente lo que requería, focalizando su interés en la reducción de los tiempos de preparación. Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Al amparo de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema Kanban, Jidoka, Poka–Joke que fueron enriqueciendo el sistema Toyota.

Después de la crisis del petróleo en 1973, el gobierno japonés fomentó la extensión de este modelo a otras empresas del país. Sin embargo, no es hasta principios de la década de los 90, cuando el modelo japonés tiene “un gran eco” en occidente, a través de la publicación de “La máquina que cambió el mundo” de Womack, Jones y Roos. En este libro se sintetiza el “Programa de Vehículos a Motor” que se realizó en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) con el fin de contrastar, de una forma sistemática, los sistemas de producción de Japón, Europa y Estados Unidos. En esta publicación se exponían las características de un nuevo sistema de producción capaz de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad. En esta obra fue

donde por primera vez se utilizó la denominación Lean Manufacturing. (RAJADELL, SANCHEZ, 2010, p. 1, 2,3).

Heijunka (nivelación de carga). Es un sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad a lo largo del turno o del día. Si hay una pequeña variedad o no en el producto, tal vez no se necesite este nivel de sofisticación. Si se manejan lotes pequeños o flujo continuo de una pieza, la demanda de partes está sujeta a repentinas fluctuaciones (picos y valles) de producción. Las ordenes de producción grandes tal vez ocasionen inmediatamente inventarios, haciendo más difícil la administración Heijunka puede ser la clave para establecer un verdadero sistema de jalar en una fábrica. Heijunka usa retiros constantes en base al pitch, pero se divide en unidades basándose en el volumen y la variedad de los productos que serán manufacturados. (RAJADELL, SANCHEZ, 2010, p. 71).

Kaisen es el término japonés para el mejoramiento continuo, y es el proceso para hacer mejoras incrementalmente, no importa lo pequeñas que sean, y alcanzar las metas de Lean de eliminar todos los desperdicios, que generan un costo sin agregar un costo sin agregar valor. kaisen enseña a trabajar efectivamente a los individuos en grupos pequeños, a solucionar problemas, documentando y mejorando los procesos, recolectando y analizando datos, y a manejarse por sí mismos. Kaisen significa mejoramiento. Por otra parte, significa mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Cuando se aplica al lugar de trabajo, kaisen significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual. (VILLASEÑOR, GALINDO, 2007,p. 85).

Jidoka significa construir un sistema que muestre los problemas y defectos también se refiere al diseño de las operaciones y equipos que no detengan a los operadores y así estos estén libres para que hagan trabajo que agregue valor, consiste en instalar un mecanismo en las máquinas que les permita detectar defectos y también un mecanismo que detenga la línea o la máquina cuando ocurren los defectos. Estas máquinas agregan valor a la producción sin necesidad de contar con un trabajador que esté operando. (VILLASEÑOR, GALINDO, 2007, p. 72).

Justo a Tiempo significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Todo lo demás es desperdicio (muda), Toyota introdujo un JIT, que es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permiten a la compañía producir y entregar los productos en pequeñas cantidades, con tiempo de entrega cortos, para satisfacer las necesidades del cliente, simplemente JIT es entregar los artículos correctos en el tiempo indicado en las cantidades requeridas.

El JIT provee tres elementos básicos para cambiar el sistema de producción de una compañía. El flujo continuo, Takt Time y kanban. (VILLASEÑOR, GALINDO, 2007, P. 73).

Kanban es la herramienta indicada para controlar la información y regular el transporte de materiales entre los procesos de producción. Kanban es el corazón del sistema jalar, kanban son tarjetas adheridas a los contenedores que almacenan lotes de tamaño estándar. Cuando se tiene un inventario, éste tiene una tarjeta que actúa como una señal para indicar que cantidad se requiere de él. De esta manera, el inventario solamente cuenta con lo que se requiere, las cantidades exactas. (También se refiere al uso de tarjetas para el control de los inventarios en el sistema jalar).

Existen dos tipos de kanban:

Kanban para hacer, señal para la programación de los lotes en los procesos, kanban en proceso para la programación del flujo en los procesos.

Kanban de retiro, es la señal para hacer algo, kanban proveedores para propósitos externos y kanban entre procesos para propósitos internos. (VILLASEÑOR, GALINDO, 2007, p. 75, 76).

5Ss forman una parte esencial para la implantación de cualquier programa de Manufactura esbelta, pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre a la disminución de desperdicios y reproceso, así como mejorar la moral del personal. Su importancia radica en mantener un buen ambiente de trabajo, que es crítico para lograr encaminar a una organización hacia la calidad, bajos costos y entregas inmediatas. Además de que la clasificación, organización, limpieza, disciplina y estandarización.

Son aspectos que representan una necesidad importante en cualquier organización. Entonces las 5Ss implican la realización de esfuerzos relativamente simples a aplicar tanto en el área física de trabajo, como en la persona y en la empresa misma. (VILLASEÑOR, GALINDO, 2007, p. 79).

#### **1.3.1.1. Separar**

Es la primera fase que, como objetivo único y fundamental de clasificar, arreglar apropiadamente. (Desechar lo que no se necesita). Es un trabajo que se hace necesariamente para no tener inconvenientes en el trabajo, se habla de las herramientas, materiales documentos, carpetas, etc., que se emplean en el lugar de trabajo.

Como objetivos de separar tenemos en cuenta lo siguiente:

- Prevenir accidentes y errores humanos por tener objetos sin uso en nuestro alrededor.
- Maximizar el uso de efectivo del espacio en el puesto de trabajo.
- Mejorar la visibilidad de los materiales facilitándonos para una rápida disposición.
- Dejar la costumbre de acumular cosas que sean innecesarias. Los lugares más comunes en del desorden se encuentran en:
  - En su mayoría en las parte inferior y superior de estantes, archiveros, estantes, etc.
  - En los pasillos, escaleras, rincones, pudiendo ocasionar algún tipo de daño al transitar por el lugar.
  - Entre las máquinas se suelen dejar partes de máquinas en mayoría materiales descartables.

Las personas que trabajan en el puesto de trabajo son las indicadas para eventualizar este tipo de trabajo, por lo que ellas, y solo ellas, saben que cosas son las que utilizan con exactitud.

Como beneficios que provee son:

- Reduce el tiempo de búsqueda de los objetos a usar.
- La visibilidad es mejor y más amplia en el área de trabajo.
- Libera espacios ocupados por cosas innecesarias.
- Mejora el inventario de las cosas que se van terminando.
- Da un mejor tiempo de vida de las cosas a usar.

Para evitar confusiones el criterio a usar es: Lo que no es útil para el trabajo se aparta, su valor define el destino final.

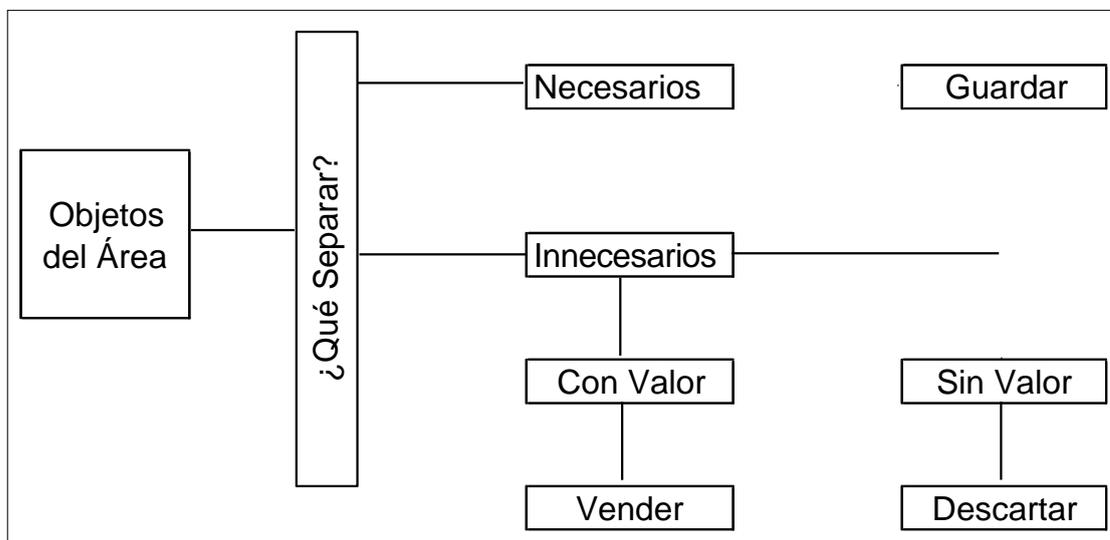


Figura 3: Objetos del área ¿que separar?

Fuente: José Ricardo Dorbersan

- Los objetos necesarios se guardan.
- Los innecesarios, si no tiene valor se descarta, si lo tiene se vende.
- Si el objeto es necesario en otra área, se envía a ella.

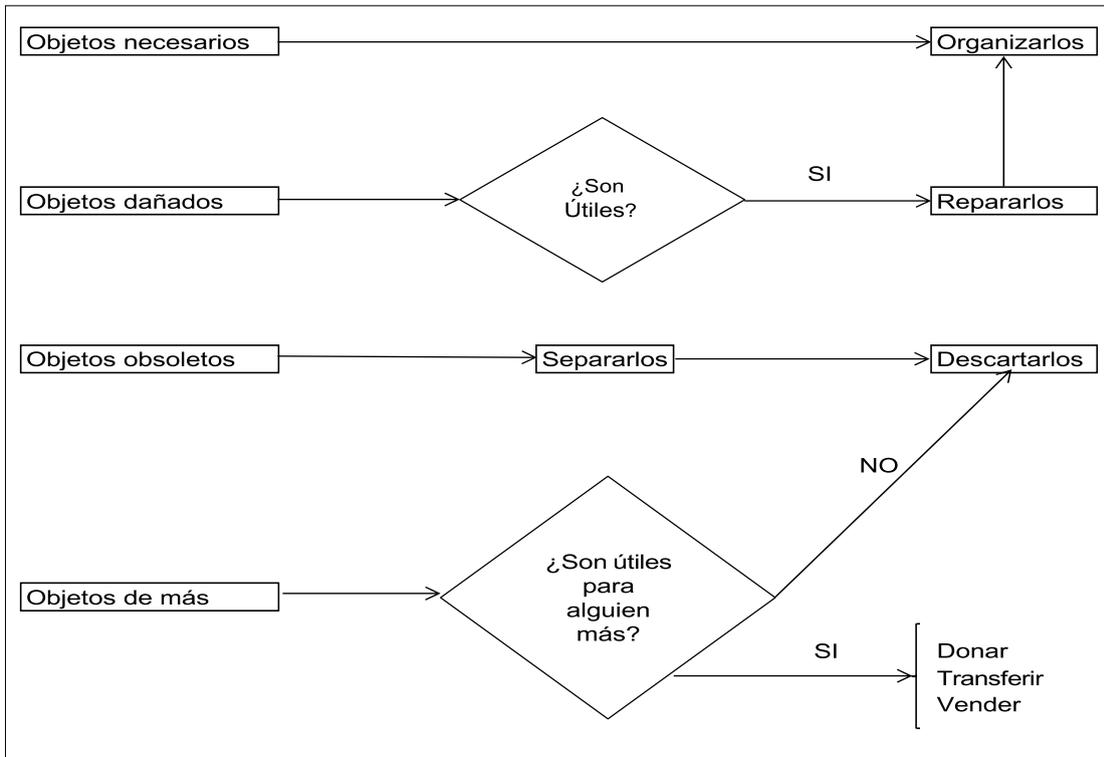


Figura 4: Separación de objetos.

Fuente: José Ricardo Dorbersan.

Se tiene que tener muy en cuenta que el hecho de separar tiene que ser un trabajo organizado.

En primera instancia no suele resultar fácil, pues al no ser habitual la práctica se tiene que establecer conversaciones con el equipo, a medida que las reuniones se hacen constantes se llega a convertir en hábito. Para encontrar la solución al problema los miembros del grupo deben desarrollarse en la imaginación, que es una condición imprescindible de la creatividad. Logrado los acuerdos con respecto a las tareas a realizar y sus prioridades, se nombran los responsables de ejecutarlas y se establece el cronograma de tiempos correspondientes.

Ya realizadas las separaciones, los ítems innecesarios se envían a los lugares físicos designados.

Utilidad de los ítems.

Tabla 2: Utilidad de Ítems.

Utilidad de Ítems	Necesarios	Innecesarios
Frecuencia de Uso	Constante ocasional Raro	Sin Uso Potencial
Destino	Guardar	Apartar

Fuente: Elaboración propia.

Para que los ítems innecesarios sean identificados se les adjunta una tarjeta roja que forma parte del control visual.

Tabla 3: Cartilla de color rojo.

ITEM (MARCAR)	1. Material productivo    4. Maquina o equipo    7. Otros 2. Semielaborado        5. bandejas 3. Producto terminado    6. Herramienta		
Nombre del objeto			
Cantidad			
Causa (Marcar)	1. No necesario    3. Uso no inmediato    5. Sin identif. 2. Ident. Erronea    4. En exceso            6. Otros		
Sección que aplicó			
Destino del objeto (Marcar)	1. Descarte    3. Otra área    5. Otros 2. Devolución    4. Stock	Resuelto? Si - No	
Fecha	De colocación	De resolución	
N° Akafuda			

Fuente: José Ricardo Dorbersan.

### 1.3.1.2. Ordenar

Consiste en ordenar y acomodar los elementos necesarios de manera que facilite la búsqueda, identificación, acceso, retiro y devolución en cualquier momento.

Ya separada los objetos innecesarios, solo quedando lo que se debe guardar podemos empezar con el segundo paso que es ORDENAR.

- Colocar las cosas útiles por orden según criterios de:
- Seguridad, que no se puedan caer, mover, que no estorben.
- Calidad que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
- Eficacia, minimizar el tiempo perdido.
- Elaborando procedimientos que permitan mantener el orden.

Tabla 4: Frecuencia de uso para ordenar.

Frecuencia de Uso	¿Dónde Guardar?
En todo momento	Muy cerca del lugar de trabajo
Diario	En estantes, armarios. Etc.
Semana, mensual, etc.	En el archivo del área
Esporádica	En el archivo central

Fuente: José Ricardo Dorbersan

¿Cómo ordenar?

- 1) Definir y preparar los lugares de almacenamiento.

Las estanterías, archivos armarios, mesas de trabajo, etc. deben colocarse de tal manera que su acceso sea simple y seguro siguiendo el criterio señalado en la tabla de como ordenar.

- 2) Determinar un lugar para cada cosa.

Según criterio:

- La altura debe permitir un acceso sencillo y seguro.

- Organizar los repuestos y piezas siguiendo el criterio que el primero que ingresa es el primero en salir.
- Las herramientas de mayor uso deben estar accesibles para minimizar el retorno del mismo.
- Señalar los objetos grandes que se almacenen en el piso.
- Se llega a acuerdos con los materiales de uso repetitivo como herramientas y elementos de oficina.

### 3) Identificar cada mueble y lugar de almacenamiento.

La finalidad es que cada sitio donde se coloca un objeto o ítem quede unívocamente determinado.

Identificación del mueble: se coloca en un lugar visible y accesible de la parte superior un cartel con un número o letra

Identificación del lugar: para el estante se utiliza una letra, mientras que para la columna un número. En ambos casos se utilizan letreros bien visibles.

### 4) Identificar cada objeto con la misma identificación del lugar en donde se lo guarda.

Se pega una etiqueta en los lugares visibles y en el objeto, esto permite ver que este permite verificar que el objeto este guardado en el lugar correspondiente.

### 5) Es necesario confeccionar un manual que contenga el lugar de almacenamiento de cada objeto.

Debe estar en un lugar visible y accesible para que permita tener una información permitida para todos y de fácil acceso.

La información básica necesaria por cada ítem es:

- Denominación del objeto.
- Identificación y lugar que ocupa el objeto.
- Actualización permanente.

- Se usa un fichero o cuaderno o la computadora.
- mantener siempre ordenadas las áreas de almacenamiento.

El grupo establece reglas de como separar y ordenar, al no respetar esto altera las reglas tomadas.

Como objetivo tenemos:

- Reducir el tiempo de búsqueda del objeto y sus movimientos.
- Mejora la identificación.
- Previene pérdidas de los materiales, y mejora la vida útil del mismo

Beneficios de ordenar:

- Rapidez en el acceso del elemento.
- Una mayor facilidad en la limpieza.
- Incrementa mayor visibilidad, y consta de una buena imagen.
- Elimina riesgos de accidentes.

### **1.3.1.3. Limpiar**

Limpiar es no ensuciar, es eliminar el polvo o suciedad de todo elemento que sea de trabajo, mantener en óptimas condiciones de uso los elementos de trabajo, como máquinas, equipos, herramientas, mesas de trabajo, armarios, tableros, pisos, escaleras, etc.

Cada uno es responsable de mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo. Definiendo claramente la responsabilidad por la limpieza de las áreas comunes. El trabajo se considera terminado después de efectuada la limpieza del sector y de las herramientas utilizadas y guardadas en los lugares respectivos.

Una de las formas de mantener limpia un área de trabajo es evitando generar suciedad.

- Eliminar las pérdidas de líquidos, aceite en tuberías y máquinas.

- Al limpiar descubra el origen de la suciedad y elimínela.
- Al limpiar aproveche inspeccionar el estado de los equipos y herramientas.
- Separar cada tipo de desperdicio en el lugar o tacho correspondiente, etc.

Como objetivo están:

- Minimiza las causas que provocan suciedad.
- Protege a los trabajadores de lugares antihigiénicos e inseguros.
- Estandariza los procedimientos de operaciones diarias.

Los beneficios serán:

- Crea un lugar propicio para desarrollar el trabajo.
- Mejora el bienestar del personal.
- Mejora la imagen de la empresa ante los clientes.
- Cuida la salud de los empleados.
- Disminuye el riesgo de accidentes.
- Impedir que los productos y materiales se ensucien o se dañen.
- Detectar necesidades de mantenimiento diario.

### **Poka Yoke**

Aunque el concepto de Poka Yoke ha existido durante mucho tiempo de diversas formas, fue el ingeniero Shingeo Shingo, quien desarrollo la idea como una herramienta formidable para alcanzar los cero defectos y, eventualmente, eliminar las inspecciones de control de calidad. Si bien puede pensar que un defecto y un error son lo mismo, no es así. Los defectos son los resultados y los errores son las causas de los resultados.

Un defecto existe en dos estados: está a punto de ocurrir o ya ha ocurrido. El Poka Yoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. El

reconocimiento de que un defecto está a punto de ocurrir se denomina “predicción”, y reconocer que un defecto ha ocurrido ya se denomina “detención”.

Los 5 mejores Poka Yoke:

- Pines de guía de distintos tamaños.
- Alarmas y detención de errores.
- Switchs de límites.
- Contadores.
- Listas de chequeo.

#### **1.3.1.4. Diseño**

Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocarnos ya sean de ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implantar para facilitar la detección de errores.

Si nos concentramos en las operaciones que se realizan durante la fabricación de un producto, estas pueden tener muchas actividades intermedias y el producto final puede estar formado por un gran número de piezas. Durante estas actividades, puede haber ensambles y otras operaciones que suelen ser simples pero muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de cometer algún error es muy alto, independientemente de la complejidad de las operaciones. Los Poka Yoke ayudan a minimizar este riesgo con medidas sencillas y baratas.

El sistema Poka Yoke puede diseñarse para prevenir los errores o para advertir sobre ellos. En este caso se diseña un sistema para impedir que el error ocurra. Se busca la utilización de formas o colores que diferencien como deben realizarse los procesos o como deben encajar las piezas.

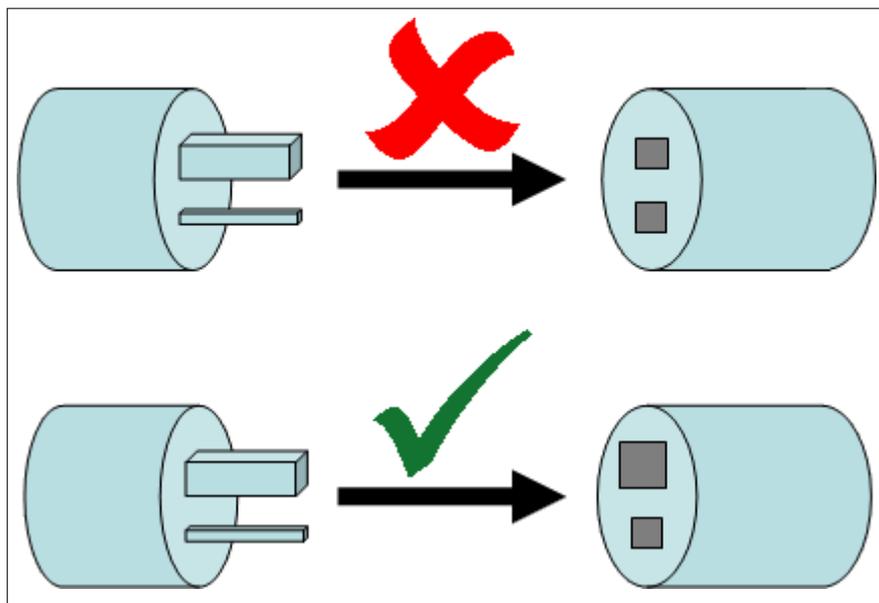
Función de advertencia

En este caso asumimos que el error puede llegar a producirse, pero diseñamos un dispositivo que reaccione cuando tenga lugar el fallo para advertir al operario de que debe corregirlo. Por ejemplo, esto se puede arreglar instalando barreras fotoeléctricas, sensores de presión, alarmas, etc.

Los tipos más comunes de Poka Yoke son:

- Un diseño que sólo permita conectar las piezas de la forma correcta. Si lo intentas encajar al revés o en un sitio equivocado las piezas no encajaran.
- Códigos de colores. Por ejemplo, en los conectores de los ordenadores, cada tipo de conexión tiene un color diferente para facilitar su montaje.
- Flechas o indicaciones del tipo “a - > < - a “, “b - > < - b “..... para indicar dónde va encajada cada pieza y cuál es su orientación.

Uso correcto para el Poka yoke



*Figura 5:* Uso correcto del Poka Yoke.

Fuente: José Ricardo Dorbersan.

Las ventajas de usar un sistema Poka Yoke son las siguientes:

- Se elimina el riesgo de cometer errores en las actividades repetitivas (producción en cadena...) o en las actividades donde los operarios puedan equivocarse por desconocimiento o despiste (montaje de ordenadores....).
- El operario puede centrarse en las operaciones que añadan más valor, en lugar de dedicar su esfuerzo a comprobaciones para la prevención de errores o a la subsanación de las mismas.

- Implantar un Poka Yoke supone mejorar la calidad de su origen, actuando sobre la fuente del defecto, en lugar de tener que realizar correcciones, reparaciones y controles de calidad posteriores.
- Se caracterizan por ser soluciones simples de implantar y muy baratas.

El concepto de Poka Yoke tiene como misión apoyar al trabajador en sus actividades rutinarias. En el caso de que el dispositivo forma parte del funcionamiento de una máquina, es decir, que sea la máquina la que realiza las tareas, estaremos hablando de otro concepto similar "Jidoka "(automatización con un toque humano).

#### **1.3.1.5. Recurrencia**

Si bien se puede pensar que un defecto y un error son lo mismo, no es así, los defectos son resultados y los errores son las causas de los resultados, por ejemplo, un error es dejar por mucho tiempo un pan en el tostador y el defecto es tener un pan quemado. Los métodos que propuso fueron formalmente denominados, a prueba de tontos.

Los errores humanos usualmente lo son por distracción. Los mecanismos Poka Yoke nos ayudan a evitar los defectos, incluso que inadvertidamente se cometan errores. Los Poka Yoke nos ayudan a fabricar la calidad del proceso, aquí se muestran cinco ejemplos de Poka Yoke para detectar o evitar defectos causados por errores humanos.

