



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADA EN EL TPM Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA METALMECÁNICA MAQUINARIAS B.F. E.I.R.L., LIMA – 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Ruben Edison Hinostrroza Poma

Luis Alberto Caicedo Barrios

Asesor:

Ing. Ángelo Rubén Guevara Chávez

Lima - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ángel Rubén, Guevara Chávez, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Hinostroza Poma, Rubén Edison
- Caicedo Barrios, Luis Alberto

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADA EN EL TPM Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA METALMECÁNICA MAQUINARIAS B.F. E.I.R.L., LIMA – 2019” para aspirar al título profesional de: INGENIERO INDUSTRIAL por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos

Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Hinostrza Poma, Rubén Edison y Caicedo Barrios, Luis Alberto para aspirar al título profesional con la tesis denominada: INGENIERO INDUSTRIAL

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por el apoyo incondicional de siempre.

Damos también gracias a Dios por permitirlo día a día.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento, está dirigido a nuestros docentes, quienes nos han transmitido todo su conocimiento y experiencia, reforzando así lo aprendido y que es muy valioso en nuestra formación profesional.

Tabla de Contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	13
RESUMEN.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Problemática General	15
1.1.1. Justificación	17
1.1.2. Antecedentes.....	23
1.2. Marco Teórico	27
1.3. Formulación del Problema	35
1.4. Objetivos	35
1.4.1. Objetivo general.....	35
1.4.2. Objetivos Específicos	35
1.5. Hipótesis.....	35
1.5.1. Hipótesis general.....	35
1.5.2. Hipótesis Específica	36
1.6. Variables	36
1.6.1. Matriz de Variable Independiente.....	37
1.6.2. Matriz de Variable Dependiente	38

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	39
2.1. Tipo de investigación	39
2.1.1. <i>Pre experimental</i>	39
2.1.2. <i>Dimensión Cronológica</i>	39
2.1.3. <i>Aspectos éticos</i>	39
2.2. Población y muestra.....	40
2.3. Materiales, instrumentos y métodos	42
2.3.1. <i>Materiales</i>	42
2.3.2. <i>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</i>	42
2.3.3. <i>Procedimiento</i>	46
2.3.4. <i>Consideraciones en la búsqueda de la información</i>	46
2.4. Problema en la empresa	50
2.4.1. <i>SIPOC del proceso de producción</i>	52
2.4.2. <i>Análisis y evaluación de criticidad de los equipos</i>	53
2.4.3. <i>Diagnóstico de la capacidad del proceso de producción</i>	54
2.5. Identificación de las Causas Raíces	56
2.6. Análisis de la Situación de la Empresa	62
2.7. Propuesta de Implementación	65
2.7.1. <i>Estimación de recursos basado en TPM</i>	68
2.8. Desarrollo de la Propuesta.....	77
2.8.1. <i>Propuesta basada en TPM</i>	77
2.8.2. <i>Propuesta de implementación de TPM</i>	78
CAPÍTULO III. RESULTADOS	107
3.1. Resultados Propuesta de Implementación del Proyecto Piloto	107
3.1.1. <i>Cuadro comparativo entre situación actual y propuesta de implementación</i>	108
3.1.2. <i>Cuadro comparativo variable Independiente y Dependiente</i>	109
3.1.3. <i>Cuadro comparativo económico de la situación actual y propuesta</i>	112
3.1.4. <i>Análisis Económico Financiero</i>	115

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	122
4.1. Discusión.....	122
4.1.1. <i>Limitaciones</i>	122
4.1.2 <i>Implicancias</i>	122
4.1.2. <i>Interpretación comparativa</i>	124
4.2. Conclusiones.....	127
REFERENCIAS.....	130
ANEXOS.....	132
ANEXO N° 1: Listado de equipos del proceso de producción.....	132
ANEXO N° 2: Reporte general del proceso de producción	133
ANEXO N° 3: Artículos encontrados por fuentes de información	136
ANEXO N° 4: Listado de citas.....	137
ANEXO N° 5: Formato Mantenimiento Autónomo.....	138
ANEXO N° 6: Catalogo de averias.....	139
ANEXO: 7 Orden de trabajo	142
ANEXO: 8 Cuadro de Información Actual y Proyectada	143

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1 - Pilares del TPM</i>	29
<i>Tabla N° 2 - Variable Independiente</i>	37
<i>Tabla N° 3 - Variable Dependiente</i>	38
<i>Tabla N° 4 Cantidad de piezas producidas en el año 2018</i>	41
Tabla N° 5 - Técnicas e Instrumentos Utilizados	42
Tabla N° 6 - Juicio de Expertos	45
Tabla N° 7 - Ponderación de variables por Juicios de Expertos	45
Tabla N° 8 - Situación de los equipos de la empresa	51
Tabla N° 9 - Evaluación de Criticidad de los equipos	54
Tabla N° 10 – Porcentaje de averías de equipos.....	57
Tabla N° 11 - Resultado Equipos Críticos de producción	62
Tabla N° 12 – Resultados OEE de los Equipos Críticos de producción 2018 - 2019	63
Tabla N° 13 - Propuesta para eliminar causas raíces de la cabina de esmaltado	65
Tabla N° 14 - propuesta para eliminar causas raíces del compresor de aire	66
Tabla N° 15 - Propuesta para eliminar causas raíces de Prensa Hidráulica	67
Tabla N° 16 - Plan de Implementación basado en TPM para la cabina de esmaltado	68
Tabla N° 17 - Plan de Implementación basado en TPM para el compresor de aire.....	70
Tabla N° 18 - Plan de Implementación basado en TPM para la prensa hidráulica	73
Tabla N° 19 - Plan básico de inspección, limpieza, ajuste y lubricación	81
Tabla N° 20 - Cronograma de capacitación para ejecutores operarios de mantenimiento autónomo	88
Tabla N° 21 - Personal Planificador de Mantenimiento Preventivo	91
Tabla N° 22 - Cuadro Personal Coordinador de Mantenimiento.....	93
Tabla N° 23 - Cuadro Personal Coordinador de TPM	94
Tabla N° 24 - Cuadro comparativo de indicadores.....	108
<i>Tabla N° 25 - Cuadro comparativo de Productividad</i>	112
Tabla N° 26 - Datos Iniciales Piloto	116
<i>Tabla N° 27 - Ventas proyectadas con Tolerancia 2021</i>	116

