



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de
moldes para mejorar la productividad en la planta de inyección de una
empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Colquehuanca Machaca, Mario Edwin (ORCID: 0000-0002-2705-686X)

ASESOR:

Mg. Dixon Groky Añazco Escobar (ORCID: 0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA-PERÚ

2019

Dedicatoria

A mis padres Julia y Augusto que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económicamente para poder llegar a ser un profesional.

También dedico a mi esposa, hija, a mis abuelos, a mis hermanos, a mi sobrina y ahijado quienes han sido mi mayor motivación para no rendirme y llegar a ser un profesional y ejemplo para toda la familia.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque está haciendo realidad un sueño anhelado.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida estudiantil a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

También agradezco a los profesores por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para desarrollar mis tesis de manera especial.

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo COLQUEHUANCA MACAHACA, Mario Edwin con DNI N° 41194791, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima 15 de mayo del 2019



Colquehuanca Machaca Mario Edwin
DNI 41194791

Presentación

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada, “Gestión del Mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de molde para mejorar la Productividad en la planta de Inyección de una empresa de Fabricación de productos plásticos, Ate, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

La investigación se divide en ocho capítulos teniendo en cuenta el esquema de la investigación dado por la universidad. En el capítulo I se realiza la introducción de la investigación que explica la realidad problemática, y se exponen los trabajos previos, teorías relacionadas, formulación del problema, justificación, hipótesis y objetivos. En el capítulo II se considera al método utilizado, junto al diseño de investigación, variables y operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos, métodos de análisis y aspectos éticos. En el capítulo III se muestran los resultados a través de las herramientas de ingeniería en los procesos de la empresa. En el capítulo IV, se expone las discusiones de los resultados. En el capítulo V se dan a conocer las conclusiones. En el capítulo VI se redactan las recomendaciones. Por último, en el capítulo VII se tienen las referencias y en el capítulo VIII se muestran los anexos de la investigación.

Mario Colquehuanca Machaca

DNI: 41194791

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	1
1.2 Trabajos previos.....	6
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	14
1.3.1 Variable independiente: Gestión del mantenimiento preventivo.....	14
1.3.2 Variable dependiente: Productividad de la planta de inyección.....	22
1.4 Formulación del problema.....	26
1.5 Justificación.....	27
1.5.1 Justificación Teórica.....	27
1.5.2 Justificación Práctica.....	27
1.6 Hipótesis.....	28
1.7 Objetivos.....	29
II. MÉTODO.....	30
2.1 Diseño de investigación.....	30
2.2 Variables, operacionalización.....	31
2.3 Población y muestra.....	33
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	33
2.5 Métodos de análisis de datos.....	34
2.6 Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS.....	36
3.1 Implementación de la mejora.....	36
3.1.1 Breve reseña de la empresa de fabricación de Producto Plástico.....	36

3.1.2.	Identificar la problemática.....	37
3.1.3.	Diagrama de Operaciones de Mantenimiento	42
3.1.4.	Definición del Problema Actual	46
3.2.	Análisis estadístico	54
3.2.1.	Análisis descriptivo	54
3.2.2.	Análisis inferencial.....	62
IV.	DISCUSIÓN.....	73
V.	CONCLUSIONES.....	75
VI.	RECOMENDACIONES	77
	REFERENCIAS	78
	ANEXOS.....	84

Índice de Tablas

Tabla 1. Leyenda y escala, técnica del grupo nominal.....	4
Tabla 2. Relación de causas frecuentes para identificar el problema.....	4
Tabla 3. Análisis de Pareto de las causas para la baja productividad.....	5
Tabla 4 Ejemplo de formato de hoja de trabajo.....	19
Tabla 5.Ejemplo de Formato para el control semanal.....	20
Tabla 6. Matriz de operacionalización.....	32
Tabla 7. Máquinas existentes en la empresa de fabricación de productos plásticos.....	40
Tabla 8. Cronograma de actividades.....	44
Tabla 9. Cronograma de aplicación del mantenimiento planificado.....	45
Tabla 10. Cronograma de aplicación del mantenimiento planificado.....	48
Tabla 11. Cronograma de mantenimiento preventivo mensual.....	49
Tabla 12. Cronograma de mantenimiento preventivo Anual.....	50
Tabla 13. Nivel de gestión del mantenimiento preventivo (may, 2018 a abr, 2019).....	54
Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la variable independiente.....	55
Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la variable independiente.....	56
Tabla 16. Estadísticos descriptivos de la variable dependiente.....	57
Tabla 17. Nivel de eficiencia (may, 2018 a abr, 2019).....	58
Tabla 18. Estadísticos descriptivos de la dimensión 1 de la variable dependiente.....	59
Tabla 19. Nivel de eficacia (may, 2018 a abr, 2019).....	60
Tabla 20. Estadísticos descriptivos de la dimensión 2 de la variable dependiente.....	61
Tabla 21. Análisis de normalidad de la variable independiente.....	62
Tabla 22. Análisis de normalidad de la variable dependiente.....	64
Tabla 23. Análisis de normalidad de la dimensión 1 de la variable dependiente.....	66
Tabla 24. Análisis de normalidad de la dimensión 2 de la variable dependiente.....	67
Tabla 25. Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis general.....	69
Tabla 26. Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis general.....	69
Tabla 27. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis general.....	69
Tabla 28. Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1.....	70
Tabla 29. Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1.....	70
Tabla 30. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1 ..	71
Tabla 31. Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2.....	72
Tabla 32. Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica 2.....	72

Tabla 33. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2 .. 72

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama Ishikawa de baja productividad de equipo de enfriamiento.....	3
Figura 2. Diagrama de 80 - 20.....	5
Figura 3. Tipos de mantenimiento; elaboración propia.....	14
Figura 4. Mantenimiento preventivo; elaboración propia.....	16
Figura 5. Relación en planificación y operatividad del mantenimiento preventivo.....	22
Figura 6. Factores de la productividad, elaboración propia.....	23
Figura 7. Planta de inyección de Ate.....	36
Figura 8. Diagrama de Ishikawa, Causa Efecto de baja productividad.....	38
Figura 9. Diagrama de Pareto 80-20 de la empresa de fabricación de Productos Plásticos	39
Figura 10. Diagrama de operaciones de mantenimiento.....	42
Figura 11. Capacitación del personal técnico.....	46
Figura 12. Cumplimiento del mantenimiento preventivo semanal.....	51
Figura 13. Cumplimiento del mantenimiento preventivo semanal.....	52
Figura 14. Diagrama de Operaciones de Mantenimiento.....	53
Figura 15. Nivel de gestión del mantenimiento preventivo (may, 2018 a abr, 2019).....	55
Figura 16. Nivel de productividad (may, 2018 a abr, 2019).....	57
Figura 17. Nivel de eficiencia (may, 2018 a abr, 2019).....	59
Figura 18. Nivel de eficacia (may, 2018 a abr, 2019).....	61
Figura 19. Histograma de los datos muestrales del nivel de la gestión de mantenimiento preventivo (pretest).....	63
Figura 20. Histograma de los datos muestrales del nivel de la gestión de mantenimiento preventivo (postest).....	63
Figura 21. Histograma de los datos muestrales del nivel de la productividad (pretest).....	65
Figura 22. Histograma de los datos muestrales del nivel de la productividad (postest).....	65
Figura 23. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficiencia (pretest).....	66
Figura 24. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficiencia (postest).....	67
Figura 25. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficacia (pretest).....	68
Figura 26. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficacia (postest).....	68

Resumen

En la investigación titulada “Gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes para mejorar la productividad en la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019” tiene el objetivo general Determinar de qué manera la Gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la Productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

La metodología de investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. La población fueron los datos numéricos de las variables bajo estudio, gestión del mantenimiento preventivo y productividad de la empresa Fabricación de productos plásticos. La muestra determinada fueron los datos numéricos de los últimos 12 meses, desde mayo a octubre del año 2018 (pre) y de noviembre del año 2018 a abril del año 2019 (post). referidos a la gestión del mantenimiento preventivo y productividad. La técnica empleada fue la observación y el instrumento fue la ficha de observación. La validación de los instrumentos se realizó a través del juicio de expertos. Para realizar el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS Versión 24 con el cual se buscó representar los datos cuantitativos, a través de la estadística descriptiva y la estadística inferencial, para la interpretación de los resultados. Finalmente, se concluye que la Gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes sí logra mejorar la productividad en 5.1%, la eficiencia 5.6% y la eficacia en 11%.

Palabras claves: Mantenimiento Preventivo, Productividad, Eficiencia, Eficacia.

Abstract

In the investigation titled "Management of the preventive maintenance of the equipment of cooling of molds to improve the productivity in the plant of injection of a company of manufacture of plastic products, Ate, 2019" had, the general objective To determine in what way the Management of the Preventive maintenance of mold cooling equipment improves the productivity of the injection plant of a plastic product manufacturing company, Ate, 2019.

The research methodology is quantitative, applied type and pre experimental design. The population was the numerical data of the variables under study, management of preventive maintenance and productivity of the company Manufacture of plastic products. The determined sample was the numerical data of the last 12 months, from May to October of the year 2018 (pre) and of November of the year 2018 to April of the year 2019 (post). referred to the management of preventive maintenance and productivity. The technique used was observation and the instrument was the observation card. Validation of the instruments was carried out through expert judgment. To perform the analysis of the data, we used the statistical program SPSS Version 24, which sought to represent the quantitative data, through descriptive statistics and inferential statistics, for the interpretation of the results. Finally, it is concluded that the Management of preventive maintenance of mold cooling equipment does improve the productivity by 5.1%, efficiency 5.6% and efficiency by 11%.

Keywords: Preventive Maintenance, Productivity, Efficiency, Efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En la actualidad, ante los cambios tecnológicos y avances en la industria, se ha convertido en una necesidad cada vez mayor que las empresas deban ser sostenibles y rentables en el tiempo, para ello es requisito fundamental que alcancen niveles de productividad que las hagan competitivas, por lo cual las empresas requieren tener sus máquinas y equipos con la mayor disponibilidad para entregar los productos, ya sea bienes o servicios, en el momento solicitado por el cliente.

En América Latina, las empresas dedicadas a la comercialización, mantenimiento de maquinarias y avocadas a la prestación de servicios en la actividad producción de plásticos enfrentan oportunidades de mejora y desafíos para incrementar sus niveles de productividad, considerando que hacen uso intensivo de máquinas y equipos para lograrlo, el mantenimiento juega un rol muy importante, infortunadamente, la mayoría de organizaciones aún no han experimentado esta evolución en el mantenimiento y siguen ancladas en enfoques o métodos de trabajo desfasados (Ferrer, 2015, p.68). En gran parte de las empresas la gestión del mantenimiento implica principalmente la reparación urgente de averías, siendo la representación principal de un inadecuado mantenimiento, es la gestión empírica la que dicta lo que debe realizarse y no los profesionales a cargo, se estima que las empresas en la mayoría de los casos dedican todos sus esfuerzos a mantenimientos correctivos, lo que representa una oportunidad de mejora (Bances, 2017, p.15). Asimismo, la buena gestión del mantenimiento requiere de un plan de mantenimiento programado, que normalmente en el día a día en una planta de producción no se valora o toma con tanta consideración, parten de la idea de que la urgencia de las reparaciones es la que marca y marcará siempre las pautas a seguir en el departamento de mantenimiento industrial.

Hoy en día a nivel nacional, las organizaciones dedicadas a la producción de plástico, inyección, moldeo y actividades relacionadas, entienden que la falta de gestión de mantenimiento equivale a fallas constantes y paradas innecesarias, afecta la productividad de sus procesos, se considera que el propósito del mantenimiento es reducir las fallas sobre los materiales, bienes, minimizar el porcentaje de fallas o llegar a evitarlas, de esta manera

se logra eliminar o al menos reducir las paradas inútiles, reducir tanto los accidentes como los incidentes que puedan presentarse (Villa, 2017, p.17).

La realidad problemática local se centra en una empresa de fabricación de productos plástico, Ate. Su actividad principal está enfocada a la producción de bienes plásticos para el hogar, industrial y comercio, el rápido posicionamiento de la empresa de fabricación de producto plástico en el país la lleva abrir su primera planta de producción con tan solo 2 máquinas inyectoras y una cantidad de 6 moldes de inyección. Actualmente la planta de inyección cuenta con 120 inyectoras y más de 1600 moldes de inyección, siendo la empresa líder en la venta de plásticos.

El problema central de esta investigación se localiza en el departamento de mantenimiento industrial, el cual se encuentra encargado de programación de mantenimiento de tipo preventivo de los equipos Chiller, donde a la fecha no cuenta con plan de mantenimiento adecuado, evidenciando una baja productividad en el flujo de trabajo, puesto que la forma de operar el departamento muestra los siguientes inconvenientes: continuas acciones correctivas para los equipos, no se han desarrollado indicadores que evalúen el desempeño del nivel de la calidad en el mantenimiento de cada uno de los equipos, tomando en cuenta la falta de preparación o conocimiento de los trabajadores. Por tanto, las causas que afectan a la problemática requieren de un tipo de metodología que revierta la situación observada, esto da a entender que el problema radica en la baja productividad en la fabricación de productos plásticos, para poder identificar el problema de baja productividad se realizara un diagrama de Ishikawa o Causa-Efecto.

Se presenta a continuación el diagrama Ishikawa el cual representa de manera gráfica las causa o factores que impactan en el problema general dado por la baja productividad en el proceso analizado, de esta manera es posible identificar los factores críticos para luego presentar soluciones viables tanto nivel operativo como técnico ante la gerencia genera y el área de mantenimiento industrial. Se detallan las causas agrupadas en seis dimensiones las cuales son: mano de obra, material, maquinas, mediciones, medio ambiente y método de trabajo.

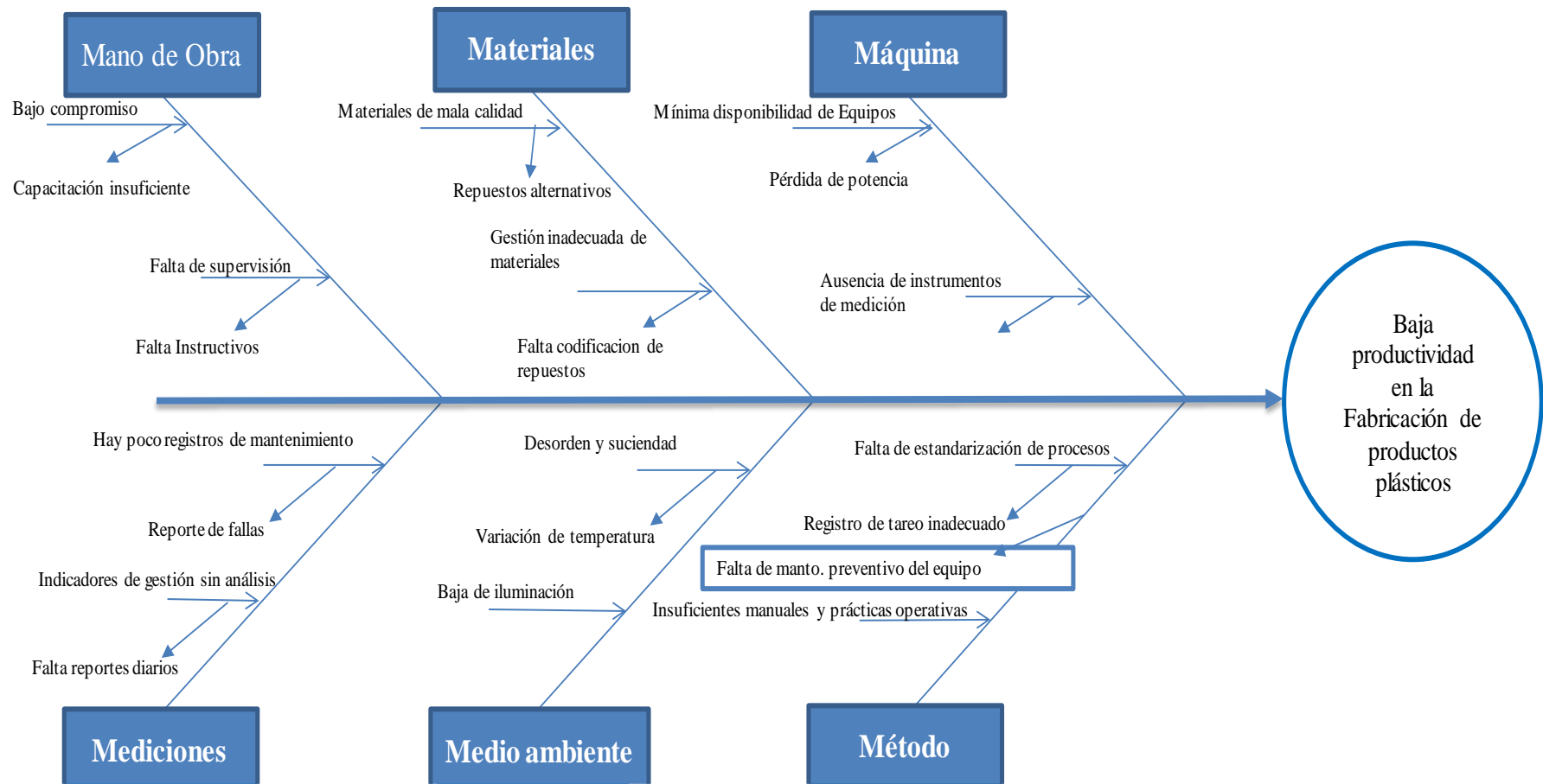


Figura 1. Diagrama Ishikawa de baja productividad de equipo de enfriamiento.

Fuente: Gerencia de mantenimiento

En la figura anterior se puede identificar todas las causas posibles que impactan en la baja productividad del proceso de fabricación de producto plásticos. Por ello en ocasiones no se cumple con la fecha del contrato comprometido por el cual el cliente no queda satisfecho en su totalidad y provoca una rentabilidad baja ya que se paga multas por no cumplimiento de fechas acordadas. Se determina las causas que impactan en la baja productividad, para ello se realiza la técnica del grupo nominal, con los trabajadores relacionados a la empresa, mientras más experimentados sean los miembros del equipo mayor será la validez del análisis, se cuenta con el Jefe de Operaciones, Jefe de Mantenimiento, Mecánico, Operador, definiremos la causa raíz mediante un diagrama de Pareto.

Tabla 1. *Leyenda y escala, técnica del grupo nominal*

LEYENDA	ENCARGADO	VALOR	ESCALA
Gerente General	G.G.		
Jefe de Operaciones	J.O	Poco	0
Jefe de Mantenimiento	J.M.	Frecuente	1
Mecánico	MEC	Mucho	2
Operador	OPE		

Fuente: Gerencia de mantenimiento.

Tabla 2. *Relación de causas frecuentes para identificar el problema.*

Causas frecuentes	G.G.	J.O	J.M.	MEC	OPE	Frecuencia
Falta de manto. Preventivo del equipo	2	2	2	2	2	10
Falta de estandarización de procesos	2	2	2	2	1	9
Indicadores de gestión sin análisis	2	2	1	2	2	9
Gestión inadecuada de materiales	1	2	2	1	2	8
Hay poco registro de mantenimiento	1	2	2	1	0	6
Capacitación insuficiente	1	1	0	0	0	2
Insuficientes manuales y practicas operativas	1	0	0	0	1	2
Ausencia de instrumentos de medición	1	0	0	1	0	2
Falta de instructivos	1	0	0	0	0	1
Falta de codificación de repuestos	1	0	0	0	0	1
Repuestos alternativos	0	1	0	0	0	1
Desorden y suciedad	0	0	0	0	1	1
						52

Fuente: Gerencia de mantenimiento.

Tabla 3. Análisis de Pareto de los factores de la baja productividad

Ítem	Causas o factores	Puntaje	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia acumulada
1	Falta de manto. Preventivo del equipo	10	19.2%	19%	10
2	Falta de estandarización de procesos	9	17.3%	37%	19
3	Indicadores de gestión sin análisis	9	17.3%	54%	28
4	Gestión inadecuada de materiales	8	15.4%	69%	36
5	Hay poco registro de mantenimiento	6	11.5%	81%	42
6	Capacitación insuficiente	2	3.8%	85%	44
7	Insuficientes manuales y practicas operativas	2	3.8%	88%	46
8	Ausencia de instrumentos de medición	2	3.8%	92%	48
9	Falta de instructivos	1	1.9%	94%	49
10	Falta de codificación de repuestos	1	1.9%	96%	50
11	Repuestos alternativos	1	1.9%	98%	51
12	Desorden y suciedad	1	1.9%	100%	52
		52	100.0%		

Fuente: Gerencia de mantenimiento.