- Pines de guía de distintos tamaños.
- Alarmas y detección de errores.
- Switchs de límites.
- Contadores.
- Listas de chequeo.

Un defecto existe en dos etapas: está a punto de ocurrir o ha ocurrido ya. El Poka Yoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso.

El reconocimiento de que un defecto está a punto de ocurrir se denomina predicción y reconocer que un defecto ha ocurrido y se denomina detección.

Pueden usarse una amplia variedad de mecanismos para detectar errores y defectos. Los detectores usados para el Poka Yoke pueden dividirse entre los que contactan con la pieza a verificar y los que no contactan con la misma (Hirano, 1988).

Mecanismo de contacto, los switches de límite son los mecanismos de detección más frecuentes. Pueden detectar la presencia de artículos tales como piezas de trabajo, útiles o herramientas de corte y son muy flexibles. Los switches de límite pueden emplearse para asegurarse de que un proceso no comience hasta que la pieza de trabajo está en la posición correcta. Hay otros muchos mecanismos de detección por contacto utilizado en el Poka Yoke, tales como sensores de proximidad, sensores de posición, sensores de desplazamiento, sensores de paso de metal y una variedad de instrumental.

Los sensores fotoeléctricos pueden manejar objetos transparentes, translucidos y opacos, dependiendo de las necesidades. Hay dos tipos posibles de detección. En el tipo de transmisión se usan dos unidades: una emite un rayo de luz, la otra recibe. Este tipo puede estar normalmente en ON, lo que significa que el rayo no encuentra obstrucción, o en OFF lo que significa que el rayo no llega a la unidad receptora. Es un tipo reflejante de sensor ante la luz reflejada desde un objeto para detectar su presencia. (VILLASEÑOR, GALINDO, 2007, p. 123, 124).

### **1.3.2. Confiabilidad**

Mantenimiento centrado en Confiabilidad es un proceso utilizado para determinar que sé debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual (MOUBRAY, 1997.p. 1).

Es la probabilidad de que un componente o sistema desempeñe de manera satisfactoria la función para la que fue creado, durante un periodo establecido y bajo condiciones de operación específicos (GUTIÉRREZ, DE LA VARA, 2009. p. 370).

Confiabilidad es la probabilidad de que un producto haga sus funciones propias en forma satisfactoria durante un tiempo definido, bajo ciertas condiciones ambientales definidas. En la función de definición, hay cuatro factores asociados con la Confiabilidad: (1) valor numérico, (2) función propia, (3) duración o vida, y (4) Condiciones ambientales (BESTERFIELD, 2009, p. 462).

El mantenimiento, como alternativa de decisión, es uno de esos elementos que hasta muy recientemente no ha desempeñado más que una función reactiva, limitada en medios y destinada exclusivamente a garantizar el cumplimiento de los programas de fabricación. El enorme costo de las paradas en la producción ha obligado a cambiar por completo este punto de vista, y el mantenimiento ha devenido en uno de los medios por los que la empresa moderna puede incrementar notablemente sus niveles de productividad y competitividad. (DE LA PAZ, 1996), (MOUBRAY, 2004), (TAVAREZ, 2003).

Define el mantenimiento como "la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se establece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas". Esta definición reafirma la premisa difundida de que con acciones oportunas de mantenimiento se consigue que un equipo de producción opere dentro de las especificaciones y cumpla su función dentro del proceso productivo otorgándole un alto nivel de calidad. En el 2002 señala que el objetivo del mantenimiento es garantizar la competitividad de la empresa por medio de asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, con todas las normas de seguridad y medio ambiente y al máximo beneficio global. (DUFFUAA, 2005).

El mantenimiento ha evolucionado desde 1930, se han identificado tres generaciones que destacan por sus diferentes maneras de administrar el mantenimiento.

La primera generación: Este periodo se desarrolla hasta la segunda guerra mundial. Los tiempos de inactividad de los equipos de los que se disponían, no se consideraba de gran impacto debido a que era una generación industrial poco mecanizada.

La confiabilidad de los equipos era alta, porque su diseño era bueno y simple, lo que también repercutía en la rapidez de las reparaciones, estos factores llevaron a que en esta generación la prevención de fallas no era un asunto al cual los gerentes dieran tanto interés. El mantenimiento básicamente, consistía en la limpieza y lubricación, para lo cual no se requería disponer de personal de mantenimiento altamente calificado.

La segunda generación: Desde la segunda guerra mundial, surgió la necesidad del desarrollo de más equipamiento, al mismo tiempo que la disposición de mano de obra disminuyó. Estos aspectos, crearon la necesidad de mecanizar más actividades, multiplicando el número de máquinas y su complejidad; como consecuencia la industria se hacía dependiente de las máquinas creadas.

La inactividad de las máquinas, empezó a tener un impacto mayor debido a que la independencia creció y la necesidad de prevenir las fallas a través de un mantenimiento preventivo cobró importancia.

El mantenimiento preventivo empezó a aplicarse desde 1960, la acción preventiva que se realizaba era el reacondicionamiento de los equipos a intervalos fijos de tiempo, este tipo de mantenimiento hizo que los costos de mantenimiento se incrementaran, en relación a otros costos operativos. Este factor dio inicio a la planificación de mantenimiento y los programas de control. Prácticas que hasta el día de hoy se aplican y que son pilares del mantenimiento.

La tercera generación: Los cambios en la industria, que surgieron a mediados del año 1970, produjeron cambios en el área de mantenimiento a las que se les ha denominado “nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas”.

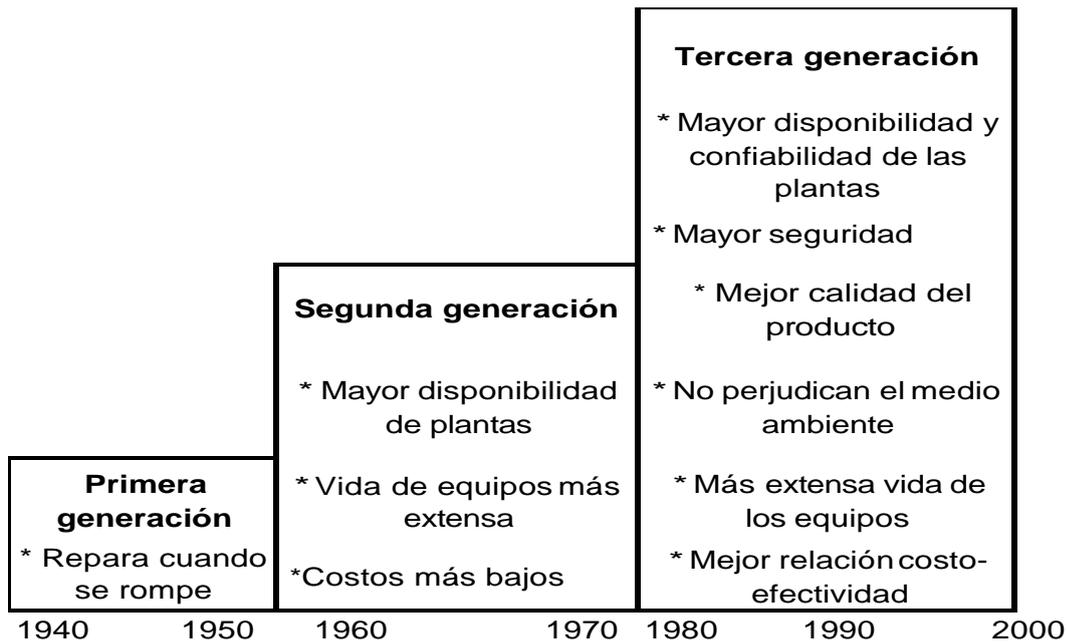


Figura 6: Expectativas crecientes en el mantenimiento.

Fuente: John Moubray.

Nuevas expectativas: Los efectos que el tiempo de inactividad producen, pueden clasificarse: efectos en la capacidad productiva de los bienes físicos, reducción en su rendimiento, incremento de costos operativos, afectación al servicio al cliente. Estos problemas ya se habían presentado en los años 1960 y 1970.

Planteamientos claves como garantizar el funcionamiento y la disponibilidad, son esenciales en sectores diversos como: salud, procesamiento de datos, telecomunicaciones y administración de edificios.

La mayor automatización de procesos, implican que se dispondrán de un mayor número de fallos, lo que al mismo tiempo reduce la capacidad de mantener elevados estándares de calidad, ya sea en servicios o productos.

Los fallos, tienen consecuencias en diferentes ámbitos, no solo productivos y medio ambientales, sino también ambientales y de seguridad. Lo que se buscan con el mantenimiento es la reducción del número de fallos y por ende la reducción de las consecuencias y sus impactos.

Nueva investigación: Las nuevas investigaciones se han enfocado en determinar la relación entre el número de fallos y la edad del equipo. Las investigaciones han demostrado que no es preciso relacionar la edad operativa de los equipos con el número de fallos. Hasta seis modos de fallas pueden producirse por realizar las

actividades de mantenimiento preventivas. Hacer correctamente las actividades de mantenimiento, no es lo mismo que hacer las correctas de mantenimiento.

Nuevas técnicas: En los últimos veinte años se han desarrollado nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. El énfasis que ponen las nuevas técnicas es en las reparaciones y en la administración del mantenimiento. Nuevos proyectos incluyen a:

- Herramientas para toma de decisiones.
- Nuevas técnicas de mantenimiento.
- Diseño de equipos con énfasis, en mantenibilidad y confiabilidad.
- Renovación del pensamiento organizacional.

(MOUBRAY, 1997, p. 3, 4).

### **1.3.2.1. Disponibilidad**

Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Es decir, cuando hablamos de confiabilidad el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras, la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación (arriba) y se mantiene arriba. Por otra parte, cuando hablamos de disponibilidad el componente es puesto arriba en un instante dado y no importa lo que pase después, la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema.

Veamos ahora las ecuaciones matemáticas que se utilizan en el ámbito operacional para el cálculo de estos dos parámetros, en función de los tiempos de mantenimiento:

La disponibilidad Operacional  $D_o$ :

$$D_o = \frac{MUT}{MUT + MTTR}$$

Dónde:

MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas.

MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar.

MUT (Mean Up Time): es Tiempo Promedio en Operación (arriba) o Tiempo promedio para fallar (MTTF).

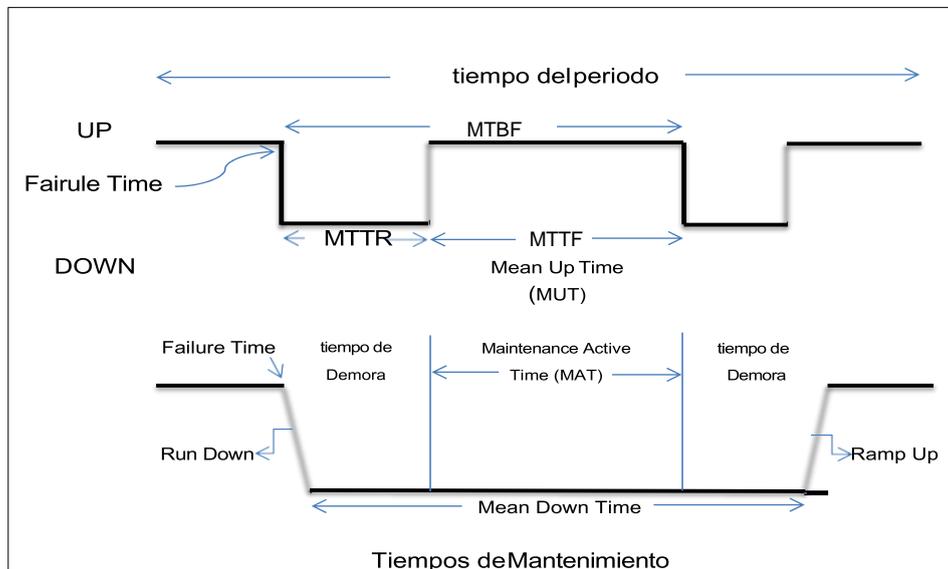


Figura 7: Tiempos de mantenimiento.

Fuente: Enrique Dounce

Como podrán darse cuenta hemos incorporamos a esta discusión los términos fallas y reparación.

De las ecuaciones anteriores tenemos que la de Confiabilidad está regida por el tiempo entre fallas (MTBF) el cual involucra la ocurrencia de esta, mientras que la de Disponibilidad tiene que ver con los tiempos de operación (MUT) y los tiempos fuera de servicio (MTTR), estos últimos pueden o no tomar en cuenta a los tiempos dedicados a los mantenimientos preventivo, las actividades de mantenimiento correctivos programados y las reparaciones de fallas de los componentes.

Dicho lo anterior podemos reformular la explicación inicial diciendo que cuando hablamos de confiabilidad nos referimos a los tiempos que involucran la ocurrencia de una falla y cuando hablamos de disponibilidad nos referimos a los tiempos de operación y fuera de servicio de los componentes, incluyendo o no los PM, CM y las fallas.

Criterio de la disponibilidad: La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado.

En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente. En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

La tabla muestra que algunos equipos que necesitan tener alta confiabilidad, mientras que otros necesitan tener alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

Tabla 5: *Ejemplos de disponibilidad.*

	REQUISITOS	EJEMPLOS
1	Alta confiabilidad Poca disponibilidad	Generación de electricidad Tratamiento de agua
2	Alta disponibilidad	Refinerías de petróleo Acerías
3	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
4	Disponibilidad basada en buena práctica	Procesamiento por etapas
5	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataformas petroleras

Fuente: Enrique Dounce

## Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores (1)

Matemáticamente la disponibilidad  $D(t)$ , se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o 158 Scientia et Technica Año XII, No 30, mayo de 2006. UTP instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Es decir:

$$D(t) = \frac{\text{Tiempos disponibles para la producción}}{\text{Tiempos disponibles para la producción} + \text{tiempos de mantto.}}$$
$$D(t) = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}$$

El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de: - la facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento - La capacitación profesional de quien hace la intervención - De las características de la organización y la planificación del mantenimiento.

El mantenimiento como focalizador de la disponibilidad: El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad, es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo de reparación, ellas están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial. Las reparaciones en el mantenimiento, en este tipo de industria, son vistas de forma diferente. Las reparaciones no son esperadas, son vistas como casos excepcionales y resultantes de alguna deficiencia en la política de mantenimiento o descuido de la gerencia de mantenimiento. Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario. La organización es dimensionada para gerenciar un sistema de monitoreo basado en la condición y fija una alta prioridad para eliminar fallas. (MOUBRAY, 1997, p. 296).

### 1.3.2.2. Fiabilidad

Es la probabilidad que un equipo o sistema opere sin fallos en un determinado tiempo en condiciones de ambiente, es decir tiene una baja tasa de fallos.

Tabla 6: *Diferencias entre mantenibilidad y fiabilidad.*

Mantenibilidad	Fiabilidad
Se necesita poco tiempo para restaurar	Pasa mucho tiempo para fallar.
Existe alta probabilidad de completar la restauración.	Existe baja probabilidad de falla.
El tiempo medio para restaurar es pequeño.	El tiempo medio entre fallas es grande.
Se tiene alta tasa de restauración.	Se tiene baja tasa de fallas.

Fuente: Enrique Dounce

Fiabilidad ideal:

Es decir, el 100% de fiabilidad durante un tiempo predeterminado.

Sin duda no existe la fiabilidad en la práctica, pues hay la probabilidad que un equipo falle.

Fiabilidad de un equipo = fiabilidad ideal – no fiabilidad del equipo

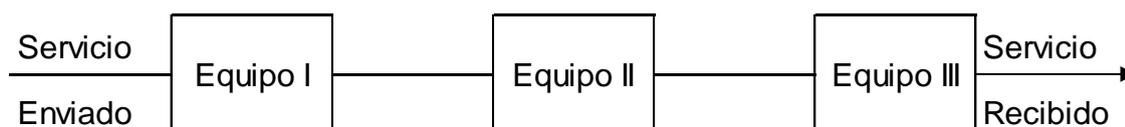
Fiabilidad ideal = 1

Fiabilidad en serie:

Es una máquina instalada a continuación de otra, el servicio es secuencial, si alguno de ellos falla afecta de inmediato al servicio que se está brindando.

En particular en este tipo de fiabilidad tiende en primer lugar a afectarse en el punto más débil de la serie.

Esquema

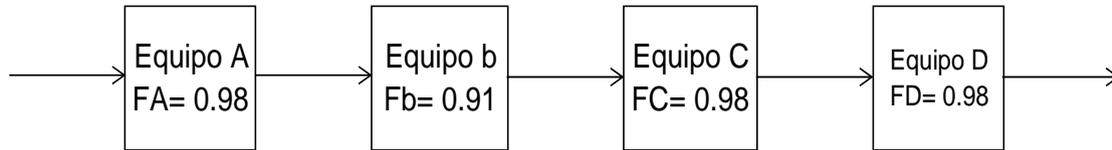


Fuente: Enrique Dounce

Equipos, máquinas o componentes conectados en serie

Ejemplo. El valor de la fiabilidad del sistema en serie (Fss) es:

Esquema



Fuente: Enrique Dounce

$$F_{ss} = 0.98 \times 0.91 \times 0.97 \times 0.99 = 0.86$$

Nota: la fiabilidad de equipos en serie es menor con respecto a la menor de cualquiera de sus componentes.

Fiabilidad en paralelo:

Es una máquina instalada en paralelo a la otra y ambas brindan un mismo servicio, por lo cual que si una falla la otra seguirá brindando el servicio sin pérdida de calidad.

Mientras más máquinas estén en paralelo mayor será la fiabilidad y solo dejara de funcionar al fallar el último suministro.

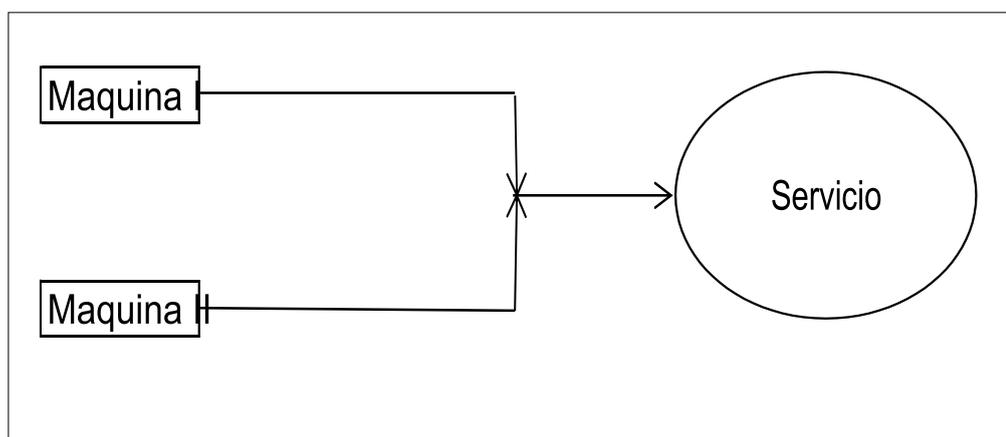


Figura 8: Fiabilidad en paralelo.

Fuente: Enrique Dounce

Equipos, máquinas o componentes en paralelo.

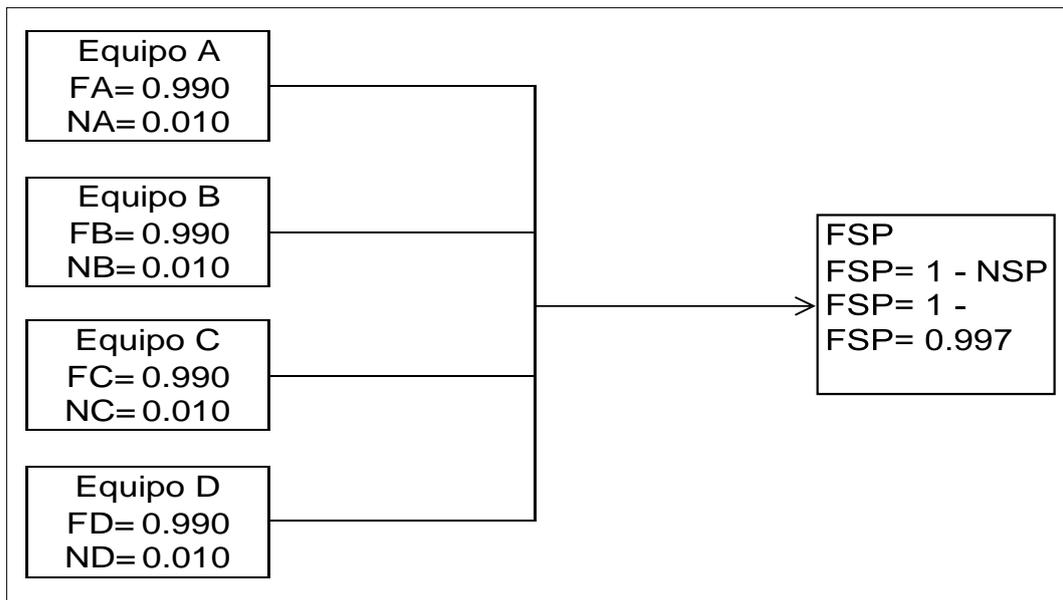


Figura 9: Fiabilidad de un sistema en paralelo.

Fuente: Enrique Dounce

La no fiabilidad de un sistema con componentes en paralelos (Nsp) es igual al producto de las no fiabilidades de cada uno de sus componentes.

$$Nsp = Na \times Nb \times Nc \times Nd = 0.01 \times 0.89 \times 0.41 \times 0.76 = 0.003$$

Como la fiabilidad de un sistema con componentes en paralelo es la resta de la fiabilidad (igual 1), menos la no fiabilidad del sistema.

$$Fsp = 1 - 0.003 = 0.997$$

La fiabilidad de un sistema conectado en paralelo es mayor con respecto a la mayor de cualquiera de sus componentes.

Curva de la bañera: Los estudios de la teoría de la fiabilidad empiezan desde 1940 en equipos y sistemas complejos generadoras de energía eléctrica, petroquímicas, etc. La curva de la bañera se le conoce como una gráfica que presenta los fallos durante el periodo de vida útil de una máquina o sistema, nombrado así por tener la forma de una bañera.

En la curva de la bañera se observa tres etapas definidas:

- Etapa de fallos iniciales
- Etapa de fallos normales (vida útil)
- Etapa de desgaste o (agotamiento)

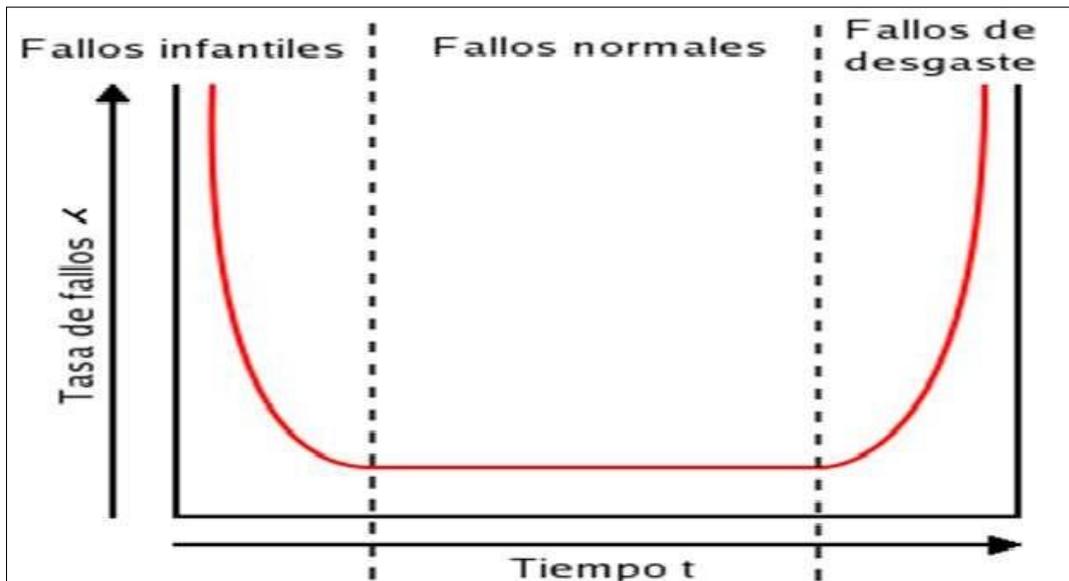


Figura 10: Curva de la bañera.