<i>Tabla N° 28 - Estado de Resultados año 2021</i>	117
<i>Tabla N° 29 - Flujo de caja año 2021</i>	118
<i>Tabla N° 30 - Indicadores Financieros año 2021</i>	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 - Cantidad de Fallas por mes	21
Figura N° 2 - Tiempo de Maquinas Paradas	21
Figura N° 3 - Costos reparación por mes	22
Figura N° 4 Pilares del TPM que servirán de apoyo para la propuesta.	29
<i>Figura N° 5 Clasificación OEE</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 6 Diagrama de actividades del proceso de fabricación de bandeja Gr.....</i>	<i>43</i>
Figura N° 7 Reporte de averías por maquinaria de la metalmecánica.....	44
Figura N° 8 Cuadro de criticidad de equipo. Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia	53
Figura N° 9 Muestreo para medir la capacidad del proceso	55
Figura N° 10 Gráfica de Control – Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia	56
Figura N° 11 Gráfico de Pareto - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia.....	58
Figura N° 12 Diagrama de Ishikawa Prensa Hidráulica.....	59
Figura N° 13 Diagrama de Ishikawa Cabina de esmaltado.....	60
<i>Figura N° 14 Diagrama de Ishikawa Falla de compresor de aire</i>	<i>61</i>
Figura N° 15 MTBF años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia.....	64
Figura N° 16 MTTR años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia	64
Figura N° 17 Cantidad de Fallas años 2018 y 2019.....	65
Figura N° 18 Propuesta Equipo TPM.- Fuente: Elaboración Propia.....	79
Figura N° 19 Calendario de Actividades Cabina Esmaltado	83
Figura N° 20 Calendario de Actividades Prensa Hidráulica	84
Figura N° 21 Calendario de Actividades Compresor de Aire	85
Figura N° 22 Calendario de Actividades Cabina Esmaltado	86
Figura N° 23 Calendario de Actividades Prensa Hidráulica	87
Figura N° 24 Calendario de Actividades reuniones TPM	87
Figura N° 25 Implantación de Mantenimiento Autónomo	89
Figura N° 26 Programa MP Compresor de Aire.....	100

Figura N° 27 Programa MP Prensa Hidráulica	101
Figura N° 28 Programa MP Cabina Esmaltado.....	102
Figura N° 29 - Instructivo MP Cabina Esmaltado - Elaboración Propia	103
Figura N° 30 - Instrutivo MP Cabina Esmaltado - Elaboración Propia.....	104
Figura N° 31 Instrutivo MP Cabina Esmaltado.....	105
Figura N° 32 – Situación actual vs datos proyectados Indicador MTBF.....	109
Figura N° 33 - Situación actual vs datos proyectados Indicador MTTR	110
Figura N° 34 - Situación actual vs datos proyectados Indicador OEE	110
Figura N° 35 - Situación actual vs datos proyectados Indicador Cantidad de Fallas	111
Figura N° 36 - Situación actual vs proyección de impacto en Productividad	111
Figura N° 37 - Comparación de Producción Spool Empresa Fima 2016	124
Figura N° 38 - Comparación Variable de Mantenimiento Empresa Fameca SAC.	126
Figura N° 39 Estandarización Autónoma.....	149

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación N° 1 Indicador de Calidad = Producción Real – Productos defectuosos x 100%</i>	<i>33</i>
<i>Ecuación N° 2 Indicador Disponibilidad = Minutos Operación Efectivos x 100%</i>	<i>33</i>
<i>Ecuación N° 3 Indicador Performance = Producción Real x 100%</i>	<i>33</i>
<i>Ecuación N° 4 MTBF = Horas de OperaciónNúmero de Fallas</i>	<i>34</i>
<i>Ecuación N° 5 MTTR = Horas de ReparaciónNúmero de Fallas</i>	<i>34</i>

RESUMEN

El presente trabajo de implementación de la Gestión de Mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L., busca demostrar la importancia de mejorar una gestión con problemas de disponibilidad de equipos, paradas recurrentes, piezas defectuosas y bajo rendimiento, teniendo así múltiples consecuencias negativas que elevan los costos de mantenimiento y pérdidas económicas para la empresa.

El problema se identificó a través de algunas herramientas de análisis del problema; como, por ejemplo: Pareto e Ishikawa, con ello se halló las causas raíces en los tres equipos más críticos; como la prensa hidráulica, cabina de esmaltado y el compresor de aire. Estos equipos contaban con fallas de equipo y ausencia de gestión de mantenimiento planificado.

Por lo tanto, la propuesta se basa en desarrollar la implementación del TPM con sus dos pilares importantes como, el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado, ambos permiten mejorar así la disponibilidad de los equipos críticos identificados. Asimismo, se demuestra que esta práctica eleva los niveles de los indicadores OEE de cada equipo lo cual se enfoca en la confiabilidad operacional al disminuir las fallas. Por ello, la propuesta del proyecto ayuda a generar un ahorro de los costos de mantenimiento y alargar la vida útil de los equipos.

Por último, el factor de productividad se verá reflejado de manera positiva luego que la implementación, sea ejecutada en un plazo de dos años posteriores.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, Equipos Críticos, Autónomo, Fallas Recurrentes, TPM, Impacto, Productividad, manufactura, metalmecánica.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática General

En el mundo, entre los años 1600 a 1800, se han desarrollado varios cambios tecnológicos donde el ser humano en base a su conocimiento explota los recursos y construye máquinas.

“Si hacemos una comparación de la forma de producir productos o servicios de la prehistoria al siglo XVIII se puede decir que existe una gran diferencia, y a su vez si comparamos la forma de producir de este último a la actualidad, obtendremos una diferencia aún mayor en tan poco tiempo, en el sentido de que actualmente se nota una mejor calidad de vida, pero una mayor producción de satisfactores para cubrir las necesidades actuales” (García Sierra , Cárcel Carrasco , & Mendoza Valencia, 2019).

Por ello, es que las necesidades de la población tienen estrechamente una relación con el crecimiento de la industria de tal forma que se necesita una mayor producción de bienes y servicios para atender la demanda social.

Por otro lado, (Cárcel-Carrasco, 2015) publicó un artículo en la que indica:

“Durante un periodo de dos años se realizó un estudio exploratorio y de campo para ver la incidencia de la adecuada gestión del conocimiento en empresas industriales europeas con importante equipo humano en las áreas de mantenimiento operativo. Posteriormente tras los datos de campo obtenidos, se planteó y aplicó un modelo de mantenimiento industrial basado en la gestión del conocimiento”. (p.110)

Bajo este estudio de investigación se precisa que los modelos de mantenimiento van evolucionando cada año donde se emplean técnicas y herramientas que mejoran la gestión del mantenimiento basado también en el conocimiento.

La experiencia del personal operativo, quienes interactúan con los equipos es pieza importante para establecer una fuente de información por lo cual se puede generar una base de información fundamental para establecer un método de conservación en la manufactura.

Asimismo, en España producto de un análisis al ámbito industrial, específicamente a la fuerza laboral se puede resumir que “el sector mantenimiento es preciso analizarlo desde una perspectiva con las personas implicadas. Siendo una de las actividades estratégicas en las empresas, sigue teniendo grandes deficiencias según se puede extraer de las encuestas sectoriales y de gestión de las empresas” (Cárcel-Carrasco, 2015). Es claro, que la retroalimentación recibida directamente de la fuente es una labor estratégica en la cual queda por definir meticulosamente los mecanismos y uso de herramientas adecuadas para clasificar los datos de tal forma que luego de procesarlos se realicen los procesos de mejora continua que permitan una eficiente administración del sostenimiento de la manufactura industrial.

El avance constante de la manufactura industrial requiere un gobierno competente en cada uno de sus segmentos. Ello genera a su vez una carrera en las empresas por aumentar la producción conservando la calidad que el mercado exige, por ello, con toda la experiencia recibida a lo largo de los años, por parte del recurso humano, es necesario aprovecharlas para conceptualizarla para el beneficio común. Tal es así que (Cabral Leite, Reyes Carvajal, Fonseca-Junior, & Holanda-Bezerra, 2015) afirman:

“La gestión en mantenimiento procura reducir costos asociados al mantenimiento, en particular horas/hombre, y costos de reparación. Varias metodologías han sido empleadas para el logro de estos objetivos, tales como TPM (Total Productive Maintenance), RCA (Root Cause Analysis), mantenimiento preventivo, entre otros”.