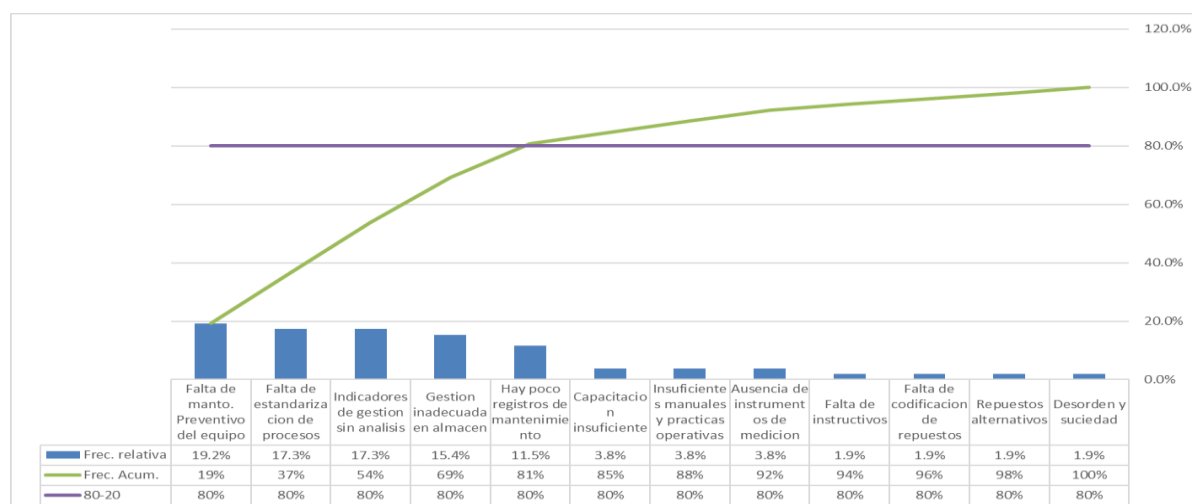


Figura 2. Diagrama de 80 - 20.

En consecuencia, y ante lo expuesto con anterioridad, cabe señalar que los factores que impactan en la problemática dada por la baja de productividad son analizados y cuya formulación del problema se enuncia de la siguiente manera: ¿En qué medida la Gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad en la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019?

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes internacionales

(Salgado, Martínez del Castillo y Santos, 2018, p.157) en su investigación titulada *Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica* para la revista Ingeniería Energética de Cuba tuvo como principal objetivo desarrollar una propuesta que gestione de manera eficiente el sistema para el mantenimiento preventivo de equipos en una fábrica de energía eólica para una búsqueda en mejoras de la productividad del área, en dicho análisis también se incluye un análisis económico de los resultados para evaluar la viabilidad de la propuesta. La investigación fue de tipo aplicada debido a que se trabajó sobre una realidad existente en la fábrica, luego guarda un enfoque cuantitativo porque los resultados se expresan en términos numéricos; las herramientas utilizadas fueron el análisis de costo, la programación cuadrática secuencial de los equipos, el algoritmo heurístico y el mantenimiento preventivo de los equipos; la población y muestra estuvo determinado por 32 unidades en análisis.

Los resultados mostraron que luego de la implementación de la mejora en el mantenimiento preventivo los equipos mejoraron su potencia nominal (MW) la cual paso de ser entre 12 y 400 MW en una situación previa a 3,405 MW, lo que demuestra que la fábrica se encuentra preparada para satisfacer la demanda máxima por ese tipo de energía calculada en 2,850 MW. Se menciona además que el costo de mantenimiento y operación ha disminuido dada la mejora realizada, en donde la solución óptima se sitúa en \$150,925 dólares. Finalmente se concluye que la propuesta planteada en la investigación sí logra mejorar el funcionamiento de los equipos y que el costo de implementación puede ser cubierto con la demanda de ese tipo de energía no convencional, además de haber modelado y programado eficientemente el mantenimiento a través de los algoritmos.

(García, Rico y Romero, 2015, p. 115) denominado *Factores tecnológicos asociados al mantenimiento preventivo en maquilas*, publicado en la revista Cultura Científica y Tecnológica de México, tuvo como finalidad analizar la efectividad e influencia del

mantenimiento preventivo en la industria de tipo maquiladora en México, para lo cual se realizó una encuesta a con un cuestionario de 18 preguntas relacionadas al tema. La investigación realizada es de tipo exploratoria y de carácter cuantitativo, los instrumentos empleados fueron la revisión bibliográfica para la elaboración del cuestionario, las encuestas realizadas con una escala de Likert, el programa SPSS para el análisis estadístico de la información, y figuras o gráficos con el programa Excel; la población estuvo determinada por 769 gerentes de la asociación de maquiladoras AMAC, y la muestra seleccionada fue de 203 personas.

Los resultados mostraron que los factores más influyentes para el desarrollo y aplicación óptima del mantenimiento preventivo fueron cuatro: la utilización de la tecnología en los procesos (0.832), que permite relacionar la tecnología de la planta con su uso eficaz; luego se sitúa la aplicación de la metodología 5S en los almacenes (0.760), la cual permite organizar de manera limpia y disciplinada el lugar donde se realiza el mantenimiento; en tercer lugar se encontró el Layout (0.680), es decir la distribución en que se dispone la maquinaria en la fábrica o taller de producción y finalmente en cuarto lugar para la influencia está el 5S en la planta (0.667). Se concluye entonces considerando la presencia de estos factores se puede aplicar de manera eficiente el mantenimiento preventivo de equipos en una fábrica o planta.

(Herrera y Duany, 2016, p.11) en su trabajo de investigación titulado *Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento* para la revisa Ingeniería Industrial de Cuba, tuvo como propósito principal implementar un sistema de mantenimiento preventivo en equipos en una planta de productos naturales que pretende mejorar el control y calidad de la producción en la fábrica, considerando las buenas prácticas. Este objetivo principal se alcanza mediante una secuencia de pasos tales como el planteamiento de una fase inicial, la etapa de formación de la propuesta, la fase del desarrollo de la mejora (es decir su implementación), y la continua optimización de los resultados. El estudio realizado fue de carácter aplicado, enfoques cualitativo y cuantitativo de un enfoque cuasi-experimental dado que se cambió las condiciones de una variable (el mantenimiento preventivo) para determinar su impacto en la productividad; las herramientas utilizadas fueron la revisión bibliográfica, las plataformas informáticas o software GMAC, fichas de trabajo, check list, gráficos de

Excel para la presentación dinámica de resultados; la población y muestra fue de 80 días (40 días antes de la mejora y 40 días después).

Los resultados mostraron en primer término el planteamiento para la mejora que menciona un nuevo esquema y flujo de trabajo, la organización del personal para los procedimientos del área de mantenimiento; luego se determinó que dada la implementación de mejora una disminución en los problemas presentados en la planta, como por ejemplo: fallas en la disponibilidad de los equipos (que paso de ser 70% en el 2010 a 28% en el 2012), disponibilidad de piezas (que fue del 60% en el 2010 al 80% en el 2012), calidad del trabajo (para el año 2010 fue de 25% y para el 2012 alcanzo 40%). Otro aspecto importante fue la reducción del personal en 28% debido a un mejor funcionamiento de los equipos, lo que significa un ahorro a la empresa en búsqueda de mayores beneficios. Finalmente se concluye que un sistema de gestión en el mantenimiento preventivo logra mejorar la disponibilidad de los equipos y su productividad en plantas de producción por lo que se recomienda su aplicación en otras empresas que presenten similar problemática.

(Ferrer, 2015, p.68) en su trabajo titulado *Mantenimiento preventivo en reductor de velocidad de grúas indias de extracción de mineral* publicado en la revista Ciencia & Futuro tuvo como finalidad la aplicación planificada de dicho mantenimiento en equipos de grúa para así mejorar su productividad y disponibilidad en las actividades a realizar. Para la aplicación de esta mejora se utiliza 4 sistemas de mantenimiento: el mantenimiento preventivo con carácter estadístico, el mantenimiento preventivo de acuerdo a los parámetros establecidos y los síntomas que puede presentar la máquina, el mantenimiento predictivo y finalmente el mantenimiento por condición; para aplicar cada uno de ellos se realiza un estudio técnico de cada equipo a mejorar. La investigación fue de tipo aplicada guardando un enfoque cuantitativo; la población y muestra estuvo definida por 4 grúas con las que se contaba disposición para el análisis; las herramientas utilizadas fueron ordenes de reparación, fichas para la toma de datos de las máquinas, la observación directa de la realidad acontecida, así como tablas y figuras de Excel para mostrar los hallazgos encontrados previa y posteriormente a la aplicación de la mejora.

Los resultados expusieron que luego de la implementación de mejora mediante el mantenimiento preventivo, se logró mejorar el tiempo entre reparaciones que fue de 909 a 1,818 horas, luego el tiempo que dura la reparación también disminuyó de 16 horas a 6 horas. Esta situación demuestra como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos y su productividad al encontrarse más tiempo en la planta para las labores que realiza, por lo que se recomienda su implementación en otros equipos que también presenten problemas similares y sean de suma relevancia para el funcionamiento adecuado de la organización.

(Xiao, Song, Chen y Coit, 2016, p. 68) en su investigación denominada *Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance* publicado en *Reliability Engineering and System Safety*; tuvo como principal objetivo aplicar el mantenimiento preventivo de manera grupal a distintos equipos en la planta para mejorar los sistemas de producción en búsqueda de la eficiencia, lo cual se da a través de la disponibilidad de la maquinaria en el proceso dado que el paro o la falla de una sola afecta el funcionamiento del resto. El modelo planteado considera la minimización del costo de mantenimiento, el costo de producción, los paros programados y las fallas que suceden de manera inesperada. Este estudio fue tipo aplicado dado que se realiza sobre una empresa, guarda un enfoque cuantitativo; la muestra estuvo determinada por un total de 15 máquinas a evaluar; las herramientas utilizadas fueron la recopilación de información mediante fichas de datos, cuadros y tablas en Excel para la presentación de la información, el análisis matemático de la metodología a emplear.

Los resultados mostraron que el tiempo entre reparaciones bajó considerablemente, en tanto que en una situación inicial era de 929 unidades de tiempo y posteriormente la aplicación de la mejora que pasó a ser 2753 unidades de tiempo; realizando un análisis de los costos para el mantenimiento, se determinó que de manera individual generaba un costo de 24,878 unidades monetarias y de forma grupal un costo de 21,322. Finalmente, el trabajo concluye que el mantenimiento preventivo de los equipos realizado de manera grupal mejora su disponibilidad, además de poseer menos costo y generar mayores beneficios a la empresa, por lo que se recomienda realizar dicho procedimiento en otras áreas.

1.2.2 Antecedentes nacionales

(Córdova, 2018, p. 19) titulada *Implementación de mantenimiento preventivo para la mejora de productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Oswel S.A.C., La Victoria, 2018*. Tuvo como principal objetivo determinar en qué medida la implementación propuesta para el mantenimiento preventivo logra mejorar la productividad en la empresa en mención; esto se dio mediante el alcance de las dimensiones de eficiencia y, por otro lado eficacia del área productiva. La investigación realizada es de tipo aplicado dado que se desarrolla en una compañía, luego es de enfoque descriptivo y explicativo porque explica una realidad a mejorar, además es de carácter cuantitativo debido a que los instrumentos e indicadores a utilizar se representan en términos numéricos y finalmente guarda en diseño experimental; las herramientas utilizadas fueron fue la recopilación de datos mediante fichas de observación, tarjetas de trabajo, check list, el análisis se realizó gracias al software SPSS; finalmente la población y muestra fueron iguales y estuvieron representados por 26 días de producción de polos.

Los resultados mostraron que luego de la implementación de mejora la disponibilidad de los equipos paso de ser de 88.63% para llegar a 94.93%; luego la confiabilidad de las maquinarias que fueron calibradas en el mantenimiento preventivo en una situación posterior fue de 90.6% y luego llego a ser de 94.97%; en términos de los objetivos específicos, la productividad en una situación previa era de 69% y luego de la mejora fue de 83.6%. Por lo que se concluye que la aplicación del mantenimiento sí logra incrementar la productividad en el área de producción de polos en la mencionada empresa, por lo que se recomienda una constante evaluación a los trabajadores para continuar con el proceso; es importante realizar auditorías secuenciales, así como también la capacitación del personal respecto al tema.

(Villa, 2017, p. 11) denominado *Propuesta de mejora de mantenimiento preventivo como alternativa para mejorar la productividad del equipo de bajo perfil LHD Scooptram R1300G, para la unidad minera Huarón S.A.C*. Tuvo como finalidad lograr una mejora en la productividad del mencionado equipo, que se dio a través de los objetivos específicos del planteamiento de mantenimiento, y de la mejora de la disponibilidad y confiabilidad de dicho equipo. La investigación es de tipo aplicado porque se desarrolla en la realidad de una

empresa, luego guarda un enfoque cuantitativo debido a que los indicadores de la mejora se muestran en términos numéricos y guarda un enfoque descriptivo dado que narra y explica las acciones de mejora; en este caso particular la población y muestra esta mencionada por el equipo LHD Scooptram R1300G; las herramientas utilizadas han sido fichas de registro de datos, lista de verificación, hojas de registro de mantenimiento, cartillas de programa general de mantenimiento, así como tablas y gráficos en el programa Excel.

Los resultados demostraron ciertas mejoras en la maquinaria luego del mantenimiento, en tanto que la productividad de equipo paso de 988 viajes por mes en promedio en el año 2016 a ser 1297 viajes por mes para el año 2017; luego la disponibilidad antes de la mejora fue de 66.5% para el 2017 y luego de la mejora alcanzó la cifra de 89.4% en el 2017. Se concluye en el estudio que el mantenimiento preventivo si logró aumentar la productividad del equipo mencionado que han sido expresadas en 7780 toneladas más extraídas por el equipo; por lo que se recomienda implementar este método de mejora en otras áreas de la empresa donde se encuentre una problemática similar, y también realizar capacitaciones constantes al personal para mejoras.

(Pilco, 2017, p.12) en la investigación realizada titulada *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de máquinas perforadoras de chimeneas del área de mantenimiento Tumi Contratistas Mineros S.A.C., Lurín 2017*, para alcanzar el título profesional de Ingeniero Industrial por la Universidad Cesar Vallejo, Lima; ésta tuvo como finalidad determinar como la implementación del mantenimiento de tipo preventivo logra aumentar la productividad de algunas máquinas perforadoras seleccionadas por el fin; además las mejoras mencionadas en los objetivo específicos bajo la búsqueda de eficiencia y eficacia. La investigación es de tipo aplicada, guardando un enfoque explicativo, debido a que se desarrolla la propuesta en la implementación del mantenimiento preventivo, luego es de un enfoque cuantitativo porque los indicadores de la mejora se expresan en términos numéricos, y finalmente guardo un diseño cuasi-experimental dado que se busca medir el efecto que tiene el cambio de una variable sobre la otra. La población y muestra en este caso está compuesta por el análisis de las 24 semanas del periodo; las herramientas utilizadas fueron la recopilación de datos en fichas de registro, luego se realiza el análisis de tipo

estadístico de los resultados mediante el programa SPSS, y el uso de gráficos en Excel para la presentación didáctica de los resultados.

Los resultados mostraron que la productividad de los equipos antes de la implementación de mejora era una media de 39.2% y luego del mantenimiento preventivo fue de 61.3%; luego respecto a la eficiencia se menciona que antes de la propuesta alcanzaba una media de 68.4% y posterior a ella logro una media de 81.1%; finalmente para la eficacia se sostiene que poseía una media antes de la implementación de 57.3% y luego alcanzo el valor de 75.6%; se realizó también un análisis de normalidad para corroborar los resultados mostrados anteriormente. Por último, se determina que la implementación del mantenimiento preventivo logra mejorar la productividad en los equipos evaluados, motivo por el cual se sugiere dicha aplicación en otras áreas similares en la empresa y además evitar cambios constantes en el personal.

(Bances, 2017, p.13) llamada *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la fábrica de carretillas ORÉ S.A.C., Lima 2017*. Tuvo como propósito principal determinar de qué manera la aplicación del mantenimiento preventivo aumenta la productividad en el área mencionada; lo cual se da mediante la inspección temprana de máquinas y su influencia en la productividad, y el efecto de la cantidad de máquinas sobre la productividad en la fábrica. Dicho estudio fue de tipo aplicado, dado que se realiza en la realidad de una compañía, de enfoque cuantitativo debido a que los resultados se hallan en términos numéricos, posee un diseño cuasi-experimental longitudinal siendo de carácter explicativo; la población y muestra son de 60 días (30 previos a la mejora y 30 posteriores a ella); los instrumentos utilizados en la investigación son los check list, tanto para anotar las fallas entre maquinas como para determinar qué maquinas han pasado por el mantenimiento, además se cuenta con el programa Excel que proporciona cuadros y tablas para el análisis.

Los resultados señalaron que antes de la mejora, la media de la productividad tenía una media de 34% y luego del mantenimiento productivo alcanzó una media de 42%; además se muestra que luego de la implementación de la mejora el 67% de las maquinas cuentan con mantenimiento preventivo, considerando que la propuesta tiene una ratio de costo-beneficio de 3.21, lo cual hace viable y económicamente sostenible la mejora. Finalmente, se concluye

que la implementación del mantenimiento preventivo logra incrementar la productividad en las maquinas por lo que se recomienda el seguimiento del cronograma de mantenimiento de maquinarias, la capacitación del personal para un mejor funcionamiento de la propuesta y la implementación en la fábrica de un área dedicada exclusivamente al mantenimiento preventivo de las maquinarias, lo que haría posible sostener la propuesta a lo largo del tiempo y seguir experimentando mejoras.

(Altamirano y Zavaleta, 2016, p.22) en su trabajo de investigación denominada *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad de la empresa Naylamp, Chiclayo 2016*. Tuvo como finalidad la elaboración de un plan para el mantenimiento preventivo que permita mejorar la productividad en los equipos de destilería Naylamp, lo cual se alcanza mediante los objetivos específicos de un diagnóstico inicial, la identificación de los puntos críticos en el proceso que se sigue, el diseño de un plan de mantenimiento y su aplicación, para finalmente evaluar los beneficios de la propuesta. La investigación realizada guarda un enfoque cuantitativo debido a que los resultados se miden en términos numéricos, luego tiene un diseño de tipo no-experimental, puesto que las pruebas se realizan sin manipular las variables para observar el contexto natural, además es aplicada y descriptiva puesto que menciona los pasos a seguir en la implementación; la población y muestra fueron 39 equipos seleccionados para estos fines; las herramientas utilizadas fueron el análisis documental de la empresa mediante fichas de datos, la observación directa de la realidad existente mediante guías de observación, entrevistas a profundidad con los especialistas y personal del área de mantenimiento, y el uso del programa Excel para el hallazgo de los resultados finales.

Los resultados mostraron que, de los 39 equipos en evaluación, 28 de ellos presentaron fallas, por lo que necesitan de un mantenimiento preventivo, luego se determinó que el tiempo medio entre fallas (MTBF) es de 2.6 días, luego de la implementación de la mejora se aumenta la productividad de dichos equipos pasando de 267 toneladas de melaza a 271.5 toneladas de melaza, luego en términos de litros al mes, antes de la mejora era de 400,550 y después de la implementación paso a ser 407,208; respecto al análisis económico se determina un costo beneficios de 10.19, alcanzando una utilidad total de S/.246,361.42 soles. Se concluye que el proceso ha sido exitoso y se recomienda su aplicación a otras áreas con

maquinaria defectuosa o la compra de nuevos equipos de ser necesario, la realización constante de capacitaciones al personal para una mejora implementación de la propuesta y una adecuación al ambiente laboral.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Variable independiente: Gestión del mantenimiento preventivo

Mantenimiento

Las labores de mantenimiento son desarrolladas con la finalidad de prevenir averías en los equipos o accidentes por fallas (Vijayakumar y Gajendran, 2014, p.52) esto ocasionaría una detención del proceso productivo y pérdidas para la compañía; por este motivo este procedimiento es importante en todas las empresas y en el manejo de maquinarias (Cárcel, Grau y Pascual, 2016, p.12).

Se debe considerar que existen varios tipos de mantenimiento que pueden clasificarse en dos amplios grupos, el mantenimiento preventivo y el correctivo (Thiede, Spiering, Kohlitz, Herrmann y Kara, 2016, p.276); como su nombre indica el mantenimiento correctivo se da cuando el equipo ya presento fallas y es necesaria su reparación para integrarse al proceso productivo (Wu, Chen y Wang, 2016, p.28); el mantenimiento preventivo será explicado líneas más abajo de acuerdo con (Aghezzaf, Khatab y Le, 2016, p.190). Se muestra la siguiente figura que explica las tipologías, a saber:

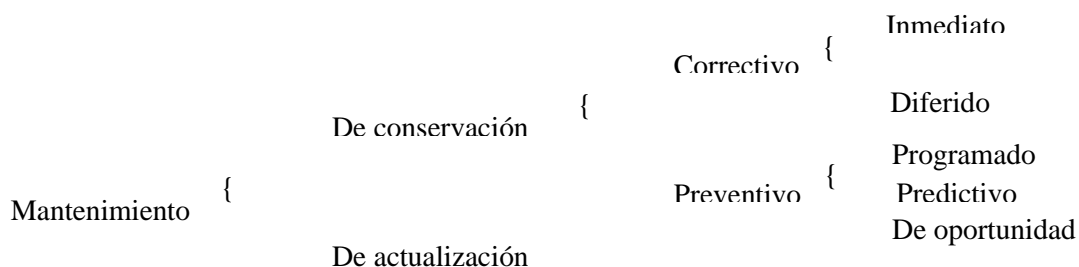


Figura 3. Tipos de mantenimiento; elaboración propia

Elaboración propia

Objetivos del mantenimiento Preventivo

La aplicación de este tipo de procedimiento posee las siguientes ventajas:

- Disminución de gastos por reparación o costos adicionales (Desai y Nileshbhai, 2017, p.442).
- Incremento de la disponibilidad de la maquinaria
- Amplia la vida útil de los equipos dado que minimiza su desgaste (Nahas, 2017, p.86)
- Mejora la productividad del área dado la mayor disponibilidad de los equipos
- Disminuye las paradas de equipos por averías (Ardila, Rodríguez e Hincapié, 2016, p.131)
- Permite la detección de anomalías en aspectos como la medición de la temperatura, el control de la lubricación, la medición de vibraciones, la reparación de fisuras y corrosión.