Fuente: Enrique Dounce

Etapas de fallos iniciales: también es conocida como mortandad infantil, porque es producida inmediatamente o al cabo de un poco tiempo de funcionamiento por consecuencia de:

- Errores de diseño.
- Defectos de fabricación o montaje
- Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con ella puesta a punto deseado.

Etapas de fallos normales (vida útil): se producen fallos de modo aleatorio, es de periodo de mayor duración, en el que se estudian los sistemas, ya que en esta etapa se supone que debe reemplazarse antes de que llegue la etapa de desgaste o (agotamiento).

Etapa de desgaste o (agotamiento): desde un cierto tiempo, de algún sistema que se consume o deteriora constantemente durante el funcionamiento.

En esta etapa por convenir a los intereses de cada empresa se puede rehabilitar este sistema o máquina haciendo una reparación a fondo, que son los siguientes:

Desarrollando trabajos de ingeniería de fiabilidad, se puede pronosticar de manera confiable el futuro comportamiento de alguna máquina o sistema que se desee instalar en la empresa. Aun en estas épocas existen empresas que carecen de un centro de planeación y control para la conservación de la fábrica y de una estadística confiable y de especialista que puedan aplicar criterios de mantenibilidad y fiabilidad, pero incluso existe la probabilidad de que pueda aplicarse este punto de vista desarrollando una herramienta que permita medir el grado de fiabilidad de algún equipo o instalación que se quiera clasificar en un tiempo dado.

Existen cinco factores que se considera existen en todo recurso por conservar que son los siguientes:

- Edad del equipo.
- Medio ambiente en donde opera.
- Carga de trabajo.
- Apariencia física.
- Mediciones o pruebas de funcionamiento.

(DOUNCE, 1997, p. 135 al 138)

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementará la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC?

## **Problemas específicos**

1 ¿De qué manera la implementación de herramientas Lean manufacturing incrementará la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC?

2 ¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementará la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC?

## **1.5 Justificación del Estudio**

### **1.5.1 Justificación Teórica**

Este proyecto de tesis está enfocado en desarrollar alternativas que validen la resolución del problema planteado en la presente investigación y brindar un material científico que nos presente conclusiones, recomendaciones y aportes que puedan sustentar el uso adecuado de Lean Manufacturing para incrementar la Confiabilidad de los equipos de frío la empresa JOCHEMAI SAC.

### **1.5.2 Justificación Práctica**

Es práctica, porque da a conocer lo importante que es el Lean Manufacturing en el ámbito laboral, para incrementar la producción, mejorar la calidad de los equipos y reducir los accidentes laborales ya que adopta una cultura organizacional en el trabajador, a través de este estudio se dará a conocer los tiempos muertos e improductivos, donde influirá directamente en el trabajador y en su ritmo de trabajo, afectando también de gran manera con la producción, por lo tanto mi investigación trata de incrementar la Confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento de la empresa JOCHEMAI SAC.

### **1.5.3 Justificación Metodológica**

Este presente estudio se ha elegido para poder contar con una implementación de ingeniería de Lean Manufacturing para el incremento de la Confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Analizando los tiempos muertos en producción y la recurrencia de errores para poder mejorarlos, ya que en la actualidad se han identificado varios tiempos

improductivos o tiempos muertos más las recurrencias de errores que generan pérdidas en el área, siendo así la empresa directamente beneficiada al mejorar el rendimiento de las actividades operacionales de mantenimiento, cabe destacar y mencionar que la propuesta se desarrolla con el apoyo directamente del personal operativo.

#### **1.5.4 Justificación Social**

El presente trabajo de investigación pretende realizar la implementación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la Confiabilidad de equipos de frío en la empresa JOCHEMAI SAC. De todo lo argumentado podemos evidenciar la necesidad de evaluar y valorar los riesgos asociados que generan la adopción de posturas, mostrando efectivamente las causas reales que generan todos los factores de riesgo en las tareas en estudio y permitiendo así establecer un oportuno control sobre éstos y así poder otorgar una buena calidad de equipos de frío para la satisfacción de nuestros clientes y socios estratégicos.

#### **1.5.5 Justificación Económica**

En esta presente investigación de tesis es factible su realización, por tal motivo que no representa un gasto exorbitante tanto en su implementación y ejecución ya que contamos con todo el apoyo y soporte de nuestro socio estratégico NESTLE; estando dentro de los costos directos de la empresa, además que en este mundo globalizado donde el conocimiento y la información pueden mejorar nuestros ingresos económicos, ya que esta es la clave de toda empresa exitosa para asegurar su sostenibilidad. Con el estudio se podrá ver el efecto de Lean Manufacturing, comprobando el aumento de la productividad y por ende de la rentabilidad de la empresa.

### **1.6 Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

Ho: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### **Hipótesis específicas**

1. La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

2. La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### **1.7 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

#### **Objetivos específicos**

1. Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

2. Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

## **II MÉTODO**

## **2.1 Diseño de Investigación**

### Investigación Aplicada

Por el fin que perseguimos en esta tesis la investigación es aplicada. Los resultados de esta investigación se obtienen luego de la aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento de equipos de frío en la empresa JOCHEMAI SAC. (SAMPIERI, BAPTISTA, 2010, p.50).

### Investigación Explicativa – Descriptiva

Por la explicación de esta tesis es Explicativa – Descriptiva, porque va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento entre relaciones de conceptos; están necesariamente dirigidos a responder por las causas que generan los eventos y fenómenos físicos o sociales. Su principal interés se centra en explicar y detallar porque ocurre este fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables (SAMPIERI, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2010, p. 108).

### Investigación Cuantitativa

Mediante el enfoque de este presente estudio de tesis es cuantitativa. Debe ser lo más OBJETIVA posible, así poder evitar que afecten directamente al investigador u otras personas. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y bien estructurado. Se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo a una colectividad mayor, el objetivo principal es la construcción y la demostración veraz de las teorías (SAMPIERI, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2010, p. 269).

### Investigación Cuasi – Experimental

La presente investigación de tesis es de diseño cuasi-experimental, porque no existe muestreo ya que la misma cantidad de elementos que conforman la población es la misma cantidad de elementos que conforman la muestra.

En los diseños cuasi – experimental los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se forman es independiente o parte del experimento). (SAMPIERI, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2010, p. 148).

## Investigación Longitudinal

La presente tesis por su alcance es longitudinal. La investigación se concentra específicamente en analizar los cambios a través del tiempo de un evento, una comunidad, un fenómeno, una situación o un contexto (SAMPIERI, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2010, p, 208).

El número de mediciones está sujeto a las necesidades específicas de la investigación que realizamos.

Donde:

X: Variable independiente (lean manufacturing).

01: Medición previa (antes de la variable dependiente).

02: Medición posterior (después de la variable dependiente).

## 2.2 Identificación de variables

### 2.2.1 Variable Independiente: Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas que se desarrollan fundamentalmente en Japón. Los pilares del Lean Manufacutring son: La filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios (RAJADELL, SÁNCHEZ, 2010, p. 1).

### 2.2.2 Variable Dependiente: Confiabilidad

Mantenimiento centrado en Confiabilidad es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual (MOUBRAY, 1997.p. 1).

## 2.2.3 Operacionalización.

Tabla 7: *Matriz de operacionalización.*

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE FRÍO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EMPRESA JOCHEMAI SAC. LIMA 2017.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULAS	ESCALAS DE MEDICIÓN
V. Independiente (X) <b>Lean Manufacturing</b>	El <b>Lean Manufacturing</b> tiene por objetivo la eliminación del desperdicio, mediante la utilización de herramientas (5Ss y Poka Yoke), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón, los pilares de Lean Manufacturing son: La filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del desperdicio, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios. Rajadell (2010) Lean Manufacturing evidencia de una necesidad. ISBN: 978-84-7978-967-1	La estrategia 5Ss y poka yoke son unas herramientas de gestión de calidad de lean manufacturing en la que separar y clasificar solo lo necesario, ordenar las herramientas y equipos para una fácil utilización, mantiene limpio los lugares de trabajo, mantener el diseño de sistema y cumplir con las normas establecidas por la empresa para eliminar la recurrencia de errores. Gómez (2017)	5Ss	Separar	Ef = ( Producción útil / capacidad del sistema )	Razón
				Ordenar		
				Limpiar		
			Poka Yoke	Diseño	P = # de defectuosos / # total de artículos	Razón
Recurrencia						
V. Dependiente (y) <b>Confiabilidad</b>	Mantenimiento centrado en <b>Confiabilidad</b> , es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que los usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. Moubrey (1991) Mantenimiento centrado en confiabilidad ISBN: 09539603-2-3	La confiabilidad en mantenimiento de equipos se basa a la disponibilidad de las mismas, con una fiabilidad para el buen funcionamiento como han sido especificados. A través de una ficha de observación para la recolección de datos.	Confiabilidad:	Disponibilidad	$DO = \frac{MUT}{MUT + MTTR} \times 100$ <p>DO: Disponibilidad operacional. MUT: tiempo promedio en operación. MTTR: tiempo promedio para reparar</p>	Razón
				Fiabilidad	$CO = \left[ \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right] \times 100$ <p>CO: Confiabilidad operacional. MTBF: tiempo promedio entre fallas MTTR: tiempo promedio para reparar</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Población y muestra

### Población

La población de esta investigación de tesis está conformada por la producción semanal de mantenimiento de equipos de frío, tomado respectivamente de los registros históricos a lo largo de las últimas 12 semanas del año 2016 de la empresa JOCHEMAI SAC.

### Muestra

La muestra es una cantidad pequeña representativa tomada de la población, es decir, está conformado por la misma cantidad de elementos de la población que son la producción de equipos tomados durante las 12 semanas de la implementación, el cual será sometido a estudios o análisis para obtener un resultado.

## 2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

### 2.4.1 Técnicas

Según los procedimientos y métodos que se aplicó en este proyecto de investigación, tendrá como finalidad de recolección de datos con sus instrumentos respectivamente.

- **Análisis de documentos:** Con este análisis obtenemos la recolección de datos sobre las variables de interés y nos ayudará a identificar el problema determinado.
- **Observación directa:** Con este método se observa atentamente las situaciones, para poder realizar un análisis de dichas situaciones, esto nos ayudará a la recolección de datos que sean necesarios.

## 2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Tabla 8: *Instrumentos de investigación*

Técnicas	Instrumentos
Análisis de documentos	Fichas, formato de cuestionarios, etc. Un análisis de documentos va unido a la recuperación de información
Observación directa	informes, grabaciones, fotografías, etc., todas estas van relacionadas con lo que estamos investigando directamente, los cuales han sido conseguidos o elaborados por personas que observaron antes lo mismo

Fuente: Elaboración propia

## 2.4.3 Validación del Instrumento

Para efecto de la determinación de validez de contenido de los instrumentos de recolección de datos en esta investigación se utilizó el juicio de expertos quienes fueron tres ingenieros industriales expertos en el tema de la Universidad César Vallejo.



Firma del Experto Informante.



Firma del Experto Informante.



Firma del Experto Informante.

## 2.4.4 Confiabilidad de Datos

En esta investigación la confiabilidad de los datos se dieron porque fueron datos en formatos internos de la empresa JOCHEMAI SAC. Recolectados directamente por el investigador y con la aprobación del sub gerente de negocios Manuel Yañez Quiñones.

El término confiabilidad designa la exactitud con que unos conjuntos de puntajes de pruebas miden lo que tendrían que medir. (EBEL, 1977, p. 103).

## **2.5 Métodos de Análisis de Datos**

### **Análisis descriptivo**

El análisis descriptivo de la presente investigación se realizará utilizando la estadística descriptiva en la que se calculará la media aritmética, desviación estándar, mediana, varianza. La estadística descriptiva trata del recuento, ordenación y clasificación de los datos obtenidos por las observaciones. Se construyen tablas de distribución de frecuencias y se representan gráficos de barras, circulares, histogramas que permiten simplificar la complejidad de los datos que intervienen en la distribución.

### **Análisis inferencial**

Realizando el análisis inferencial nos exige que se realice la prueba de normalidad con la cual se pretende identificar si los datos con que se van a trabajar en la presente investigación son o no paramétricos; quiere decir, si tienen o no un comportamiento normal, lo cual nos permite elegir o seleccionar el estadígrafo para la contratación de hipótesis se empleará la distribución t de Student si los datos obtenidos son paramétricos y Wilcoxon si los datos son no paramétricos. Así mismo en la prueba de normalidad se utilizará si los datos son:

- $\leq$  a 30 se realizará la prueba de Shapiro Wilk.
- $\geq$  a 30 se realizará la prueba de Kolmogorov.

## **2.6 Aspectos Éticos**

Cumpliendo las disposiciones vigentes dentro del reglamento del grado y título como estudiante de la universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial; afirmó que durante el desarrollo del proyecto de investigación se utilizó información auténtica y veraz, de manera racional y respetando las disposiciones legales. Cabe mencionar que toda la información expuesta en esta investigación, es emitida de fuentes bibliográficas fidedignas que fueron debidamente revisadas y aprobadas para su publicación, dejando de lado cualquier indicio de plagio total o parcial de otras investigaciones.

## **2.7 Propuesta de Investigación**

Lo que se realizó en el presente trabajo de investigación, fue la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de mantenimiento de la empresa JOCHEMAI SAC; para lo cual se tuvo que seguir el siguiente procedimiento:

### **2.7.1 Situación Actual**

La empresa se inició en el año 1996 con la creación de VENDOMÁTICA, siendo la primera empresa del grupo VENDCORP. Para su buen desempeño en el mercado, VENDOMÁTICA urgía de mucho de su área de servicio técnico, el cual se fue expandiendo y creciendo a través del tiempo por la gran demanda del mercado hasta posicionarnos con nuestras máquinas expendedoras de café y snack. Fue hasta entonces que a mediados del 2006 que al área técnica decide independizarse y se logra formar la empresa VENDTEC, dedicada netamente a brindar soluciones técnicas. Su primer cliente fue COCA COLA company llegando a brindar soluciones técnicas a la línea de máquinas dispensadoras de gaseosa y visicooler (cines, hoteles, restaurantes y discotecas), fue expandiendo sus servicios al sector HORECA (hoteles, restaurantes y cafés), brindando soluciones técnicas para equipos gastronómicos. Fue en el año 2015 donde se incorpora a su línea de servicios técnicos la de climatización y sistemas contra incendio, siendo nuestro principal cliente y socio estratégico NESTLE brindando soluciones técnicas a sus equipos de frío. Actualmente le brindamos servicios a nivel nacional ya que contamos con 21 talleres implementados a nivel nacional.

Identificamos el defecto potencial del error de la operación, producto o proceso que origina defectos en la recurrencia de errores, se prioriza el área donde hay gran número de errores o donde un solo error represente un alto costo en producción de equipos de frío, para esto debemos conocer puntualmente el error. Cuando hacemos una inspección de la fuente verificamos cuales son los factores que causan errores. En función de búsqueda podemos analizar con un diagrama Ishikawa causa –efecto y categorizar los errores a través de un diagrama de Pareto.

Digrama de Ishikawa: Causa - efecto

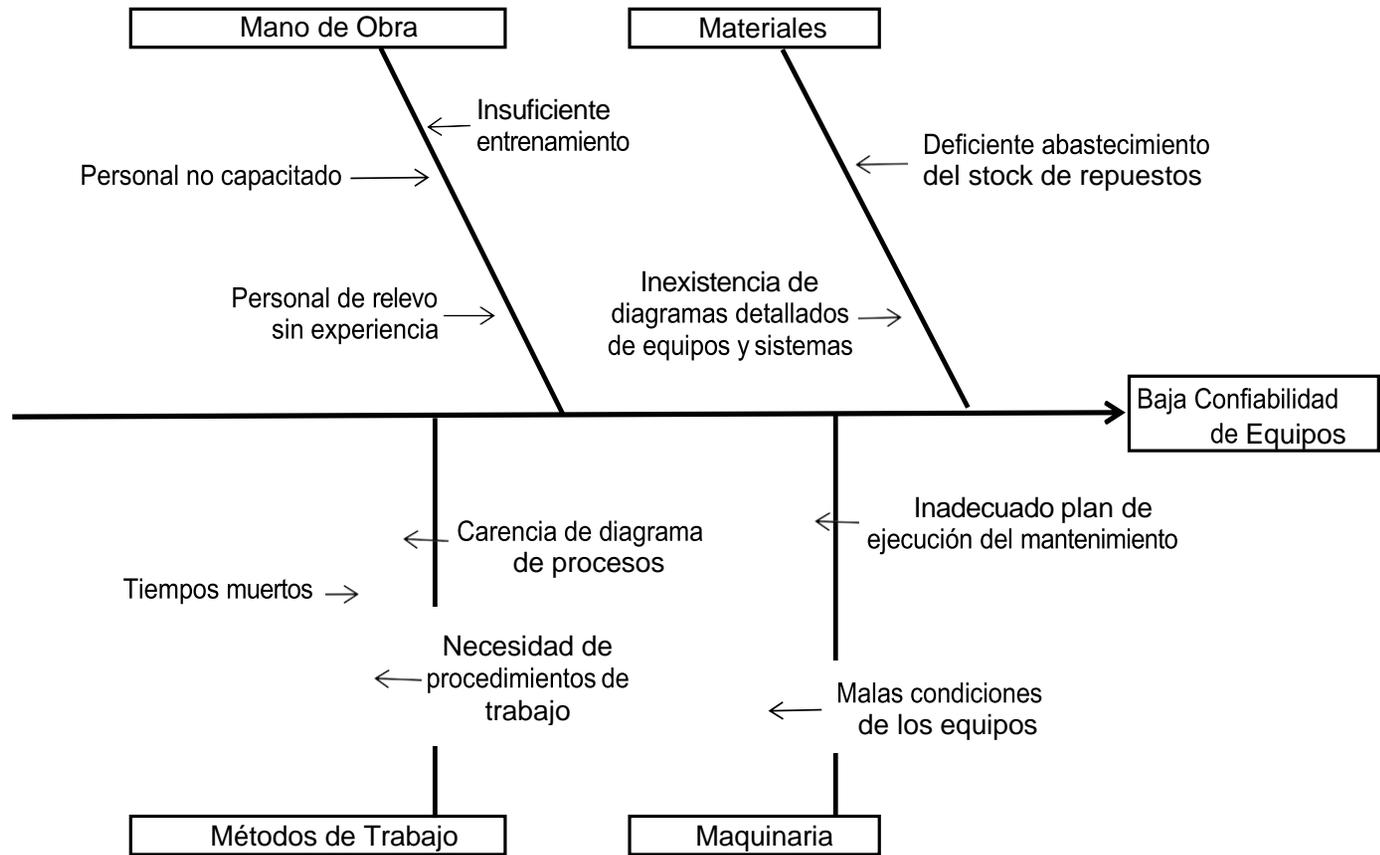


Figura 11: Diagrama de Ishikawa causa efecto área de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

El diagrama causa – efecto o también llamado ishikawa esta presentado en cuenta de las 4Ms. Mano de obra, Materiales, Métodos de trabajo y maquinaria. Así es que se considera como causante de las fallas en los retrasos de mantenimiento de equipos de frío en JOCHEMAI SAC, a los factores como el de personal no capacitado y no contar con experiencia en el rubro tienden a cometer errores, esto afecta de gran manera a la línea de producción de equipos de frío, así mismo podemos decir en este análisis elaborado por consenso, que los cambios de materiales e insumos originan un retraso en acondicionamiento para el buen funcionamiento del equipo que conforman una sumatoria que afectan la producción y la calidad del equipo.

El método de trabajo del personal en retrasos de mantenimiento de equipos de frío es de suma importancia que cuenten con sus procedimientos de trabajo. Instructivos, reportes de trabajo y criterios específicos que contribuyan para la buena calidad del producto final.

Finalmente, se puede afirmar que es la mano de obra la que al final establece la diferencia entre los resultados de un producto entre distintas empresas, si el personal se encuentra motivado y capacitado aplicando sus talentos en cada operación, podemos asegurar que la calidad siempre se mantendrá. Por tanto el compromiso, las habilidades de como lo hacen los especialistas, serán lo que permita mantenerse en el liderazgo de este exigente mercado de servicios de mantenimiento.

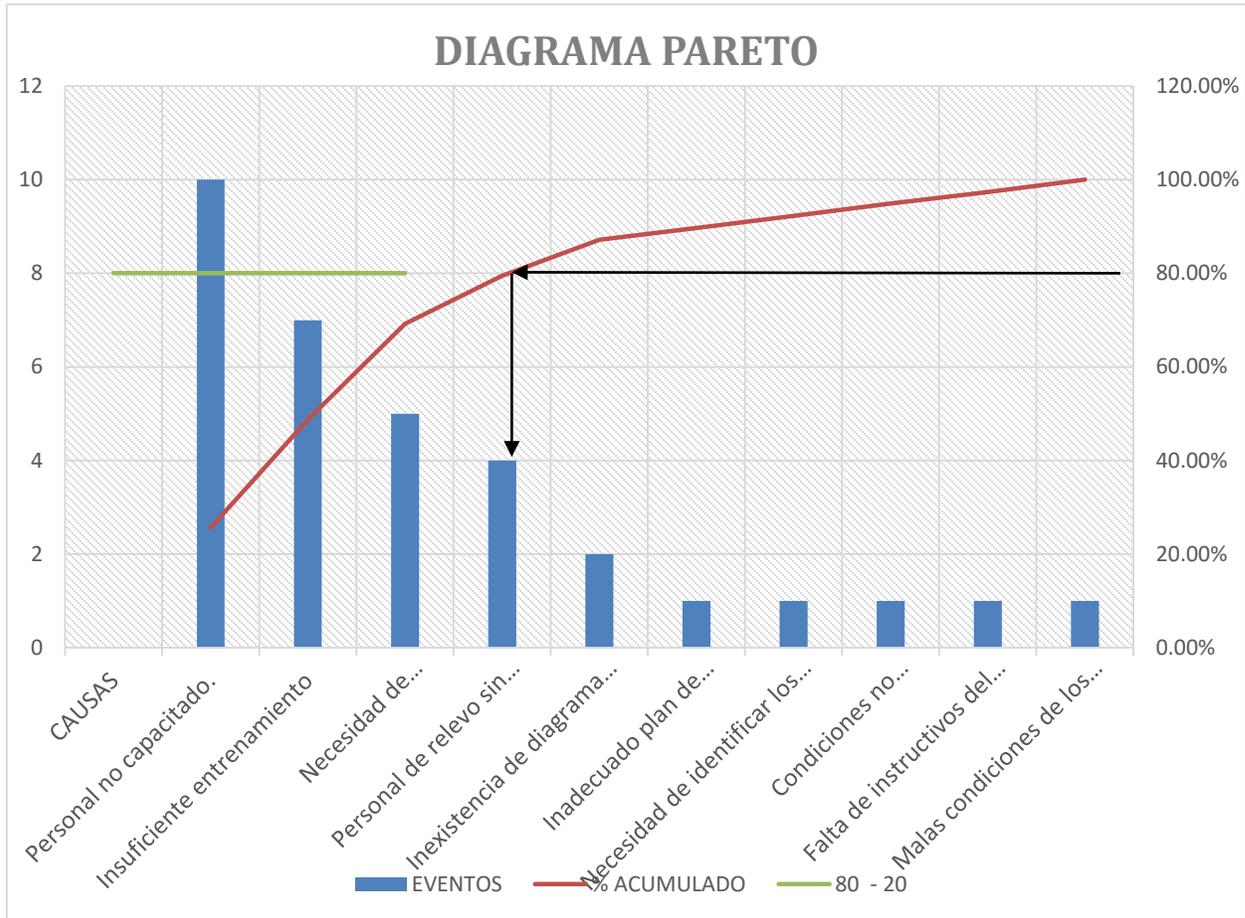
Tabla 9: Causas en operaciones de mantenimiento de equipos de frío.