(p.140)

Existen diversas formas metódicas de aprovechar y hacer correctamente una administración de la conservación de la maquinaria que permita conseguir alcanzar los planes empresariales estableciendo una relación costo – beneficio muy provechoso para la industria.

Las empresas del sector metalmecánica tienen altos costos de operatividad ya que en su mayoría disponen de equipos de fuerza mecánica e hidráulica que ejercen dobles, corte y prensado de metales. A su vez estos tienen un gran consumo de energía continua, por otro lado, los costos de capacitación de personal técnico para operar los equipos de gran envergadura son de elevados recursos monetarios.

Es por ello, que los costos de mantenibilidad son muy altos en este tipo de industria antigua y moderna, como lo menciona: (Guerra-Lopez & Alexis Montes, 2019)

“Los desperfectos técnicos y los altos costos operativos son las principales causas por las cuales se decide retirar el equipamiento minero. La primera, relacionada con la destrucción física del equipo, provoca dificultades para llevar a cabo los trabajos de forma óptima para los cuales fueron adquiridas” (Guerra-Lopez & Alexis Montes, 2019)

Con ello se concluye que la inoperatividad y fallas recurrentes de los equipos, impactan enormemente a los costos de mantenibilidad con una alta posibilidad del cambio de la maquinaria como también dificultades en los trabajos operativos.

1.1.1. Justificación

En las investigaciones recientes de la revisión sistemática de la literatura se encontró evidencia concreta y actualizada sobre mantenimiento y productividad en empresas metalmecánicas en el Perú, así también en relación con los procesos continuos.

A continuación, citamos algunas más resaltantes sobre productividad:

“Las empresas buscan cada día elevar su productividad, lo cual involucra varios factores

de la producción, una de ellas es la disposición de planta (DP) cuya finalidad principal es la ubicación adecuada de los equipos, máquinas y estaciones productivas...” (Hinostroza & Geronimo, 2016)

En el estudio de investigación que realizaron los autores (Hinostroza & Geronimo, 2016) egresados y titulados de la Universidad Privada del Norte, informan y evidencian sobre los resultados positivos que se obtuvo en la empresa peruana metalmecánica FIMA, está ubicada en la Provincia Constitucional del Callao. Sosteniendo en el documento de investigación el alto impacto en la productividad en el sector metalmecánica. con el título “INFLUENCIA DE LA DISPOSICIÓN DE PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SPOOLS DE LA EMPRESA METALMECÁNICA FIMA”

Por otro lado, en los estudios de investigación sobre mantenimiento, el autor (Valdivieso, 2018) indica que: “El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallas, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada” (Valdivieso, 2018) Pág. 25. Esta fue realizada con información fidedigna de la empresa peruana Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

Obteniendo resultados con una disponibilidad de los equipos en un 91.40% a 93.12%, incremento en un 3.01% las ventas (S/. 454,158.41). “Finalmente, las mejoras redujeron en un 10% el número de fallas de los equipos de la Línea de Producción de Plataformas, reduciendo el costo de mantenimiento realizado por terceros en S/ 50,858.00” (Valdivieso, 2018).

El TPM según (Gonzales, 2019), ya ha sido implementado con gran éxito en diversas empresas de manufactura tanto a nivel mundial como nacional, por esta razón, la curva de adaptación del personal será menor, así como el retorno de la inversión.

El éxito del proyecto de implementación depende del compromiso del equipo TPM (Core Team), este equipo de profesionales debe dedicarse a este proyecto y tratar de cumplir con los plazos y objetivos en los tiempos establecidos, para eso es importante que no se le distraiga en otras actividades ajenas al TPM.

Para alcanzar el objetivo con datos positivos, se requiere que todo el personal este comprometido con el TPM y adoptar la práctica como nueva cultura institucional.

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares de mayor probabilidad de éxito del TPM, dado, que está comprobado que, con solo ejecutar tareas básicas de limpieza, lubricación en las máquinas y/o equipos, se garantiza que se prolongue el MTBF (tiempo medio entre fallas), por lo cual es importante preparar instructivos a los operarios y desarrollar capacitaciones constantes.

Según (Cautrecasas & Torrel, 2010) señalan que el Mantenimiento Productivo Total se considera una filosofía preventiva, enfocado en la mejora y precaución de los problemas, teniendo esta como objetivo en suprimir las seis grandes pérdidas debidas a (1) cambio en ajustes de máquina, (2) perdidas de velocidad, (3) paradas y/o averías, (4) tiempos improductivos debido a puesta en marcha (5) defectos y (6) tiempo no usado en paradas breves.

Por estas razones el Mantenimiento Autónomo permiten mejorar los rendimientos utilizados por los operarios de máquina, realizando actividades de limpieza, ajuste y lubricación de sus equipos, como también en las actividades del mantenimiento Planificado.

Por otro lado, (Alexis, Carlos, & Henry, 2013) indican que “La planificación del mantenimiento, consiste en seleccionar las tareas de mantenimiento que se ajustan al modelo de mantenimiento determinado para cada sistema”

En base a estas bases teóricas de los autores (Cautrecasas & Torrel, 2010) y (Alexis, Carlos, & Henry, 2013) ,consideramos que solo se empleará los 02 pilares del TPM, estas son el Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Planificado, dado que en la empresa metalmecánica Maquinarias B.F EIRL, coinciden con frecuencias las averías sobre falta de inspecciones, lubricación y ajustes de máquina halladas a través de las herramientas de análisis del problema en los equipos encontrados.

Por consiguiente, se justifica que la aplicación de solo las 5 dimensiones (5M) en la herramienta de análisis del problema Ishikawa, dentro del desarrollo de esta investigación, procede en analizar el problema y hallar las posibles causas como menciona en la investigación autor (Flores Torres, 2017) llamada: “Aplicación del Método de las 5M para determinar las 5 causas de un problema en un Taller Automotriz”

“Las subdivisiones en base a las 5 M, además de organizar las ideas estimulan la creatividad. En esta fase quienes intervienen deben liberarse de pre concepto, en caso contrario se puede condicionar la búsqueda a las soluciones que ya se han propuesto o probado y que no han aportado la solución...”. Es decir, están agrupadas según los cinco criterios y por ello se denomina de las 5 M como también indica el autor (Flores Torres, 2017).

Por otro lado, como justificación del trabajo, mostramos datos históricos reales de baja productividad en los equipos en la empresa Maquinarias B.F dentro del año 2018 y 2019. Esta se refleja en número de fallas mes a mes como indica la tabla. La baja disponibilidad de la maquinaria afecta directamente a los indicadores OEE de eficiencia de equipo y por ende a la productividad diaria. La implementación de la propuesta de la gestión de mantenimiento reducirá los tiempos y paradas a través de las herramientas de TPM como también justificaron otros autores de trabajos de investigación en el Perú.