Tipos de mantenimiento preventivo

Se entiende como mantenimiento preventivo a toda actividad relacionada con el fin de advertir la ocurrencia o presencia de fallas en equipo o sistemas, es decir se realiza para que las fallas no lleguen a ocurrir (Peña, 2016, p.36); el cual puede realizarse de manera directa o periódica en caso se sujeten a alguna medición en el tiempo. Este mantenimiento basa sus actividades en la confiabilidad de los equipos en donde no se consideran algunas singularidades de las condiciones de instalación (Teixeira de Almeida et al., 2015, p.92) como por ejemplo la limpieza, ubicación, cambios programados, etc. (Lee y Hwan, 2016, p.82). Es claro que la aparición de fallas no puede ser prevista de manera exacta a pesar de los múltiples mantenimientos generados. Muchas veces este tipo de procedimientos advierten de manera certera alguna dificultad que posea determinado equipo lo cual se refleja en reportes, registros o historiales (Hidalgo, Hernández y Labañino, 2018, p.3). Ahora bien, dentro del mantenimiento preventivo se encuentran las siguientes clasificaciones (Su y Wang, 2016, p.171) que se muestran a continuación:

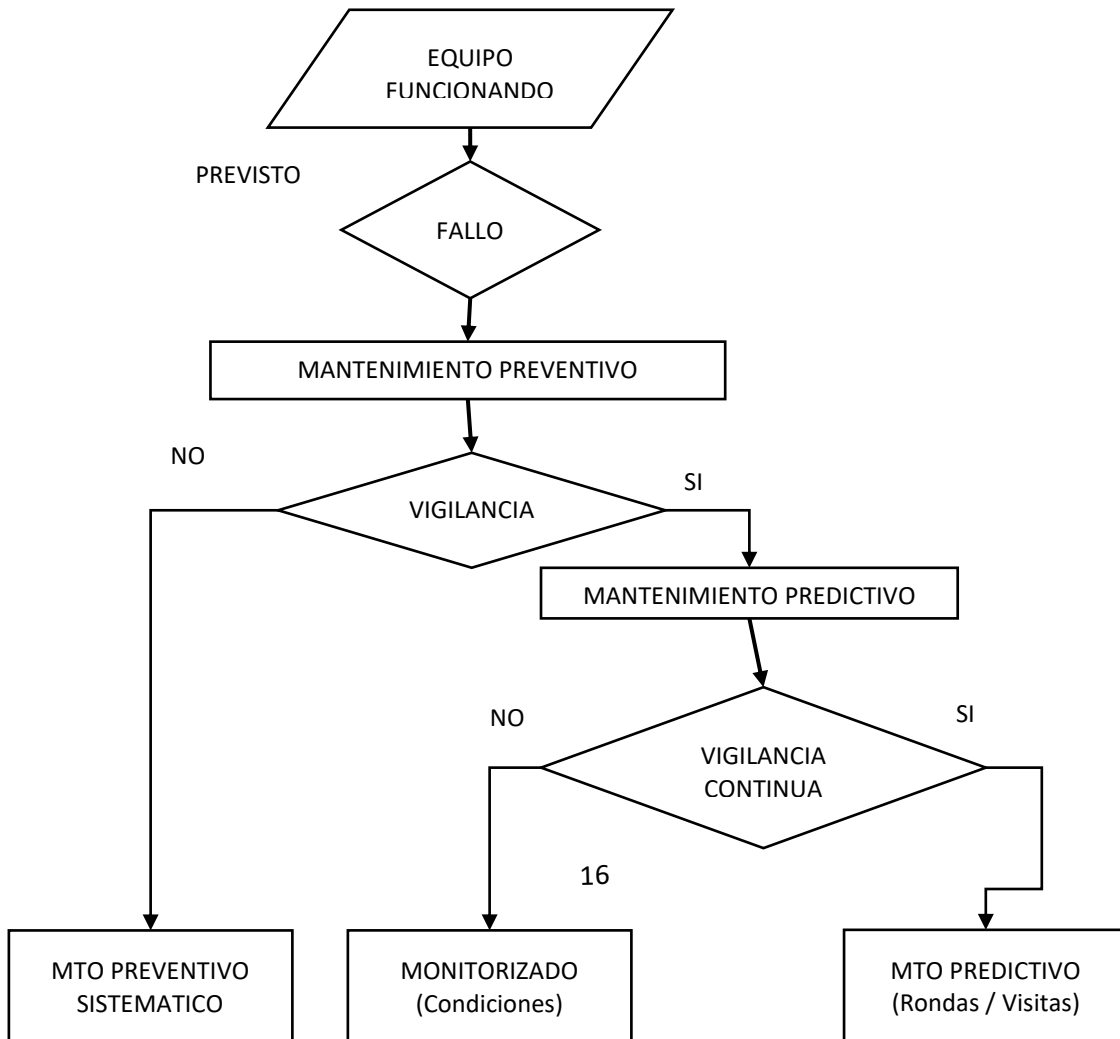


Figura 4. Mantenimiento preventivo; elaboración propia

Como se puede observar el mantenimiento preventivo tiene tres enfoques claramente diferenciados (Mufarech, 2018, p.13) y se explican a continuación:

- Procedimientos de rutina o secuenciales, son aquellos que se encuentra en un constante proceso de vigilancia, es decir actividades repetitivas o secuenciales que involucran aspectos como la limpieza, lubricación, calibración, entre otros ajustes menores. (Alsayouf, Shamsuzzaman, Abdelrahman y Al-Taha, 2016, p.571)
- Los procedimientos técnicos monitorizados requieren una mayor planificación y muchas veces conllevan al desempleo parcial de la maquinaria a mantener, se utilizan más herramientas y en algunos casos se reemplazan componentes del equipo; para este tipo de mantenimiento se requiere de personal altamente calificado (Yang, Ma, Peng, Zhai y Zhao, 2017, p.204).
- Sistematización de equipos, este tipo de procedimientos implica el retiro del equipo del proceso de producción, se necesita reemplazar muchas más piezas y más complejas que en el caso anterior, en muchos casos se llama al proveedor para conocer temas técnicos para la mejora (Ni, Gu y Jin, 2015, p.449).

Dimensión del mantenimiento preventivo

Se presentan las dimensiones necesarias para explicar el mantenimiento de tipo preventivo, con relación la disponibilidad, dentro de las cuales se establece el porcentaje de tiempo de funcionamiento (Jimenez, 2015, p.13). Para la presente investigación se utiliza la siguiente expresión matemática para determinar la disponibilidad (Cuatrecasas y Torrel, 2010, p.127), a saber:

$$\% \text{Tiempo de funcionamiento} = \frac{\text{Tiempo Total} - \text{Tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo Total}} \times 100$$

Dicha expresión matemática tiene es equivalente a:

$$\% \text{ Tiempo de funcionamiento} = \frac{\text{Media de tiempos de buen funcionamiento}}{\text{Media de tiempos de buen funcionamiento} + \text{media de tiempos de proceso de reparación o de revisión}} \times 100$$

Finalmente, es posible resumirla de la siguiente manera:

$$\% \text{ Tiempo de funcionamiento} = \frac{MTBF}{MTTR + MTBF} \times 100$$

Dado por:

MTBF: Promedio de tiempos de buen funcionamiento

MTTR: Promedio de tiempo en procesos de reparación o de revisión

Dichos indicadores son determinados en la presente investigación para determinar el indicador de disponibilidad de las maquinas o equipos, materia de estudio.

Implementación del mantenimiento de tipo preventivo

La implementación del mantenimiento preventivo es importante en toda empresa que posea activos como maquinarias o sistemas (Wan, et al., 2017, p, 204); en este sentido es importante contar con el personal adecuado y responsable para el cumplimiento de dichas actividades (Yeu, Chao y Jyh, 2017, p.975). En este tipo de trabajos es importante el uso de diagramas entonces, en las siguientes figuras se aprecian algunos formatos como cuadros o cronogramas para realizar el seguimiento de las actividades (Dimitroff et al.,2016, p.164)

Tabla 4 *Ejemplo de formato de hoja de trabajo*

"Logo de la empresa"	<u>"Productos plásticos"</u> COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO	Código:			
		Fecha de Vigencia:			
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO					
N° de Orden de Trabajo: (1)		Fecha y hora de la solicitud: (2)			
		Solicitado por: (3)			
Código: (4)		Denominación del Equipo: (5)			
Tipo de trabajo a ejecutar (6) Mecánico: () Eléctrico: () Otro: ()		Tipo de Mantenimiento (7) Correctivo () Preventivo ()			
TRABAJO SOLICITADO (8)					
A llenarse por el encargado del Mantenimiento					
TRABAJO EJECUTADO (9)					
RECURSOS NECESARIOS (10)					
Personal		Recursos y materiales		Equipos	
Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción
OBSERVACIONES (11)				Hora y Fecha de Inicio del Mantenimiento: (12)	
				Hora y Fecha de culminación del Mantenimiento (13)	
Firma del Coordinador de Mito: (15)				Tiempo de Ejecución del trabajo: (14)	

Elaboración propia

La tabla anterior muestra la ficha ejemplo para desarrollar el mantenimiento preventivo, la cual indica fecha de realización, los materiales utilizados, el trabajo específico que se realizó en el equipo, y detalles como la mano de obra, implementos, tiempo de duración de la prueba, entre otros (Nourelfath, Nahas y Ben-Daya, 2016, p.24). Finalmente se encuentra un espacio para ser llenado como opinión u observaciones por parte del evaluador.

Tabla 5. Ejemplo de Formato para el control semanal

ÍCONO O LOGO DE LA EMPRESA			PROGRAMA DE MANTENIMIENTO																											
			FECHAS ESTIMADAS (dd/mm/aaaa)																											
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6							
Ítem	MAQUINARIA	SERIE	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1		-	■					■			■				■					■									■	
2		-			■						■									■									■	
3		-							■												■									■
4		-					■			■							■						■					■		
5		-			■												■								■					■
6		-							■								■								■				■	
7		-															■				■								■	
8		-																	■						■				■	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se logra apreciar un cronograma de trabajo donde se encuentran aspectos importantes como la relación de maquinarias, equipos o sistemas a evaluar (Sarker y Ibn, 2016, p.108); en donde los casilleros rellenos de color indican la programación de cada una para el mantenimiento preventivo. El resultado obtenido de dicho procedimiento puede haber sido contabilizado en horas o en mejoras de productividad (Liu, Xie y Kuo, 2016, p.701).

Ventajas de mantenimiento preventivo

En cuanto las ventajas dada la aplicación de este tipo de mantenimiento se logra desarrollar múltiples beneficios (Barde, Shin y Yacout, 2016, p.4), las cuales se mencionan a continuación:

- Minimiza las detenciones imprevistas por causa de fallas en los equipos o sistemas, que se refleja en menor pérdida de tiempo (Cárcel, 2016, p.61)
- Reduce las reparaciones de equipos, por lo que ahorra ese costo a la empresa para mejores beneficios.
- Ahorra también costo de mantenimiento para el caso de un accidente o falla grave, en tanto que estas pueden ser previstas por este tipo de mantenimiento (Hosseini y Ghadimi, 2015, p.80).
- Mejora la vida del equipo aumentando su utilidad y permanencia.
- Incremento en gran manera la disponibilidad de los equipos, lo que permite que el proceso productivo sea mucho más eficiente.

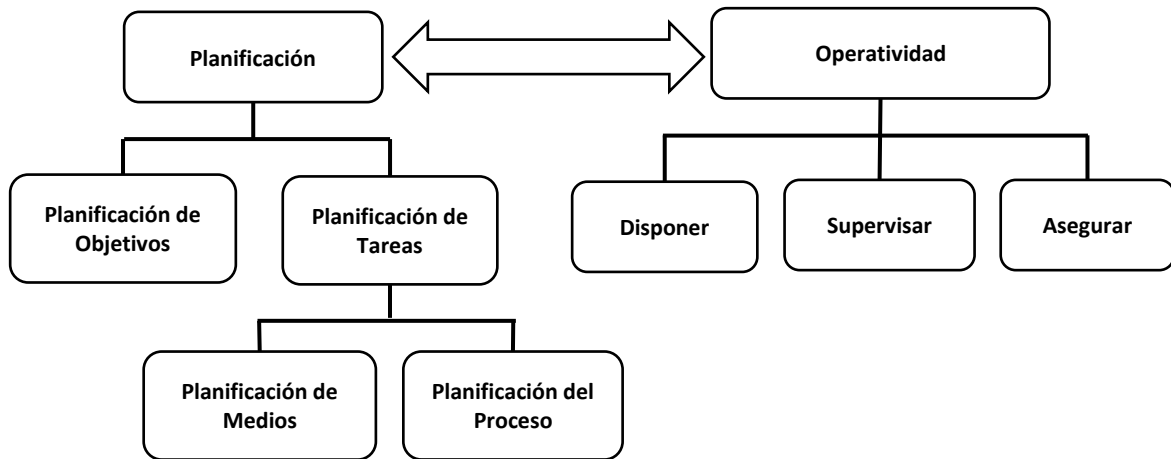


Figura 5. Relación en planificación y operatividad del mantenimiento preventivo

Elaboración propia

Otra ventaja del sustancial de este tipo de mantenimiento es que se mejora la planificación de tareas, dado que con una mejor organización y disposición de equipos el área operativa o productiva de la empresa puede disponer y supervisar mejor los equipos, además de asegurar la secuencia de actividades en su proceder; esta vinculación con el área operativa de la compañía (Lin, Pulido y Asplund, 2015, p.155).

1.3.2 Variable dependiente: Productividad de la planta de inyección

Productividad

Definición

Se le denomina así a la relación que guarda una cantidad producida por determinada maquinaria o trabajador de acuerdo a los recursos que han sido consumidos para este fin en un determinado periodo de tiempo (Cruelles, 2013, p.45). El concepto nace en la época de los economistas fisiócratas cuando pretendían medir el rendimiento en la agricultura, luego de la revolución industrial entran a tallar aspectos como la tecnología y la división del trabajo, y finalmente con las herramientas metodológicas de la ingeniería el concepto de productividad ha sido perfeccionado para cada ámbito en particular (Correa y Stumpo, 2017, p.36). La definición actual de productividad se encuentra definida bajo la Teoría de Organización Industrial, que menciona la relación de tres variables, la cantidad producida de un bien final en un periodo de tiempo delimitado con una cantidad de recursos delimitada

(López, 2016, p.100) (Powell, 2019, p.126); cabe resaltar que es importante considerar los factores de producción del proceso, además del uso de tecnología. Se debe considerar además la siguiente formula general para definir la productividad:

$$Productividad = \frac{Producción\ total}{Recursos}$$

La productividad es un indicador que permite medir el nivel de aprovechamiento o utilización de los recursos productivos que posee la empresa para la fabricación de determinado producto o servicio; además cuando exista una mayor productividad (Gutierrez, 2014, p.78), es decir, cuando los recursos sean aprovechados de manera más eficiente a través de una óptima gestión, se obtendrán menores costos de producción lo que permite a las empresas convertirse en entes más competitivos al mercado (Mayer, 2017, p.9). El aumento de la productividad tiene muchos beneficios (Grifell, Knox y Sickles, 2018, p.31) como por ejemplo los siguientes:

- Ampliar la cantidad producida con la misma cantidad de recursos
- Consumir menos insumos manteniendo el mismo nivel de producción
- Aumentar la cantidad producida y disminuir los recursos utilizados

La productividad se encuentra influenciada por muchos factores en la realidad, tales como: el uso de tecnología de punta, la calidad de los insumos, el diseño del proceso productivo, los costos de fabricación, etc. (Halpern, Koren y Szeidl, 2015, p.3661); esto se gráfica mejor en la siguiente imagen.



Figura 6. Factores de la productividad, elaboración propia
Elaboración propia

Tipos de productividad

Se puede obtener distintos tipos de productividad de acuerdo al enfoque analizado, considerando una productividad parcial para algunos recursos utilizados; y la productividad total (Mochida et al., 2018, p.2), las cuales se mencionan a continuación:

Productividad parcial

Se delimita cuando se desea saber específicamente los niveles de productividad respecto a un tipo de recurso utilizado o un conjunto de insumos; es decir relaciona de manera independiente de los factores escogidos de la producción total. A seguir, se evidencia la expresión matemática para la productividad parcial (Medianero, 2016, p.24):

$$Prod.Parcial = \frac{Producción\ total}{Recursos\ específicos\ utilizados}$$

Productividad total

Este un tipo de productividad, la cual corresponde al resultado de relacionar la producción total de bienes o servicios elaborados por la empresa respecto a los recursos totales que se utilizaron en el proceso productivo, los cuales pueden incluir el capital humano, la depreciación de maquinaria, el capital, insumos, entre otros; la formula se muestra a continuación:

$$Prod.Total = \frac{Producción\ total}{Recursos\ totales\ utilizados}$$

Dimensiones de la productividad

Eficiencia

La eficiencia se encuentra vinculada al análisis de acuerdo a las metas esperadas en el proceso productivo respecto a los recursos que se poseían para lograr dichas metas (Spiering, Kohlitz, Sundmaeker y Herrmann, 2015, p.56). Se evalúa que no se haya realizado desperdicios de materiales o pérdidas innecesarias de tiempo, puede ser visto también como la forma correcta de realizar los procedimientos para alcanzar los objetivos planteados por la gerencia. (Baumers, Dickens, Tuck y Hague, 2016, p.198)

En la presente investigación se utiliza la siguiente expresión matemática para determinar el rendimiento de fuerza de trabajo, medido en personas, a saber:

$$\% \text{ Rendimiento de fuerza de trabajo (personas)} = \frac{\text{Toneladas producidas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas hombre utilizadas}} \times 100$$

Asimismo, en la presente investigación se utiliza la siguiente expresión matemática para determinar el porcentaje de utilización de fuerza de trabajo, medido en personas, a saber:

$$\% \text{ Utilización de fuerza de trabajo (personas)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas utilizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas hombre programadas}} \times 100$$

Factores duros (Eficacia)

Se considera que la eficacia se relaciona con la capacidad de lograr los resultados esperados en el procedimiento, es decir la medición de avances para alcanzar una meta planteada, la cual debe seguir una línea de acción establecida por la gerencia, tal como un cronograma de avances o metas mensuales para el objetivo final (Sánchez, 2015, p.152). En este estudio está representada por la dimensión factores duros, es decir, fácilmente cambiables. En la presente investigación se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$\% \text{ Producción realizada} = \frac{\text{Toneladas producidas}}{\text{Toneladas programadas}} \times 100$$

Generación de productividad

Para aumentar la productividad en una organización, se debe considerar la existencia de dos tipos de factores claramente diferenciados, el primer término se tienen los factores internos y externos, los cuales muchas veces pueden ser controlables y en otras no; pero es trabajo del área en su conjunto gestionarlos de la mejor manera posible (Graff y Kahn, 2016, p.4) En la búsqueda de esa mejora es importante considerar la acumulación del conocimiento por parte del personal, mejorar su capacitación involucra un buen desempeño en sus actividades; también es importante la tecnología, en tanto que permite realizar ajustes más rápido ante adversidades e incrementa la velocidad y calidad en el proceso productivo; luego también se encuentra la disposición de los recursos para potenciar las fortalezas que posea la organización frente a su competencia (Beom, Seong y Hyun, 2015, p.1276).

1.4 Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la Productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019?

Problemas específicos

¿En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la disponibilidad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019?

¿En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora el rendimiento de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019?

¿En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la calidad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, Ate, 2019?

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación Teórica

En una investigación es posible establecer o precisar su justificación teórica cuando el propósito ha sido el generar reflexión y contribuir al debate académico sobre el conocimiento actual, contrastar una teoría, y sus hallazgos o también llevar a cabo la epistemología del conocimiento existente a la fecha (Bernal, 2010, p.106).

La importancia teórica está dada por el conceptos técnicos y teoría relacionada a la gestión del mantenimiento para revalidar los supuestos base que la constituyen, ya que actualmente nuestro país está enfrentando a las exigencias dentro de la industria del plástico, por lo cual tiene se precisa operar de una manera dinámica y continuando un ritmo de producción óptimo para así poder alcanzar los niveles que demanda el mundo globalizado.

1.5.2 Justificación Práctica

La mayoría de investigaciones tienen su importancia práctica cuando su desarrollo contribuye a la solución de problemas o, al menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a su mejoría (Bernal, 2010, p.106). La importancia práctica de este estudio está dada porque se pretende mejorar a través de los conocimientos necesarios sobre la gestión del mantenimiento de tipo preventivo la productividad de las maquinarias o equipos de enfriamiento de moldes de la planta de inyección.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

1.6.2 Hipótesis específicos

La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la disponibilidad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora el rendimiento de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

La Gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la calidad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la Productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

1.1.1 Objetivos específicos

En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la disponibilidad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora el rendimiento de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la calidad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de producto plástico, Ate, 2019.