CAUSAS	EVENTOS	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80 - 20
Personal no capacitado.	10	25.6%	32.26	80%
Personal de relevo sin experiencia.	7	48.7%	22.58	80%
Necesidad de procedimientos de trabajo	5	69.2%	16.13	80%
Deficiente abastecimiento del stock de repuestos	4	79.5%	12.90	80%
Insuficiente entrenamiento	2	87.2%	6.45	
Inadecuado plan de ejecución de mantenimiento	1	89.7%	3.23	
Inexistencia de diagrama detallados de equipos y sistemas	1	92.3%	3.23	
Malas condiciones de los equipos.	1	94.9%	3.23	
TOTAL	31			

Fuente: Elaboración propia

Habiendo concluido el análisis causa – efecto de las fallas de mantenimiento de equipos de frío, estamos en condición de realizar el estudio de aquellos pocos que resuelven muchos retrasos que se genera en la línea de producción de equipos de frío, es así que se realiza una votación para encontrar las 8 causas que afectan la producción y podemos evidenciar que nuestro problema primordial es el personal no capacitado y sin experiencia, seguido de los procedimientos de trabajo y los demás seguidos por la falta de motivación y entrenamiento del personal.

Figura 12: Diagrama de Pareto área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

Según lo observado en la gráfica de PARETO, se puede afirmar que las causas de los retrasos en mantenimiento de equipos de frío en JOCHEMAI SAC. Se pueden resolver con un buen personal calificado, implementado los procedimientos de trabajo y la responsabilidad del personal al realizar su trabajo y operaciones de mantenimiento de equipos que asegure la calidad de las mismas y de todo el proceso a realizar.

## PRE TEST

Tabla 10: Clasificación por técnicos calificados y no calificados.

Técnicos calificados	Técnicos no calificados
Walter Carbajal	Yulmer Trujillo
	Victor Aquije
	Jose Maria Yovera
	Sixto Gutierrez
Total: 1	Total: 4

Fuente: *Elaboración propia*

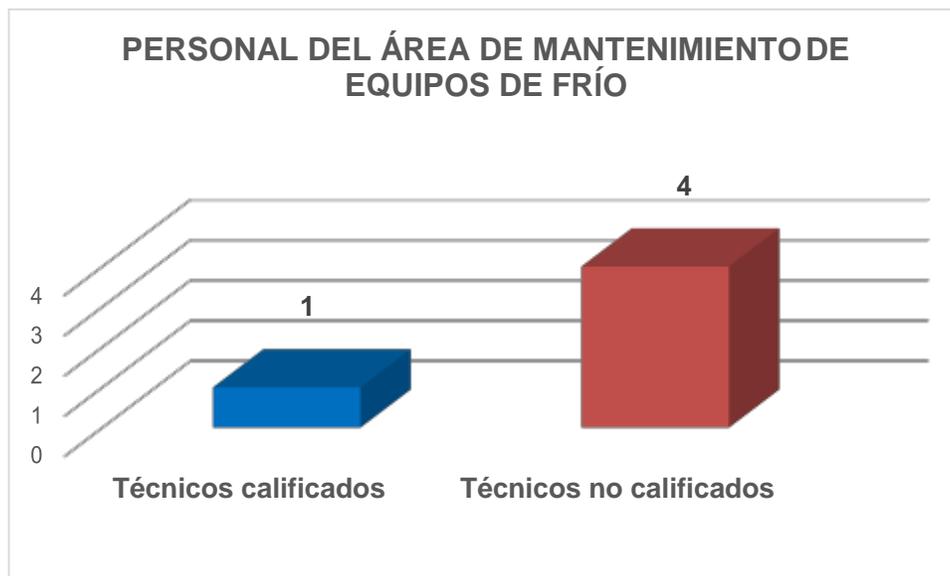


Figura 13: Personal del área de mantenimiento de equipos de frío.

Fuente: *Elaboración propia*

Podemos evidenciar a simple vista que nuestro mayor índice del problema es el personal no calificado para las operaciones de mantenimiento de equipos de frío, el cual nos genera muchos retrasos y pérdidas en reproceso en mantenimiento de equipos, siendo este de gran pérdida económica para la empresa. Ya que solo contamos con un personal calificado para todas las operaciones.

Tabla 11: Reparación de equipos de frío en el área de mantenimiento año 2016.

REPARACIÓN DE EQUIPOS DE FRÍO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO. JOCHEMAI SAC.						
Año 2016	Total horas producción Registrada	Equipos reparados	Equipos defectuosos	Equipos reparados Conformes	Porcentaje de equipos operativos	Porcentaje de equipos defectuosos %
Semana 42	48	140	18	122	87.14%	12.86%
Semana 43	48	135	20	115	85.19%	14.81%
Semana 44	48	155	19	136	87.74%	12.26%
Semana 45	48	140	17	123	87.86%	12.14%
Semana 46	48	130	17	113	86.92%	13.08%
Semana 47	48	135	22	113	83.70%	16.30%
Semana 48	48	140	15	125	89.29%	10.71%
Semana 49	48	150	19	131	87.33%	12.67%
Semana 50	48	145	17	128	88.28%	11.72%
Semana 51	48	140	21	119	85.00%	15.00%
Semana 52	48	150	17	133	88.67%	11.33%
Semana 53	48	135	19	116	85.93%	14.07%
<b>TOTAL:</b>		<b>1695</b>	<b>221</b>	<b>1474</b>	<b>86.92%</b>	<b>13.08%</b>

Fuente: Elaboración propia

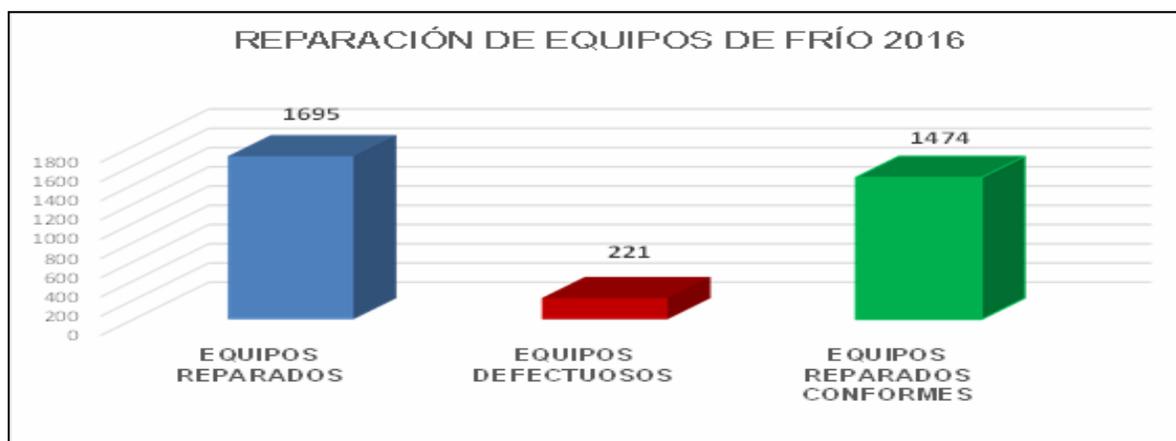


Figura 14: Cantidad de reparación de equipos año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

En las 12 semanas registradas en la frecuencia de producción de equipos de frío en el área de mantenimiento tenemos un total de 1695 equipos producidos, de los cuales 221 equipos son defectuosos al no contar con una buena reparación el cual es observado por el área de control de calidad, teniendo en cuenta que esto equivale al

13.08% lo cual el margen de error es demasiado alto para nuestras operaciones, del mismo modo contamos con 1474 equipos reparados conforme el cual nos da un 86.92% siendo muy por debajo del estándar permitido de nuestras operaciones en mantenimiento de equipos de frío.

Tabla 12: *Costo total por reparación de equipos de frío año 2016.*

Costo por reparación de equipos de frío correctivo mayor	
Equipos realizados	Costo unitario por equipo reparado 165.00 soles
1695	279,675.00 soles

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: *Costo total por reproceso defectuosos de equipos de frío año 2016.*

Costo por reproceso de equipos defectuosos en reparación de equipos de frío correctivo mayor	
Equipos realizados defectuosos	Costo unitario por equipo reparado 165.00 soles
221	36,465.00 soles

Fuente: Elaboración propia

Podemos evidenciar en las tablas los costos generados por mantenimiento de equipos de frío y los costos de pérdida en re proceso el cual es un índice muy alto para nuestras operaciones ya que genera un costo adicional en mano de obra, tiempo y repuestos que amerita esta operación el cual afecta directamente a la rentabilidad de la empresa. Siendo este nuestro gran problema dentro de la empresa y que además genera un cuello de botella.

Tabla 14: Desempeño por técnico en reparación de equipos de frío año 2016.

Mantenimiento de equipos de frío reparados por técnico - área de mantenimiento JOCHEMAISAC.

Año 2016	Fecha	Walter Carbajal	Yulmer trujillo	Jose Maria Yovera	Sixto Gutierrez	Victor Aquije
	Semana 42	31	25	28	27	29
	Semana 43	32	25	24	26	28
	Semana 44	36	29	29	30	31
	Semana 45	32	26	26	28	28
	Semana 46	30	24	25	25	26
	Semana 47	31	25	26	26	27
	Semana 48	32	26	27	27	28
	Semana 49	36	28	28	29	29
	Semana 50	33	28	28	28	28
	Semana 51	32	26	28	26	28
	Semana 52	36	28	27	29	30
	Semana 53	32	25	26	26	26
<b>Total por Técnico</b>	<b>393</b>	<b>315</b>	<b>322</b>	<b>327</b>	<b>338</b>	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla de frecuencia de mantenimiento de equipos de frío podemos evidenciar el desempeño en rendimiento de producción de equipos por técnico durante la semana 42 hasta la semana 53 del año 2016, Siendo el desempeño más elevado por el técnico calificado ya que cuenta con experiencia en operaciones de equipos de frío.

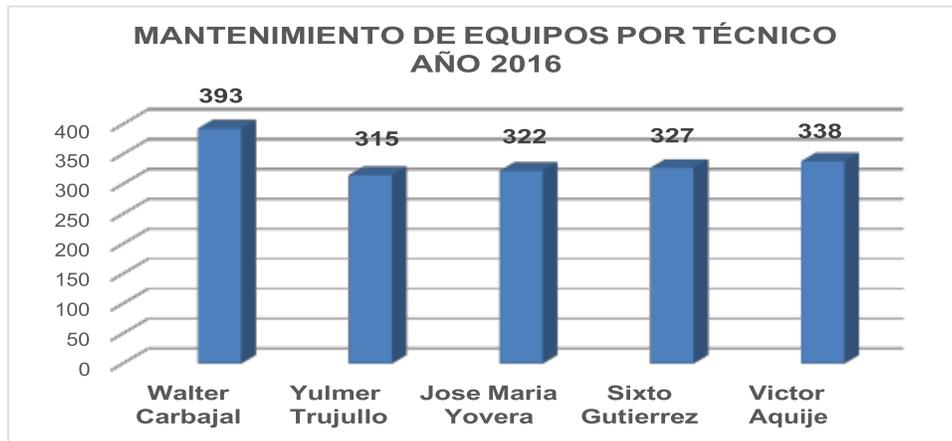


Figura 15: Mantenimiento de equipos de frío por técnico año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

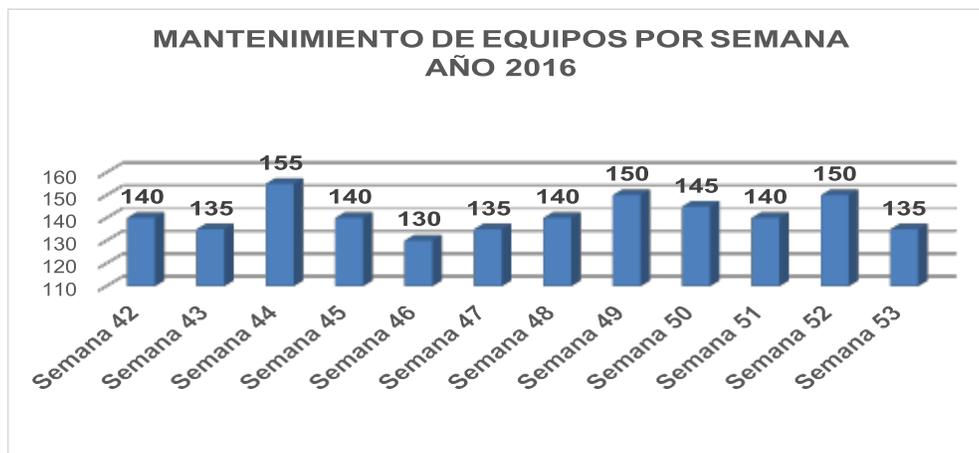


Figura 16: Mantenimiento de equipos por semana año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

Durante las últimas 12 semanas de producción de equipos de frío del año 2016 podemos evidenciar que tenemos unos picos de producción durante las semanas 44, 49, 52 siendo estas muy favorables para el rendimiento y rentabilidad de la empresa, mientras que otro lado durante las semanas 43, 46, 47 y 53 tenemos una caída de producción por muy debajo de los estándares el cual afecta directamente de gran manera en la rentabilidad de la empresa.

Tabla 15: *Desempeño de equipos de frío defectuosos por técnico año 2016*

Mantenimiento de equipos de frío defectuosos reparados por técnico - área de mantenimiento JOCHEMAI SAC..

Año 2016	Fecha	Walter Carbajal	Yulmer trujillo	Jose Maria Yovera	Sixto Gutierrez	Victor Aquije
	Semana 42	2	3	4	5	4
	Semana 43	2	4	5	6	3
	Semana 44	1	5	4	4	5
	Semana 45	1	3	5	4	4
	Semana 46	1	2	5	5	4
	Semana 47	1	4	5	6	6
	Semana 48	2	3	4	3	3
	Semana 49	2	4	4	4	5
	Semana 50	2	4	4	3	4
	Semana 51	3	5	6	3	4
	Semana 52	1	5	4	4	3
	Semana 53	2	4	5	4	4
<b>Total por Técnico</b>	<b>20</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 observamos la frecuencia de producción de mantenimiento equipos de frío defectuosos por cada técnico durante las últimas 12 semanas del año 2016 teniendo como mayor índice de equipos defectuosos a los técnicos José María Yovera y Sixto Gutiérrez de 55 y 51 respectivamente el cual es generado al no tener la experiencia y la capacitación necesaria es este tipo de trabajos, mientras que nuestro menor índice es del técnico calificado Walter Carbajal con 20 equipos ya que con su larga experiencia tiene a cometer menos errores.

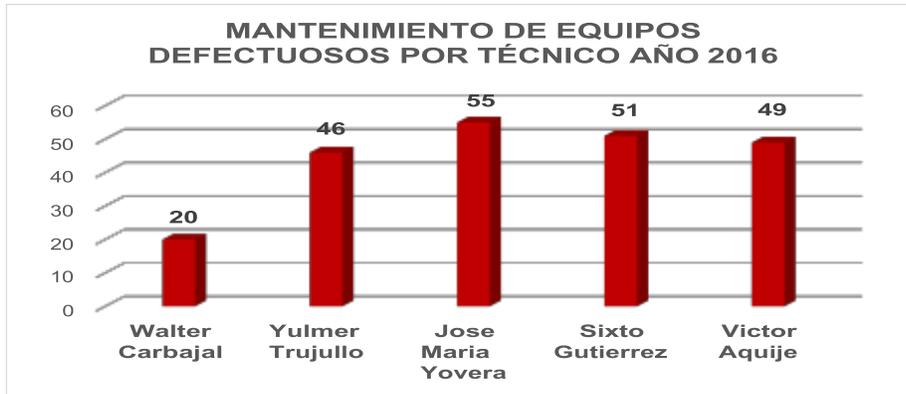


Figura 17: Cantidad de equipos defectuosos por técnico año 2016.

Fuente: Elaboración propia

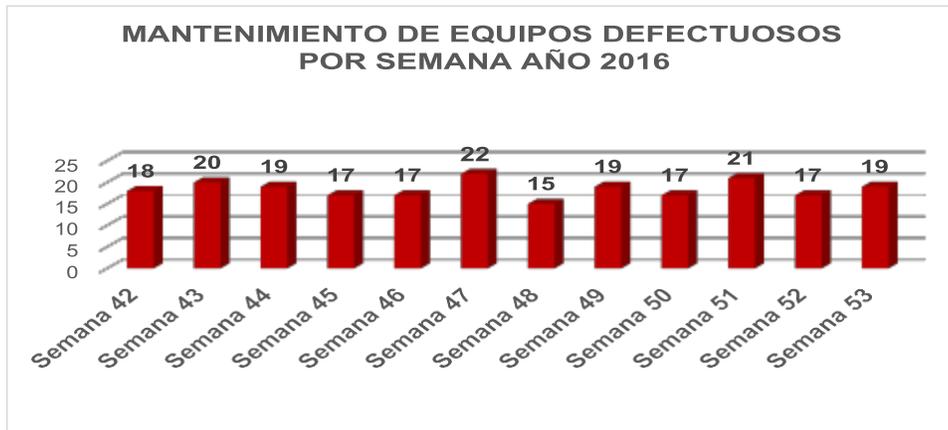


Figura 18: Cantidad de equipos defectuosos por semana año 2016

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 observamos durante las últimas 12 semanas de producción de equipos de frío defectuosos del año 2016 que tenemos altos índices durante las semanas 43, 47 y 51 siendo muy desfavorables para el rendimiento y rentabilidad de la empresa por los costos que requiere en reproceso tanto como mano de obra, tiempo y repuestos de las mismas, mientras que en la semana 48 tenemos una baja accidentabilidad de equipos defectuosos siendo muy favorable para nuestro índice de desempeño semanal en equipos de frío, el cual genera un mínimo costo en reproceso de equipos defectuosos en el área de mantenimiento de la empresa JOCHEMAI SAC.

Tabla 16: Disponibilidad de equipos de frío en porcentaje año 2016

Fecha	Horas totales de equipos de frío (A)	Horas de parada por mantenimiento		Disponibilidad= (A - (B + C))/ A
		Horas de parada por mantto. programado (B)	Horas de parada por mantto. No programado ( C )	
Jueves 01/12/2016	24	3.5	3.75	70%
Viernes 02/12/2016	24	5	1.75	72%
Sábado 03/12/2016	24	3.25	4.5	68%
Domingo 04/12/2016	24	3	3	75%
Lunes 05/12/2016	24	2.5	4	73%
Martes 06/12/2016	24	1.25	5.5	72%
Miércoles 07/12/2016	24	1	6	71%
Jueves 08/12/2016	24	1.75	5	72%
Viernes 09/12/2016	24	4	3	71%
Sábado 10/12/2016	24	6.25	1	70%
Domingo 11/12/2016	24	1	6	71%
Lunes 12/12/2016	24	5	2	71%
Martes 13/12/2016	24	3	5.25	66%
Miércoles 14/12/2016	24	5	2.75	68%
Jueves 15/12/2016	24	4	4	67%
Viernes 16/12/2016	24	2.5	5.75	66%
Sábado 17/12/2016	24	5	3.5	65%
Domingo 18/12/2016	24	3	6	63%
Lunes 19/12/2016	24	2.25	5.5	68%
Martes 20/12/2016	24	2	6.5	65%
Miércoles 21/12/2016	24	3.25	5.5	64%
Jueves 22/12/2016	24	2	7	63%
Viernes 23/12/2016	24	7	1.25	66%
Sábado 24/12/2016	24	3	5.5	65%
Domingo 25/12/2016	24	2.25	6.5	64%
Lunes 26/12/2016	24	0.25	8.5	64%
Martes 27/12/2016	24	2	6.5	65%
Miércoles 28/12/2016	24	2.25	7	61%
Jueves 29/12/2016	24	2	7	63%
Viernes 30/12/2016	24	8	1	63%

Disponibilidad de equipos de frío=	67.40%
------------------------------------	--------

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar la disponibilidad de equipos de frío hemos tomado como muestra y evaluado los últimos 30 días del mes de diciembre del año 2016. El cual en los primeros 11 días de mes de evaluación tenemos el mayor índice de disponibilidad de equipos de frío ya que se cuenta con un porcentaje por encima del 70% de efectividad, ya que no se tuvo muchas paradas por mantenimiento programado y mantenimiento no programados el cual hace un mayor rendimiento de los equipos disponibles.

Mientras que por otro lado en los demás días tenemos menor disponibilidad de equipos con un porcentaje por debajo del 70% respectivamente el cual es generado en su mayoría por horas de paradas de mantenimiento de equipos no programados el cual genera de gran manera un retraso en disponibilidad de equipos de frío. Por lo tanto obtenemos una disponibilidad efectiva de 67.12% respectivamente.

Asimismo para poder determinar la Fiabilidad de equipos de frío hemos tomado como muestra y evaluado los últimos 30 días del mes de diciembre del año 2016 el cual en los días: sábado 03/12/16, sábado 24/12/16, lunes 26/12/16, miércoles 28/12/16, viernes 30/12/16. Tenemos los menores índices de Fiabilidad de equipos de frío en porcentaje por debajo de un 70% de efectividad, ya que se tuvo más horas de paradas por mantenimiento no programados el cual hace un menor rendimiento de los equipos Fiables.

Mientras por otro lado en los días restantes tenemos mayor Fiabilidad de equipos con un porcentaje por encima del 70% respectivamente el cual es generado por menos horas de paradas de mantenimiento de equipos no programados.

Por lo tanto obtenemos una Fiabilidad efectiva de 73% respectivamente, como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: *Fiabilidad de equipos de frío en porcentaje año 2016*

Fecha	Horas totales de equipos de frío (A)	Horas de parada por mantto. No programado (B)	Fiabilidad = (A - B )/A
Jueves 01/12/2016	24	5.75	76%
Viernes 02/12/2016	24	5.25	78%
Sábado 03/12/2016	24	7.5	69%
Domingo 04/12/2016	24	7.25	70%
Lunes 05/12/2016	24	6	75%
Martes 06/12/2016	24	7	71%
Miércoles 07/12/2016	24	6.5	73%
Jueves 08/12/2016	24	5.25	78%
Viernes 09/12/2016	24	5.75	76%
Sábado 10/12/2016	24	5	79%
Domingo 11/12/2016	24	7.25	70%
Lunes 12/12/2016	24	6.25	74%
Martes 13/12/2016	24	7	71%
Miércoles 14/12/2016	24	6	75%
Jueves 15/12/2016	24	5.5	77%
Viernes 16/12/2016	24	6.5	73%
Sábado 17/12/2016	24	5.25	78%
Domingo 18/12/2016	24	7.25	70%
Lunes 19/12/2016	24	7	71%
Martes 20/12/2016	24	6.25	74%
Miércoles 21/12/2016	24	6.5	73%
Jueves 22/12/2016	24	7	71%
Viernes 23/12/2016	24	7.25	70%
Sábado 24/12/2016	24	7.5	69%
Domingo 25/12/2016	24	7	71%
Lunes 26/12/2016	24	8	67%
Martes 27/12/2016	24	7.25	70%
Miércoles 28/12/2016	24	7.5	69%
Jueves 29/12/2016	24	6.75	72%
Viernes 30/12/2016	24	7.5	69%

Fiabilidad de equipos de frío=	73%
--------------------------------	-----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Confiabilidad de equipos de frío en porcentaje año 2016

Confiabilidad de equipos de frío reparadas en el área de mantenimiento - JOCHEMAISAC.							
AÑO 2106	Fecha	Frecuencia	MTBF ( DIAS)	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	MTBF + MTTR	CONFIABILIDAD
	Semana 42	608	10	255	36	291	87.63%
	Semana 43	208	15	280	60	340	82.35%
	Semana 44	257	2	137	16	153	89.54%
	Semana 45	252	3	67	21	88	76.14%
	Semana 46	419	25	274	80	354	77.40%
	Semana 47	381	45	593	86	679	87.33%
	Semana 48	309	13	233	59	292	79.79%
	Semana 49	197	25	590	89	679	86.89%
	Semana 50	243	10	229	34	263	87.07%
	Semana 51	252	5	270	36	306	88.24%
	Semana 52	800	81	290	87	377	76.92%
	Semana 53	284	35	408	85	493	82.76%
MTBF: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS MTTR: TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR						CONFIABILIDAD TOTAL	83.51%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 de Confiabilidad de mantenimiento de equipos de frío durante las últimas 12 semanas del año 2016, tenemos nuestro menor índice de efectividad en porcentaje en las semanas 45, 46, 48 y 52 respectivamente. Mientras que en las demás semanas tenemos nuestro mayor índice de efectividad por encima del 80% el cual genera un incremento en porcentaje de equipos de frío.