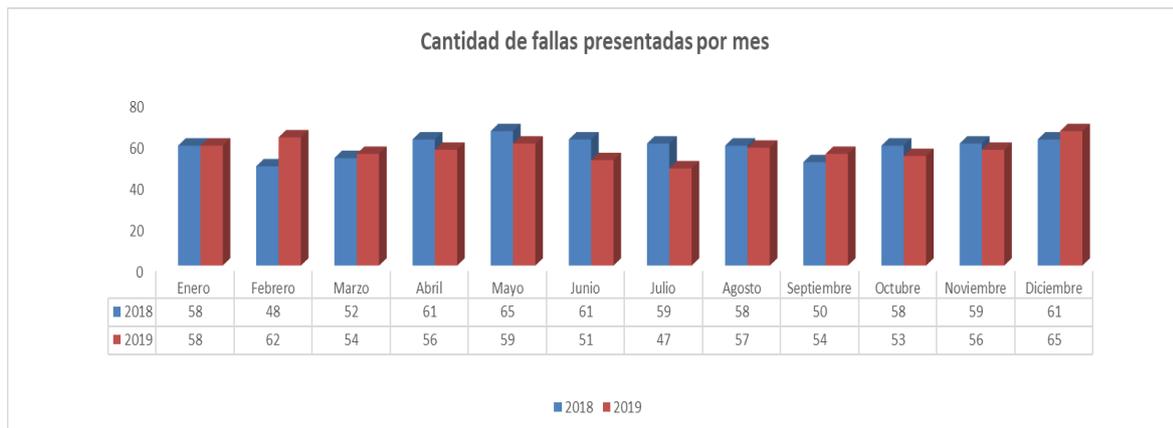


Figura N° 1 - Cantidad de Fallas por mes

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Por otro lado, también se puede visualizar líneas abajo, el tiempo de maquina parada en minutos de los equipos de la empresa Maquinarias B.F Eirl. Esta se llegó a incrementar con un pico hasta los 2400 minutos en el mes de mayo 2018 como también 1980 minutos en el mes de diciembre 2019. Tiempo que afecta también directamente a la capacidad de la producción.

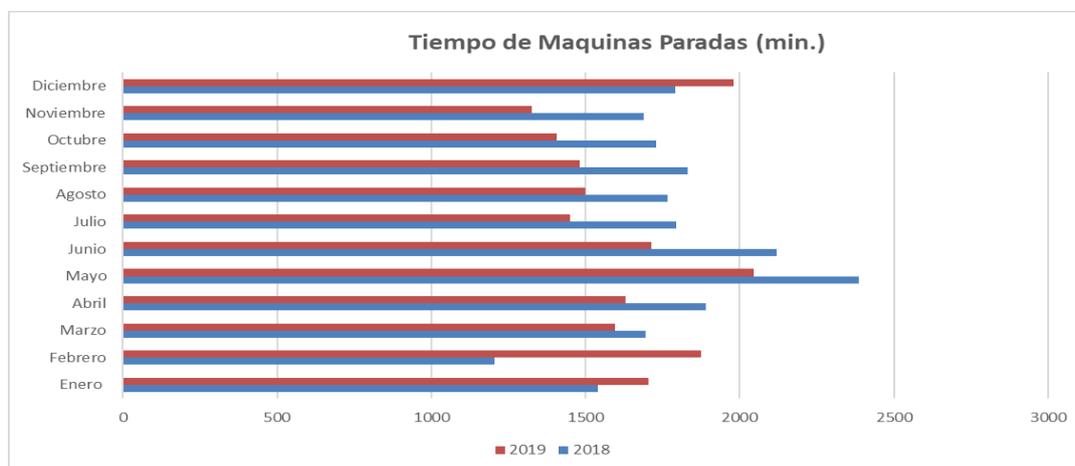


Figura N° 2 - Tiempo de Maquinas Paradas

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

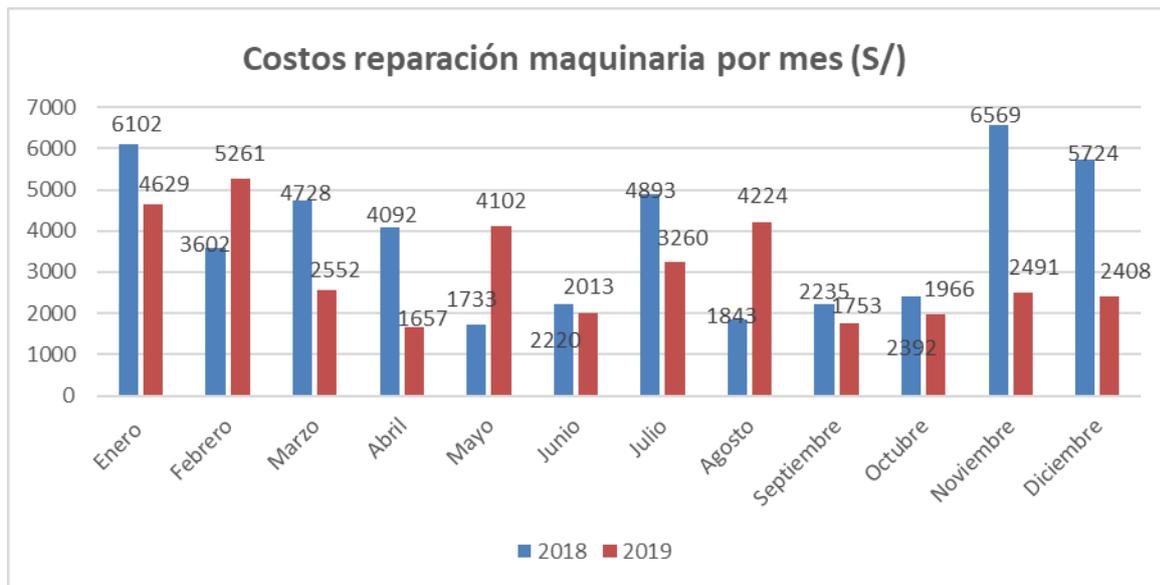


Figura N° 3 - Costos reparación por mes

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En la tabla de costos de reparación por mes, se puede analizar que en la empresa Maquinarias B.F Eirl. Los gastos fueron muy altos en mes de noviembre 2018, llegando hasta s/ 6569.00 soles, como también en el mes de febrero 2019, se tuvo una reparación que asciende a s/ 5261.00 e impacta a los costos de mantenimiento para ese año.

- **Justificación Académica**

La presente investigación es valiosa porque aporta un recurso académico que permite contribuir a la comunidad universitaria con un tema específico de una empresa del segmento metalmecánica y que los estudiantes interesados adquieran los conocimientos necesarios de la gestión del mantenimiento y su impacto en la productividad en una empresa peruana.

- **Justificación Empresarial**

La presente investigación es importante porque aporta un valor para la industria manufacturera, especialmente del sector de manufactura, dado que se determina como el pilar de Mantenimiento Productivo Total (TPM), esta impacta de forma positiva en la productividad de

una empresa nacional. El estudio puede ser tomado como base para otras empresas del sector y replicarlo de tal forma que aporta un valor agregado para esta industria.

- **Justificación Social**

La presente investigación permite generar un cambio cultural en las personas que trabajan en la empresa y mediante un plan de gestión de mantenimiento, disciplina y compromiso adquiridos se puedan compartir dichos conocimientos que permitan a otras personas aplicar estas prácticas en su vida personal y laboral.

1.1.2. Antecedentes

La gestión de Mantenimiento como variable independiente internacional ha ido cambiando y evolucionando como lo menciona: (Díaz Concepción, Del Castillo Serpa, & Villar Ledo, 2017)

“En las últimas décadas la concepción del mantenimiento a nivel internacional ha cambiado, pasando de una actividad reactiva a adoptar una concepción proactiva, dotándolo de una visión de negocio en su expresión más amplia. Este novedoso concepto implica desarrollar una cuidadosa preparación de las acciones a emprender, valiéndose para ello de la organización y desarrollo de la “gestión de mantenimiento” (Díaz Concepción, Del Castillo Serpa, & Villar Ledo, 2017)

Por otro lado, también han ido innovando metodologías que ayudan en la reducción de costos en otros países como menciona: (Cabral Leite, Reyes Carvajal, Fonseca-Junior, & Holanda-Bezerra, 2015)

En el ámbito regional, “la gestión de mantenimiento industrial nos menciona que la tecnología va acorde a la evolución” (Tavares, 2014).