II. MÉTODO

Este estudio es de carácter cuantitativo puesto que utiliza la actividad de recolección de los datos para probar hipótesis, sobre la base de la medición mediante números o cifras, y asimismo el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y de esta manera probar teorías (Hernández, Fernández y baptista 2014, p.4)

Asimismo, es longitudinal puesto que se pretende realizar mediciones a un área específica de manera periódica ya que, se evaluará en distintos periodos la variable dependiente, tomándose un pre y un post es decir un antes y un después de la ampliación de la variable independiente (Hernández, Fernández y baptista 2014, p.159)

Por otra parte, se considera que es aplicada puesto que se busca mejorar con la utilización de la metodología del mantenimiento de tipo preventivo la variable dependiente denominada productividad de equipos de enfriamiento de moldes, de esta manera dar la solución a la realizada problemática (Hernández, Fernández y baptista 2014, p.24)

2.1 Diseño de investigación

Corresponde a uno de tipo cuasi experimental, con pretest y posttest de un solo grupo, puesto que se realiza la manipulación deliberada al menos una variable de tipo independiente para medir su efecto y relación con una o más variables dependientes (Valderrama, 2015, p.65).

A continuación, se presenta el esquema del diseño cuasi experimental:

Grupo	Pre-test	V.independiente	Post-test
G.E	O1	X	O2

Dónde:

E: Grupo experimental

O1: Observación de la variable dependiente antes de la mejora

X: Variable de tipo independiente

O2: Observación de la variable dependiente después de la mejora

2.2 Variables, operacionalización

Variable Independiente: gestión de mantenimiento preventivo

La variable independiente es la Gestión del mantenimiento preventivo que será medida a través de garantizar la disponibilidad, asimismo la confiabilidad y también la mantenibilidad de los sistemas productivos con la aplicación de un plan de mantenimiento eficaz.

Variable Dependiente Productividad

La variable dependiente es la Productividad que es medido mediante los factores internos de la productividad en la planta de inyección en la empresa de materia de estudio, la cual está dividida en dos dimensiones: factores blandos (fáciles de cambiar) y factores duros (no fácilmente cambiables).

Operacionalización de las variables

En las Tabla siguiente, se muestra la operacionalización de las variables materia de estudio, dadas por: gestión del mantenimiento de tipo preventivo y la productividad. Asimismo, cabe indicar que la variable gestión del mantenimiento preventivo es medida a través del porcentaje Tiempo de funcionamiento y la productividad mediante el rendimiento de fuerza de trabajo.

Tabla 6. *Matriz de operacionalización*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICA
V1 Gestión de mantenimiento preventivo	Gestión del mantenimiento preventivo	% Tiempo de funcionamiento (% tiempo que el equipo está útil) = $\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100$	Observación
		MTBF Media de tiempos de buen funcionamiento MTTR Media de tiempo de procesos de reparación o de revisión	
V2 Productividad	Factores blandos (fáciles de cambiar)	Rendimiento de fuerza de trabajo (personas) = $\frac{\text{Toneladas producidas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas hombres utilizadas}}$	
		% Utilización de fuerza de trabajo (personas) = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de horas hombres utilizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas hombres programadas}} * 100$	
	Factores duros (no fácilmente cambiables)	% Producción realizada (planta) = $\frac{\text{Toneladas producidas}}{\text{Toneladas programadas}} * 100$	

2.3 Población y muestra

Población

Por definición, la población es el: “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández et ál., 2010, p. 174). En la presente investigación, ésta se encuentra conformada por 25 equipos de enfriamiento de moldes observado en un periodo de 12 meses.

Muestra

Con respecto a la muestra, se le denomina así al: “subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de ésta” (Hernández et al, 2010, p. 173). En esta investigación, la muestra es igual a la población, la cual está constituida por 25 equipos de enfriamiento de moldes observado en un periodo de 12 meses, iniciando en mayo 2018 hasta el mes de abril 2019.

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

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas para la recolección de información, específicamente datos corresponden a la etapa en la que se recolecta datos pertinentes respecto a los atributos, definiciones o variables de las unidades de análisis (Valderrama, 2013, p. 168). En esta investigación se efectúa la técnica de observación y análisis documental para llevarse a cabo.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de medición son los recursos materiales que utiliza el investigador para extraer y almacenar la información, tales como formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes (Valderrama, 2013, p.195). En el presente estudio el instrumento está dado por el registro en formatos de mantenimiento preventivo.

Validez

La validación del instrumento de medición se realizó a través de juicio de expertos, conformado por tres asesores, un asesor metodológico y dos temáticos que cuentan con especialidad del tema de estudio.

2.5 Métodos de análisis de datos

El método de análisis de los datos obtenidos en una investigación representa una de las etapas más importantes de la investigación cuantitativa, implica el procesamiento, análisis e interpretación de los datos recolectados mediante el instrumento respectivo (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez 2014, p. 254). A continuación, se detalla el método de análisis de datos correspondiente a la estadística descriptiva inferencial:

- a) La estadística descriptiva, se utilizan tablas de frecuencia, en las que se determinan frecuencias absolutas, acumuladas y a nivel porcentual. De igual manera, se utiliza gráficos como los histogramas que representan gráfico utilizado para variables de orden cuantitativas de tipo continua.
- b) La estadística inferencial, se utilizan pruebas de hipótesis que consiste en tomar la decisión de rechazar o no la hipótesis de tipo nula, esto será posible mediante el uso de la prueba estadística T- Student para comparar la diferencia entre las medias de un grupo y otro. Asimismo, se utiliza la prueba de bondad de ajuste para determinar si los datos muestrales provienen de una distribución normal, para lo cual se utiliza la prueba de Shapiro Wilks, cuando la muestra es menor a 30 observaciones. Finalmente, se hace uso de la prueba paramétrica denominada coeficiente de correlación r de Pearson, que corresponde a una prueba estadística paramétrica que permite analizar la el grado relación existente o nivel de asociación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón, se determina mediante el coeficiente r de Pearson, éste puede variar entre -1.00 y $+1.00$, donde -1 corresponde a una correlación inversa y perfecta y $+1$ corresponde a una correlación directa y perfecta (Hernández Fernández y baptista, 2010, p.312)

2.6 Aspectos éticos

En este apartado se manifiesta una conducta responsable en investigación, esto demostrándose a través del respeto a los valores y principios de carácter ético, que son fundamentales tales como la veracidad de los resultados presentados, la originalidad de esta investigación, la salvaguarda y defensa de la propiedad intelectual de los diferentes autores de los textos utilizados, el respeto por el espíritu de la investigación y la contribución al conocimiento para la comunidad universitaria. Asimismo, dejo constancia expresa que sólo tenemos autorización de la empresa para mostrar los resultados analizados en el trabajo realizado y para ser utilizados con fines académicos.

III. RESULTADOS

3.1. Implementación de la mejora

3.1.1. Breve reseña de la empresa de fabricación de Producto Plástico.

La empresa de fabricación de producto plástico, Ate. Está dedicada a la producción de productos plásticos para el hogar, industrial y comercio, realiza sus operaciones en un sistema de alta calidad, competitividad y de manufactura de clase mundial, en 1992, la empresa de fabricación de producto plástico se hace oficialmente presente en el Perú, el rápido posicionamiento de la empresa de fabricación de producto plástico en el país la lleva abrir su primera planta de producción con tan solo 2 máquinas inyectoras y una cantidad de 6 moldes de inyección. Actualmente la planta de inyección cuenta con 120 inyectoras y más de 1600 moldes de inyección, siendo la empresa líder en la venta de plásticos. Su misión es superar las expectativas del cliente en los diferentes campos de la inyección de productos plástico. Visión. Ser una empresa líder entre las empresas de producción plásticas, competitiva a nivel internacional, creando valores a nuestros clientes internos y externos.



Figura 7. Planta de inyección de Ate

Fuente: Gerencia de mantenimiento

3.1.2. Identificar la problemática

El problema interno del departamento de servicio industriales es la inadecuada programación de mantenimiento preventivo de los Chiller, no cuenta con plan de mantenimiento, existiendo un deficiente flujo de trabajo en las diferentes áreas de la compañía generando paros no planeados, pérdida de tiempo y reclamos de las diferentes áreas productivas, es por ello que se requiere de la mejora y reestructuración, seguimiento de este proceso a través de la medición y ejecución del trabajo según los estándares generales, la forma de operar del departamento es que una vez que ocurre la falla generan una acción correctiva, no se cuenta con indicadores que midan el desempeño del nivel de la calidad en el mantenimiento de los equipos y hay falta de conocimiento en los operadores de servicios industriales hacia la maquinaria que se utiliza ya que no se les brinda frecuentemente capacitaciones del funcionamiento correcto de los equipos. Los problemas mayores del área de servicios industriales son: deficiente programación de mantenimiento preventivo falta de desempeño y empoderamiento del personal técnico, no hay metas establecidas. En consecuencia, las causas que afectan a la problemática requieren de un tipo de herramienta que revierta la situación observada, esto nos da a entender que el problema radica en la falta de mantenimiento a los equipos, para poder identificar el problema de baja productividad se realizara un diagrama de Causa-Efecto.

El diagrama causa-efecto es un vínculo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables. A continuación, realizaremos el diagrama de causa-efecto.

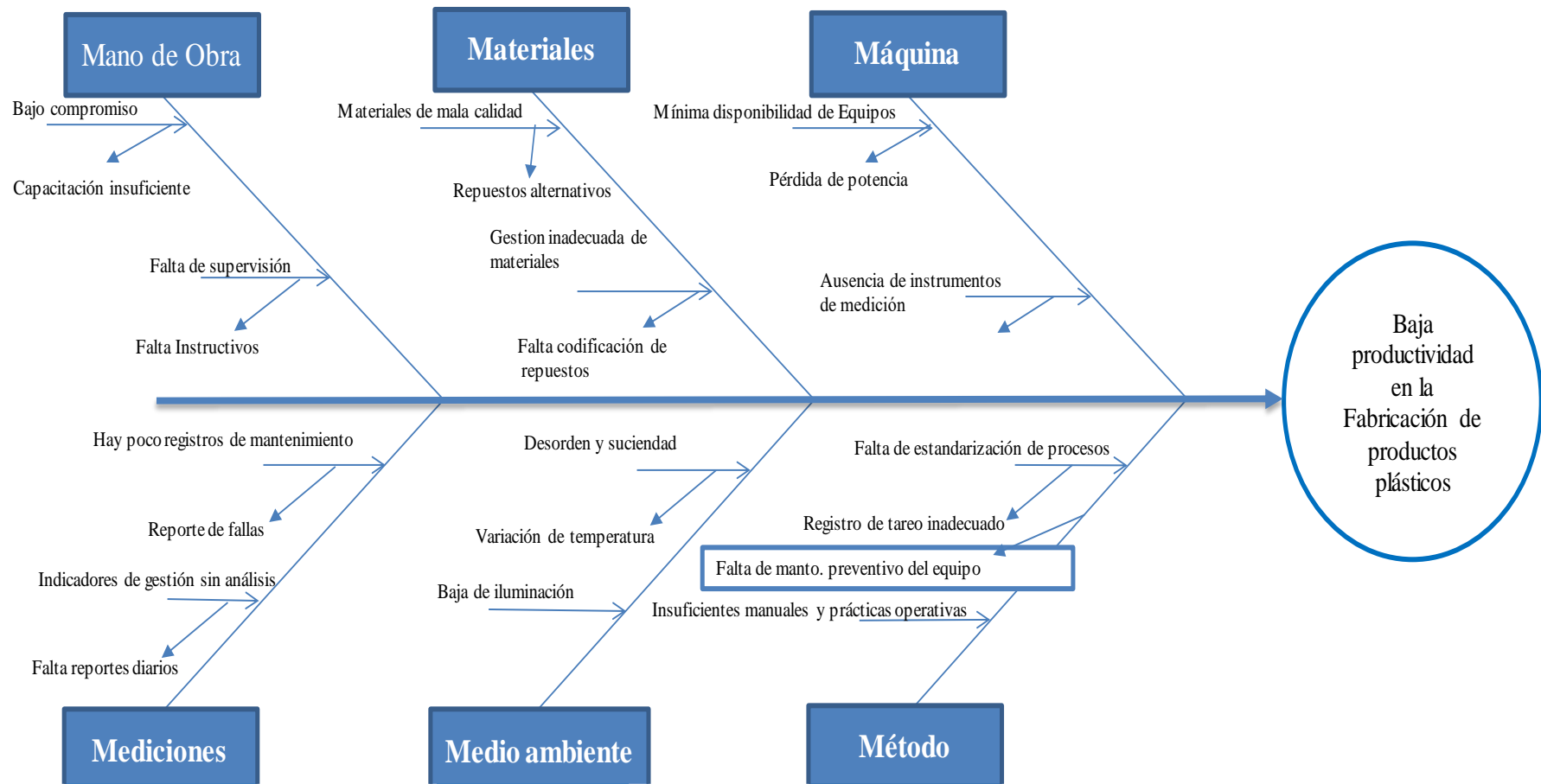


Figura 8. Diagrama de Ishikawa, Causa Efecto de baja productividad.

Fuente: Gerencia de mantenimiento

Diagrama de Pareto, se visualiza el problema principal del área de mantenimiento son ocho causas con mayor frecuencia de incidencia.

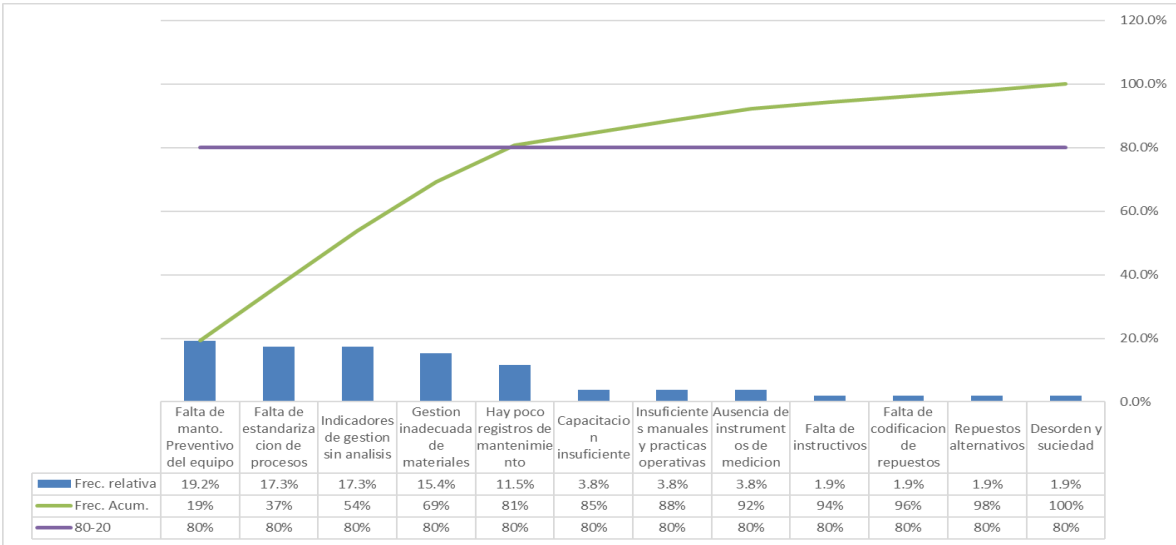


Figura 9. Diagrama de Pareto 80-20 de la empresa de fabricación de Productos Plásticos

Fuente: Gerencia de mantenimiento

Según la figura mostrada se observa las causas principales que afectan al área de mantenimiento industrial y por consecuencia la baja productividad, dentro de ello se observa los siguientes:

- Falta de gestión de mantenimiento preventivo
- Falta de estandarización de procesos
- Indicadores de gestión sin análisis
- Gestión inadecuada de materiales

La empresa de fabricación de productos plásticos tiene 120 máquinas de inyección los cuales se detallarán en el cuadro adjunto, hay que recalcar que estas máquinas están involucradas directamente en la problemática que se tiene el departamento de mantenimiento.

Tabla 7. Máquinas existentes en la empresa de fabricación de productos plásticos

	EQUIPO	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICACIÓN	CÓDIGO INTERNO	ESTADO
EMPRESA DE FABRICACION DE PRODUCTOS PLASTICOS 2019	I001 LK 350	PT350 C	682459905	2006	S24000	OPERATIVO
	I002 NEGRI BOSSI 330	NB-330	54-204	1994	S06000	OPERATIVO
	I003 BMB 200 # 1	KW200/1300	2070271	2002	S19000	OPERATIVO
	I004 BMB 200 # 2	KW 200/1300	4030330	2004	S23000	OPERATIVO
	I005 LK 250	PT250C	679310405	2006	S25000	OPERATIVO
	I006 CLF 180 TX # 2	CLF180TX	2007-JD-006	2007	P00070	OPERATIVO
	I007 TOSHIBA 220	EC 220-6A	319103	2004	X02500	OPERATIVO
	I008 LK 200	PT 200C	478316615	2004	S22000	OPERATIVO
	I009 CLF 180 TX # 1	CLF 180TX	2006-JD-083	2006	P00060	OPERATIVO
	I010 MIR 190	MIR 190	5387	1987	X13000	OPERATIVO
	I011 CINCINATTI 300	CINCINATTI 300	4053A01/81-12	1987	X12000	OPERATIVO
	I012 ARBURG 70 # 2	305-210-700	135940	1987	S16000	OPERATIVO
	I013 ARBURG 70 # 1	305-210-700	136956	1987	S15000	OPERATIVO
	I014 CLF 180 TX # 3	CLF 180 TX	2007- JD- 007	2007	P00080	OPERATIVO
	I015 BKT 130	BKT 1300/630	49155	1993	S01000	OPERATIVO
	I016 MILACRON 180 # 2	A07B - 1521-B	A02ZT1909	2002	S21000	OPERATIVO
	I017 MILACRON 180 # 1	A07B-1521-B	A02ZT1908	2002	S20000	OPERATIVO
	I018 LH 180TN	LH 180	12400	2010	P00010	OPERATIVO
	I019 MIR 95	BKT 95	5416	1987	X10000	OPERATIVO
	I020 BKT 95	BA950/500 CDK	CK95914517439	1995	S02000	OPERATIVO
	I021 BKT 75	BA750/315 CDK	CK75917517441	1995	S03000	OPERATIVO
	I022 HAITIAN 120	MA 1200	8.07012E+11	2008	S70000	OPERATIVO
	I023 BATTENFELD 95	CDK 95	CD95921315497	1993	X02000	OPERATIVO
	I024 BATTENFELD 65	65	8700	2010	S09000	OPERATIVO
	I025 CLF 120 TX # 4	CLF 120TX	2008 -JD-085	2008	S00140	OPERATIVO
	I026 CLF 120 TX # 3	CLF 120TX	2008 - JD - 082	2008	S00130	OPERATIVO
	I027 CLF 120 TX # 2	CLF 120 TX	2008 - JD - 081	2008	S00120	OPERATIVO
	I028 CLF 120 TX # 1	CLF 120 TX	2008 - JD - 080	2008	S00110	OPERATIVO
	I029 CLF 180 TX # 5	CLF 180 TX	2008 - JD - 084	2008	S00100	OPERATIVO
	I030 CLF 180 TX # 4	CLF 180TX	2008 - JD - 083	2008	S00090	OPERATIVO
	I031 NEGRI BOSSI PX 330	PX 330 - 2850	208-112	2007	P00100	OPERATIVO
	I032 NEGRI BOSSI PX 330	PX 330	208 - 111	2007	P00090	OPERATIVO
	I033 LK 450 # 1	PT 450C	683465404	2006	S26000	OPERATIVO
	I034 LK 450 # 2	PT 450C	683465405	2006	S27000	OPERATIVO
	I035 BMB 350	KW 35 PI 2200	2030950	2002	S17000	OPERATIVO
	I036 BATTENFELD 450	BA 4500/3300 BK	58495	2002	S18000	OPERATIVO
	I037 NEGRI BOSSI 400	NB 400	40000H3400	1995	S04000	OPERATIVO
	I039 ITALTECH 500	500T	8504	1987	S07000	OPERATIVO
	I040 HPM 700 # 1	700 MKIL 110	86160	1987	S11000	OPERATIVO
	I041 HPM 700 # 2	700-MK-II-1991	91090	1991	S12000	OPERATIVO
	I042 CLF 650	CLF 650 TY	2005 - JD-207	2005	P00020	OPERATIVO
	I043 CLF 850	CLF 850 TY	2005 - JD - 208	2005	P00030	OPERATIVO
	I044 CLF 1050 TY	CLF 1050 TY	2005 - JD - 209	2005	P00040	OPERATIVO
	I045 BMB 1100	12500 CM3	5030250	2005	P00050	OPERATIVO
	I046 BMB 1400	18500 CM3	3090041	2003	X06000	OPERATIVO
	I047 EXCEL 1250	EXCEL 1250	8852	2010	S14000	OPERATIVO
	I048 NEGRI BOSSI 1000	NB 1000	44-178	1996	S10000	OPERATIVO
	I049 EXCEL 1430	KM - 4500	M1 F001	1990	X03000	OPERATIVO
	I050 NPM 1400 # 4	UNYKA 1400	4407	2000	P00300	OPERATIVO
	I051 EXCEL 1600	FCS-1600	F3H002	1991	S13000	OPERATIVO
	I052 NEGRI BOSSI V 1500	V 1500	84 - 113	2007	P00500	OPERATIVO
	I053 CLF 750 # 1	CLF 750TX	2007-JD-058	2007	S28000	OPERATIVO
	I054 CLF 750 # 2	CLF 750 TX	2007-JD- 059	2007	S29000	OPERATIVO
	I055 NPM 1400 # 3	UNYKA 1400	4405	2000	P00200	OPERATIVO
	I056 NPM 1400 # 2	UNYKA 1400	4403	1999	S29200	OPERATIVO
	I057 NPM 1400 # 1	UNYKA 1400	4401	1999	S29100	OPERATIVO
	I058 NPM 2000	UNYKA 2000	4404	2000	P00400	OPERATIVO
	I059 BMB 850 # 1	KW850/8500	9070590	2009	INY063	OPERATIVO
	I060 BMB 1150 # 1	KW1150/12500	9070190	2009	INY064	OPERATIVO