El cual nos da una Confiabilidad total de equipos de frío del 83.51% de efectividad respectivamente.

## 2.7.2 Propuesta de mejora

### Implementación de la propuesta

Lo que se realizó en este presente trabajo de investigación, fue la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de mantenimiento para incrementar la confiabilidad de los equipos de frío en la empresa JOCHEMAI SAC.

### Elaboración y ejecución de la propuesta de mejora

La implementación de herramientas Lean Manufacturing en el Área de mantenimiento de la empresa comprende actividades que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Su objetivo final es el de generar una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas.

El cual utilizaremos dos herramientas Lean, las cuales serán evaluadas mediante puntajes de ponderación para identificar cuáles son las más adecuadas para para la implementación de la propuesta de mejora e incremente la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento.

En la propuesta de mejora busca resolver estos cuellos de botella realizando un proceso como la matriz de ponderación en donde se han considerado las distintas herramientas y técnicas de ingeniería industrial para contribuir en la solución del problema en la empresa; la resultante de esta valoración nos indica que el 16% corresponde a la implementación de 5Ss y la gestión de inventarios como una de las herramientas valoración de 15% a la implementación de Poka Yoke que más frecuentemente se utiliza en el sector empresarial. Tal como lo indica la tabla 19.

Tabla 19: *Matriz de priorización de Herramientas de Ingeniería Industrial.*

FRECUENCIA: De empresas que aplican las técnicas y porcentaje que lo hace efectivo (Desperdicios).								
ACTIVIDAD	Porcentaje de aplicación	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Eventual
1 Estudio de tiempos	12%	1	3	2	3	4	4	2
2 Estudio de métodos	11%	2	2	1	5	4	4	0
3 Estudio del trabajo	9%	0	1	2	4	5	3	0
4 Gestión de la Calidad	11%	2	3	4	3	2	2	1
5 Programa 5Ss	16%	3	5	4	4	3	5	2
6 Justo a tiempo	10%	1	4	2	3	3	3	0
7 Normas ISO	6%	1	3	2	1	2	1	0
8 Poka yoke	15%	2	3	4	6	3	4	2
9 Seis sigma	9%	1	3	2	3	3	2	1
100%								

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se procesa la ponderación para determinar aquellas técnicas y herramientas de ingeniería para resolver unos de los problemas más importantes como los tiempos muertos por desplazamiento y la recurrencia de errores y sus consecuencias. Según la lista clasifica las actividades propias de la ingeniería industrial que tiene el mayor valor relativo expresado en términos porcentuales son la política cero errores y la implementación de las 5Ss (separar, ordenar, limpiar). Técnicas que son aplicadas con alguna frecuencia en las empresas como semanal. Quincenal, mensual, trimestral. Semestral, anual y eventualmente. Se debe considerar en la empresa el ahorro de utilidades por los desperdicios en que se incurre en una actividad productiva en las operaciones de equipos de frío.

Tabla 20: *Matriz de priorización de 5Ss y Poka Yoke Herramientas de Ingeniería Industrial.*

FRECUENCIA: De empresas que aplican las técnicas y porcentaje que lo hace efectivo programa 5Ss y Poka Yoke								
ACTIVIDAD	Porcentaje de aplicación	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Eventual
1 Reducción de desperdicios	11%	0	3	2	1	4	4	2
2 Política de Cero errores	12%	2	2	1	5	4	4	0
3 Separar, clasificar	10%	0	1	2	4	5	3	0
4 Ordenar	12%	2	4	3	2	4	2	1
5 Limpiar	15%	2	4	4	4	3	4	1
6 Estandarizar	12%	1	4	4	2	3	2	1
7 Normas	7%	1	3	2	1	2	1	0
8 Reglamento	11%	2	3	2	2	3	2	2
9 Manual de funciones	10%	1	3	2	3	3	2	1
100%								

Fuente: Elaboración propia.

### 2.7.3 Implementación de las 5Ss, área de mantenimiento de equipos de frío.

#### Separar:

El primer paso para clasificación es de acuerdo a su tipo y utilización la clasificación debe hacerse de tal forma que cada herramienta, equipo y repuestos ocupe un lugar específico que facilite su identificación y localización en el área de mantenimiento

- La tarjeta de color amarillo se adjunta a todos los objetos que se encuentran en un lugar inadecuado y es necesario reubicarlos y también a aquellos objetos que no se encuentren operativos por falta de mantenimiento.
- Las tarjetas de color rojo se adjuntan a todos los objetos innecesarios y necesitan ser desechados del área
- La tarjeta de color verde se adjunta a todos los objetos que están en buen estado y necesitan reubicación.

Es la primera fase que, como objetivo único y fundamental de clasificar, arreglar apropiadamente. (Desechar lo que no se necesita). Es un trabajo que se hace necesariamente para no tener inconvenientes en el trabajo.

Se habla de las herramientas, materiales documentos, carpetas, etc. que se emplean en el lugar de trabajo.

Como objetivos de separar tenemos en cuenta lo siguiente:

- Prevenir accidentes y errores humanos por tener objetos sin uso en nuestro alrededor.
- Maximizar el uso de efectivo del espacio en el puesto de trabajo.
- Mejorar la visibilidad de los materiales facilitándonos para una rápida disposición.
- Dejar la costumbre de acumular cosas que sean innecesarias. Los lugares más comunes de desorden se encuentran en:
  - En su mayoría en las parte inferior y superior de estantes, archiveros, estantes, etc.
  - En los pasillos, escaleras, rincones, pudiendo ocasionar algún tipo de daño al transitar por el lugar.
  - Entre las máquinas se suelen dejar partes de máquinas en mayoría materiales descartables.
  - Las piezas pequeñas pueden ser dejadas en cualquier lugar.

Las personas que trabajan en el puesto de trabajo son las indicadas para eventualizar este tipo de trabajo, por lo que ellas, y sólo ellas, saben que cosas son las que utilizan con exactitud.

Como beneficios que provee son:

- Reduce el tiempo de búsqueda de los objetos a usar.
- Se tiene un lugar limpio y seguro para el adecuado trabajo.
- La visibilidad es mejor y más amplia en el área de trabajo.

- Libera espacios ocupados por cosas innecesarias.
- Mejora el inventario de las cosas que se van terminando.
- Da un mejor tiempo de vida de las cosas a usar.



*Figura 19: antes de la implementación separar*

Fuente: Jochemai SAC



*Figura 20: Después de la implementación separa*

Fuente: Jochemai SAC

Tabla 21: Clasificación actual del objeto.

SEPARAR					
Empresa:		JOCHEMAI SAC			
Área:		MANTENIMIENTO			
Fecha:					
ESTADO ACTUAL DEL OBJETO					
Item	Maquinas Herramientas Repuestos	Nº	Defectuosos	Conservación sin utilización	Funcionales
1	Alicate universal	7	2		5
2	Alicate de corte	7	1		6
3	Alicate de pinza	7	1	1	5
4	Pinza Amperimetrica	3		1	2
5	Destornillador plano	7		2	5
6	Destornillador estrella	7	3		4
7	Martillo de 2 libras	3		1	1
8	Taladro de 4.5 "	2	1		1
9	Remachadora	1			1
10	Brocha	7		2	5
11	Arco de sierra	1			1
12	Juego de llaves mixtas	133	21		112
13	Cautil eléctrico	1			1
14	Espátula	7	1	1	5
15	Cuchilla	7	4		3
16	Rasqueta	7	3		4
17	Perillero plano	7	2		5
18	Perillero estrella	7	3		4
19	Destornillador hexagonal de 1/4"	7		2	5
20	Destornillador hexagonal de 3/8"	7	1	1	5
21	Bombas de vacío	7	4		3
22	Manómetros	7	3		4
23	Balanza electrónica	3	1		2
24	Válvulas de CO2	5	2		3
25	Válvulas de Acetileno	5	2		3
26	Vacumetro	4	2		3
TOTAL:		266	57	11	198
DEFECTUOSOS		MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS			57
CONSERVACIÓN SIN UTILIZACIÓN		MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS			11
FUNCIONALES		MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS			198

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 21 se realizó un cuadro de máquinas, equipos y herramientas defectuosas, conservación sin utilización y funcionales.

Tabla 22: Disposición actual del objeto.

SEPARAR					
Empresa:		JOCHEMAI SAC			
Área:		MANTENIMIENTO			
Fecha:					
DISPOSICIÓN FINAL					
Item	Maquinas Herramientas Repuestos	N°	Reparar	Desechar	Funcionales y reubicación
1	Alicate universal	7		2	5
2	Alicate de corte	7		1	6
3	Alicate de pinza	7		1	6
4	Pinza Amperimetrica	3			3
5	Destornillador plano	7			7
6	Destornillador estrella	7		3	4
7	Martillo de 2 libras	3			3
8	Taladro de 4.5 "	2	1		1
9	Remachadora	1			1
10	Brocha	7			7
11	Arco de sierra	1			1
12	Juego de llaves mixtas	133		21	112
13	Cautil electrico	1			1
14	Espatula	7		1	6
15	Cuchilla	7		4	3
16	Rasqueta	7		3	4
17	Perillero plano	7		2	5
18	Perillero estrella	7		3	4
19	Destornillador exagonal de 1/4"	7			7
20	Destornillador exagonal de 3/8"	7		1	6
21	Bombas de vacío	7	2	2	3
22	Manómetros	7	3		4
23	Balanza electronica	3	1		2
24	Válvulas de CO2	5	2		3
25	Válvulas de Acetileno	5	2		3
26	Vacumetro	5	2		3
TOTAL:		267	13	44	210
REPARAR		MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS			13
DESECHAR		MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS			44
FUNCIONALES Y REUBICACIÓN		MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS			210

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 22 se realizó un formato de clasificación, y codificando los números de objetos por reparar, desechar y funcionales para ser reubicados.

Tabla 23: *Material vendido*

MATERIAL VENDIDO ( SEPARAR )					
		N°	Material kilos	Precio por unidad S/.	Material vendido S/.
1	Alicate universal	2	0.5		0.20
2	Alicate de corte	1	0.25		0.10
3	Alicate de pinza	1	0.25		0.10
4	Destornillador estrella	3	0.5		0.20
5	Juego de llaves mixtas	21	8		3.20
6	Espatula	1	0.25		0.10
9	Perillero plano	2	0.25		0.10
10	Perillero estrella	3	0.5		0.20
11	Destornillador exagonal de 3/8"	1	0.25		0.10
12	Bombas de vacío	2		180	360
TOTAL:			10.75	360	364.30

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 23 se observa que se realizó un formato especificando la cantidad de material vendido siendo el costo unitario 0.40 céntimos por kilo, siendo el costo total 364.30 soles.

Tabla 24: *Material recuperado*

MATERIAL RECUPERADO ( SEPARAR )				
		N°	Costo unitario S/.	Material recuperado S/.
1	Bombas de vacío	2	749.00	1498.00
2	Manómetros	3	180.00	540.00
3	Balanza electrónica	1	120.00	120.00
4	Válvulas de CO2	2	217.00	434.00
5	Válvulas de Acetileno	2	196.00	392.00
6	Vacumetro	2	328.00	656.00
7	Taladro de 4.5 "	2	52.00	104.00
TOTAL:			1842.00	3744.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 24 se observa que se realizó un formato especificando la cantidad del material recuperado. Se reparó los repuestos y herramientas para ser agregados al área de almacén siendo el costo total del material recuperado de 3744. 00 soles.

En primera instancia no suele resultar fácil, pues al no ser habitual la práctica se tiene que establecer conversaciones con el equipo, a medida que las reuniones se hacen constantes se llega a convertir en hábito. Para encontrar la solución al problema los miembros del grupo deben desarrollarse en la imaginación, que es una condición imprescindible de la creatividad. Logrado los acuerdos con respecto a las tareas a realizar y sus prioridades, se nombran los responsables de ejecutarlas y se establece el cronograma de tiempos correspondientes.

Ya realizadas las separaciones, los ítems innecesarios se envían a los lugares físicos designados. Para que los ítems innecesarios sean identificados se les adjunta una tarjeta roja que forma parte del control visual.

### **Ordenar**

Consiste en ordenar y acomodar los elementos necesarios de manera que facilite la búsqueda, identificación, acceso, retiro y devolución en cualquier momento.

Ya separada los objetos innecesarios, solo quedando lo que se debe guardar podemos empezar con el segundo paso que es ORDENAR.

- Colocar las cosas útiles por orden según criterios de:
- Seguridad, que no se puedan caer, mover, que no estorben.
- Calidad que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
- Eficacia, minimizar el tiempo perdido.
- Elaborando procedimientos que permitan mantener el orden.

¿Cómo ordenar?

1) Definir y preparar los lugares de almacenamiento.

Las estanterías, archivos armarios, mesas de trabajo, etc deben colocarse de tal manera que su acceso sea simple y seguro siguiendo el criterio señalado en la tabla de como ordenar.

2) Determinar un lugar para cada cosa.

Según criterio:

- La altura debe permitir un acceso sencillo y seguro.
- Organizar los repuestos y piezas siguiendo el criterio que el primero que ingresa es el primero en salir.
- Las herramientas de mayor uso deben estar accesibles para minimizar el retorno del mismo.
- Señalar los objetos grandes que se almacenen en el piso.
- Se llega a acuerdos con los materiales de uso repetitivo como herramientas y elementos de oficina.

3) Identificar cada mueble y lugar de almacenamiento.

La finalidad es que cada sitio donde se coloca un objeto o ítem quede unívocamente determinado.

Identificación del mueble: se coloca en un lugar visible y accesible de la parte superior un cartel con un número o letra.

Identificación del lugar: para el estante se utiliza una letra, mientras que para la columna un número. En ambos casos se utilizan letreros bien visibles.

4) Identificar cada objeto con la misma identificación del lugar en donde se lo guarda.

Se pega una etiqueta en los lugares visibles y en el objeto, esto permite ver que este permite verificar que el objeto este guardado en el lugar correspondiente.

5) Es necesario confeccionar un manual que contenga el lugar de almacenamiento de cada objeto.

Debe estar en un lugar visible y accesible para que permita tener una información permitida para todos y de fácil acceso.

La información básica necesaria por cada ítem es:

- Denominación del objeto.
- Identificación y lugar que ocupa el objeto.
- Actualización permanente.
- Se usa un fichero o cuaderno o la computadora.
- Mantener siempre ordenadas las areas de almacenamiento.

El grupo establece reglas de como separar y ordenar, al no respetar esto altera las reglas tomadas.

Como objetivo tenemos:

- Reducir el tiempo de busqueda del objeto y sus movimientos.
- Mejora la identificación.
- Previene pérdidas de los materiales, y mejora la vida útil del mismo

Beneficios de ordenar:

- Rapidez en el acceso del elemento.
- Una mayor facilidad en la limpieza.
- Incrementa mayor visibilidad, y consta de una buena imagen.
- Elimina riesgos de accidentes.



*Figura 21: Antes de la implementación ordenar*

Fuente: Jochemai SAC



*Figura 22: Después de la implementación ordenar*

Fuente: Jochemai SAC

Tabla 25: Estado actual del objeto

ORDENAR					
Empresa:		JOCHEMAI SAC			
Área:		MANTENIMIENTO			
Fecha:					
ESTADO ACTUAL DEL OBJETO					
Item	Maquinas Herramientas Repuestos	N°	Objetos casi nunca usados	Objetos usado algunas veces	Objetos usados frecuentemente
1	Alicate universal	7			X
2	Alicate de corte	7			X
3	Alicate de pinza	7			X
4	Pinza Amperimetrica	3		X	
5	Destornillador plano	7			X
6	Destornillador estrella	7			X
7	Martillo de 2 libras	3		X	
8	Taladro de 4.5 "	2		X	
9	Remachadora	1	X		
10	Brocha	7		X	
11	Arco de sierra	1		X	
12	Juego de llaves mixtas	133			X
13	Cautil electrico	1	X		
14	Espatula	7		X	
15	Cuchilla	7		X	
16	Rasqueta	7		X	
17	Perillero plano	7			X
18	Perillero estrella	7			X
19	Destornillador exagonal de 1/4"	7			X
20	Destornillador exagonal de 3/8"	7			X
21	Bombas de vacio	7			X
22	Manometros	7			X
23	Balanza electronica	3			X
24	Válvulas de CO2	5			X
25	Válvulas de Acetileno	5			X
26	Vacumetro	4			X
TOTAL:		266	2	8	16
Objetos casi nunca usados				2	
Objetos usados algunas veces				8	
Objetos usados frecuentemente				16	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 25 se muestra cuantos objetos son usados, usados algunas veces, usados frecuentemente en el área de mantenimiento.

## **Limpiar**

Limpiar es no ensuciar, es eliminar el polvo o suciedad de todo elemento que sea de trabajo, mantener en óptimas condiciones de uso los elementos de trabajo, como máquinas, equipos, herramientas, mesas de trabajo, armarios, tableros, pisos, escaleras, etc. Cada uno es responsable de mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo. Definiendo claramente la responsabilidad por la limpieza de las áreas comunes. El trabajo se considera terminado después de efectuada la limpieza del sector y de las herramientas utilizadas y guardadas en los lugares respectivos.

Una de las formas de mantener limpia un área de trabajo es evitando generar suciedad.

- Eliminar las pérdidas de líquidos, aceite en tuberías y máquinas.
- Al limpiar descubra el origen de la suciedad y elimínela.
- Al limpiar aproveche inspeccionar el estado de los equipos y herramientas.
- Separar cada tipo de desperdicio en el lugar o tacho correspondiente, etc.

Como objetivo están:

- Minimiza las causas que provocan suciedad.
- Estandariza los procedimientos de operaciones diarias.

Los beneficios serán:

- Crea un lugar propicio para desarrollar el trabajo.
- Mejora el bienestar del personal.
- Mejora la imagen de la empresa ante los clientes.
- Cuida la salud de los empleados.
- Disminuye el riesgo de accidentes.
- Impedir que los productos y materiales se ensucien o se dañen.



Figura 23: Antes de la implementación limpiar

Fuente: Jochemai SAC

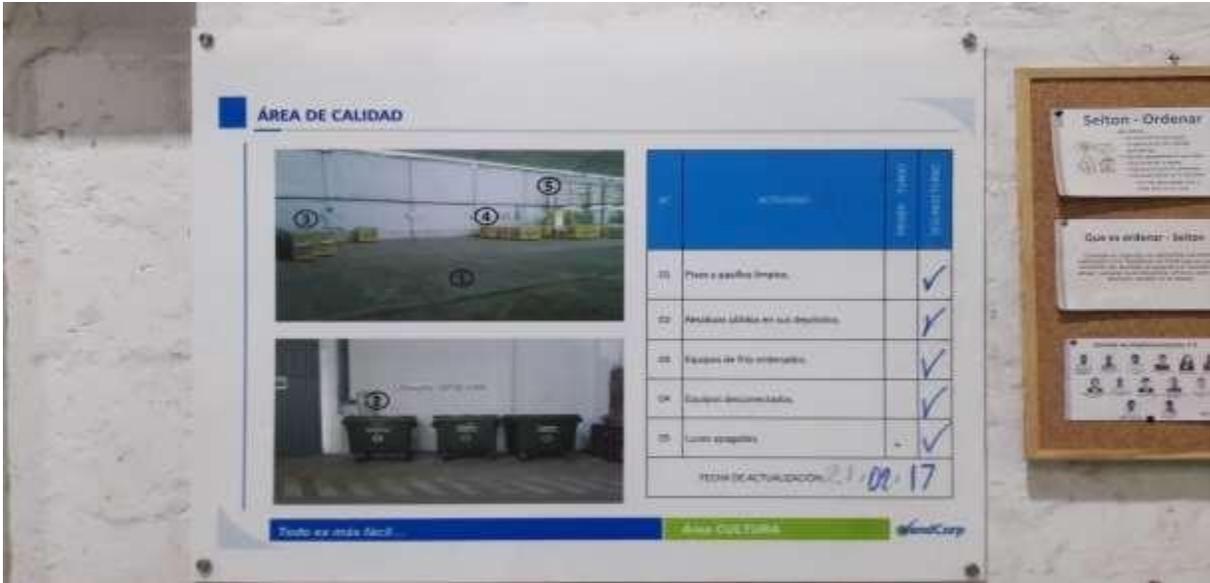


Figura 24: Después de la implementación limpia.

Fuente: Jochemai SAC

Tabla 26: Formato de limpieza en el área de mantenimiento

LIMPIEZA				
Empresa:		JOCHEMAI SAC		
Área:		Av. Los Faisanes 190 Urb. La Campiña - Chorrillos		
Entrevista:		Jonatán GómezLoja		
PREGUNTA		NO	SI	
1	¿Las paredes están limpias y en buen estado?		X	
2	¿Las mesas de trabajo se encuentran limpias y ordenadas?		X	
3	¿Los suelos están limpios, secos sin desperdicios sin material innecesario?		X	
4	¿El sistema de iluminación esta de forma eficiente y limpio?	X		
5	¿Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas?		X	
Máquinas y Equipos				
6	¿Se encuentran y libres en su entorno de todo material innecesario?		X	
7	¿Se encuentran libre de fuga de aceite y grasa?		X	
8	¿Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad requerida?		X	
Herramientas				
9	¿Se guardan limpias de aceite y grasa?		X	
10	¿Están en condiciones seguras para el trabajo?		X	
11	¿Están almacenadas en cajas o tableros adecuados?		X	
Equipos de protección personal				
12	¿Se encuentran marcados o codificados para poder identificarlos por usuario?		X	
13	¿Se guardan en lugares específicos de uso personal?	X		
14	¿Se encuentran limpio y en buen estado?		X	
Residuos				
15	¿Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo?		X	
16	¿Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales?		X	
17	¿Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos y cerrados?		X	
18	¿La zona alrededor de los contenedores está limpia?		X	
19	¿Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área?		X	
TOTAL:		2	17	
		10.53%	89.47%	
Intervalo		Rango		
Desde	Hasta	Situación aceptable		89.47%
75%	100%	Situación controlable		
50%	75%	Situación crítica		
25%	50%	Situación altamente crítica		
0%	25%			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 26 se observa que se realizó un formato de limpieza al área de mantenimiento la cual dio un puntaje de 89.47% lo que quiere decir que el área se encuentra en situación aceptable para los mantenimientos de los equipos de frío.