“La evolución del mantenimiento se ha adaptado a las necesidades de las industrias, y también ha ido paralelo al avance de la tecnología. Las primeras empresas que existieron estaban conformadas por grupos de personas que tenían que trabajar en cada uno de los pasos del proceso de producción y a su vez reparar las herramientas y las máquinas cuando presentaban alguna falla. Debido a que los trabajadores desarrollaban múltiples oficios, el elaborar un producto terminado para ofrecerlo en el mercado implicaba un alto costo en tiempo y dinero” (Tavares, 2014).

“Como antecedente local en una planta u organización, se menciona que los planes de mantenimiento nos ayudan a determinar con el historial, el estado de los equipos para así determinar acciones correctivas” (Delgado, Saldivia, & Fygueroa, 2014)

“En cualquier organización cuando se tienen planes de mantenimiento preventivo y predictivo es necesario disponer de instrumentos para determinar el estado en condición de los equipos, en el caso de los motores diésel se tienen pruebas rápidas que determinan el estado del lubricante y del motor, como el ensayo de la mancha de aceite.” (Delgado, Saldivia, & Fygueroa, 2014)

“Para una evaluación completa de los efectos de una política de mantenimiento se tiene que saber cómo su aplicación extendería la vida útil de un componente medido en, por ejemplo, el tiempo medio hasta el fallo o entre fallos. Para descubrir eso, es necesario un modelo matemático del proceso de deterioro de los componentes que describa los efectos del mantenimiento. En los últimos diez años o más han sido propuestos varios de esos modelos” (Cabral Leite, Reyes Carvajal, Fonseca-Junior, & Holanda-Bezerra, 2015)

“La productividad también es un factor importante que se mide en una gestión robusta de mantenimiento. Esto mejora los estándares de productividad teniendo como objetivo disponibilidad de productividad efectiva” (Francisco, J. C., 2016)

El objetivo básico de un programa de mantenimiento es conseguir la disponibilidad efectiva de la planta. Los organismos europeos de normalización han fijado definiciones sobre la disponibilidad. De entre ellas, destaca la propuesta por la British Standards Institution (British Standards, 1964) por su sencillez intuitiva.

“Disponibilidad de un ítem en un período determinado es la fracción de dicho período durante la cual es capaz de realizar una función específica a un determinado nivel de rendimiento”. (Francisco, J. C., 2016)

Por otro lado, la productividad puede variar y depender una buena o mala gestión del cumplimiento de los planes de mantenimiento como lo menciona: (Guerra-Lopez & Alexis Montes, 2019)

“Dentro de las principales causas que han influido en la reducción del índice de productividad del parque de máquinas esta la disponibilidad técnica, acrecentada por las deficiencias en el cumplimiento de los planes de mantenimiento, que a su vez guarda estrecha relación con la modalidad de adquisición que se aplique en cada equipo en concreto y la decisión de reemplazar en el momento preciso”. (Guerra-Lopez & Alexis Montes, 2019)

“Actualmente, si las organizaciones desean permanecer en el mercado y ser más competitivas, deben producir más, mejorar continuamente la calidad de sus productos o servicios y sus procesos y reducir sus tiempos y costos de procesos de manera sistemática y continua” como menciona en la revisión de : (P.G, 2019)

La variable productividad en el antecedente local, puede llegar a depender muchas veces en la organización gerencial de planta como también de mantenimiento como lo menciona el autor sobre el análisis en la gestión de Mantenimiento:

“En lo referente a la organización del mantenimiento, muchos de los departamentos o secciones de mantenimiento dependen jerárquicamente del director de producción, lo cual hace que las funciones de mantenimiento se restrinjan al corto plazo. Puede mencionarse que, dentro de las actividades encomendadas al departamento de mantenimiento, se incluye, en un porcentaje excesivamente bajo, la participación en las decisiones de inversión. En cuanto a la intervención en el diseño de productos y/o manuales de los mismos, la participación es todavía más baja. Aparte de esto, la existencia de más de un 10% de casos donde el personal de mantenimiento no es exclusivo del departamento hace pensar en una escasa organización de estas tareas”. (J. C., Francisco, 2015)

“En cuanto al tipo de mantenimiento utilizado debe decirse que sigue existiendo un elevado porcentaje de mantenimiento correctivo (40%) incluso cuando se trata de equipos clasificados como de alta criticidad. Además, en otras muchas ocasiones, el mantenimiento preventivo tiene un contenido muy restringido, reduciéndose a las tareas recomendadas por el fabricante”. (J. C., Francisco, 2015)

Según (García Cabello, 2018) en el ámbito regional, menciona que el método de la gestión de mantenimiento a aplicar en una empresa industrial, menciona lo siguiente:

“La misión de planificar responde a la necesidad de que no surjan averías en los equipos mientras se está operando. Todo programa de mantenimiento debe estar en conocimiento de todas las áreas de la empresa y de este modo comprobar la armonía entre Producción y Mantenimiento” (García Cabello, 2018).

1.2.Marco Teórico

A: Variable independiente: Gestión, Mantenimiento

B: Variable dependiente: Productividad

Gestión: Acción y efecto de administrar algo.

Mantenimiento: Acción de mantener y conservar algo en condiciones óptimas.

Productividad: Capacidad de producir un producto o servicio es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Metalmecánica: Es un sector industrial que procesa metales diversos, transformándolos en productos o herramientas para las industrias metálicas o usuarios directos.

TPM

Desde punto conceptual el TPM se describe como un concepto holístico de mantenimiento orientado a la productividad para el incremento de la eficiencia de las instalaciones OEE (Overall Equipment Efficiency) y para la disminución de los costes de mantenimiento mediante medidas de conservación preventivas con la colaboración de todos los participantes.

Los principales objetivos del TPM son:

- Maximización de la eficiencia de las instalaciones a través de la detección de las fuentes de averías.
- Elevada disponibilidad de instalaciones de producción.
- Estado óptimo de los equipos, la habilidad para producir productos de alta calidad de manera eficiente

- Incremento de la fiabilidad y simplificación del mantenimiento de las instalaciones de producción.
- Transmisión parcial de las responsabilidades del mantenimiento a los trabajadores.
- Incremento de la efectividad del mantenimiento.
- Reducción de los costes de mantenimiento.

La fabricación sin stock únicamente se puede realizar con unas máquinas e instalaciones fiables.

DIAGRAMA DE PARETO

(Cruz & González, 2006), señala que el diagrama de Pareto es una herramienta de representación gráfica que permite identificar los problemas más importantes, en función de su frecuencia de ocurrencia o coste (dinero, tiempo), y permite priorizar las actividades de intervención.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

(Cruz & González, 2006) plantea que un buen diagrama de Ishikawa ayuda a conocer visualmente las causas de los problemas encontrados, esta sencilla herramienta también es conocida como causa-efecto, diagrama de árbol o diagrama espina de pescado. Es un gráfico que en la parte central tiene una línea con el problema principal, de esta línea se desprenden otras líneas en las que se agrupan las posibles causas separadas por grupos: mano de obra, maquinaria, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente siendo estas categorías no obligatorias, se recomienda utilizar cualesquiera que resulten apropiadas.