EMPRESA DE FABRICACION DE PRODUCTOS PLASTICOS 2019	I061 BMB 550 # 1	KW550/5500	9070680	2009	INY062	OPERATIVO
	I062 NPM 500 # 1	MULTIPOWER 500	MATRICULA : 3001.5420	2010	P00600	OPERATIVO
	I063 NPM 500 # 2	MULTIPOWER 500	MATRICULA - 3001.5424	2010	P00700	OPERATIVO
	I064 TOSHIBA 630 # 1	630	8795	2010	X04000	OPERATIVO
	I065 TOSHIBA 630 # 2	630	9785	2010	X05000	OPERATIVO
	I067 HAITIAN 160	MA1600/600	2.01007E+14	2008	INY067	OPERATIVO
	I068 BMB 450	EKW45PI/5500HYBRI D	1120710	2011	INY070	OPERATIVO
	I069 BMB 550 # 2	EKW55PI/5500HYBRI D	1120910	2011	INY068	OPERATIVO
	I070 BMB 550 # 3	EKW55PI/5500	1120910	2011	INY069	OPERATIVO
	I071 BMB 700 # 1	EKW70PI/7000	11200020	2011	INY071	OPERATIVO
	I072 BMB 1150 # 2	EKW1150/12500	1120220	2012	INY072	OPERATIVO
	I073 BMB 850 # 2	EKW85PI/8500	1120820	2012	I73000	OPERATIVO
	I074 BMB 1700 # 1	EKW1700/18500	1120320	2012	INY074	OPERATIVO
	I075 CLF 180 # 6	CLF 180TX	2012-JD-049	2012	INY081	OPERATIVO
	I076 CLF 180 # 7	CLF 180 TX	2012-JD-050	2012	INY082	OPERATIVO
	I077 CLF 120 # 6	CLF 120 TX	2012-JD-045	2012	INY077	OPERATIVO
	I078 CLF 120 # 5	CLF 120 TX	2012-JD-046	2012	INY078	OPERATIVO
	I079 CLF 120 # 7	CLF 120 TX	2012-JD-047	2012	INY079	OPERATIVO
	I080 CLF 120 # 8	CLF 120 TX	2012-JD-048	2012	INY080	OPERATIVO
	I081 CLF 60	CLF 60 TX	2012-JD-043	2012	INY075	OPERATIVO
	I082 CLF 100	CLF 100 TX	2012-JD-044	2012	INY076	OPERATIVO
	I083 CLF 120 TX # 9	CLF-120 TX	2013-EA-241	2013	INY083	OPERATIVO
	I084 CLF 120 TX # 10	CLF-120 TX	2013-EA-233	2013	INY084	OPERATIVO
	I085 CLF 120 TX # 11	CLF-120 TX	2013-EA-242	2013	INY085	OPERATIVO
	I086 CLF 120 TX # 12	CLF 120 TX	2013-EA-240	2013	INY086	OPERATIVO
	I087 CLF 120 TX # 13	CLF 120 TX	2013-EA-239	2013	INY087	OPERATIVO
	I088 CLF 120 TX # 14	CLF 120 TX	2013-EA-232	2013	INY088	OPERATIVO
	I089 CLF 120 TX # 15	CLF 120 TX	2013-EA-231	2013	INY089	OPERATIVO
	I090 CLF 120 TX # 16	CLF 120 TX	2013-EA-234	2013	INY090	OPERATIVO
	I091 CLF 180 TX # 08	CLF 180 TX	2013-EA-244	2013	INY091	OPERATIVO
	I092 CLF 180 TX # 09	CLF 180 TX	2013-EA-245	2013	INY092	OPERATIVO
	I093 CLF 180 TX # 10	CLF 180 TX	2013-EA-237	2013	INY093	OPERATIVO
	I094 CLF 180 TX # 11	CLF 180 TX	2013-EA-246	2013	INY094	OPERATIVO
	I095 CLF 180 TX # 12	CLF 180 TX	2013-EA-243	2013	INY095	OPERATIVO
	I096 CLF 180 TX # 13	CLF 180 TX	2013-EA-235	2013	INY096	OPERATIVO
	I097 CLF 180 TX # 14	CLF 180 TX	2013-EA-238	2013	INY097	OPERATIVO
	I098 CLF 180 TX # 15	CLF 180 TX	2013-EA-236	2013	INY098	OPERATIVO
	I099 CLF 285 TX # 1	CLF 285 TX	2013 - EA - 247	2013	INY099	OPERATIVO
	I100 CLF 285 TX # 2	CLF 285 TX	2013 - EA - 248	2013	INY100	OPERATIVO
	I101 CLF 285 TX # 3	CLF 285 TX	2013 - EA - 249	2013	INY101	OPERATIVO
	I102 CLF 285 TX # 4	CLF 285 TX	2013 - EA - 250	2013	INY102	OPERATIVO
	I103 CLF 285 TX # 5	CLF 285 TX	2013 - EA - 251	2013	INY103	OPERATIVO
	I104 CLF 400 TX # 1	CLF 400 TX	2013 - EA - 252	2013	INY104	OPERATIVO
	I105 CLF 400 TX # 2	CLF 400 TX	2013 - EA - 253	2013	INY105	OPERATIVO
	I106 CLF 400 TX # 3	CLF 400 TX	2013 - EA - 254	2013	INY106	OPERATIVO
	I107 CLF 400 TX # 4	CLF 400 TX	2013 - EA - 255	2013	INY107	OPERATIVO
	I108 CLF 400 TX # 5	CLF 400 TX	2013 - EA - 256	2013	INY108	OPERATIVO
	I109 NETSTAL 860 # 1	SYN 8000 - 5500	20130292	2014	INY109	OPERATIVO
	I110 NETSTAL 860 # 2	SYN 8000 - 5500	2013029101	2014	INY110	OPERATIVO
	I111 MAICO1600	ML1600 HYBRID	1552	2014	INY111	OPERATIVO
	I112 BMB 1700 # 2	EKW1700/18500HYB	4170631	2014	INY112	OPERATIVO
	I113 NETSTAL 420 # 1	SYN 4200- 3700	2013029301	2013	INY113	OPERATIVO
	I114 NETSTAL 420 # 2	SYN 4200-3700	2013029401	2013	INY114	OPERATIVO
	I115 BMB 2200	EKW2200/32000	5110110	2015	INY115	OPERATIVO
	I116 BMB 550 # 4	EKW55PI/5500	5101791	2015	INY116	OPERATIVO
	I117 BMB 550 # 5	EKW55PI/5500	5101891	2015	INY117	OPERATIVO
	I118 BMB 550 # 6	EKW55PI/5500HYBRI	7160311	2017	INY118	OPERATIVO
	I119 BMB 550 # 7	EKW55PI/5500	7160611	2017	INY119	OPERATIVO
	I120 BMB 700 # 2	EKW70PI/7000	7170341	2017	INY120	OPERATIVO
	I121 BMB 1400 # 2	EKW1400/24000HYB	8140250	2018	INY121	OPERATIVO
	I122 INYECTO SOPLADO	GF/IB-125L/INJL	IB00309.15	2015	ISGF01	OPERATIVO

Fuente: Gerencia de mantenimiento.

En la figura adjunta se puede observar el diagrama de operaciones del Mantenimiento de los equipos chiller analizando la figura vemos el incumplimiento preventivo programados, no hay registros de las intervenciones que se realizó en el campo, el formato de registro no se integra a la base de datos, como consecuencia nuestra Gerencia de mantenimiento solo espera las acciones correctivas del equipo

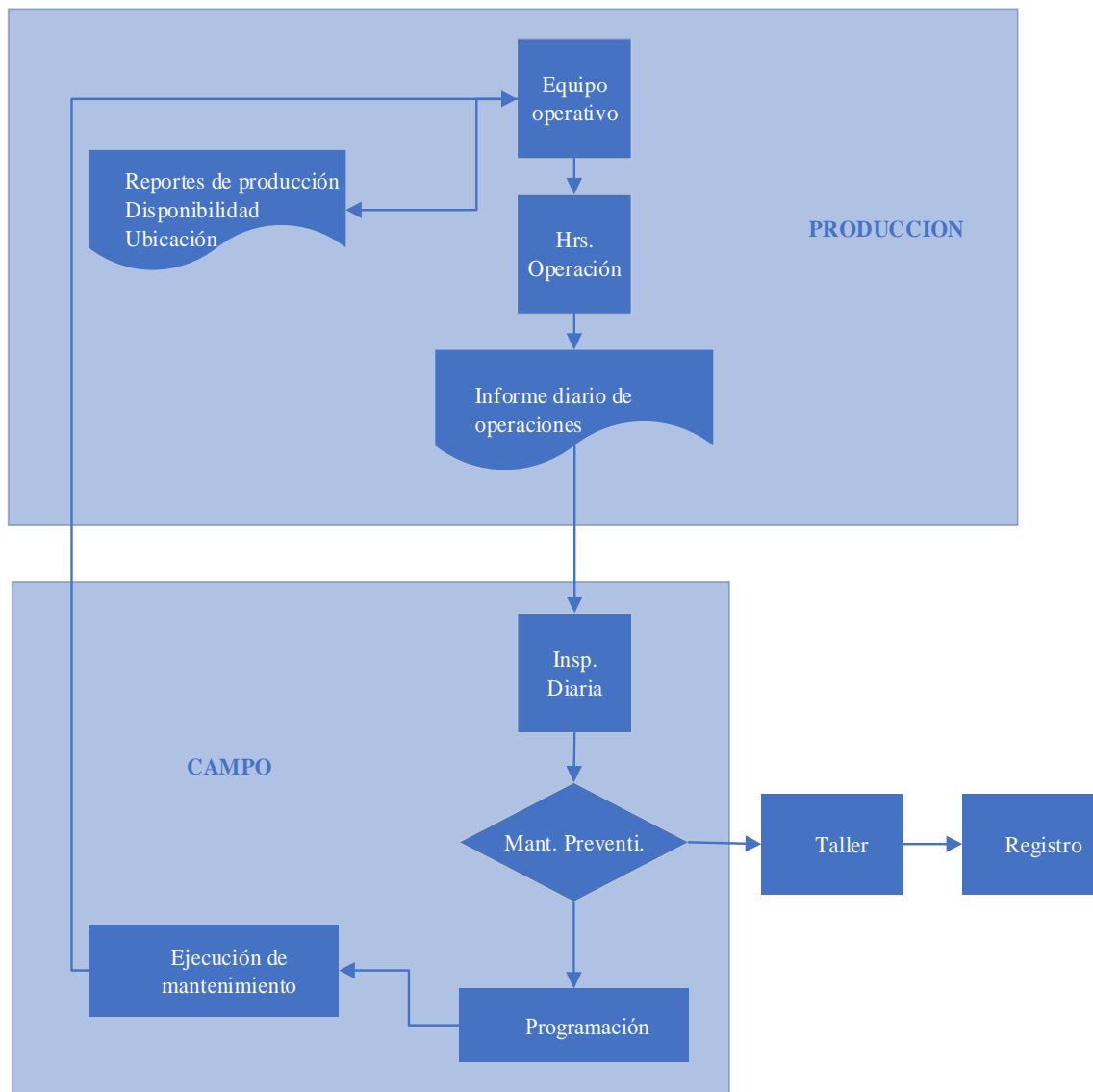


Figura 10. Diagrama de operaciones de mantenimiento

Fuente: Gerencia de mantenimiento

3.1.3. Diagrama de Operaciones de Mantenimiento

Con el objetivo de Mejorar la productividad en la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos de equipos de enfriamiento de molde, es considerada la propuesta de la aplicación del mantenimiento planificado para los cuales tenemos sus dimensiones que son Gestión de mantenimiento y productividad.

Objetivo.

- Aplicar el programa de mantenimiento preventivo y autónomo que sea efectivo para los equipos de enfriamiento de moldes.
- Integrar todas las herramientas de Gestión.
- Lograr que el área de mantenimiento sea eficiente económicamente.

Cronograma

Se formula, el cronograma de actividades considerando algunos aspectos fundamentales para lograr el objetivo trazado y mantener el funcionamiento de los sistemas del equipo.

Ha continuación se muestra dos tablas, la primera es el cronograma de actividades de la aplicación del mantenimiento planificado en 24 semanas, la segunda el cronograma de aplicación del mantenimiento preventivo y autónomo el cual explicaremos según su orden.

En nuestro desarrollo nos enfocaremos en las 4 semanas de implementación los cuales se está adjuntado en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 8. *Cronograma de actividades*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA APLICACIÓN MANTENIMIENTO PLANIFICADO - 2019																								
Actividades	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24
Diagnostico de la situación actual	■	■	■																					
Análisis e impacto del problema				■	■	■																		
Presentación del proyecto a gerencia							■	■																
Propuesta de mejora la aplicación del mantenimiento planificado									■	■	■													
Aplicación del Mantenimiento planificado												■	■	■										
Desarrollo de la aplicación del mantenimiento planificado															■	■	■							
Evolución y medición de la mejora																		■	■	■				
Establecer mecanismos de control para la estandarización																					■	■	■	

Fuente: Gerencia de mantenimiento.

Tabla 9. *Cronograma de aplicación del mantenimiento planificado.*

Feb-19					
ACTIVIDADES	1SEMANA				RESPONSABLE
Mant. Preventivo					Ing. Aldo Juliano Laimé
Capacitación del personal técnico					
Selección de grupo					Ing. Miguel Dueñas Cereceda
Implementación del Mantenimiento					Mario Colquehuanca
Implementar formatos de actividades del mantenimiento					Mario Colquehuanca
Monitoreo de mantenimiento					Mario Colquehuanca

Mar-19					
ACTIVIDADES	1SEMANA				RESPONSABLE
Mantenimiento Autónomo					Mario Colquehuanca
Limpieza y depuración de focoa de suciedad					Mario Colquehuanca
Establecimientos de limpieza					Mario Colquehuanca
Revisión general del equipo					Mario Colquehuanca
Check Autonomo					Mario Colquehuanca
Organizar y Ordenar					Mario Colquehuanca
Estandarización de la Gestión Autonomo del Mantenimiento					Mario Colquehuanca

Fuente: Gerencia de mantenimiento.

Se realizó el análisis y la evaluación de una nueva aplicación de mantenimiento que ayude a mejorar los errores casi comunes donde impactan económicamente a la producción, se procedió a desarrollar la oportunidad de la mejora haciendo el uso de las herramientas necesarias para la identificación de las causas y problemas más resaltantes del área.

Para un rendimiento eficiente de los componentes y equipos, se implementará el mantenimiento planificado a través del cual se pretende optimizar costos, que permiten eliminar pérdidas y tiempos muertos en las áreas de mantenimiento.

3.1.4. Definición del Problema Actual

Se definió las medidas a tomarse para lograr los objetivos de manera integral, en cuanto a las acciones, actividades y los procedimientos de aplicación del mantenimiento planificado, en función al análisis identificada en el área de mantenimiento, mencionaremos algunos de ellos a continuación: falta de capacitación, falta de registros y la falta de repuestos e insumos.

Presentación del proyecto al comité de gerencia

Seguidamente se planteó la presentación del proyecto de la aplicación del mantenimiento planificado a la gerencia incidiendo en la ventaja y los beneficios de su aplicación. La gerencia evaluó y aprobó la propuesta de aplicación del mantenimiento planificado.

Propuesta de Mejora

Se realizó la propuesta de mejora en función a las acciones y pasos de aplicación del mantenimiento planificado para ello contaremos con la capacitación del personal técnico, estandarización en los procesos de mantenimiento preventivo y autónomo, también se establecerá una base para controlar y supervisar el desarrollo de todas las actividades que componen el proyecto.

Aplicación del mantenimiento planificado

Capacitación del personal técnico



Figura 11. Capacitación del personal técnico

Fuente: Gerencia de mantenimiento

Se realizó la capacitación del personal del área de mantenimiento acerca de la aplicación de la nueva metodología a lineado a las actividades del mantenimiento preventivo, así mismo la Jefatura de Mantenimiento asume el compromiso y la responsabilidad de ser participe en la nueva aplicación del mantenimiento preventivo y autónomo, los resultados obtenidos dependerán de todos los involucrados de esta organización.

Los Técnicos y Operadores de los equipos sugirieron que se debe realizar más capacitaciones para el bien de la productividad.

Selección de grupo de trabajo.

El grupo de trabajo se consolida en realizar actividades de mejoramiento continuo en la operación del área de la empresa, también tiene el objetivo de distribuir el Personal de forma Óptima en función de sus habilidades, competencias y nivel Técnico propios de cada uno (Mecánicos Hidráulicos, mecánicos eléctricos, mecánicos operadores). Estas personas deben de estar altamente familiarizados con los temas que les competan. El grupo de trabajo seleccionara problemas con mayor impacto y buscara soluciones con mayor probabilidad de éxito.

Implementación de Mantenimiento

La Implementación del Mantenimiento se tiene que ajustar a frecuencias establecidas y condiciones reales que trabaja el equipo, podemos ejecutarla de forma sistemática de la siguiente forma

Checl list diario

La inspección de Mantenimiento diario se realiza una vez por día al comienzo de inicio de cada labor que se utilizara un formato inspección del equipo, donde el personal registrara las condiciones de funcionamiento del equipo.

Tabla 10. Cronograma de aplicación del mantenimiento planificado.

CHECK LIST DIARIO						
Ubicación:		Ciente		OT		
Cod. Equipo:		Fecha		H. Inicio		
Nº serie:		Horometro		H. Final		
1	TAREAS BASICAS DE MANTENIMIENTO					
A	EQUIPO	SI	NO	N/A	ESTADO	
					BUENO	MALO
1	Lavado del equipo					
2	Engrase de equipo					
3	Verificar hermetisidad del equipo					
4	Verificar tapa del tubo de escape					
5	Cambio de aceite y filtro de motor					
6	Cambio de filtro de aire					
7	cambio de filtro de aceite					
B	SISTEMA ELÉCTRICO					
8	Verificar estado de transformador					
9	Verificar estado de motor eléctrico					
10	Verificar temperatura de motor					
11	Verificar ventilador					
12	Verificar sistema de control					
13	Verificar alarmas					
C	SISTEMA MECÁNICO					
14	Verificar nivel de aceite					
15	Verificar nivel de gas					
16	Verificar fuga de gas					
17	Verificar fuga de agua					
18	Verificar electrobomba					
19	Verificar condensador					
20	Verificar el evaporador					
21	Verificar presión del equipo					
22	Verificar Presión de entrada					
23	Verificar presión de salida					
24	Verificar presión de retorno					
D	REGISTRO CONTROL DE CONTAMINACIÓN					
25	¿Se tomo muestra de aceite compresor?					
26	¿Cuántas muestras de aceite a cambiar se tomara?					

Fuente: Elaboración propia.

Cronograma de Mantenimiento Mensual:

Se realizará y se ejecutará un cronograma mensual de acuerdo a los calendarios de cada equipo en funcionamiento. Este cronograma será coordinado con el área de producción, así también, se asignará personal técnico para el mantenimiento de las actividades.

Tabla 11. Cronograma de mantenimiento preventivo mensual.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL				
FECHA	CODIGO EQUIPO	UBICACIÓN	RECUENCL	TIEMPO MINUTOS
SEMANA 1				
4/02/2019	CH0001	PLANTA # 1	MENSUAL	240
5/02/2019	CH0002	PLANTA # 1	MENSUAL	240
6/02/2019	CH0003	PLANTA # 1	MENSUAL	240
7/02/2019	CH0004	PLANTA # 1	MENSUAL	240
8/02/2019	CH0005	PLANTA # 1	MENSUAL	240
SEMANA 2				20
11/02/2019	CH0006	PLANTA # 2	MENSUAL	240
12/02/2019	CH0007	PLANTA # 2	MENSUAL	240
13/02/2019	CH0008	PLANTA # 2	MENSUAL	240
14/02/2019	CH0009	PLANTA # 2	MENSUAL	240
15/02/2019	CH0010	PLANTA # 2	MENSUAL	240
SEMANA 3				20
18/02/2019	CH0011	PLANTA # 3	MENSUAL	240
19/02/2019	CH0012	PLANTA # 3	MENSUAL	240
20/02/2019	CH0013	PLANTA # 3	MENSUAL	240
21/02/2019	CH0014	PLANTA # 3	MENSUAL	240
22/02/2019	CH0015	PLANTA # 3	MENSUAL	240
SEMANA 4				20
25/02/2019	CH0016	PLANTA # 1	MENSUAL	240
26/02/2019	CH0017	PLANTA # 1	MENSUAL	240
27/02/2019	CH0018	PLANTA # 1	MENSUAL	240
28/02/2019	CH0019	PLANTA # 1	MENSUAL	240
1/03/2019	CH0020	PLANTA # 1	MENSUAL	240
SEMANA 5				20
4/03/2019	CH0021	PLANTA # 2	MENSUAL	240
5/03/2019	CH0022	PLANTA # 2	MENSUAL	240
6/03/2019	CH0023	PLANTA # 2	MENSUAL	240
7/03/2019	CH0024	PLANTA # 2	MENSUAL	240
8/03/2019	CH0025	PLANTA # 2	MENSUAL	240
SEMANA 6				20
10/03/2019	CH0026	PLANTA # 3	MENSUAL	240
11/03/2019	CH0027	PLANTA # 3	MENSUAL	240
12/03/2019	CH0028	PLANTA # 3	MENSUAL	240
13/03/2019	CH0029	PLANTA # 3	MENSUAL	240
14/03/2019	CH0030	PLANTA # 3	MENSUAL	240
				20
Total Hrs.				120

Actividades	Frecuencia	Minutos
Limpieza Externa	mensual	20
Limpieza interna	mensual	20
Ajuste de tuberías	mensual	10
Nivelacion de bomba y motor	mensual	30
Toma de parametros de presion salida	mensual	5
Toma de parametros de presion retorno	mensual	5
Cambio de filtro de aceite	mensual	20
Cambio de Aceite	mensual	40
Cambio filtro de aire	mensual	20
Ajuste de contactores	mensual	10
Ajuste de sistema electrico	mensual	40
Megado de Transformador	mensual	10
Megado de Motor	mensual	10
		Minutos 240
		Total Hora 4

Fuente: Elaboración propia.