Tabla 27: Equipos de trabajo de limpieza por áreas

Turno	Horario de trabajo		Hora de limpieza		
1	8:30 -17:30 pm.		11:00 - 11:10 am.		
			15:00 -15:10 pm.		
ÁREA DE LAVADO			ÁREA DE PINTURA		
Código	Apellidos y Nombres	Observación	Código	Apellidos y Nombres	Observación
104	Delgado Fernández Luis	Encargado de área	75	Achiri Ferrando Rodrigo	Encargado de área
33	Puma Osorio Emil	Encargado suplente	9	Cóndor Tapia David	Encargado suplente
ÁREA DE GARRUCHAS			ÁREA DE CORRECTIVO MAYOR		
Código	Apellidos y Nombres	Observación	Código	Apellidos y Nombres	Observación
8	Cartolin de la Cruz Adolfo	Encargado de área	57	Carbajal Oyon Walter	Encargado de área
23	Chozo Sicuay Carlos	Encargado suplente	76	Trujillo Mego Yulmer	Encargado suplente
			102	Aquije Terrones Víctor	
			34	Yovera José María	
			76	Gutiérrez Moreno Sixto	
ÁREA DE VINIL Y CORRECTIVO MENOR			ÁREA DE CALIDAD		
Código	Apellidos y Nombres	Observación	Código	Apellidos y Nombres	Observación
11	Ortiz Guerrero Melanio	Encargado de área	100	Santa cruz Piñera Juan	Encargado de área
73	Rengifo Castañón Juan	Encargado suplente	56	Chamba Tocto Robert	Encargado suplente
35	Ferre Negreiro Elder		91	Palomino Zavaleta Richard	
39	Dios Tristán Roberto		80	Borda Pérez Jhon	
19	Yupanqui Sarmiento Miguel		50	Lalleri Vizarrata Iván	
21	Boris Chacón Wilmer				
13	Fernando Villafranca Leonardo				
18	Fernández Otero Keby				
79	Aquino Porras Carlos				
83	Trejo Ascencio Francisco				
84	Mayanga Huerta Emelic				
7	Pomacino Fuentes Gerardo				
17	Zevallos Ipanaque Efraín				

Fuente: Elaboración Propia

## Implementación de Poka Yoke

Según las características del error identificado en el cual nos genera un cuello de botella en el mantenimiento de equipos de frío puede haber distintos dispositivos o métodos que aplicar. Luego de decidir que error comienzo a solucionar en primera instancia, diseñamos una priorización de Poka-Yoke para ayudarnos a elegir el método a implementar. Nos debemos responder

- ¿El error necesita un método para solucionarse?
- ¿Cuáles son los métodos que tenemos a nuestro alcance?
- ¿Cuál es el costo de la inversión?
- ¿Cuál es el tiempo de recupero de la inversión?
- ¿Cuál es la eficacia del método?
- ¿Qué capacitación necesita el personal?

Una vez que ha seleccionado el método a utilizar, tenemos que tener el espacio, el tiempo, las herramientas, etc. para poder probarlo se necesita un periodo de prueba y adaptación. Hay que terminar de evaluar su eficacia de funcionamiento. De ésta manera daremos el último “sí” y tendremos que tener un plan de capacitación para su utilización. Realizando este paso podemos evitar de cometer el error de creer que funciona y que luego genere dificultades dejando pasar por alto su objetivo de eliminar el error.

Después de que el sistema esté operando por un lapso determinado (este periodo de tiempo depende de la frecuencia de la actividad) hay que controlar su operatividad, su confiabilidad y mantenimiento. Hay que asegurarse que cumple su función objetiva de eliminar errores. La evaluación final se hace corroborando los beneficios económicos, financiero y/o de imagen corporativa de haber aplicado el Poka-Yoke. Para continuar haciendo uso del sistema se debe volver al paso 1 y 2 para chequear el proceso en busca de otro error potencial y continuar con los demás pasos en caso de encontrar alguno. En la priorización de errores que se ha anunciado en el paso 2 podemos continuar implementando el sistema a los errores según su alto índice de frecuencia.

A continuación vemos particularidades de implementación del sistema a través de planillas donde se especifica la alta recurrencia de errores que es lo que vamos a evaluar.

Tabla 28: Resumen simbólico de la implementación

Procesos	Errores	Error más significativo	Poka Yokes probables	Poka Yoke más eficiente
1	A B C	A	W X Y Z	X
2	A B C	B	Y Z	Z
3	A B	A	X Y Z	Z
4	A B C	B	W X Y Z	X
5	A B C	B	Y Z	Z
6	A B	A	X Y Z	Z
7	A B	A	X Y Z	Z

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 podemos clasificar los errores según prioridad cual afectan directamente a las operaciones de mantenimiento de equipos de frío

Tabla 29: Priorizaciones de errores

ID	Nombre del error	Necesidad de un Poka Yoke	Utilizaba algún método	Ranking	Orden
1	Prueba de descarte	NO	SI	1.00	5
2	Vaceado de gas	SI	NO	4.00	1
3	Desoldado de tubería	NO	NO	3.00	3
4	cambio de repuestos	NO	SI	2.00	4
5	Soldado de tubería	NO	NO	3.00	3
6	llenado de gas	SI	NO	4.00	1
7	Prueba de fuga de gas	SI	SI	4.00	2

Fuente: Elaboración propia

## POS TEST

Tabla 30: *Tiempos por desplazamientos e ubicación de herramientas*

Ubicación de herramientas antes		Ubicación de herramientas despues	
Herramientas	Tiempo de busqueda	Herramientas	Tiempo de busqueda
Alicate universal	104 sg.	Alicate universal	23 sg.
Alicate de corte	122 sg.	Alicate de corte	25 sg.
Alicate de pinza	117sg.	Alicate de pinza	31 sg.
Pinza Amperimétrica	147 sg.	Pinza Amperimétrica	20 sg.
Destornillador plano	178 sg.	Destornillador plano	25 sg.
Destornillador estrella	164 sg.	Destornillador estrella	26 sg.
Martillo de 2 libras	302 sg.	Martillo de 2 libras	28 sg.
Taladro de 4.5 "	110 sg.	Taladro de 4.5 "	21 sg.
Remachadora	156 sg.	Remachadora	29 sg.
Brocha	280 sg.	Brocha	23 sg.
Arco de sierra	134 sg.	Arco de sierra	29 sg.
Juego de llaves mixtas	178 sg.	Juego de llaves mixtas	32 sg.
Cautil electrico	312 sg.	Cautil electrico	26 sg.
Espatula	402 sg.	Espatula	21 sg.
Cuchilla	346 sg.	Cuchilla	28 sg.
Rasqueta	186 sg.	Rasqueta	32 sg.
Perillero plano	367 sg.	Perillero plano	33 sg.
Perillero estrella	390 sg.	Perillero estrella	32 sg.
Destornillador exagonal de 1/4"	287 sg.	Destornillador exagonal de 1/4	29 sg.
Destornillador exagonal de 3/8"	460 sg.	Destornillador exagonal de 3/8	30 sg.
<b>TOTAL: 4742 sg.</b>		<b>TOTAL: 543 sg.</b>	

Fuente: Elaboración propia

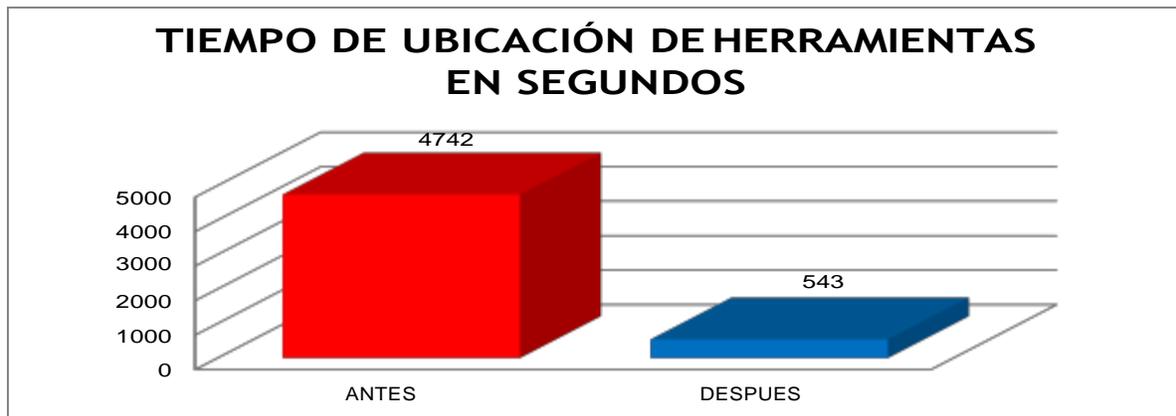


Figura 25: Tiempo de ubicación de herramientas en segundos

Fuente: Elaboración propia

Podemos evidenciar en las figuras que se redujo en gran manera los tiempos por desplazamientos en ubicación de herramientas después de la implementación ya que teniendo todo separado, ordenado y limpio evitamos tiempos muertos.

Tabla 31: *Reparación de equipos de frío en el área de mantenimiento año 2017*

Reparación de equipos de frío en el área de mantenimiento JOCHEMAI SAC.						
Año 2017	Total horas producción Registrada	Equipos reparados	Equipos defectuosos	Equipos reparados conforme	Porcentaje de equipos reparados operativos	Porcentaje de equipos defectuosos %
Semana 1	48	150	5	145	96.67%	3.33%
Semana 2	48	148	5	143	96.62%	3.38%
Semana 3	48	153	4	149	97.39%	2.61%
Semana 4	48	150	4	146	97.33%	2.67%
Semana 5	48	151	5	146	96.69%	3.31%
Semana 6	48	152	4	148	97.37%	2.63%
Semana 7	48	151	6	145	96.03%	3.97%
Semana 8	48	153	5	148	96.73%	3.27%
Semana 9	48	149	6	143	95.97%	4.02%
Semana 10	48	149	4	145	97.32%	2.68%
Semana 11	48	150	5	145	96.67%	3.33%
Semana 12	48	151	4	147	97.35%	2.65%
<b>TOTAL:</b>		<b>1807</b>	<b>57</b>	<b>1750</b>	<b>96.84%</b>	<b>3.16%</b>

Fuente: Elaboración propia

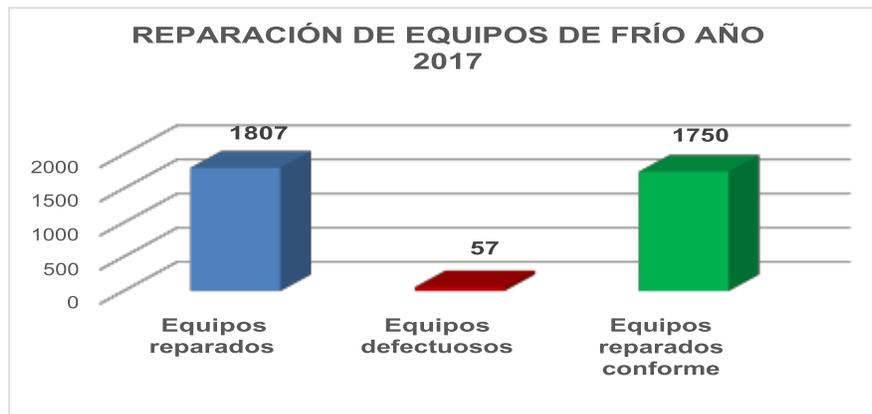


Figura 26: Cantidad de reparación de equipos de frío año 2017

Fuente: Elaboración propia

En las 12 semanas registradas en la frecuencia de producción de equipos de frío en el área de mantenimiento tenemos un total de 1807 equipos producidos, de los cuales 57 equipos son defectuosos teniendo en cuenta que esto equivale al 3.16% lo cual el margen de error, ya es menor a los datos recolectados antes de la implementación Lean Manufacturing, del mismo modo contamos con 1750 equipos reparados conforme el cual nos da un 96.84% siendo un porcentaje aceptable permitido de nuestras operaciones en mantenimiento de equipos de frío.

Tabla 32: Costo total por reparación de equipos de frío año 2017

Costo por reparación de equipos de frío correctivo mayor	
Equipos realizados	Costo unitario por equipo 165.00 soles
1807	298,155.00 soles

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Costo total por reproceso defectuosos de equipos de frío año 2017

Costo por reproceso de equipos defectuosos en reparación de equipos de frío correctivo mayor	
Equipos realizados defectuosos	Costo unitario por equipo 165.00 soles
57	9,405.00 soles

Fuente: Elaboración propia

Podemos evidenciar en las tablas los costos generados por mantenimiento de equipos de frío y los costos de pérdida en re proceso de nuestras operaciones y que el costo adicional que genera en mano de obra, tiempo y repuestos que amerita esta operación el cual afectaba directamente a la rentabilidad de la empresa se redujo de gran manera de 221 equipos defectuosos a sólo 57 equipos, siendo muy satisfactorio para la empresa con esta implementación.

Tabla 34: *Desempeño por técnico en reparación de equipos de frío año 2017*

Mantenimiento de equipos de frío reparados por técnico - área de mantenimiento JOCHEMAI SAC.

Año 2017	Fecha	Walter Carbajal	Yulmer trujillo	Jose Maria Yovera	Sixto Gutierrez	Victor Aquije
	Semana 1	33	29	29	30	29
	Semana 2	33	29	29	28	29
	Semana 3	34	29	29	30	31
	Semana 4	34	29	29	29	29
	Semana 5	35	29	30	29	28
	Semana 6	35	29	30	29	29
	Semana 7	32	30	30	29	30
	Semana 8	35	29	29	30	30
	Semana 9	33	29	29	29	29
	Semana 10	33	30	29	29	28
	Semana 11	36	28	27	29	30
	Semana 12	35	30	30	28	28
<b>Total por Técnico</b>	<b>408</b>	<b>350</b>	<b>350</b>	<b>349</b>	<b>350</b>	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla de frecuencia de mantenimiento de equipos de frío podemos evidenciar el desempeño en rendimiento de producción de equipos por técnico durante la semana 01 hasta la semana 12 del año 2017, Siendo el desempeño más elevado por el técnico calificado ya que cuenta con experiencia en operaciones de equipos de frío.



Figura 27: Mantenimiento de equipos de frío por técnico año 2017

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Mantenimiento de equipos de frío por semana año 2017

Fuente: Elaboración propia

Durante las primeras 12 semanas de producción de equipos de frío del año 2017 podemos evidenciar que tenemos unos picos de producción durante las semanas 01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 11, y 12 respectivamente siendo estas muy favorables para el rendimiento y rentabilidad de la empresa, mientras que otro lado durante las semanas 02, 09 y 10 tenemos una leve caída de producción el cual no afecta considerablemente la rentabilidad de la empresa.

Tabla 35: *Desempeño de equipos de frío defectuosos por técnico año 2017*

Mantenimiento de equipos de frío defectuosos reparados por técnico - área de mantenimiento JOCHEMAI SAC.						
Año 2017	Fecha	Walter Carbajal	Yulmer trujillo	Jose Maria Yovera	Sixto Gutierrez	Victor Aquije
	Semana 1	1	1	1	1	1
	Semana 2	1	1	1	1	1
	Semana 3	1	1	1	1	0
	Semana 4	0	1	1	1	1
	Semana 5	0	1	1	1	2
	Semana 6	0	1	1	1	1
	Semana 7	0	1	1	2	2
	Semana 8	0	2	1	1	1
	Semana 9	1	1	2	1	1
	Semana 10	1	1	1	1	0
	Semana 11	1	1	1	1	1
	Semana 12	0	1	1	1	1
<b>Total por Técnico</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 observamos la frecuencia de producción de mantenimiento equipos de frío defectuosos por cada técnico durante las primeras 12 semanas del año 2017 teniendo como mayor índice de equipos defectuosos a los técnicos José María Yovera, Yulmer Trujillo y Sixto Gutiérrez con 13 equipos cada uno respectivamente el cual se redujo considerablemente con la implementación de la propuesta de mejora y las capacitaciones constantes en la parte operativa, mientras que nuestro menor índice es del técnico calificado Walter Carbajal con 06 equipos ya que con su larga experiencia en equipos de frío.

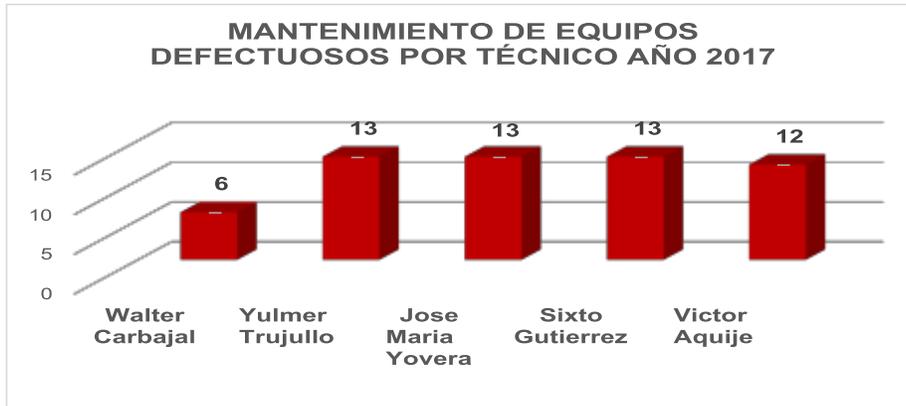


Figura 29: Cantidad de equipos defectuosos por técnico año 2017.

Fuente: Elaboración propia.

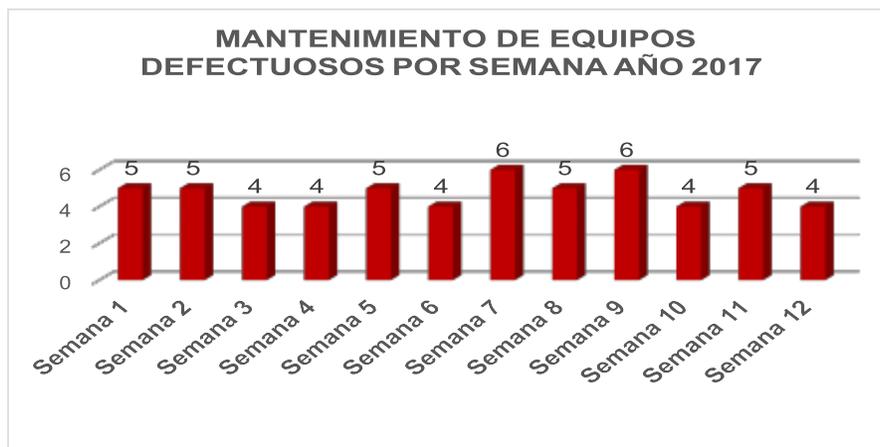


Figura 30: Cantidad de equipos defectuosos por semana año 2017.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura que observamos durante las primeras 12 semanas de producción de equipos de frío defectuosos del año 2017 tenemos altos índices durante las semanas 01, 02, 05, 07, 08, 09 y 11 siendo desfavorables para el rendimiento y rentabilidad de la empresa por los costos que requiere en reproceso tanto como mano de obra, tiempo y repuestos de las mismas, mientras que en la semanas 03, 04, 06, 10 y 12 tenemos mínima accidentabilidad de equipos defectuosos siendo muy favorable para nuestro índice de desempeño semanal en equipos de frío, el cual genera un mínimo costo en reproceso de equipos defectuosos en el área de mantenimiento de la empresa JOCHEMAI SAC.

Tabla 36: Disponibilidad de equipos en porcentaje año 2017

Fecha	Horas totales de equipos de frío (A)	Horas de parada por mantenimiento		Disponibilidad= (A - (B + C))/ A
		Horas de parada por mantto. Programado (B)	Horas de parada por mantto. No programado (C)	
Miércoles 01/03/2017	24	0	1.5	94%
Jueves 02/03/2017	24	0	1	96%
Viernes 03/03/2017	24	0	0.5	98%
Sábado 04/03/2017	24	0.5	0.5	96%
Domingo 05/03/2017	24	0	1.25	95%
Lunes 06/03/2017	24	0	1	96%
Martes 07/03/2017	24	1	0	96%
Miércoles 08/03/2017	24	0	1.25	95%
Jueves 09/03/2017	24	0	0.75	97%
Viernes 10/03/2017	24	0.5	0.75	95%
Sábado 11/03/2017	24	1	0.5	94%
Domingo 12/03/2017	24	0	1	96%
Lunes 13/03/2017	24	1	0	96%
Martes 14/03/2017	24	0	0.5	98%
Miércoles 15/03/2017	24	0	1	96%
Jueves 16/03/2017	24	0	0.75	97%
Viernes 17/03/2017	24	0.5	0.75	95%
Sábado 18/03/2017	24	0	1	96%
Domingo 19/03/2017	24	1	0.5	94%
Lunes 20/03/2017	24	0	1	96%
Martes 21/03/2017	24	0.25	0.5	97%
Miércoles 22/03/2017	24	0.25	1	95%
Jueves 23/03/2017	24	0	0.5	98%
Viernes 24/03/2017	24	0	0.75	97%
Sábado 25/03/2017	24	0	1	96%
Domingo 26/03/2017	24	1.75	0	93%
Lunes 27/03/2017	24	0	1	96%
Martes 28/03/2017	24	0	1.5	94%
Miércoles 29/03/2017	24	0.5	0.75	95%
Jueves 30/03/2017	24	1.25	0	95%

Disponibilidad de equipos de frío=	95.56%
------------------------------------	--------

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar la disponibilidad de equipos de frío hemos tomado como muestra y evaluado los últimos 30 días del mes de Marzo del año 2017 el cual nos indica que tenemos una disponibilidad de equipos con un porcentaje más estable por encima del 94%, ya que no se tuvo muchas horas de paradas por mantenimiento programado ni paradas por mantenimiento no programados el cual hace un mayor rendimiento de los equipos disponibles.

Por lo tanto obtenemos una disponibilidad efectiva de 95.56% respectivamente.

Tabla 37: *Fiabilidad de equipos en porcentaje año 2017*

Fecha	Horas totales de equipos de frío (A)	Horas de parada por mantto. No programado ( B)	Fiabilidad = (A - B )/A
Miércoles 01/03/2017	24	1	96%
Jueves 02/03/2017	24	0.5	98%
Viernes 03/03/2017	24	2	92%
Sábado 04/03/2017	24	1.25	95%
Domingo 05/03/2017	24	2	92%
Lunes 06/03/2017	24	0.5	98%
Martes 07/03/2017	24	2	92%
Miércoles 08/03/2017	24	1.5	94%
Jueves 09/03/2017	24	0.75	97%
Viernes 10/03/2017	24	2	92%
Sábado 11/03/2017	24	1	96%
Domingo 12/03/2017	24	1	96%
Lunes 13/03/2017	24	2.5	90%
Martes 14/03/2017	24	2.25	91%
Miércoles 15/03/2017	24	1.5	94%
Jueves 16/03/2017	24	1.25	95%
Viernes 17/03/2017	24	1.75	93%
Sábado 18/03/2017	24	0.75	97%
Domingo 19/03/2017	24	0.5	98%
Lunes 20/03/2017	24	1	96%
Martes 21/03/2017	24	1.25	95%
Miércoles 22/03/2017	24	2.5	90%
Jueves 23/03/2017	24	2.25	91%
Viernes 24/03/2017	24	1	96%
Sábado 25/03/2017	24	1.75	93%
Domingo 26/03/2017	24	0.75	97%
Lunes 27/03/2017	24	1.75	93%
Martes 28/03/2017	24	1.25	95%
Miércoles 29/03/2017	24	0.5	98%
Jueves 30/03/2017	24	0.75	97%

Fiabilidad de equipos de frío=	95%
--------------------------------	-----

Fuente-. Elaboración propia

En la tabla 37 determinamos la Fiabilidad de equipos de frío tomando como muestra y evaluado los últimos 30 días del mes de diciembre del año 2016 el cual nos indica que tenemos fiabilidad de equipos de frío en porcentaje por encima del 90%, ya que no se tuvo paradas por mantenimiento no programados el cual hace un mayor rendimiento de los equipos Fiables.