Los pilares del TPM son ocho, en la que se empleará solo dos pilares para la propuesta considerando la mejora continua con la gestión preventiva de instalaciones y formación & cualificación, estos serán el soporte del mantenimiento planificado y mantenimiento autónomo

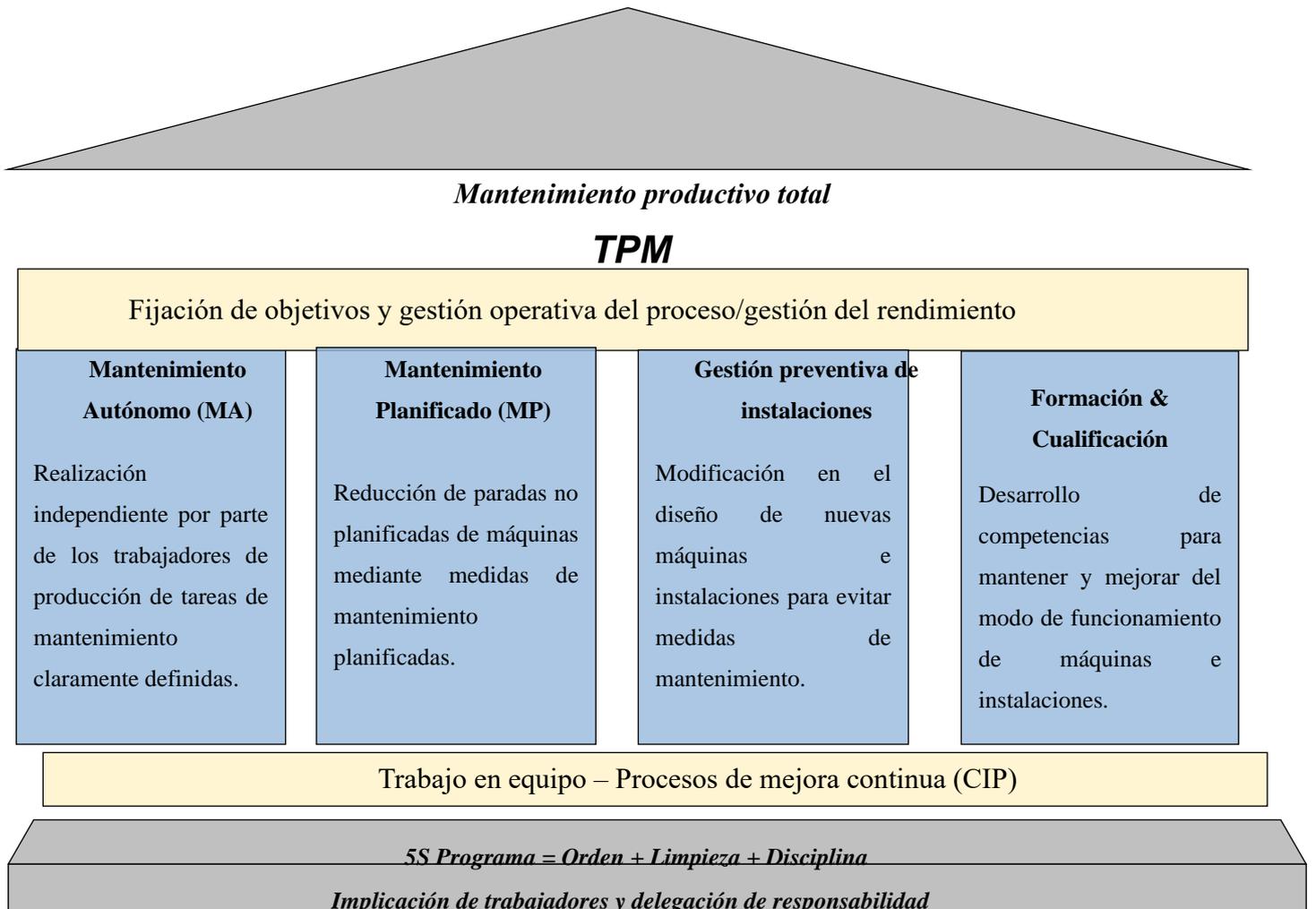


Figura N° 4 Pilares del TPM que servirán de apoyo para la propuesta.

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Los pilares de la presente investigación (MA y MP) contienen diferentes aspectos clave previos a su implementación:

Tabla N° 1 - Pilares del TPM

Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Planificado
------------------------	---------------------------

<p>Preparación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza inicial 2. Medidas para reducir fuente contaminación y zonas de difícil acceso. 3. Estándares provisionales 4. Inspección general 5. Inspección autónoma 6. Estandarización 7. Autogestión completa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apoyo al Mantenimiento Autónomo 2. Expansión de las actividades para el cero averías. 3. Establecer un plan de gestión de mantenimiento 4. Gestión de lubricantes 5. Gestión de repuestos 6. Gestión de costes de Mantenimiento 7. Mantenimiento predictivo 8. Formación para la mejora de habilidades en el mantenimiento
<p>Gestión temprana de Instalaciones</p>	<p>Formación y cualificación</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantar base de datos por máquina gestionándolo con sistema IT 2. Mejorar las especificaciones técnicas de los manuales en función de los datos MP obtenidos 3. Realizar 5 revisiones del diseño en diferentes partes de cada Proyecto. 4. DR1 – Plan Preliminar 5. DR2 – Especificaciones técnicas 6. DR3 – Compras 7. DR4 – pre-aceptación 8. DR5 – Aceptación final 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar la mentalidad adecuada 2. Trasmisión de las bases – TPM 3. TPM – herramientas de formación 4. Comunicación y formación en las técnicas de resolución de problemas 5. Transmisión conocimientos sobre Mantenimiento Autónomo 6. Trasmisión de conocimientos de mantenimiento planificado 7. Formación sobre procesos de fabricación

Pilares del TPM, se puede apreciar los dos principales pilares y dos secundarios.

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado tiene como concepto en realizar una serie de actividades de prevención futura de averías, reduciendo también el mantenimiento correctivo que tiene un costo alto en la productividad del equipo.

La importancia de implementar el mantenimiento planificado en una planta de producción continua, ayuda a mejorar la disponibilidad y operatividad del equipo. Por otro lado, también influyen de forma ascendente las ratios de producción (OEE), como lo menciona “ (Guerra-Lopez & Alexis Montes, 2019)”

“Los altos costos operativos comprometen la competitividad del equipo, con el tiempo se produce una degradación del rendimiento económico por necesidad de mantenimiento excesivo y aumento del consumo de energía, llamándose a esto envejecimiento, el cual se evidencia cuando es preciso gastar cada vez más, obteniendo cada vez menos disponibilidad y productividad” (Guerra-Lopez & Alexis Montes, 2019)

Desde esta perspectiva se considera que para reducir los altos costos de parada de máquina y para mantener los equipos bajo control, se necesita tener un plan de gestión robusto que pueda abarcar todos los procesos de la gestión; en el análisis de causa raíz de la Prensa Hidráulica, se puede visualizar que las principales causas halladas fueron; No se tiene un plan de mantenimiento preventivo, no se tiene programa de reporte de averías, no se tiene plan repuestos críticos, no se tiene bitácora de avería ni plan de inspecciones de limpieza.