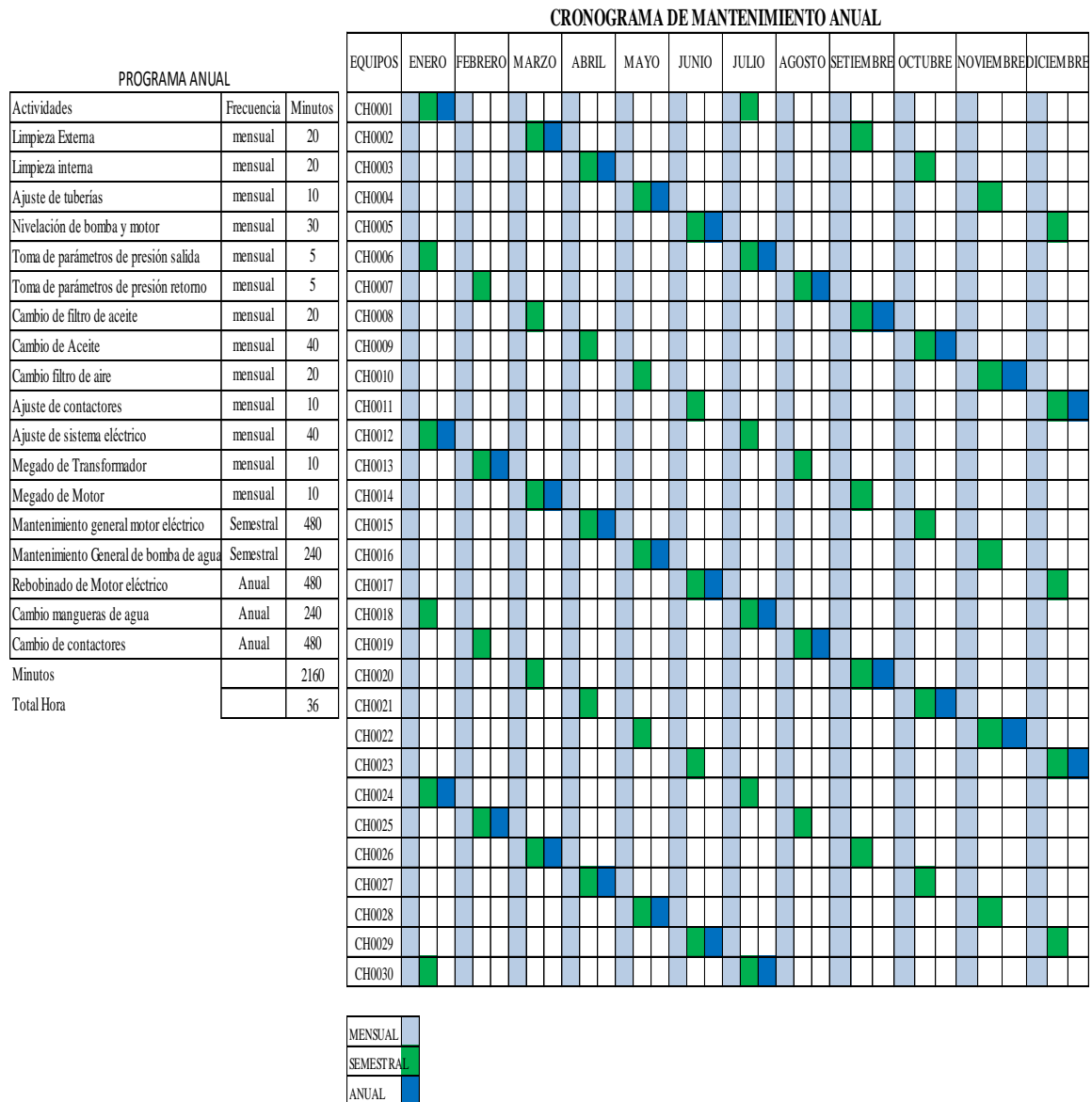
En la tabla se aprecia, se detalla la fecha de las intervenciones y las actividades a realizar según calendario de cada equipo.

Cronograma de Mantenimiento Anual:

Este cronograma está estructurado en el cambio Programado de componentes, estas intervenciones no son muy frecuentes pero sus impactos son relevantes en el funcionamiento de los equipos. Es por ello la programación del mantenimiento Anual es en función a

componentes críticos, el tiempo de cambio a efectuar y para minimizar el tiempo de parada con el objetivo de reducir el tiempo que se interviene el equipo.

Tabla 12. Cronograma de mantenimiento preventivo Anual.



Fuente: Elaboración propia.

Monitoreo de mantenimiento

Para comprobar la eficiencia del mantenimiento preventivo será necesario de tener un control cuantitativo que permita visualizar el comportamiento de nuestras actividades. Estos indicadores van a permitir verificar los cumplimientos de las actividades en función a lo programado.

Indicador de Mantenimiento Preventivo:

Se verificará a través del indicador del mantenimiento preventivo si se cumple los mantenimientos programados

$$TBM = \frac{OT\ MTsex100}{OT\ MTsp}$$

OT MTSe: Ordenes de trabajo de mantenimiento por tiempo de servicio Ejecutado

OT MTsp: Ordenes de trabajo de mantenimiento por tiempo de servicio programado

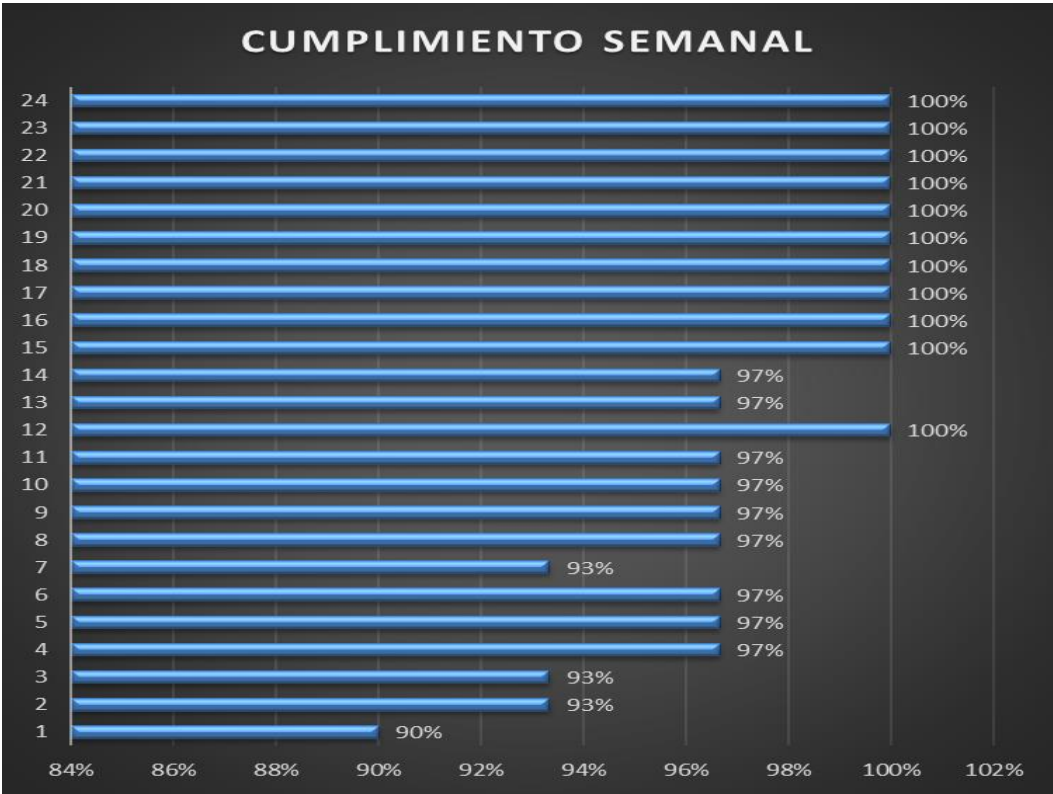


Figura 12. Cumplimiento del mantenimiento preventivo semanal

Fuente: Gerencia de mantenimiento

Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

En la figura se observa el proceso de mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes.

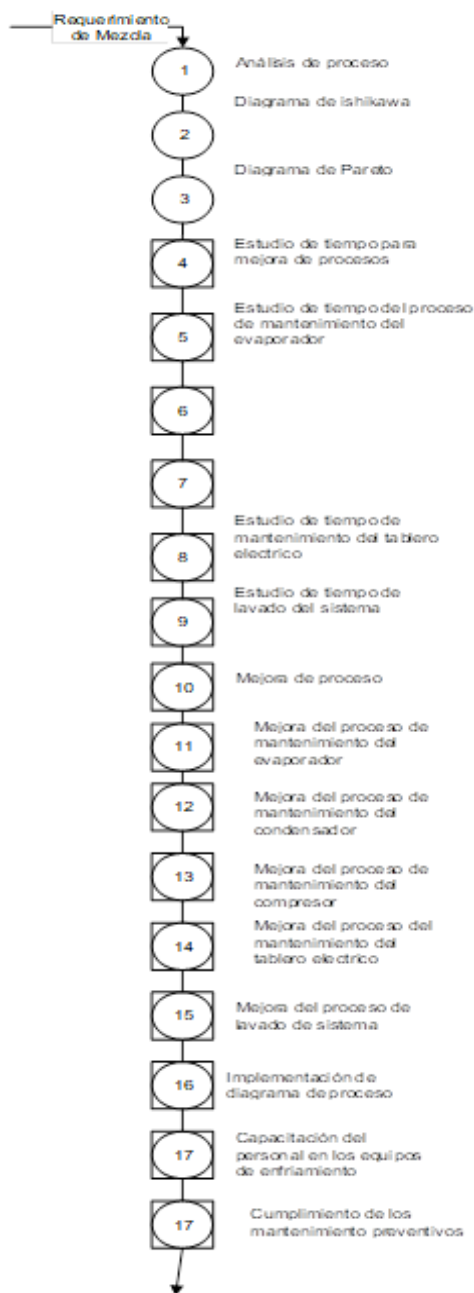


Figura 13. Cumplimiento del mantenimiento preventivo semanal

Fuente: Gerencia de mantenimiento

Diagrama de operaciones de mantenimiento:

Realizada las mejoras de la aplicación del Mantenimiento Planificado donde sus dimensiones fueron gestión de mantenimiento preventivo y productividad donde poco apoco se verán los resultados en la eficiencia y eficacia, debido a la integración del mantenimiento planificado se modificaron diferentes tipos de actividades.

Diagrama de operaciones de mantenimiento

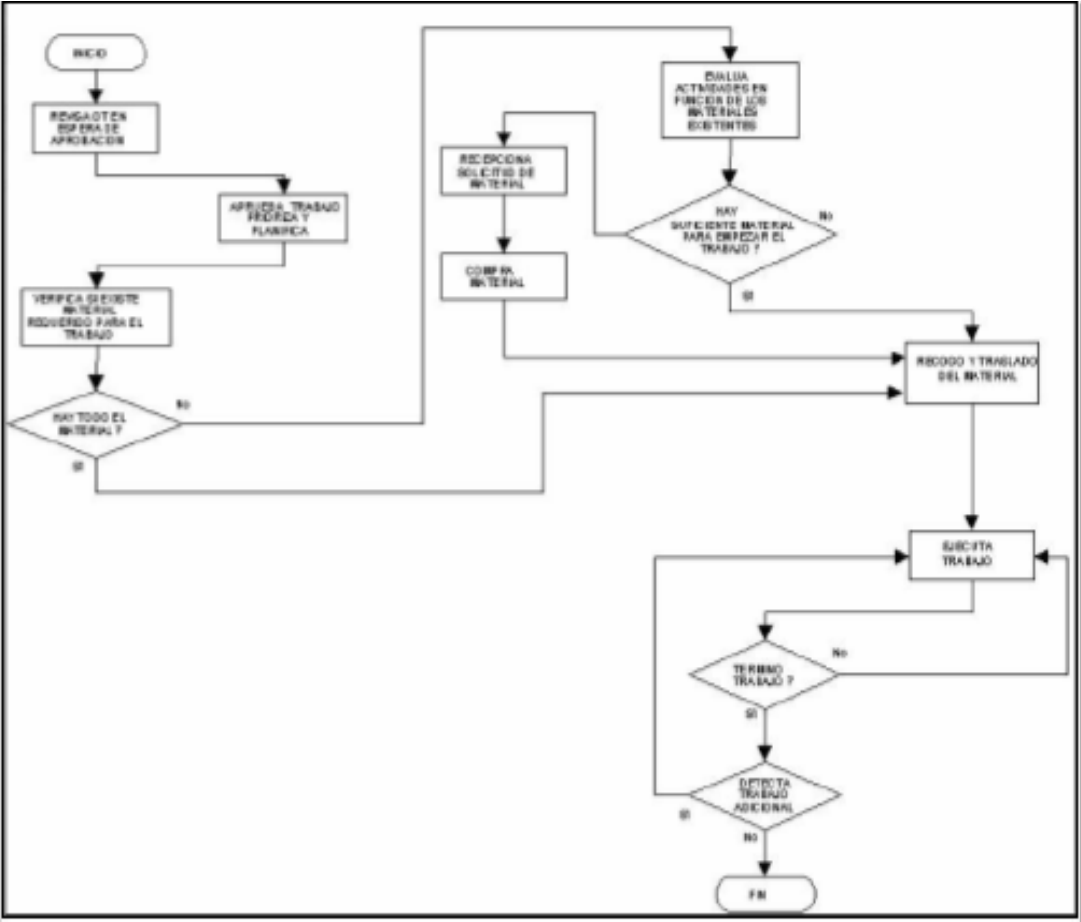


Figura 14. Diagrama de Operaciones de Mantenimiento

Fuente: Gerencia de mantenimiento

3.2. Análisis estadístico

3.2.1. Análisis descriptivo

a. Gestión del mantenimiento preventivo - Variable independiente

Para evaluar esta variable se procedió a tomar los datos en minutos tanto de la media de tiempo de buen funcionamiento MTBF y la media de tiempos de buen funcionamiento + media de tiempos de procesos de reparación o de revisión MTBF + MTTR en un período de 12 meses, tiempo que implicó, tanto el diagnóstico, así como la implementación de la mejora planteada en la planta de inyección.

Tabla 13. Nivel de gestión del mantenimiento preventivo (may, 2018 a abr, 2019)

Escenario	Mes	Media de tiempos de buen funcionamiento <i>MTBF</i>	Media de tiempos de buen funcionamiento + Media de tiempos de procesos de reparación o de revisión <i>MTBF + MTTR</i>	% Tiempo de funcionamiento	Disponibilidad
Pre - test	May-18	3,419,854	4,492,800	76.1	80.5
	Jun-18	3,583,700	4,320,000	83.0	
	Jul-18	3,632,370	4,320,000	84.1	
	Ago-18	3,548,496	4,492,800	79.0	
	Set-18	3,490,725	4,320,000	80.8	
	Oct-18	3,606,665	4,492,800	80.3	
Pos - test	Nov-18	3,881,052	4,320,000	89.8	89.6
	Dic-18	3,684,901	4,147,200	88.9	
	Ene-19	3,929,454	4,492,800	87.5	
	Feb-19	3,771,586	4,147,200	90.9	
	Mar-19	3,985,087	4,492,800	88.7	
	Abr-19	3,812,312	4,147,200	91.9	

Mejora 11.3%

Fuente. Elaboración propia.

De la Tabla anterior, se puede comparar el % Tiempo de funcionamiento antes y después de la mejora, lográndose visualizar una mejora del 11.3 % en el promedio de disponibilidad es decir del nivel de gestión del mantenimiento preventivo en la planta de inyección.

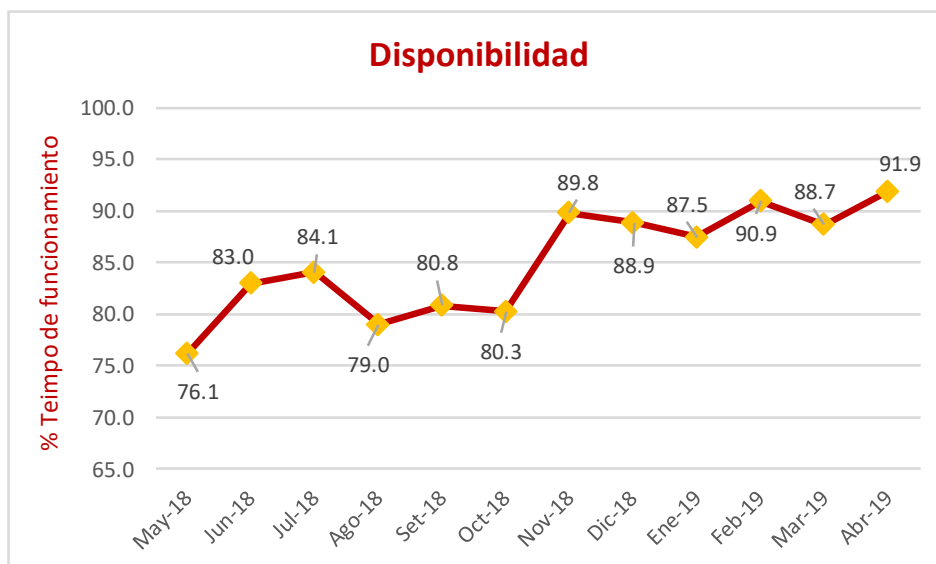


Figura 15. Nivel de gestión del mantenimiento preventivo (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la variable independiente

		Estadístico	Error estándar	
Gestión de mantenimiento preventivo pretest	Media	80.550	1.1681	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	77.547	
		Límite superior	83.553	
	Media recortada al 5%	80.600		
	Mediana	80.550		
	Varianza	8.187		
	Desviación estándar	2.8613		
	Mínimo	76.1		
	Máximo	84.1		
	Rango	8.0		
Rango intercuartil	5.0			
Gestión de mantenimiento preventivo postest	Media	89.617	0.6514	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87.942	
		Límite superior	91.291	
	Media recortada al 5%	89.607		
	Mediana	89.350		
	Varianza	2.546		
	Desviación estándar	1.5955		
	Mínimo	87.5		
	Máximo	91.9		
	Rango	4.4		

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

b. Productividad - Variable dependiente

Para medir esta variable se ha de tener en cuenta la producción real de las inyectoras en toneladas y el N° de horas hombre de trabajo utilizadas, para ello se deberán mostrar información relevante y confiable del escenario antes y después de aplicar la implementación, para luego realizar un análisis descriptivo de los valores obtenidos.

Tabla 15. *Estadísticos descriptivos de la variable independiente*

Escenario	Mes	Toneladas producidas	N° de horas hombres utilizadas	Rendimiento de fuerza de trabajo (personas)	Productividad
Pre - test	May-18	1,352	50,034.0	0.0270	0.0272
	Jun-18	1,344	49,321.0	0.0273	
	Jul-18	1,327	48,445.0	0.0274	
	Ago-18	1,383	50,789.0	0.0272	
	Set-18	1,308	47,988.0	0.0273	
	Oct-18	1,375	50,664.0	0.0271	
Pos - test	Nov-18	1,452	51,766.0	0.0280	0.0286
	Dic-18	1,415	49,007.0	0.0289	
	Ene-19	1,539	53,003.0	0.0290	
	Feb-19	1,396	49,096.0	0.0284	
	Mar-19	1,519	53,267.0	0.0285	
	Abr-19	1,423	49,523.0	0.0287	

Mejora 5.1%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla anterior, se puede comparar el rendimiento de la fuerza de trabajo antes y después de la mejora, lográndose visualizar una mejora del 5.1% en el promedio del rendimiento de la fuerza de trabajo, es decir del nivel de productividad de la fuerza de trabajo de la planta de inyección.