Por lo tanto obtenemos una Fiabilidad efectiva de 90% respectivamente.

Tabla 38: Confiabilidad de equipos de frío en porcentaje año 2017

Confiabilidad de equipos de frío reparadas en el área de mantenimiento JOCHEMAI SAC.							
AÑO 2107	Fecha	Frecuencia	MTBF (DIAS)	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	MTBF + MTTR	CONFIABILIDAD
	Semana 1	229	12	288	13	301	95.68%
	Semana 2	233	110	797	36	833	95.68%
	Semana 3	261	24	890	5	895	99.44%
	Semana 4	259	45	411	61	472	87.08%
	Semana 5	68	50	355	42	397	89.42%
	Semana 6	158	25	711	10	721	98.61%
	Semana 7	248	12	290	40	330	87.88%
	Semana 8	210	36	845	44	889	95.05%
	Semana 9	170	25	616	30	646	95.36%
	Semana 10	31	11	300	16	316	94.94%
	Semana 11	47	32	219	46	265	82.64%
	Semana 12	80	72	1165	35	1200	97.08%
MTBF: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS MTTR: TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR						CONFIABILIDAD TOTAL	93.24%

Fuente: Elaboración propia

La data histórica de las reparaciones de equipos de frío se está considerando las primeras 12 semanas del año 2017, las que registran como la frecuencia las cantidades de equipos reparados por semana. Donde tenemos nuestro menor índice de confiabilidad en porcentaje en las semanas 04, y 11 respectivamente. Mientras que en las demás semanas tenemos nuestro mayor índice de efectividad.

El cual nos da una Confiabilidad total de equipos de frío del 93.24% de efectividad respectivamente.

## 2.7.4 Resultados

A fin de poder obtener y determinar los resultados de esta presente investigación de tesis, desarrollamos en dos fases cual analizaremos en primer lugar la variable independiente.

Indicador producción útil

Se observa en la figura 31 que la producción útil pos test logra mejor estabilidad y comportamiento a través del tiempo en comparación a la producción útil pre test donde se observa picos inestables de baja producción de equipos de frío.

Tabla 39: Análisis de producción útil

PRETEST		POSTEST	
Producción útil antes		Producción útil después	
Semana 42	87.14%	Semana 1	96.67%
Semana 43	85.19%	Semana 2	96.62%
Semana 44	87.74%	Semana 3	97.39%
Semana 45	87.86%	Semana 4	97.33%
Semana 46	86.92%	Semana 5	96.69%
Semana 47	83.70%	Semana 6	97.37%
Semana 48	89.29%	Semana 7	96.03%
Semana 49	87.33%	Semana 8	96.73%
Semana 50	88.28%	Semana 9	95.97%
Semana 51	85.00%	Semana 10	97.32%
Semana 52	88.67%	Semana 11	96.67%
Semana 53	85.93%	Semana 12	97.35%
Promedio:	86.92%	Promedio:	96.84%

Fuente: Elaboración propia

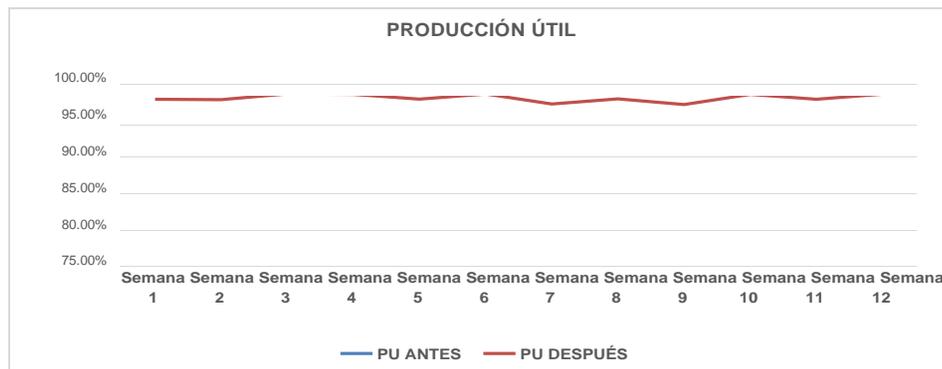


Figura 31: Análisis de producción útil

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura 32 que la recurrencia de equipos defectuosos pos test logra mejor estabilidad y comportamiento a través del tiempo en comparación a la recurrencia de equipos defectuosos pre test donde se observa picos inestables de alta producción de equipos de frío defectuosos.

Tabla 40: Número de equipos defectuosos

PRETEST		POSTEST	
Número de equipos defectuosos antes		Número de equipos defectuosos después	
Semana 42	12.86%	Semana 1	3.33%
Semana 43	14.81%	Semana 2	3.38%
Semana 44	12.26%	Semana 3	2.61%
Semana 45	12.14%	Semana 4	2.67%
Semana 46	13.08%	Semana 5	3.31%
Semana 47	16.30%	Semana 6	2.63%
Semana 48	10.71%	Semana 7	3.97%
Semana 49	12.67%	Semana 8	3.27%
Semana 50	11.72%	Semana 9	4.02%
Semana 51	15.00%	Semana 10	2.68%
Semana 52	11.33%	Semana 11	3.33%
Semana 53	14.07%	Semana 12	2.65%
Promedio:	13.08%	Promedio:	3.16%

Fuente: Elaboración propia

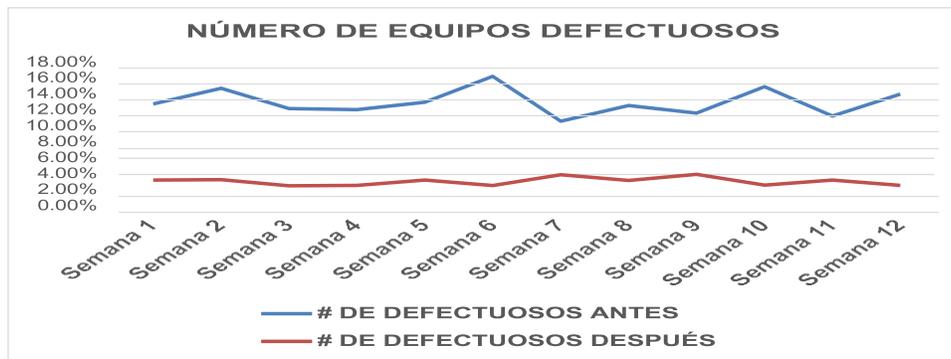


Figura 32: Análisis de equipos defectuosos

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura 33 que en el periodo de tiempo de esta presente investigación la disponibilidad de equipos pos test tiene un comportamiento mejor por encima en comparación a la disponibilidad de equipos pre test donde se observa un incremento de 31.33% de producción de equipos de frío disponibles.

Tabla 41: Disponibilidad antes y después

PRETEST		POSTEST
Dias	Disponibilidad de equipos de frío antes	Disponibilidad de equipos de frío después
1	70%	94%
2	72%	96%
3	68%	98%
4	75%	96%
5	73%	95%
6	72%	96%
7	71%	96%
8	72%	95%
9	71%	97%
10	70%	95%
11	71%	94%
12	71%	96%
13	66%	96%
14	68%	98%
15	67%	96%
16	66%	97%
17	65%	95%
18	63%	96%
19	68%	94%
20	65%	96%
21	64%	97%
22	63%	95%
23	66%	98%
24	65%	97%
25	64%	96%
26	64%	93%
27	65%	96%
28	61%	94%
29	63%	95%
30	63%	95%
<b>Promedio:</b>	<b>67.40%</b>	<b>95.73%</b>

Fuente: Elaboración propia

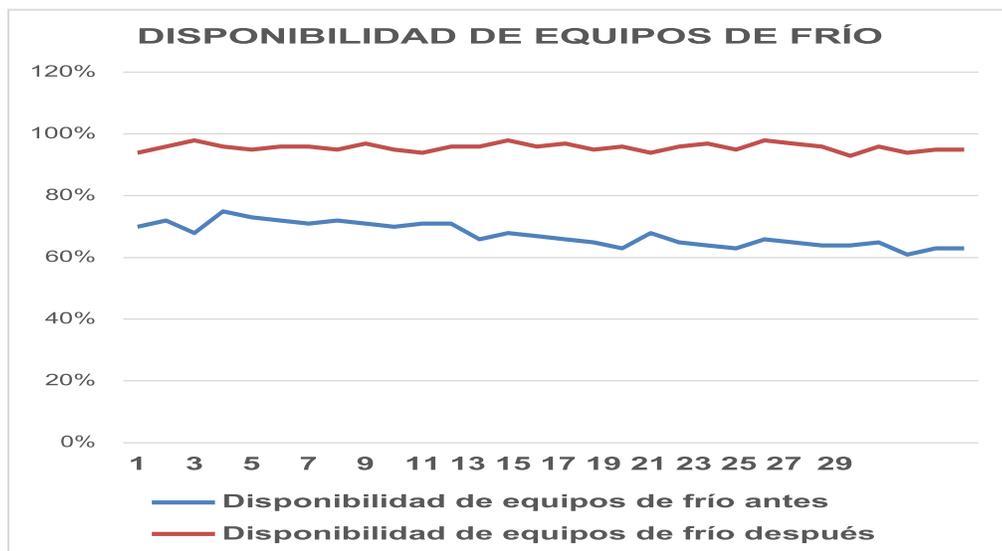


Figura 33: Análisis de disponibilidad antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la figura 34 que en este periodo de tiempo de esta presente investigación la fiabilidad de equipos pos test tiene un comportamiento mejor por encima en comparación a la fiabilidad de equipos pre test donde se observa un incremento de 22% de producción de equipos de frío fiables ya que se redujo las horas por mantenimiento no programado.

Tabla 42: *Fiabilidad de equipos antes y después*

<b>PRETEST</b>		<b>POSTEST</b>
Días	Fiabilidad de equipos de frío antes	Fiabilidad de equipos de frío después
1	76%	96%
2	78%	98%
3	69%	92%
4	70%	95%
5	75%	92%
6	71%	98%
7	73%	92%
8	78%	94%
9	76%	97%
10	79%	92%
11	70%	96%
12	74%	96%
13	71%	90%
14	75%	91%
15	77%	94%
16	73%	95%
17	78%	93%
18	70%	97%
19	71%	98%
20	74%	96%
21	73%	95%
22	71%	90%
23	70%	91%
24	69%	96%
25	71%	93%
26	67%	97%
27	70%	93%
28	69%	95%
29	72%	98%
30	69%	97%
<b>Promedio:</b>	<b>73%</b>	<b>95%</b>

Fuente: Elaboración propia

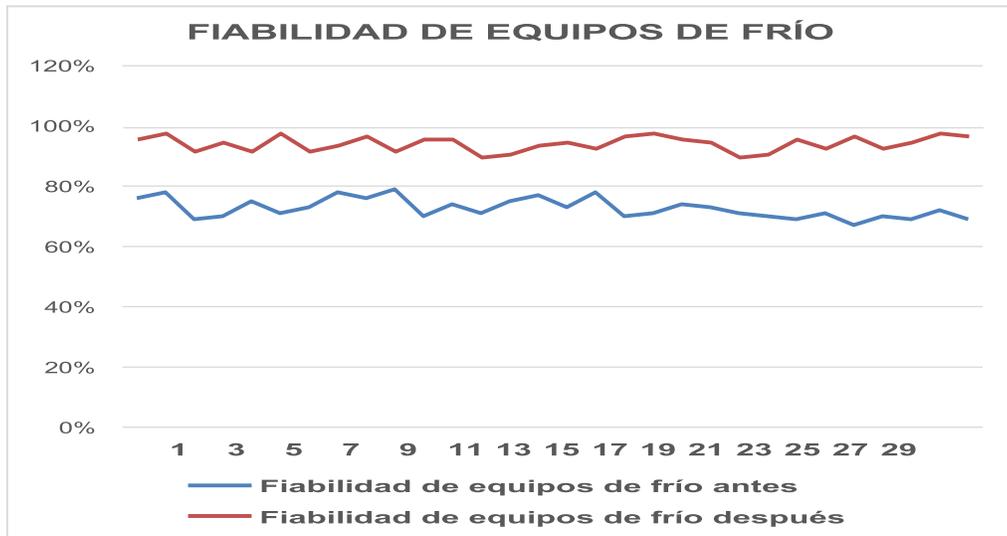


Figura 34: Análisis de Fiabilidad de equipos antes y después

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de la figura 35 la línea de color rojo registra un valor más estable en disponibilidad de equipos pos test respecto al proceso inicial donde se evidencia picos bajos durante la semana 4, 5 y 11 respectivamente. En ésta presente investigación se logró incrementar en 9.73% siendo por encima de la confiabilidad pre test, el cual origina una reducción en costos por recurrencias de errores por mantenimiento y un incremento en la producción de equipos de frío.

Tabla 43: Confiabilidad de equipos antes y después

PRETEST		POSTEST
Semana	Confiabilidad de equipos de frío antes	Confiabilidad de equipos de frío después
1	87.63%	95.68%
2	82.35%	95.68%
3	89.54%	99.44%
4	76.14%	87.08%
5	77.40%	89.42%
6	87.33%	98.61%
7	79.79%	87.88%
8	86.89%	95.05%
9	87.07%	95.36%
10	88.24%	94.94%
11	76.92%	82.64%
12	82.76%	97.08%
Promedio:	83.51%	93.24%

Fuente: Elaboración propia

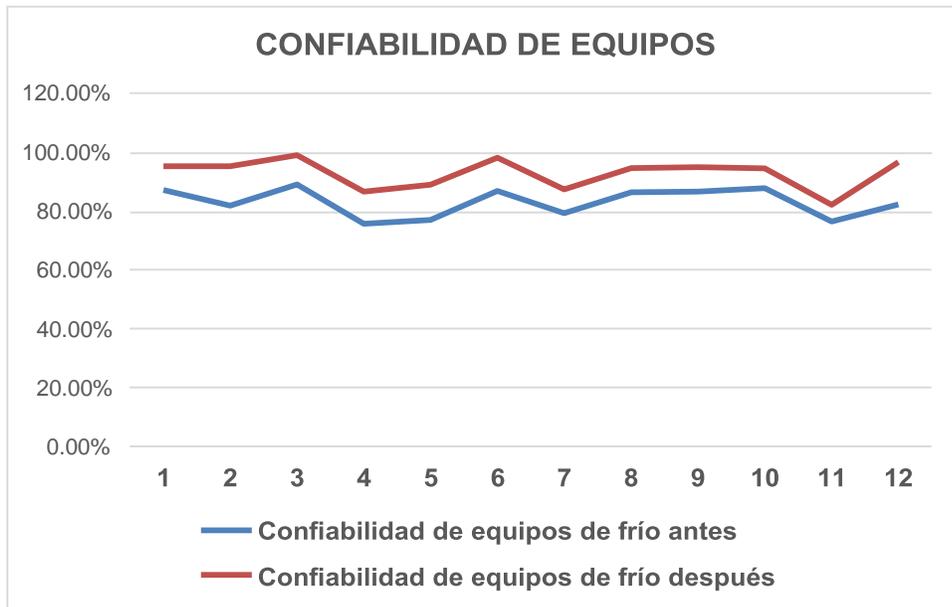


Figura 35: Análisis de confiabilidad antes y después

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.5 Análisis económico y financiero.

Costos de implantación de las 5Ss y Poka Yoke en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

Etapa inicial.

Campaña de la difusión de la metodología.

Descripción	Costo S/.
Separatas de la implementación 5Ss y Poka Yoke	32.00
Volantes de 5Ss y Poka Yoke	105.00
Incentivos	75.00
Horas hombre del personal asistente	638.00
Horas hombre del epositor	200.00
Sub total:	1050.00

Etapa de implantación.

Establecimiento de las 5Ss y Poka Yoke

Descripción	Costo S/.
Elaboración de formatos	350.00
Reposición de herramientas	3715.00
Sub total:	4065.00

Eficacia de los paneles publicitarios con la metodología.

Descripción	Costo S/.
Cambios en todo el taller con la metodología	2345.00
Horas hombre del personal de técnico.	786.00
Sub total:	3131.00

Establecimiento del sistema buscando la promoción de condiciones ideales de seguridad, higiene y ambiente agradable de trabajo.

Descripción	Costo S/.
Instalación de anaqueles e iluminación	4786.00
Instalación de sirenas	900.00
Sub total:	5686.00

El costo total es de 13.932 soles durante la implantación de la metodología 5Ss y Poka Yoke en la planta de mantenimiento de equipos de frío.

Total de ingresos por producción de equipos y pérdidas en costo por reproceso de equipos antes del estudio.

Producción de equipos	Costo porequipo	Costo total
1695	165. 00 soles	279. 675 soles

Equipos defectuosos	Costo porequipo	Costo total
221	165. 00 soles	36.465 soles

Total de ingresos por producción de equipos y pérdidas en costo por reproceso de equipos después del estudio.

Producción de equipos	Costo por equipo	Costo total
1807	165. 00 soles	298.155 soles

Equipos defectuosos	Costo porequipo	Costo total
57	165. 00 soles	9.405 soles

Se pudo evidenciar que hubo un ingreso de 18.480 soles en incremento de producción, por otro lado hubo un ahorro de 27.060 soles en reproceso en mantenimiento de equipos de frío del cual fue el objetivo de este estudio.

### **III RESULTADOS**

### 3.1 Análisis descriptivo

A fin de poder determinar los resultados expuestos de la presente investigación, se desarrolló primero un análisis descriptivo de la variable independiente.

Tabla 44: *Tabla de producción útil antes y después*

PRETEST	POSTEST
Producción útil antes	Producción útil después
86.92%	96.84%

Fuente: Elaboración propia

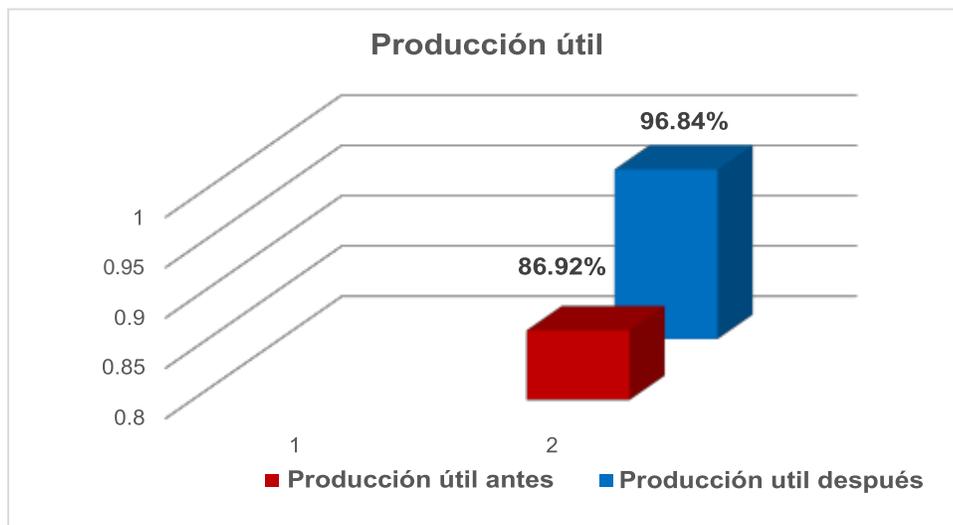


Figura 36: Análisis de producción útil antes y después

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 36 nos evidencia claramente en el comparativo que la producción útil incrementó en un 11.41% después de la implementación del estudio.

Tabla 45: Tabla de cantidad de equipos defectuosos antes y después

PRETEST	POSTEST
Número de equipos defectuosos antes	Número de equipos defectuosos después
13.08%	3.16%

Fuente: Elaboración propia

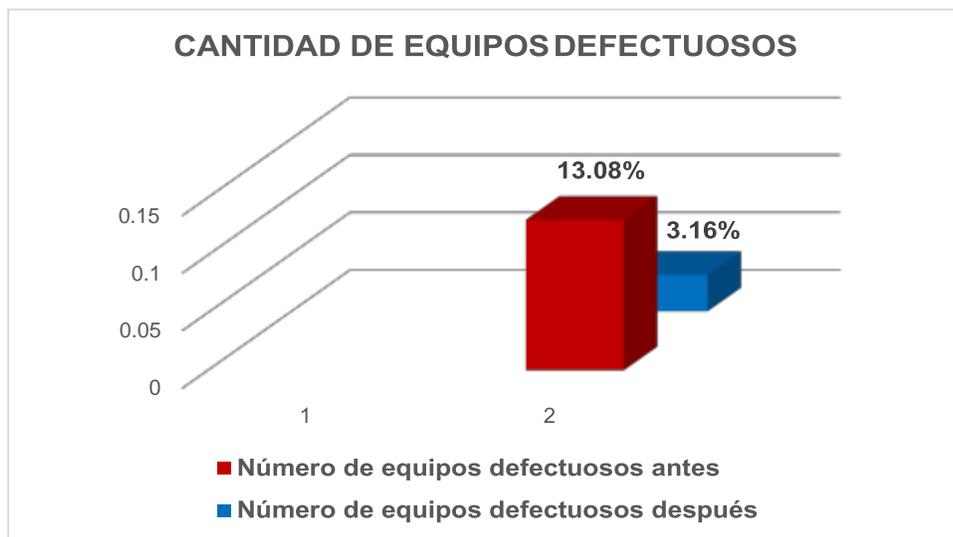


Figura 37: Análisis de cantidad de equipos defectuosos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 37 nos indica que después del estudio la recurrencia de equipos defectuosos en el área de mantenimiento se redujo en 313.92%.

## 3.2 Análisis inferencial

### Análisis de hipótesis general

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento de la empresa JOCHEMAI SAC.

Para poder contrastar la hipótesis general, primeramente determinamos si nuestros datos de confiabilidad el antes y después tienen un comportamiento paramétrico, los datos que fueron tomados son las 12 semanas antes y después, por ello se utilizará el estadígrafo de prueba Shapiro Wilk.

#### Regla de decisión:

Si  $\alpha \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si  $\alpha \geq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 46: Prueba de normalidad de confiabilidad antes y después con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONFIABILIDAD_ANTES	0.255	12	0.030	0.878	12	0.082
CONFIABILIDAD_DESPUÉS	0.295	12	0.005	0.887	12	0.107

Fuente: Elaboración propia con SPSS v24

En la tabla 46 se puede evidenciar que la significancia de las confiabilidades, antes es 0.082 y después 0.107, como ambos son mayores a 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen un comportamiento paramétrico, dado que se quiere saber si la confiabilidad de equipos de frío ha incrementado, se procederá con el estadígrafo de prueba T-Student

### Contrastación de hipótesis general.

Ho: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no incrementa la confiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

H1: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### Regla de decisión

Sig. < 5% Aceptamos la hipótesis H<sub>0</sub>

Sig. > 5% Aceptamos la hipótesis H<sub>1</sub>.

Tabla 47: Tabla de prueba de muestras relacionadas de confiabilidad con T - Student

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
CONFIABILIDAD_ANTES - CONFIABILIDAD_DESPUÉS	-9.73333	2.67104	0.77106	-11.43043	-8.03623	-12.623	11	0.000

Fuente: Elaboración propia con SPSS v24

En la tabla 47 muestra que el nivel de significancia es 0.000 y es menor que el nivel alfa (0.05) ello nos quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H<sub>1</sub>: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### 3.2.1 Análisis de hipótesis específica

#### Disponibilidad

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

Con el fin de poder contrastar la hipótesis específica, primero es necesario determinar si nuestros datos de disponibilidad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, los datos tomados antes y después son 30 cada uno, por ello se utilizará el estadígrafo de prueba de Shapiro Wilk.