Los pilares del TPM “Mantenimiento Productivo Total” ayuda de manera eficiente la gestión de mantenimiento, dentro de ello está la herramienta Mantenimiento Planificado, este pilar tiene como objetivo de mejorar la producción en cero fallos, cero defectos, mejora de eficiencia de técnicos, promueven las actividades que incrementan la fiabilidad y capacidad del

mantenimiento, esta es basada en el coste óptimo de la mantenibilidad. El mantenimiento Planificado tiene como base fundamental el trabajo en equipo, proceso de mejora continua, programa de 5 “S” orden, limpieza y disciplina, así también la integración del trabajador y delegación de responsabilidades.

Un sistema de mantenimiento planificado incrementa de forma continuada de la fiabilidad del equipo, nos acerca al objetivo de cero fallos y permite operar dentro de un eficiente de costes.

Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo significa que el trabajador de producción participe en las tareas básicas de mantenimiento encargándose en algunas actividades como limpieza, ajuste y lubricación de sus equipos. Los operarios reciben formación técnica según las necesidades del puesto. Cabe resaltar que los objetivos del mantenimiento autónomo en los operarios son que comprendan la funcionabilidad de los equipos, desarrollen los conocimientos técnicos y realicen trabajos básicos de solo limpieza, ajuste y lubricación. Estas tareas permitirán ubicar y detectar las causas raíz para luego tomar acciones preventivas que ayuden a mejorar la disponibilidad de equipo. El mantenimiento autónomo forma parte de uno de los pilares del TPM, en el que tiene como base fundamental de mejorar el conocimiento básico, solución de problemas, transferencia de actividades y mejora de procesos.

Gestión de Indicadores o KPI's

En la actualidad existen muchos indicadores y/o KPI's especializados para medir la producción. Sin embargo, uno de los más reconocidos es el OEE y que según (González, 2009) afirma: “OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés Overall Equipment Effectiveness) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad

y las pérdidas de calidad.” Dicho indicador se adapta a cualquier proyecto de mejora de producción basado en TPM.

El OEE permite medir la efectividad de un equipo de producción mediante un valor expresado en porcentaje, el cual es calculado tomando tres indicadores de los procesos de producción:

- a. Disponibilidad. - Indica el tiempo real de la maquina en producción.
- b. Rendimiento y/o Performance. - Indica la producción efectiva de la maquina en un determinado ciclo de tiempo.
- c. Calidad. - Indica la producción de la maquina sin defectos.

Para realizar el Cálculo de estos tres indicadores se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Ecuación N° 1 Indicador de Calidad} = \frac{\text{Producción Real} - \text{Productos defectuosos}}{\text{Productos Real}} \times 100\%$$

$$\text{Ecuación N° 2 Indicador Disponibilidad} = \frac{\text{Minutos Operación Efectivos}}{\text{Minutos Operación Disponible}} \times 100\%$$

$$\text{Ecuación N° 3 Indicador Performance} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad de Producción}} \times 100\%$$

Valor	Calificación	Descripción
OEE < 65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja Competitividad
75% < OEE < 85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar a World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Entra en valores World Class. Buena competitividad.
OEE > 95%	Excelencia	Valores World Class . Excelente Competitividad.

Figura N° 5 Clasificación OEE

Fuente: Contribuciones a la Economía, Fuente: (González, 2009)

Elaboración: Propia

- 1) MTBF (Tiempo medio entre Fallas): Se considera falla al tiempo incurrido en una parada de la maquina mayor o igual a 5 min. La falla inicia cuando la máquina para y culmina cuando se vuelve a producir una pieza.

$$\text{Ecuación N° 4 } MTBF = \frac{\text{Horas de Operación}}{\text{Número de Fallas}}$$

- 2) MTTR (Tiempo medio de Reparación): Se considera al tiempo incurrido en una parada de maquina por el colaborador de mantenimiento durante una falla hasta que se vuelva a producir una pieza.

$$\text{Ecuación N° 5 } MTTR = \frac{\text{Horas de Reparación}}{\text{Número de Fallas}}$$

- 3) Número de paradas mensual: El objetivo de este indicador es para registrar las fallas mayores a 5 minutos por el lapso de un mes, a medida que se controle este indicador, aumentará el MTBF y se reducirá el MTTR.

Nº de fallas = Suma del número de fallas del mes

Capacidad de Proceso CP y CPK

En la actualidad las empresas del sector industrial necesitan de una herramienta que les permita conocer la capacidad de su proceso productivo, es así que (Navarro, Gutierrez, Sarmiento, & Palacio, 2020) indica lo siguiente: “Con la utilización de esta herramienta, se puede medir la capacidad de un proceso, para conocer si es necesario implementar mejoras al sistema”. Por ello, dicha herramienta permite a las empresas conocer si los requisitos que exigen su producción se encuentran dentro de los valores permitidos con el objetivo de establecer mejoras que permitan a las empresas corregir, alinear y establecer mejores niveles de calidad hacia sus clientes y consumidores.

1.3. Formulación del Problema

¿En qué medida impacta la implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM en la productividad de la empresa Metalmecánica Maquinarias, B & F EIRL Lima – 2019?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar en qué medida impacta la implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM, en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar si la gestión de mantenimiento actual y disponibilidad de equipos son críticos para la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019
- Diagnosticar si la capacidad del proceso de producción afecta la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019
- Profundizar sobre las causas de los problemas que afectan la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019
- Proponer un plan de gestión de mantenimiento basado en el TPM que impacte en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019
- Verificar si los indicadores de producción, luego de la implementación de la gestión de mantenimiento basado en el TPM afecta positivamente en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM impactará positivamente en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. En Lima durante el año 2019.

1.5.2. Hipótesis Específica

- Si se analiza la gestión de mantenimiento actual y disponibilidad de los equipos se demostrará si son críticos para la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. en el año 2019.
- Si se diagnostica que la inoperatividad de las máquinas afecta a la capacidad del proceso de producción, se demostrará que tendrá un impacto en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. en el año 2019.
- Si se detectan las causas de los problemas se demostrará cuáles de ellas afectan en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. en el año 2019.
- Si se propone el plan de gestión de mantenimiento basado en el TPM, mejorará la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. en el año 2019.
- Si se verifica que los resultados de los indicadores son favorables, impactarán en la implementación del plan de gestión de mantenimiento basado en el TPM con lo cual mejorará la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. en el año 2019.

1.6. Variables

A continuación, se muestra las variables dependientes e independientes con su respectivo análisis que permitirá una mayor claridad y comprensión sobre los indicadores a implementar en la propuesta del proyecto.