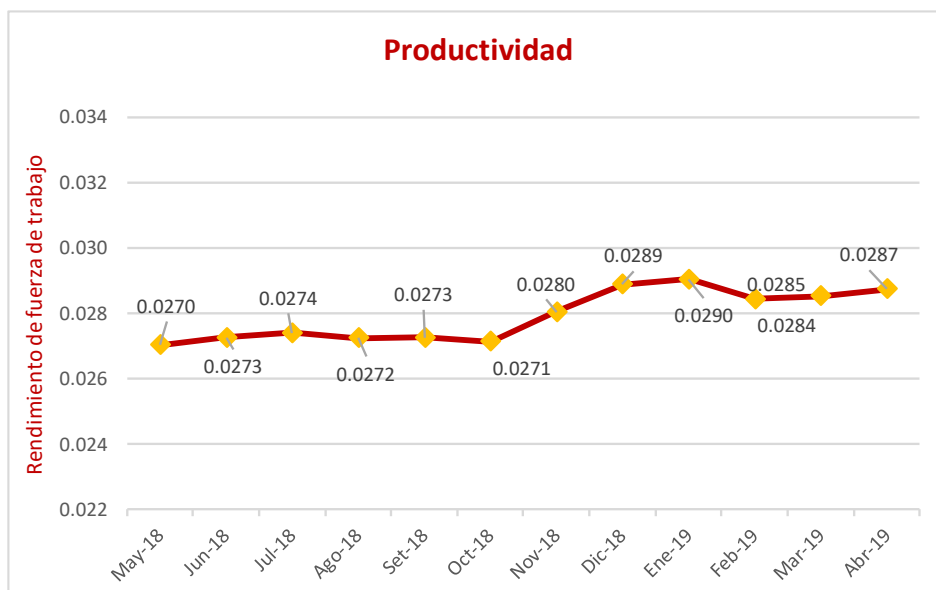


Figura 16. Nivel de productividad (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Estadísticos descriptivos de la variable dependiente

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Productividad pretest	Media		0.027217	0.0000601
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.027062	
		Límite superior	0.027371	
	Media recortada al 5%		0.027219	
	Mediana		0.027250	
	Varianza		0.000	
	Desviación estándar		0.0001472	
	Mínimo		0.0270	
	Máximo		0.0274	
	Rango		0.0004	
Productividad postest	Media		0.028583	0.0001493
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.028200	
		Límite superior	0.028967	
	Media recortada al 5%		0.028593	
	Mediana		0.028600	
	Varianza		0.000	
	Desviación estándar		0.0003656	
	Mínimo		0.0280	
	Máximo		0.0290	
	Rango		0.0010	

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24.

c. Eficiencia - Dimensión N°1 de la variable dependiente

Los datos que se aprecian a continuación representan el % de Utilización de fuerza de trabajo a través del cual se ha medido el nivel de eficiencia. Esta información ha sido levantada en 2 escenarios: antes y después de la implementación de la mejora en la planta de inyección.

Tabla 17. Nivel de eficiencia (may, 2018 a abr, 2019)

Mes	N° de horas hombres programadas	N° de horas hombres utilizadas	% Utilización de fuerza de trabajo (personas)	Eficiencia
May-18	62,400.0	50,034.0	80.2	80.9
Jun-18	60,000.0	49,321.0	82.2	
Jul-18	60,000.0	48,445.0	80.7	
Ago-18	62,400.0	50,789.0	81.4	
Set-18	60,000.0	47,988.0	80.0	
Oct-18	62,400.0	50,664.0	81.2	
Nov-18	60,000.0	51,766.0	86.3	85.5
Dic-18	57,600.0	49,007.0	85.1	
Ene-19	62,400.0	53,003.0	84.9	
Feb-19	57,600.0	49,096.0	85.2	
Mar-19	62,400.0	53,267.0	85.4	
Abr-19	57,600.0	49,523.0	86.0	

Mejora 5.6%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla anterior, se puede comparar el % Utilización de fuerza de trabajo antes y después de la mejora, lográndose visualizar una mejora del 5.6% en el nivel de eficiencia de la planta de inyección.

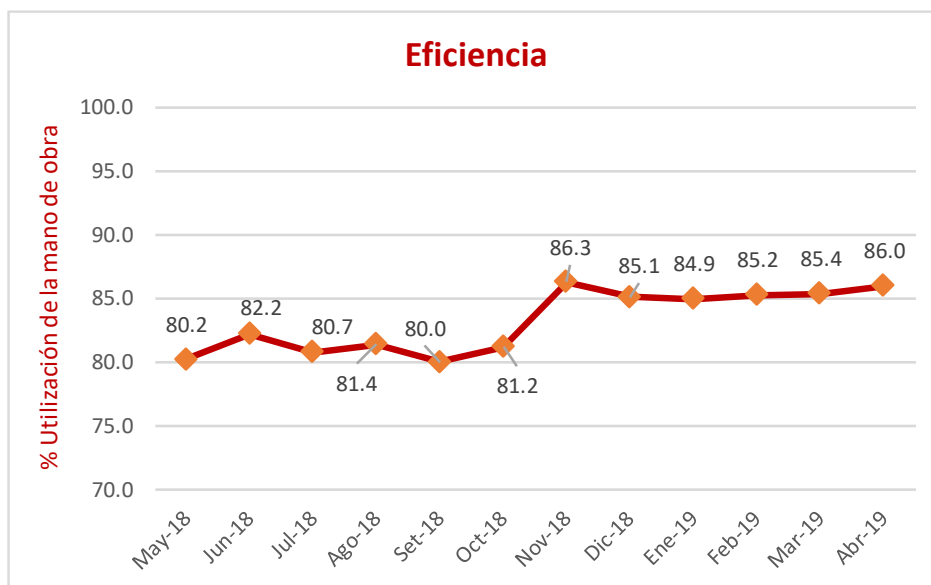


Figura 17. Nivel de eficiencia (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos de la dimensión 1 de la variable dependiente

		Estadístico	Error estándar	
Eficiencia pretest	Media	80.950	0.3344	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	80.090	
		Límite superior	81.810	
	Media recortada al 5%	80.933		
	Mediana	80.950		
	Varianza	0.671		
	Desviación estándar	0.8191		
	Mínimo	80.0		
	Máximo	82.2		
Rango	2.2			
Eficiencia posttest	Media	85.483	0.2242	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	84.907	
		Límite superior	86.060	
	Media recortada al 5%	85.470		
	Mediana	85.300		
	Varianza	0.302		
	Desviación estándar	0.5492		
	Mínimo	84.9		
	Máximo	86.3		
Rango	1.4			

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

d. Eficacia - Dimensión N°2 de la variable dependiente

El porcentaje de producción alcanzada ha sido medido en base a la producción real de inyectoras en toneladas respecto de la producción programada de inyectoras en toneladas, al igual que en los anteriores análisis descriptivos, también fueron medidos en 2 escenarios distintos: antes y después de la implementación de la mejora en la planta de inyección.

Tabla 19. Nivel de eficacia (may, 2018 a abr, 2019)

Escenario	Mes	Toneladas producidas	Toneladas programadas	% Producción realizada (planta)	Eficacia
Pre - test	May-18	1,352	1,690.0	80.0	81.3
	Jun-18	1,344	1,625.0	82.7	
	Jul-18	1,327	1,625.0	81.7	
	Ago-18	1,383	1,690.0	81.8	
	Set-18	1,308	1,625.0	80.5	
	Oct-18	1,375	1,690.0	81.4	
Pos - test	Nov-18	1,452	1,625.0	89.4	90.3
	Dic-18	1,415	1,560.0	90.7	
	Ene-19	1,539	1,690.0	91.1	
	Feb-19	1,396	1,560.0	89.5	
	Mar-19	1,519	1,690.0	89.9	
	Abr-19	1,423	1,560.0	91.2	

Mejora 11.0%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla anterior, se puede comparar el % Producción realizada antes y después de la implementación, lográndose visualizar una mejora del 11% en el promedio del nivel de eficacia de la planta de inyección.

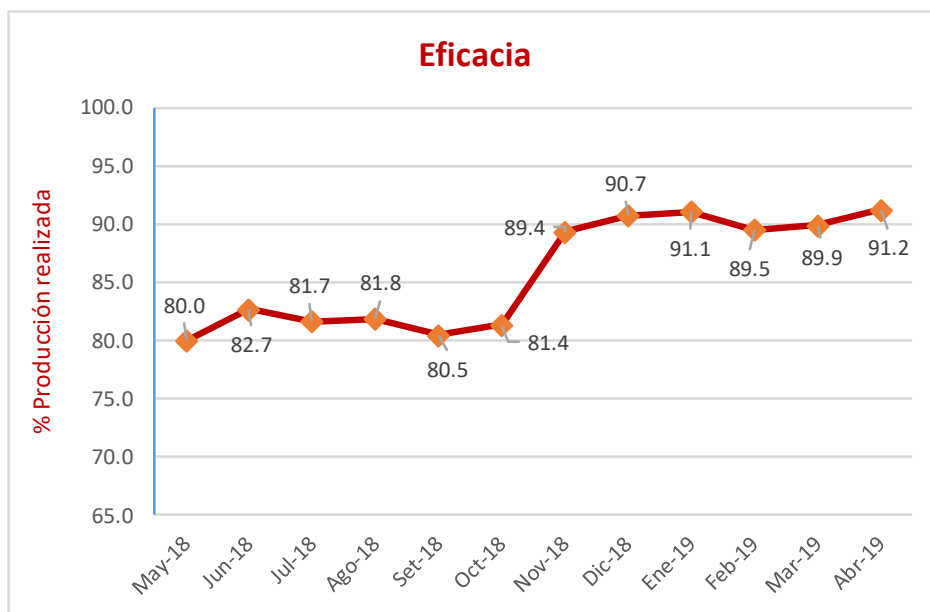


Figura 18. Nivel de eficacia (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de la dimensión 2 de la variable dependiente

		Estadístico	Error estándar	
% Producción alcanzada pretest	Media	74.683	1.5621	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70.668	
		Límite superior	78.699	
	Media recortada al 5%	74.543		
	Mediana	73.600		
	Varianza	14.642		
	Desviación estándar	3.8264		
	Mínimo	70.9		
	Máximo	81.0		
	Rango	10.1		
% Producción alcanzada postest	Media	91.500	1.0693	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	88.751	
		Límite superior	94.249	
	Media recortada al 5%	91.600		
	Mediana	92.000		
	Varianza	6.860		
	Desviación estándar	2.6192		
	Mínimo	86.8		
	Máximo	94.4		
	Rango	7.6		

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

3.2.2. Análisis inferencial

Prueba de normalidad

a. Gestión del mantenimiento preventivo - Variable independiente

Tabla 21. *Análisis de normalidad de la variable independiente*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gestión de mantenimiento preventivo pretest	0.137	6	,200*	0.973	6	0.911
Gestión de mantenimiento preventivo postest	0.173	6	,200*	0.977	6	0.935

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales de la gestión del mantenimiento preventivo provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales de la gestión del mantenimiento preventivo no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la sig < 0.05, Rechaza H₀ y Aceptar H₁

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la sig (pretest) = 0.911 > 0.05 sig (postest) = 0.935 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la gestión del mantenimiento preventivo (pretest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales de la gestión del mantenimiento preventivo tienen distribución normal.

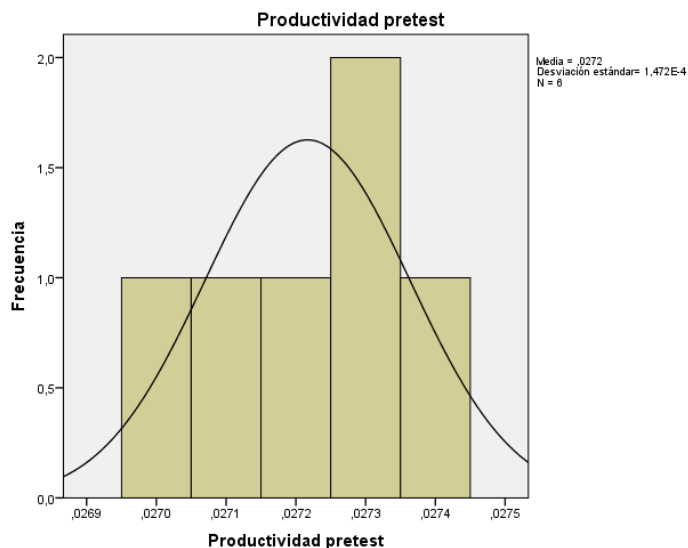


Figura 19. Histograma de los datos muestrales del nivel de la gestión de mantenimiento preventivo (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la gestión del mantenimiento preventivo (postest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales de la gestión del mantenimiento preventivo tienen distribución normal.

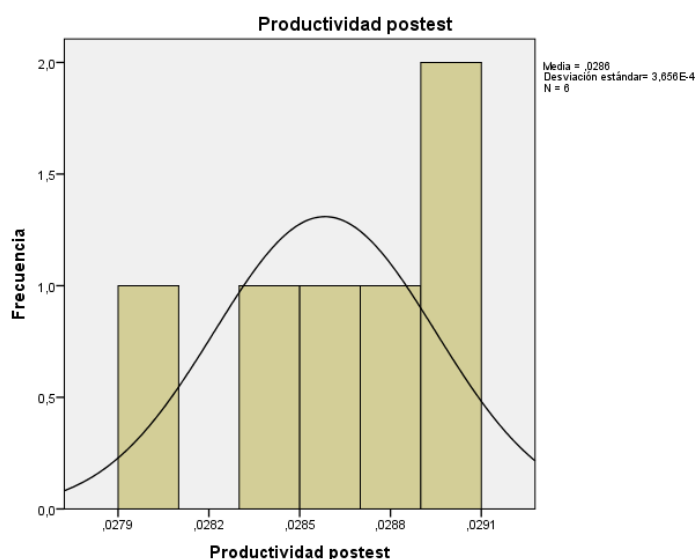


Figura 20. Histograma de los datos muestrales del nivel de la gestión de mantenimiento preventivo (postest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

b. Productividad - Variable dependiente

Tabla 22. *Análisis de normalidad de la variable dependiente*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad pretest	0.214	6	,200 [*]	0.958	6	0.804
Productividad postest	0.141	6	,200 [*]	0.960	6	0.819

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales de la productividad provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales de la productividad no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la sig < 0.05, Rechaza H₀ y Aceptar H₁

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la sig. (pretest) = 0.804 > 0.05 sig. (postest) = 0.819 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la productividad (pretest) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales de la productividad tienen distribución normal.

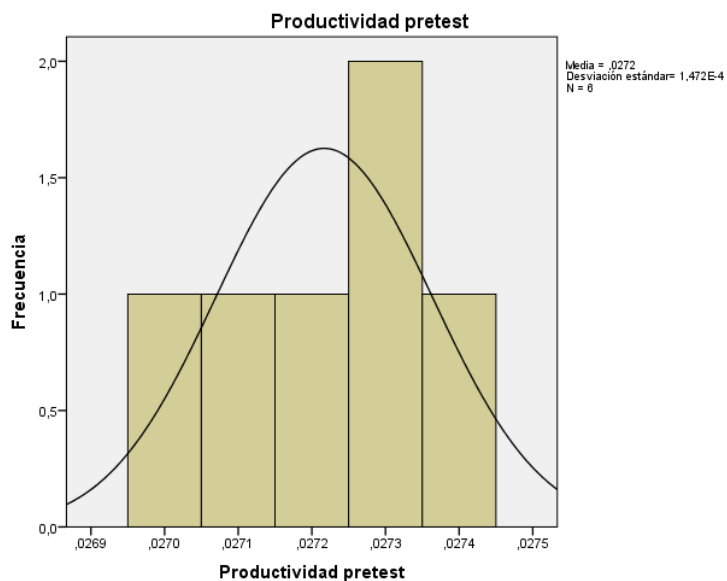


Figura 21. Histograma de los datos muestrales del nivel de la productividad (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la productividad (postest) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales de la productividad tienen distribución normal.

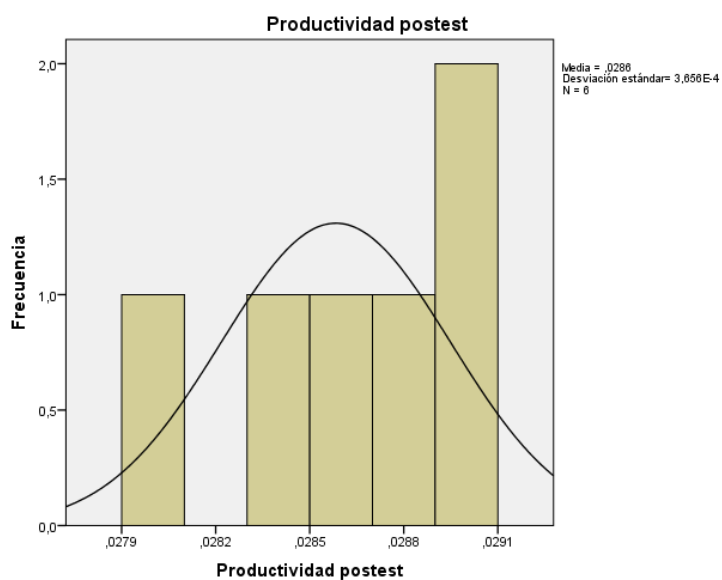


Figura 22. Histograma de los datos muestrales del nivel de la productividad (postest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

c. Eficiencia - Dimensión N°1 de la variable dependiente

Tabla 23. Análisis de normalidad de la dimensión 1 de la variable dependiente

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pretest	0.153	6	,200 [*]	0.961	6	0.827
Eficiencia posttest	0.227	6	,200 [*]	0.908	6	0.425

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales de la eficiencia provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales de la eficiencia no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la sig < 0.05, Rechaza H₀ y Aceptar H₁

Debido a que los datos muestrales pretest y posttest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la sig (pretest) = 0.827 > 0.05 sig (posttest) = 0.425 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la eficiencia (pretest) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales de la eficiencia tienen distribución normal.

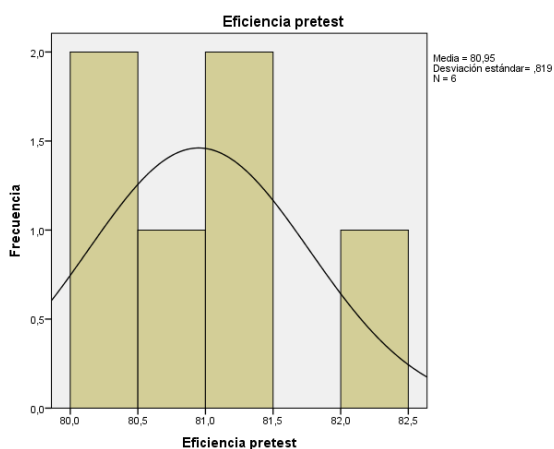


Figura 23. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficiencia (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la eficiencia (post-test) se encuentran centrados. Es decir, los datos muestrales de la eficiencia tienen distribución normal.

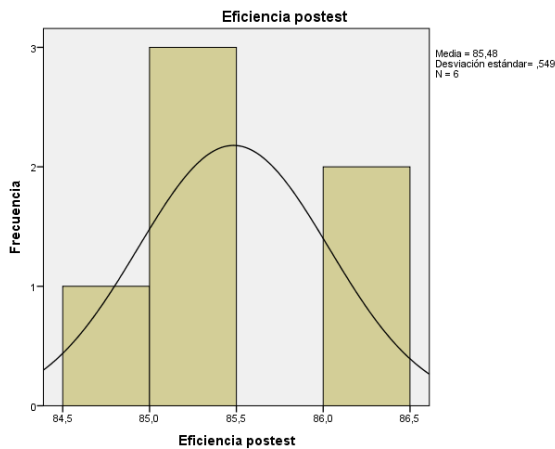


Figura 24. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficiencia (postest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

d. Eficacia - Dimensión N°2 de la variable dependiente

Tabla 24. Análisis de normalidad de la dimensión 2 de la variable dependiente

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia pretest	0.187	6	,200*	0.964	6	0.850
Eficacia postest	0.191	6	,200*	0.873	6	0.240

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales de la eficacia provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales de la eficacia no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la sig < 0.05, Rechaza H₀ y Aceptar H₁

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la sig (pretest) = 0.850 > 0.05 sig (posttest) = 0.240 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal. En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la eficacia (pretest) se encuentran centrados, es decir, los datos muestrales de la eficacia tienen distribución normal.

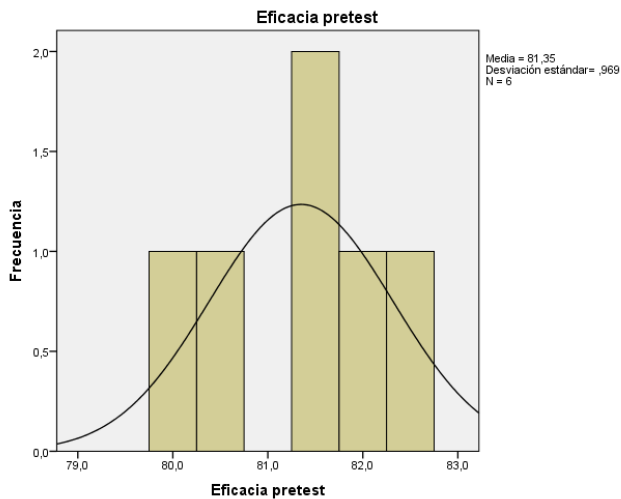


Figura 25. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficacia (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura siguiente, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la eficacia (posttest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales de la eficacia tienen distribución normal.