#### Regla de decisión:

Si  $\alpha \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si  $\alpha \geq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 48: Prueba de normalidad de disponibilidad antes y después con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD_ANTES	0.147	30	0.098	0.943	30	0.113
DISPONIBILIDAD_DESPUÉS	0.184	30	0.011	0.937	30	0.075

Fuente: Elaboración propia con SPSS v24

En la tabla 48 se puede evidenciar que la significancia de las disponibilidades, antes es 0.113 y después 0.075, como ambos son mayores a 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen un comportamiento paramétrico, dado que se quiere saber si la disponibilidad de equipos de frío ha incrementado, se procederá con el estadígrafo de prueba T-Student

### Contrastación de hipótesis específico.

Ho: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no incrementa la disponibilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

H1: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### Regla de decisión

Sig. < 5% Aceptamos la hipótesis H<sub>0</sub>.

Sig. > 5% Aceptamos la hipótesis H<sub>1</sub>.

Tabla 49: *Tabla de prueba de muestras relacionadas de disponibilidad con T - Student*

	Prueba de muestras emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)	
	Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia					
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar							
DISPONIBILIDAD_ANTES - DISPONIBILIDAD_DESPUÉS	-28.33333	3.85364	0.70358	-29.77231	-26.89436	-40.270	29	0.000		

Fuente: Elaboración propia con SPSS v24

En la tabla 49 muestra que el nivel de significancia es 0.000 y es menor que el nivel alfa (0.05) ello nos quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H<sub>1</sub>: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### 3.2.2 Análisis de hipótesis específica

#### Fiabilidad

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

Con el fin de poder contrastar la hipótesis específica, primero es necesario determinar si nuestros datos de fiabilidad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, los datos tomados antes y después son 30 cada uno, por ello se utilizara el estadígrafo de prueba de Shapiro Wilk.

#### Regla de decisión:

Si  $\alpha \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si  $\alpha \geq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 50: Prueba de normalidad de fiabilidad antes y después con Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FIABILIDAD_ANTES	0.189	30	0.008	0.933	30	0.058
FIABILIDAD_DESPUÉS	0.149	30	0.088	0.932	30	0.054

Fuente: Elaboración propia con SPSS v24

En la tabla 50 se puede evidenciar que la significancia de las fiabilidades, antes es 0.058 y después 0.054, como ambos son mayores a 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tiene un comportamiento paramétrico, dado que se quiere saber si la fiabilidad de equipos de frío ha incrementado, se procederá con el estadígrafo de prueba T-Student.

### Contrastación de hipótesis específico.

Ho: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no incrementa la fiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

H1: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

### Regla de decisión

Sig. < 5% Aceptamos la hipótesis H<sub>0</sub>.

Sig. > 5% Aceptamos la hipótesis H<sub>1</sub>.

Tabla 51: *Tabla de prueba de muestras relacionadas de fiabilidad con T - Student.*

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
FIABILIDAD_ANTES - FIABILIDAD_DESPUÉS	-21.93333	4.34649	0.79356	-23.55634	-20.31033	-27.639	29	0.000

Fuente: Elaboración propia con SPSS v24

En la tabla 51 muestra que el nivel de significancia es 0.000 y es menor que el nivel alfa (0.05) ello nos quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis H<sub>1</sub>: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC.

## **IV DISCUSIÓN**

## **Discusión de la hipótesis general**

En la presente investigación se desarrolló la variable Lean Manufacturing tomando como base las herramientas 5Ss y Poka **Yoke** para incrementar la confiabilidad de los equipos de frío en la empresa JOCHEMAI SAC.

En la investigación se observó que en el período de las últimas 12 semanas del año 2016 se registra una baja producción de equipos y una recurrencia de errores demasiado alto debido a la mano de obra no calificada, al pobre entrenamiento y capacitación de las operaciones, en algunas semanas se registran alta recurrencias de errores propios de la no planificación y la improvisación de las horas no programadas de mantenimientos de equipos. Según se aprecia por los indicadores que la disponibilidad y fiabilidad disminuyen por la limitada disponibilidad de los recursos de mano de obra calificada. La deficiente planificación en la programación de reparación de equipos de frío teniendo un costo elevado en reproceso de mantenimiento lo que perjudica económicamente a la empresa y debe ser resuelto por una correcta implementación de herramientas Lean Manufacturing el cual da como resultado una reducción de tiempos muertos innecesarios por desplazamiento, un sistema a prueba de errores más el entrenamiento y capacitación de nuestras operaciones el cual redujo considerablemente los costos por reproceso en las primeras 12 semanas del año 2017, con éstos ajustes permanentes se controlan los resultados esperados.

Como resultado de la investigación de este estudio se observa que la confiabilidad de equipos en la empresa está establecida mediante los indicadores de disponibilidad y fiabilidad que da como resultado un incremento en la confiabilidad de 83.51% a 93.24%.

Concuero con DA COSTA, Martin. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad de motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Para optar del título de ingeniero mecánico. Pontifica universidad católica del Perú. Facultad de ingeniería mecánica. En el año 2010. pp.3

El objetivo de este trabajo es la importancia del mantenimiento y el empleo de nuevas tendencias que optimicen su funcionamiento en el incremento de la confiabilidad inherente de los motores de combustión interna de dos tiempos que operan en los lotes petroleros. Aplicación práctica del mantenimiento centrado en confiabilidad, el diseño de la investigación es cuasi experimental, siendo su justificación práctica, teórica y económica. La conclusión de esta investigación es que se llegó a determinar las horas exactas de trabajo para el mantenimiento de equipos para su buen funcionamiento y desempeño dentro de los lotes de petróleo, el cual optimizará la producción de las mismas generando mayor utilidad para la empresa.

### **Discusión de la primera hipótesis específica**

En base a los resultados encontrados entre las herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de los equipos de frío donde hay un incremento de 42.03% el cual se evidencia en el pre test de 67.40% y el post test en 95.73% en la empresa Jochemai SAC.

Concuero con VASQUEZ, David. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16v – 149 TI en Codelco división andina. Tesis (ingeniero mecánico). Universidad Austral de Chile. En el año 2008. pp. 19.

El objetivo de este trabajo es elaborar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM para aumentar la disponibilidad de los motores Detroit diésel 16v – 149TI, de la sala de generación de emergencia de codelco división andina, el diseño de este trabajo es cuasi experimental ya que se elaboró un plan de mantenimiento de equipos el cual no se llegó a experimentar ya que solo son equipos que funcionan para emergencias y no alcanzó el tiempo para poder implementar dicho plan de análisis de fallas, conceptos asociados al análisis de confiabilidad, tiempo medio entre fallas y confiabilidad, disponibilidad, chequear el sistema de protección completo, fueron unos de los sistemas de detección para la implementación del plan de mantenimiento. Concluyendo con este trabajo puedo decir que se elaboró un buen plan para el mantenimiento de equipos pero por temas de escasos de tiempo no se pudo implementar en los equipos ya que solo trabajan de emergencia dado que el tiempo

de elaboración de este proyecto es aún mayor al tiempo de funcionamientos de los equipos.

### **Discusión de la segunda hipótesis específica**

En base a los resultados encontrados entre las herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío donde hay un incremento de 30.14% el cual se evidencia en el pre test de 73% y el post test en 95% en la empresa Jochemai SAC.

Concuero con BAUTISTA, Byron. Análisis de mantenimiento aplicando ingeniería de la fiabilidad en los tanques de almacenamiento de combustible diésel utilizados para la generación de energía en la empresa Petrooriental SA. Tesis (Magister de gestión de mantenimiento industrial). Escuela superior politécnica Chimborazo. En el año 2017. pp 01.

Con el objetivo de realizar un análisis de mantenimiento aplicando la ingeniería de la fiabilidad en los tanques de almacenamiento de combustible diésel utilizados para la generación de energía en los bloques 14 y 17 en la empresa Petrooriental SA. Por su tipo de estudio explorativa descriptiva, método hipotético deductivo a través de observaciones realizadas. En su conclusión tenemos que se realizó la evaluación de los planes de mantenimiento aplicando el método de la fiabilidad donde las pérdidas económicas durante los años 2014 y 2015 es de \$4.248.606.00 y con la aplicación de ingeniería de la fiabilidad durante los años 2016 y 2017 se tiene costos de mantenimiento de \$2.206.758.00 el cual se tiene un ahorro considerable. El aporte de este estudio es la aplicación de ingeniería de la fiabilidad para reducción de costos por mantenimiento.

## **V. CONCLUSIÓN**

### **Conclusión 1:**

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se observó que la implementación de herramientas lean manufacturing, **incremento en 11.65 %** la confiabilidad de los equipos de frío como observamos en la tabla N° 43 teniendo un pre test de 83.51 % a 93.24% resultados que son confirmados por la prueba estadística de diferencia de hipótesis con SPSS v 24. Contrastando al 5% de significancia o 95% de confianza que la confiabilidad post test es mayor que la confiabilidad pre test.

### **Conclusión 2:**

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se encontró que la implementación de herramientas lean manufacturing, **incremento en 42.03 %** la disponibilidad de los equipos de frío como observamos en la tabla N° 41 teniendo un pre test de 67.40% a 95.73% resultados que son confirmados por la prueba estadística de diferencia de hipótesis con SPSS v 24. Contrastando al 5% de significancia o 95% de confianza que la disponibilidad post test es mayor que la disponibilidad pre test.

### **Conclusión 3:**

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se visualizó que la implementación de herramientas lean manufacturing, **incremento en 30.14%** la fiabilidad de los equipos de frío como observamos en la tabla N° 42 teniendo un pre test de 73% a 95% resultados que son confirmados por la prueba estadística de diferencia de hipótesis con SPSS v 24. Contrastando al 5% de significancia o 95% de confianza que la fiabilidad post test es mayor que la fiabilidad pre test.

## **VI RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1:**

Se recomienda a la empresa Jochemai SAC. Implementar las cantidades de herramientas lean manufacturing en el área de mantenimiento para **incrementar la confiabilidad** de equipos de frío aplicando la S4 y S5, entrenando al personal sobre todo lo que se debe incrementar en el porcentaje de mejora sobre 11.65% el cual nos proporciona incremento de producción, calidad de equipos, reduciendo tiempos innecesarios y accidentabilidad en las operaciones.

### **Recomendación 2:**

Se recomienda al área de taller buscar la reducción de costos por mantenimiento de equipos en el área de mantenimiento en la empresa Jochemai SAC. Implementando un cronograma de mantenimiento para los equipos, máquinas y herramientas, ya que uno de los principales objetivos de la empresa es como minimizar el impacto de horas de mantenimiento no programados para mejorar la **disponibilidad**, para ello es necesario saber cómo es el proceso de las operaciones en el que trabaja la organización y detectar errores o problemas que pueden ser resueltos con una buena planificación.

### **Recomendación 3:**

Se recomienda al área de operaciones conformar comités de equipos de trabajo en la empresa Jochemai SAC. Para la mejora continua de las operaciones que analicen y resuelvan las restricciones que limiten incrementar la **fiabilidad** de los equipos al reducir las horas no programadas por mantenimiento de todas las operaciones que agregan valor al producto y al servicio en la empresa alcanzando el cumplimiento de las metas y la satisfacción de nuestro cliente final.

## **VII REFERENCIAS**

## **Libros Impresos**

ARRIETA, Juan. Herramientas de producción: Ayudas para el mejoramiento de los procesos productivos. Colombia: Editorial Universidad EAFIT, 2011. 150 pp.

ISBN: 9789587200911

CUATRECASAS, Lluís. Lean Management: La gestión competitiva por excelencia, Barcelona: Editorial Bresca, 2010. 369 pp.

ISBN: 9788496998155.

CABRERA, Rafael. Poka Yoke: Magia O Técnicas Para Prevenir Errores y Defectos Tapa blanda. España: Editorial Academia Española, 2012. 72 pp.

ISBN: 3848451298

DOUNCE, Enrique. La Productividad en el mantenimiento industrial. México: Compañía Editorial Continental, S.A., 1998. 350 pp.

ISBN: 9682610893.

GUTIERREZ, Humberto, Control estadístico de la calidad y seis sigmas. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 2009. 482 pp.

ISBN: 9789701069127.

HINES, William [et al.]. Probabilidad y estadística para ingeniería. 4ª ed. México: D.F.CECSA, 2005. 780 pp.

ISBN 970 24 0553.

HIROYUKI, Hirano. Poka Yoke mejorando calidad producto evitando defectos. Madrid: Editorial TP books, 1991. 280 pp.

ISBN: 9788487022739

LIZARRALDE, Eduardo y FERRO, Enrique. Lean Manufacturing. 3ªed. Madrid: Escuela de organización Industrial, 2013. 173 pp.

ISBN: 9788415061403.

KAZMIER, Leonard. Estadística aplicada a administración y economía. 4ª ed. México: Mcgraw-hill/interamericana S.A, 2006. 406 pp.

ISBN: 9701059182.

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 2ª ed. Madrid: Asociados USA, 1991. 432 pp.

ISBN: 0953960323.

MOORE Jeffrey [*et al.*]. Investigación de Operaciones en la ciencia Administrativa. 3ª ed. México: Pearson Educación, 1999. 826 pp.

ISBN: 968 880 254 9.

ÑAUPAS, Humberto. Metodología de la investigación: Cuantitativa – Cualitativa y redacción de tesis. 3ª ed. Perú: Editorial ediciones de la U, 2014. 536 pp.

ISBN: 9789587621884

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José. Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad. España: Editorial Días Santos, 2010. 259 pp.

ISBN: 9788479789671.

SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA María, Metodología de la Investigación. 5ª ed. México: McGraw-Hill, 2010. 656 pp.

ISBN: 9786071502919.

VILLASEÑOR, Alberto. Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. 2ª ed. España: Editorial Limusa, 2009. 262 pp.

ISBN: 9789681869663

Colaboradores de Wikipedia. Curva de la bañera [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2012 [fecha de consulta: 7 de mayo 2017]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Curva\\_de\\_la\\_ba%C3%B1era](https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_la_ba%C3%B1era)

Colaboradores de Wikipedia. Lean manufacturing [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2012 [fecha de consulta: 7 de mayo 2017]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](https://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing)

CASTORENA, José. La técnica de las 5S para empresas seguras y limpias [en línea]. México [fecha de consulta: 12 de junio 2017]. Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos101/tecnica-5-a-sa-empresas-seguras-y-limpias/tecnica-5-a-sa-empresas-seguras-y-limpias.shtml>

CONFIABILIDAD, Disponibilidad y Mantenibilidad, entendiendo sus diferencias [Mensaje en un blog]. Venezuela: Jimenez, A., (24 de octubre de 2011). [Fecha de consulta: 12 de junio de 2017]. Recuperado de: <http://maintenancela.blogspot.pe/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html?=1>.

POKA YOKE – Diseño a prueba de errores. [mensaje en un blog]. González Rodrigo, (5 de mayo del 2012). [Fecha de consulta: 14 de junio 2017]. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>

RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Fibertel Juan, (15 de noviembre de 2007). [Fecha de consulta: 14 de junio de 2017]. Disponible en:

<https://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/>.

## Tesis Publicadas

AREVALO, Gilberto y PAULINO, Jony. “El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación de un centro minero”. Tesis (Magíster en Ingeniería).Lima: Universidad nacional de ingeniería, 2012. 288 pp. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1475/1/becerra\\_ag.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1475/1/becerra_ag.pdf)

BAUTISTA, Byron. Análisis de mantenimiento aplicando ingeniería de la fiabilidad en los tanques de almacenamiento de combustible diésel utilizados para la generación de energía en la empresa Petrooriental SA. Tesis (Magister de gestión de mantenimiento industrial). Riobamba: Escuela superior politécnica Chimborazo. 2017. 90 pp. Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6142/1/20T00804.pdf>

CARDOZO, Edman. Implementación de herramientas Lean para el mejoramiento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 REEDRILL de la mina lagunas norte de la minera BARRICK MISQUICHILCA. S.A. Tesis (ingeniero industrial).Lima: Universidad privada del norte. Facultad de ingeniería industrial. 2013.189 pp. Disponible en:

<file:///C:/Users/Rose%20Marie/Downloads/Cardozo%20Ruiz,%20Edman%20Bernardo.pdf>

CEPEDA, Augusto. Estudio de los procesos Lean Manufacturing en el área de corrugado en implementación de un plan de equipamiento para optimizar la productividad en la empresa Procarsa. Tesis (ingeniero industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, facultad de ingeniería. 2009. 1119 pp. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4355/1/3709..CEPEDA%20DIAZ%20CESAR.pdf>

DA COSTA, Martin. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad de motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Tesis (ingeniero mecánico). Lima: Pontifica universidad católica del Perú. 2010.120 pp. Disponible en:

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/567/DA\\_COSTA\\_BURGA\\_MART%C3%8DN\\_MANTENIMIENTO\\_MOTORES\\_GAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/567/DA_COSTA_BURGA_MART%C3%8DN_MANTENIMIENTO_MOTORES_GAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GUALOTUÑA, Paulina, MENESES, Lenin. Diseño e Implementación de Producción Esbelta (LEAN MANUFACTURING) para la Empresa Esmeltal S.A. Tesis (ingeniero industrial). Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2006. 175 pp. Disponible en:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/376/1/CD-0327.pdf>

GUERRERO, Anelli. Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante de la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Tesis (ingeniero textil y confecciones). Lima: Universidad nacional mayor de san marcos, facultad de ingeniería industrial. 2016. 139 pp. Disponible en:

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4875/Guerrero\\_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4875/Guerrero_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HORNA, Angulo, FRANCO, Andree. Propuesta de aplicación de herramientas y técnicas de Lean Manufacturing para incrementar el margen de utilidad bruto en la empresa calzature merly E.I.R.L. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Universidad privada del norte. 2013. 205 pp. Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6381/Horna%20Angulo%2C%20Franco%20Andree%20-%20Flores%20Cubas%2C%20Jorge%20Augusto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MALDONADO, Guillermo. Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad. Empresa Mineral de la Reforma Hidalgo. Tesis (ingeniero industrial). Guadalajara: Universidad Autónoma del Estado Hidalgo.2008.144 pp. Disponible en:

<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10591/Herramientas%20y%20tecnicas.pdf?sequence=1>

VASQUEZ, David. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16v – 149 TI en Codelco división andina. Tesis (ingeniero mecánico). Valdivia: Universidad Austral de Chile. 2008. pp 120. Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfci335a/doc/bmfci335a.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE FRÍO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EMPRESA JOCHEMAI SAC. LIMA 2017.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿ De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementará la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017?	Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017.	La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la confiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017.	variable (X):LEAN MANUFACTURING  variable (Y):CONFIABILIDAD	Diseño de investigación La investigación tiene un diseño cuasi - experimental en su variante descriptivo correlacional  Tipo de investigación Según su finalidad: es investigación aplicada Según su alcance temporal: es transversal Según su nivel o profundidad: Es explicativa Según su caracter de medida: es cuantitativa  Población  Muestra
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables y Dimensiones	
1 ¿ De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementará la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017?	1 Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017.	1 La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la disponibilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017.	Variable X : CONFIABILIDAD  d1: Disponibilidad	
2 ¿ De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementará la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017?	2 Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017.	2 La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la fiabilidad de los equipos de frío en el área de mantenimiento en la empresa JOCHEMAI SAC. Lima 2017.	Variable X : CONFIABILIDAD  d2: Fiabilidad	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Validación de instrumentos

**UCV**  
UNIVERSIDAD CAYMAHUASI  
ESCUELA DE POSGRADO

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

N°	DIMENSIONES / indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1</b>								
1	Disponibilidad:	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 2</b>								
2	Fiabilidad:	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./Mg: DAVILA LAGUNA RONALD    DNI: 22473025

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

08 de 02 del 2017

*[Firma manuscrita]*  
Firma del Experto Informante.

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

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

Anexo 3: Validación de instrumentos

 **UCV**  
UNIVERSIDAD CATELICA  
ESCUELA DE POSTGRADO

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

N°	DIMENSIONES / Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	Disponibilidad:							
DIMENSIÓN 2								
2	Fiabilidad:							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI Hay

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Leyda Bon R    DNI: 08654346

Especialidad del validador: Mg. IND. MBA. DR

19 de 04 del 2017



Firma del Experto Informante.

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

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

## Anexo 4: Validación de instrumentos

 **UCV**  
UNIVERSIDAD CATELINA DE SUZARTE  
ESCUELA DE POSGRADO

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

N°	DIMENSIONES / indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Disponibilidad:	✓		✓		✓		
2	Fiabilidad:	✓		✓		✓		

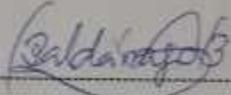
Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: BALDARRAGO BALDARRAGO Jorge Luis Anibal    DNI: 44727169

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

18 de April del 2017



Firma del Experto Informante.

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

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

Anexo 5: Portal de la página web de JOCHEMAI SAC



Fuente: Jochemai

Anexo 6: Variedad de equipos de frio que se le presta servicio



Fuente: Jochemai

Anexo 7: Máquinas expendedoras



Fuente: Jochemai



FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA: VISTO BUENO

ESCUELA DE ING. INDUSTRIAL / EMPRESARIAL

JONATHAN BARUCH GOMEZ LOJA con DNI N° 44471496

Domiciliado (a) en AV. JOSE CARLOS MARLATEGUI 12 I LT 5 # 315  
(Calle / lote / Mz. / Urb. / Distrito / Provincia / Región)

Ante Ud. con el debido respeto expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción: ..... del programa: JUBC  
(Período)

..... identificado con el código de matrícula N° 6500076383  
(Código del alumno)

de la Escuela de Pre- grado, recorro a su honorable despacho para solicitarle lo siguiente:

VISTO BUENO DE MI FESIS.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de Justicia.



Lima, 04 de Setiembre de 2018.

[Handwritten Signature]  
(Firma del solicitante)

Documentos que adjunto:

- a. ....
- b. ....
- c. ....

cualquier consulta por favor comunicarse al:

Teléfono: 954307445  
Email: jgomez@vavp.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Gomez Loza Jonathan Baruch .....  
D.N.I. : 44471996 .....  
Domicilio : Av. José Carlos Mariátegui M2 F U 5 #35 .....  
Teléfono : Fijo 01595-2998 Móvil 919907445 .....  
E-mail : jgomez@ucv.pe .....

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA .....  
Escuela : INGENIERIA INDUSTRIAL .....  
Carrera : INGENIERIA INDUSTRIAL .....  
Título : INGENIERIA INDUSTRIAL .....

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado : .....  
Mención : .....

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es): Jonathan Baruch Gomez Loza .....  
.....  
.....

Título de la tesis: Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para .....  
incrementar la confiabilidad de los equipos de FALC, CHOSVILLOS 2017.

Año de publicación : 2017 .....

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte  
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : 04/09/13



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Acta de Aprobación de Originalidad de tesis

Yo, **DÁVILA LAGUNA RONALD**, docente asesor y revisor de la tesis del estudiante **GOMEZ LOJA JONATAN BARUCH**, titulada "APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE FRÍO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO, CHORRILLOS, 2017", constato que la misma tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

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

Lima, 27 de Abril del 2018

Mg. Ronald Dávila Laguna

Coordinador de investigación SUBE

Visualizador de Documentos de Turnitin - Google Chrome

Seguro | <https://turnitin.com/dv?lang=es&u=1052919346&o=830890517&s=3>

Probar el nuevo Feedback Studio

ucvlima | tesis al 14 de julio para el 21-Jul-2017 | Roadmap | Trabajo 3 de 4

Originality | GradeMark | PeerMark

Lean manufacturing y  
POR JONATAN GOMEZ

turnitin 11% SIMILAR

Resumen de Coincidencias 11%  
1 repositorio.ucv.edu.pe  
fuente de Internet

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA  
INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE FRÍO EN EL  
ÁREA DE MANTENIMIENTO. EMPRESA JOCHEIMAI SAC LIMA 2017.**

**1 TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**AUTOR:**  
Jonatán Baruch Gómez Loja

**ASESOR:**  
Mg. Ronald Dávila Laguna

12:25 a.m.  
18/07/2017