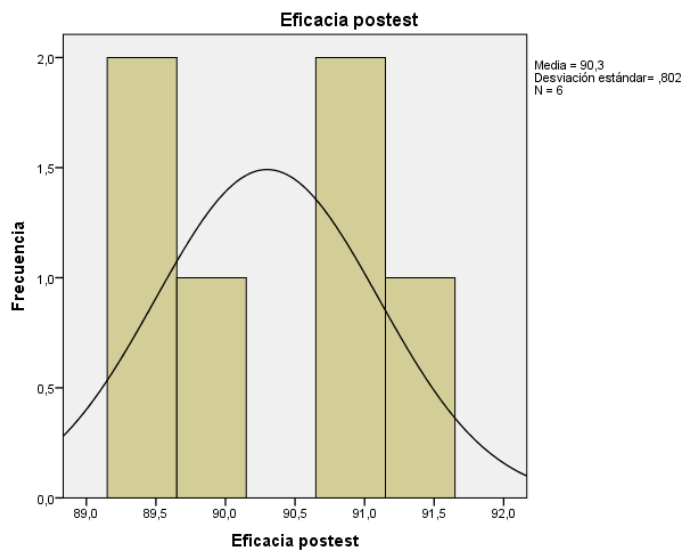


Figura 26. Histograma de los datos muestrales del nivel de la eficacia (posttest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Contrastación de la hipótesis

Hipótesis general

Ho: La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes no mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Ha: La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Tabla 25. *Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis general*

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Productividad pretest	0.027217	6	0.0001472	0.0000601
Productividad postest	0.028583	6	0.0003656	0.0001493

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 26. *Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis general*

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Productividad pretest & Productividad postest	6	0.904	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 27. *Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis general*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Productividad pretest - Productividad postest	-0.0013667	0.0002658	0.0001085	-0.0016456	-0.0010877	-12.593	5	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ productividad antes \geq μ productividad después

Ha: μ productividad antes $<$ μ productividad después

De la tabla 14, queda demostrado estadísticamente que la media del nivel de productividad antes = 0.027217 es menor que la media de la productividad después = 0.028583.

Por consiguiente, no se cumple $H_0: \mu$ productividad antes $\geq \mu$ productividad después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes no mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Hipótesis específica N°1

H_0 : La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes no mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

H_a : La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Tabla 28. *Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Eficiencia pretest	80.950	6	0.8191	0.3344
Eficiencia postest	85.483	6	0.5492	0.2242

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 29. *Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Eficiencia pretest & Eficiencia postest	6	0.901	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 30. *Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1 Eficiencia pretest - Eficiencia posttest	-4.5333	1.1483	0.4688	-5.7384 -3.3282	-9.670	5	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ eficiencia antes \geq μ eficiencia después

Ha: μ eficiencia antes $<$ μ eficiencia después

De la tabla 17, queda demostrado estadísticamente que la media del nivel de eficiencia antes = 80.950 es menor que la media de la eficiencia después = 85.483.

Por consiguiente, no se cumple Ho: μ eficiencia antes \geq μ eficiencia después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes no mejora la eficiencia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficiencia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Hipótesis específica N°2

Ho: La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes no mejora la eficacia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Ha: La gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficacia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

Tabla 31. Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Eficacia pretest	81.350	6	0.9690	0.3956
Eficacia posttest	90.300	6	0.8025	0.3276

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 32. Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica 2

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Eficacia pretest & Eficacia posttest	6	0.901	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 33. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1 Eficacia pretest - Eficacia posttest	-8.9500	0.8712	0.3557	-9.8643 -8.0357	-25.164	5	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ eficacia antes \geq μ eficacia después

Ha: μ eficacia antes $<$ μ eficacia después

De la tabla 20, queda demostrado estadísticamente que la media del nivel de eficacia antes = 81.35 es menor que la media de la eficacia después = 90.30.

Por consiguiente, no se cumple Ho: μ eficacia antes \geq μ eficacia después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes no mejora la eficacia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficacia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos.

IV. DISCUSIÓN

En la presente sección se presenta la discusión de resultados, es decir, a la luz de los alcances obtenidos en el presente trabajo, se procede a realizar una comparación con las tesis o documentos mencionados como antecedentes en el primer capítulo, dado que se busca encontrar hallazgos de similitud en cuanto a la tendencia de las mejoras luego de la implementación del mantenimiento preventivo.

Como primer análisis se menciona la investigación realizada por Herrera y Duany (2016), en donde se encontró que luego de la implementación de mejora basada en el mantenimiento preventivo de equipos, la disponibilidad de dichos elementos paso de ser del 60% al 80%, lo cual mejoró significativamente el proceso productivo en la planta. Análogamente, en el trabajo realizado por Córdova (2018) posterior a la mejora, la disponibilidad de los equipos paso de ser 88.63% en una situación inicial a alcanzar el 94.93%; situación similar se presenta en la investigación de Villa (2017) se estableció una mejora en la disponibilidad de la maquinaria, en una situación inicial fue de 66.5% y paso a ser 89.4%. Finalmente, en el presente trabajo se determinó que luego de implementar el mantenimiento preventivo la disponibilidad paso de ser 80% en una situación de pre-test para alcanzar un indicador del 89%, lo que implica una mejora sustancial del 13% para el desarrollo de las actividades; entonces se deduce que estas investigaciones han tenido hallazgos en la misma tendencia.

Como segunda parte del análisis se tiene que en la investigación elaborada por Bances (2017) luego de la implementación de mejoras gracias al mantenimiento preventivo, la productividad paso de ser en una situación inicial del 34%, para llegar a ser el 42%, lo que implica un crecimiento del 67%; luego en el trabajo realizado por Pilco (2017), se mencionaron mejoras en la productividad de las maquinarias, debido a que en una situación de pretest fue de 39.2%, para luego de la mejora ser de 61.3%. Entonces en nuestra investigación gracias al mantenimiento preventivo la productividad mejoro en 5.1% dado antes de realizar la mejora fue de 0.0272 y en una situación de post-test alcanzó el valor de 0.0286.

Un resultado importante es la cantidad producida que se puede alcanzar luego de la implementación de la mejora por el mantenimiento preventivo, en este sentido según la

investigación de Salgado, Martínez del Castillo y Santos (2018), antes del mantenimiento preventivo la producción era de 400 MW aproximadamente a 3,405 MW, en nuestra tesis la producción paso de ser en una situación de pre-test de 1,352 toneladas para luego del mantenimiento preventivo ser de 1,423 toneladas; en ambas situaciones se puede percibir una mejora importante en post del crecimiento de la compañía.

Finalmente, desde otra perspectiva y de acuerdo con la investigación de Ferrer (2015), en donde se logró mejorar el tiempo entre reparaciones que fue de 909 horas a 1,818 horas para el caso del mantenimiento de grúas; luego según Xiao, Song, Chen y Coit (2016) en su trabajo para maquinarias el tiempo entre reparaciones paso de 929 unidades de tiempo a 2753 unidades de tiempo. Se puede mencionar que, en la presente tesis, la media de tiempos de buen funcionamiento pasó también experimento mejoras dado que en una situación de pre-test fue de 3,418 horas y luego del mantenimiento preventivo alcanzó un valor de 3,812 horas.

V. CONCLUSIONES

1. De los resultados obtenidos en la investigación, se observa que la gestión del mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, en 5.1%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,904. Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba t student para muestras relacionadas en el pretest y postest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis general, demostrando así que el rendimiento de la fuerza de la fuerza de trabajo mejora en 5.1% en el 2019. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis general: la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos. Descriptiva y estadísticamente queda demostrado que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la productividad de la planta de inyección.
2. De los resultados obtenidos en la investigación, se observa que la gestión del mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, en 5.6%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,901. Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba T.-student para muestras relacionadas en el pretest y postest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis específica 1, demostrando así que el % Utilización de la fuerza de trabajo mejora en 5.6% en el 2019. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis específica 1: la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficiencia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos. Descriptiva y estadísticamente queda demostrado que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficiencia (factores blandos) de la planta de inyección.

3. De los resultados obtenidos en la investigación, se observa que la gestión del mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, en 11.0%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,901. Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba T-Student para muestras relacionadas en el pretest y posttest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis específica 2, demostrando así que el % Producción realizada mejora en 11.0% en el 2019. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis específica 2: la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficacia de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos. Descriptiva y estadísticamente queda demostrado que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejora la eficacia (factores duros) de la planta de inyección.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda organizar de forma adecuada la gestión del mantenimiento desde el punto de vista operativo, para que la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de enfriamiento de moldes mejore la productividad de la planta de inyección de una empresa de fabricación de productos plásticos, se requiere permanente seguimiento a la gestión efectuada por el personal del área, facilitándoles los formatos, registros e instructivos necesarios que les permitan a los trabajadores ejecutar las funciones debidas para la atención de los equipos.
2. Se recomienda cumplir a cabalidad con los trabajos programados en el plan de mantenimiento preventivo con el objeto de aplicar la mejora continua en el proceso de inyección para la fabricación de productos plásticos, así tener la disponibilidad y productividad esperadas para la producción.
3. Se recomienda capacitar en aspectos técnicos y realización de dinámicas para mayor involucramiento del personal del área, con la finalidad de que los trabajos de mantenimiento se realicen de manera adecuada y de forma oportuna permitiendo así incrementar la productividad, la disponibilidad y reducir las fallas que puedan ocurrir durante la producción diaria, en ese sentido que permita efectuar una adecuada gestión del mantenimiento.

REFERENCIAS

- AGHEZZAF, E.-H., KHATAB, A., & LE Tam, P. (2016). Optimizing production and imperfect preventive maintenance planning's integration in failure-prone manufacturing systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 190-198; <https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.09.017>.
- ALSYOUF, I., SHAMSUZZAMAN, M., ABDLAHMAN, G., & AL-TAHA, M. (2016). Improving reliability of repairable systems using preventive maintenance and time-between-failures monitoring. *European Journal of Industrial Engineering Vol 10, No 5*, 596-617; DOI: 10.1504/EJIE.2016.078798.
- ALTAMIRANO, Y., & ZAVALETA, M. S. (2016). *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp - Chiclayo 2016*. Pimentel: Universidad Señor Sipan.
- ARDILLA, J., ARDILLA, M., RODRIGUÉZ, D., & HINCAPIE, D. (2016). La Gerencia del Mantenimiento: Una Revisión. *Dimensión Empresarial Vol 14 No 2*, 127-142; ISSN 1692-8563.
- BANCES, S. (2017). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la fabrica de carretillas Ore S.A.C, Lima 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- BARDE, S., SHIN, H., & YACOUT, S. (2016). Opportunistic preventive maintenance strategy of a multi-component system with hierarchical structure by simulation and evaluation. *IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 1-10; ISBN: 978-1-5090-1314-2.
- BAUMERS, M., DICKENS, P., TUCK, C., & HAGUE, R. (2016). The cost of additive manufacturing: machine productivity, economies of scale and technology-push. *Technological Forecasting and Social Change*, 193-201; <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.02.015>.
- BEOM, J., SEONG Leem, C., & HYUN Lee, C. (2015). Research issues and trends in industrial productivity over 44 years. *International Journal of Production Research Vol 54 No 5*, 1273-1284; ISSN: 0020-7543.

- CARCEL, F. J. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en las ingenierías del mantenimiento. *3C Tecnología Vol 5 No3*, 58-75; ISSN: 2254 – 4143.
- CARCEL, F. J., GRAU Carrión, J., & PASCUAL Guillamón, M. (2016). Elementos del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial. *Mantenimiento en Latinoamerica Vol 7 No 6*, 9-14; ISSN: 2357-6340 .
- CORDOVA, Karen. (2018). *Implementación de mantenimiento preventivo para la mejora de productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Oswel S.A.C., La Victoria, 2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- CORREA, F., & STUMPO, G. (2017). Brechas de la productividad y cambio estructural. *Políticas industriales y tecnológicas en America Latina* , 36-58.
- CRUELLES, J. (2013). *Despilfarro Cero: La mejora continua a partir de la medición y la reducción del despilfarro*. Barcelona, España: Marcombo; ISBN:978-84-267-2030-6.
- CUATRECASAS, L., & TORREL, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona, España: Profit Editorial; ISBN:9788415330172.
- DESAI, D., & NILESHBHAI Prajapati, B. (2017). Competitive advantage through six sigma at plastic injection molded parts manufacturing unit: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma, Vol 8 No 4*, 411-435; <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2016-0022>.
- DIMITROFF, M., PONTELLI, D., ZANAZZI, J. F., CONFORTE, J., & ZANAZZI, J. L. (2016). Mantenimiento preventivo: Asignación grupal de prioridades con metodología procesos DVR. *Ingeniería Industrial Vol 15 No 2*, 163-177; ISSN 0717-9103.
- FERRER Benerando. (2015). Mantenimiento preventivo en reductor de velocidad de grúas indias de extracción de mineral. *Ciencia & Futuro Vol 5 No 1*, 68-89; ISSN 2306-823.
- GARCIA Jorge, RICO Lazaro, & ROMERO Jaime. (2015). Factores tecnológicos asociados al éxito del mantenimiento preventivo total (TPM) en maquilas. *Cultura Científica y Tecnológica Vol 8 No 45*, 115-124; ISSN: 2007-0411.

- GRAFF Zivin, J., & KAHN, M. (2016). Industrial Productivity in a Hotter World: The Aggregate Implications of Heterogeneous Firm Investment in Air Conditioning. *NBER Working Paper*, No. w22962; <https://www.nber.org/papers/w22962.pdf>.
- GRIFELL, E., KNOX Lovel, C., & SICKLES, R. C. (2018). *The Oxford Handbook of Productivity Analysis*. Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press; ISBN: 9780190226718.
- GUTIERREZ Humberto. (2014). *Calidad y Productividad*. Guadalajara, Mexico: McGraw-Hill; ISBN: 9786071511485 .
- HALPERN, László, KOREN, M., & Szeidl, A. (2015). Imported Inputs and Productivity. *American Economic Review Vol 105 No 12*, 3660-3703; <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20150443>.
- HERRERA Michael, & DUANY Yoenia. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial Vol 38 No 1*, 2-13; ISSN 1815-593.
- HIDALGO, E. R., HERNANDEZ, Y., & LABAÑINO, J. (2018). Sistema de mantenimiento para la línea de extrusión de polietileno en HOLPLAST. *Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín*, 1-8.
- HOSSEINI, F. M., & GHADIMI, N. (2015). Optimal preventive maintenance policy for electric power distribution systems based on the fuzzy AHP methods. *Complexity Vol 21 No 6*, 70-88; <https://doi.org/10.1002/cplx.21668>.
- JIMENEZ, F. (2015). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial*. Malaga, España: IC Editorial; ISBN: 978-84-16629-24-4.
- LEE, H., & HWAN Cha, J. (2016). New stochastic models for preventive maintenance and maintenance optimization. *European Journal of Operational Research*, 80-90; <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.04.020>.
- LIN, J., PULIDO, J., & ASPLUND, M. (2015). Reliability analysis for preventive maintenance based on classical and Bayesian semi-parametric degradation approaches using locomotive wheel-sets as a case study. *Reliability Engineering & System Safety Vol 134*, 143-156; <https://doi.org/10.1016/j.res.2014.10.011>.

- LIU, B., XIE, M., & KUO, W. (2016). Reliability modeling and preventive maintenance of load-sharing systems with degrading components. *Journal IIE Transactions Vol 48 No 8*, 699-709; ISSN: 0740-817.
- LOPEZ, D. (2016). Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmeccánico. *Entre Ciencia e Ingeniería Vol 10 No 20*, 99 - 107; ISSN 1909-8367.
- MAYER, D. (2017). Dinamica geografica de productividad e innovacion en la manufactura mexicana. *Parorama economico*, 7-39; <https://doi.org/10.29201/pe-ipn.v2i3.10>.
- MEDIANERO, D. (2016). *Productividad total*. Lima, Perú: Editorial Macro; ISBN: 9788426725981.
- MOCHIDA, K., KODA, S., INOUE, K., HIRAYAMA, T., TANAKA, S., NISHI, R., y otros. (2018). Computer vision-based phenotyping for improvement of plant productivity: a machine learning perspective. *GigaScience Vol 8 No 1*, 1-12; <https://doi.org/10.1093/gigascience/giy153>.
- MUFARECH Alvaro. (2018). Improving the management of manufacturing assets across large-scale networks of suppliers in the plastic industry. *MIT Libraries*, 12-59; <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/7582>.
- NAHAS, N. (2017). Buffer allocation and preventive maintenance optimization in unreliable production lines. *Journal of Intelligent Manufacturing Vol 28 No 1*, 85-93; ISSN: 0956-5515.
- NI, J., GU, X., & JIN, X. (2015). Preventive maintenance opportunities for large production systems. *CIRP Annals Vol 64 No1*, 447-450; <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2015.04.127>.
- NOURELFATH, M., NAHAS, N., & BEN-DAYA, M. (2016). Integrated preventive maintenance and production decisions for imperfect processes. *Reliability Engineering & System Safety Vol 148*, 21-31; <https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.11.015>.
- PEÑA, V. (2016). Mantenimiento de equipos energeticos. *Ediciones de Ingeniería de la Univerisidad del País Vasco*, 34-42.

- PILCO, J. L. (2017). *Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad de máquinas perforadoras de chimeneas del área de mantenimiento, Tumi Contratistas Mineros S.A.C. Lurín 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- POWELL, M. (2019). Productivity and credibility in industry equilibrium. *Journal of Economics Vol 50 No 1*, 121–146; <https://doi.org/10.1111/1756-2171.12264>.
- SALGADO Duarte, Y., MARTINEZ Serpa, A., & SANTOS Fuentefría, A. (2018). Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. *Revista de Ingeniería Energética Vol 39 No 3*, 157-167; ISSN 1815-5901.
- SANCHEZ, R. (2015). Competitividad, productividad, y nuevo modelo productivo. *ICE: Revista Económica No 883*, 145-160; ISSN 0019-977X.
- SARKER, B. R., & IBN Faiz, T. (2016). Minimizing maintenance cost for offshore wind turbines following multi-level opportunistic preventive strategy. *Renewable Energy Vol 85*, 104-113; <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.030>.
- SPIERING, T., KOHILTZ, S., SUNDMAEKER, H., & HERRMANN, C. (2015). Energy efficiency benchmarking for injection moulding processes. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing Vol 36*, 45-59; <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2014.12.010>.
- SU, C., & WANG, X. (2016). A two-stage preventive maintenance optimization model incorporating two-dimensional extended warranty. *Reliability Engineering & System Safety Vol 155*, 169-178; <https://doi.org/10.1016/j.ress.2016.07.004>.
- TEIXERIA de Almeida, A., VIRGINIO Cavalcante, C. A., HAZIN Alencar, M., PIRES Ferreira, R. J., & VITELLI Garcez, T. (2015). Preventive Maintenance Decisions. *Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis*, 215-232; ISBN 978-3-319-17969-8.
- THIEDE, S., SPIERING, T., KOHILTS, S., HERRMANN, C., & KARA, S. (2016). Dynamic Total Cost of Ownership (TCO) Calculation of Injection Moulding Machines. *Leveraging Technology for a Sustainable World*, 275-280; ISBN: 978-3-642-29068-8.

- VIJAYAKUMAR, S., & GAJENDRAN, S. (2014). Improvement of overall equipment effectiveness (OEE) in injection moulding process industry. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 47-60; ISSN : 2320–334X.
- VILLA Huillca, M. L. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo como alternativa para la mejora de la productividad del equipo de bajo perfil LHD Scooptram R1300G, para la unidad minera Huarón S.A.C.* Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- WAN, J., TANG, S., LI, D., WANG, S., LIU, C., ABAS, H., y otros. (2017). A Manufacturing Big Data Solution for Active Preventive Maintenance. *IEEE Transactions on Industrial Informatics Vol 13 No 4*, 2039 - 2047; DOI: 10.1109/TII.2017.2670505.
- WU, S., CHEN, Y., WU, Q., & WANG, Z. (2016). Linking component importance to optimisation of preventive maintenance policy. *Reliability Engineering & System Safety Vol 149*, 26-32; <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.10.008>.
- XIAO, L., SONG, S., CHEN, X., & COIT, D. W. (2016). Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance. *Reliability Engineering and System Safety Vol 146*, 68-78; <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.10.013>.
- YANG, L., MA, X., PENG, R., ZHAI, Q., & ZHAO, Y. (2017). A preventive maintenance policy based on dependent two-stage deterioration and external shocks. *Reliability Engineering & System Safety Vol 160*, 201-211; <https://doi.org/10.1016/j.res.2016.12.008>.
- YEU, H., CHAO-Da, H., & JYH Wenb, H. (2017). A customized two-dimensional extended warranty with preventive maintenance. *European Journal of Operational Research*, 971-978; ISSN :0377-2217.

ANEXOS

Anexo 1 Programa de mantenimiento mensual

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ENERO 2019								
Nº	MAQUINA		FRECUENCIA	TIEMPO	HORAS	MANTTO CON O SIN MOLDE	CUMPLIMIENTO (SI-NO)	OBS.
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANA 2								
1								
2								
3								
4								
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANA 3								
5								
6								
7								
8								
9								
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANA 4								
10								
11								
12								
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANA 5								
13								
15								
16								

Anexo 2 Formato de detalle mantenimiento preventivo semanal.

DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANA 01 - 2019								
Fecha								
MAQUINAS INYECTORAS y EQUIPOS								
OTs	MAQUINA	TIPO DE TRABAJO	FECHA ESTIMADA	FRECUENCIA (Hr)	REQUIERE PARO	TIEMPO ESTIMADO min	RESPONSABLE O/T	OBSERVACION
HORA INICIO 02:00 PM								
					T/PARADA	4.50 HORAS		
HORA INICIO 08:30 AM SIN MOLDE								
					T/PARADA	14.05 HORAS		
HORA INICIO 08:30 AM SIN MOLDE								
					T/PARADA	14.55 HORAS		
HORA INICIO 08:30 AM SIN MOLDE								
					T/PARADA	9 HORAS		
HORA INICIO 08:30 AM								
					T/PARADA	7.50 HORAS		

Anexo 3 Personal realizando actividades de limpieza



Anexo 4 Personal realizando actividades mecánicas