1.6.1. Matriz de Variable Independiente

Tabla N° 2 - Variable Independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	OBJETIVO	DEFINICIÓN	PERIODICIDAD	FORMULA	UNIDAD
GESTIÓN MANTENIMIENTO	Maquinarias	MTBF	Conocer sobre la disponibilidad de una maquinaria	Mide el promedio del tiempo que transcurre entre dos averías de un mismo equipo	mensual	$\frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo de Inactividad}}{\text{Número de Paradas}}$	Tiempo
		MTTR	Controlar el tiempo de reparación de una avería	Se define como el tiempo medio de mantenimiento correctivo	mensual	$\frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento}}{\text{Número de Reparaciones}}$	Tiempo
	Averias	Paradas	Controlar la Cantidad de fallas y/o paradas de los equipos	Sirve para medir la capacidad de operación de los equipos	mensual	Cantidad de eventos presentados por turnos	Tiempo

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

1.6.2. Matriz de Variable Dependiente

Tabla N° 3 - Variable Dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	OBJETIVO	DEFINICIÓN	PERIODICIDAD	FORMULA	UNIDAD
PRODUCTIVIDAD	Prensas	De Calidad	Controlar que las piezas producidas no tengan fallos	Porcentaje de piezas producidas de acuerdo a los criterios de calidad definidos	mensual	Producción piezas real – Piezas Defectuosas / Piezas Defectuosas	\$ por Und. Sin Defectos
		De Disponibilidad	Controlar que las maquinarias estén disponibles el mayor tiempo posible	Consiste en tomar conocimiento del tiempo en que un equipo opera a su máxima capacidad durante un tiempo establecido	mensual	Minutos operación efectivos / Minutos operación Disponibles	\$ Minutos de Operación de la Maquina
	Maquinarias	De Performance	Medir y Controlar la producción real frente a la capacidad de producción	Mide el porcentaje de la producción real frente a lo previamente estimado	mensual	Producción Real / Capacidad de Producción	Unidad Producida
		OEE	Controlar la efectividad total de la maquinaria industrial	Sirve para medir el aprovechamiento integral de los equipos. Es también conocido como TTR	mensual	Disponibilidad * Eficiencia * Calidad	Tiempo

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación la clasificamos de acuerdo a los siguientes criterios:

2.1.1. Pre experimental

La investigación pre experimental como concepto lo define Sampieri en su libro de Metodología de la Investigación, como una forma de ensayo de un solo grupo en la cual se puede solo evaluar y medir con una sola variable dentro de una control y supervisión de la investigación. (Sampieri, 2014)

2.1.2. Dimensión Cronológica

La investigación es descriptiva, ya que se plantea caracterizar el objeto de estudio de la empresa exponiendo la situación pasada, actual y esperada utilizando las herramientas de calidad que permitan difuminar las causas del problema previamente identificado.

2.1.3. Aspectos éticos

Los aspectos éticos como parte fundamental de la investigación en la presente propuesta, determinan si el acto humano es bueno o malo como lo indica (Olivo U. María Cristina, 2005). en su investigación titulada: “Comportamiento ético en la práctica científica”

“La ética es la parte de la filosofía que estudia la valoración del comportamiento humano, es decir, la que determina si cada acto humano es bueno o malo, según la acción, el medio y el fin”. (Olivo U. María Cristina, 2005)

Como primer aspecto ético que se siguió para elaborar la presente investigación, se basó en la búsqueda de material científico y consistente, tales como las fuentes de datos acreditadas por la UPN como, por ejemplo, Ebsco, Redalyc, Proquest, etc. En donde se encontró investigaciones científicas relacionadas a las variables del tema de

investigación. Por otro lado, como segundo aspecto ético se determinó que para obtener la información de la empresa en investigación se solicitó previamente los permisos respectivos al apoderado y/o representante legal la información con la cual se trabajó en la elaboración de los cuadros y reportes desarrollados a lo largo de la investigación. Por último, para la propuesta de implementación se toma en cuenta la responsabilidad social que tiene la empresa para con sus trabajadores en donde como parte de la mejora se capacitará y/o reubicará a los operarios en los puestos claves que demanden la implementación de la gestión de mantenimiento y TPM.

2.2. Población y muestra

Fundamentamos esta práctica como indican los expertos en las técnicas de muestreo en una población de estudio (Otzen & Manterola, 2017)

“Una muestra puede ser obtenida de dos tipos: probabilística y no probabilística. Las técnicas de muestreo probabilísticas, permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar”. (Otzen & Manterola, 2017).

En el desarrollo de la población y muestra, se halló un resultado probabilístico con un margen de error de 3%. En el ensayo realizado se consideró con el número mayor de piezas producidas en el mes que más demanda tuvo (diciembre 2018), esta información se obtuvo del área de planificación de producción. Para la población de la presente investigación se considera el producto con nombre (Bandeja Gr.) el cual tiene un valor de 12000 piezas producidas en el mes de diciembre del 2018, fecha en el cual la demanda es muy alta como indica la Tabla N° 4. El nivel de confianza como parámetro del cálculo es de un 95% y 50% como proporción esperada.

El resultado de la muestra refleja un total de 980 piezas producidas en los intervalos de 12 conteos como indica el cálculo del método aplicado:

Método probabilístico

Tabla N° 4 Cantidad de piezas producidas en el año 2018

		AÑO 2018													
		Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	PROMEDIO
Piezas producidas	Bandeja Gr	6000	6500	7500	7700	10000	5000	6000	5500	6500	7800	8000	12000	7375	
	Sarten	3000	2500	3600	4100	5000	3500	4000	3600	3900	2500	4000	8000	3975	
	Vasija	4000	3500	2800	3600	4500	2500	2000	3400	2800	3000	4000	5000	3425	
	Tazón	4500	5500	3800	2500	2400	3100	4000	3800	3000	3200	3800	6000	3800	
	Olla	2500	2800	2600	2900	3400	3100	2800	2500	2300	2700	3200	3600	2867	
	Azadera	5000	5500	4500	4000	5500	5200	4600	3500	3200	4100	5200	6500	4733	
	Bandeja Ch	7500	7300	6500	6900	7800	7000	4500	5900	6700	7300	8000	11500	7242	

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Parámetros:

Nivel de confianza 95% (valor K: 1.96)

Margen de error: 3%

Población: 12000

Proporción esperada: 50%

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Formula:

Dónde:

Z: Nivel de confianza

N: Tamaño de Población

q: Probabilidad de fracaso (1-p)

p: Probabilidad de éxito o proporción esperada

d: Precisión (error máximo permitido en términos de proporción)

Resolviendo:

$$n = \frac{12000 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.03^2 \times (12000 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{11524.80}{11.7595} = 980.04$$

Modalidad sistemática:

$$k = \frac{N}{n}$$

$$k = \frac{12000}{980.04} = 12.24 \dots \mathbf{12}$$

El objetivo de hallar la muestra, es demostrar la situación actual de las piezas producidas y tener una información base para poder contrastarla con la propuesta de la presente investigación y con ello fundamentar lo indicado en la hipótesis principal.

Por otro lado, podemos ver en la tabla N°4 que la producción de piezas es muy baja mes a mes en el año 2018.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

2.3.1. Materiales

- Diagramas Actividades de Proceso
- Reporte de Garantías de los equipos
- Cronograma de mantenimiento
- Solicitudes de herramientas para mantenimiento al almacén
- Lista de verificación de los equipos y/o maquinaria
- Reporte de averías por equipo y/o maquinaria
- Reporte de conformidad de mantenimientos realizados a los equipos

2.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla N° 5 - Técnicas e Instrumentos Utilizados

Nro.	Objetivo Específico	Técnica	Instrumento
1	Analizar si la gestión de mantenimiento actual y disponibilidad de equipos son críticos para la productividad de la empresa	Observación - Encuesta	reporte de averías / cuadro de criticidad de equipo / DAP
2	Diagnosticar si la capacidad del proceso de producción afecta la productividad de la empresa	Entrevista - Análisis estadístico	Hoja de verificación, CP, CPK, Gráfico de control, Juicio de experto
3	Profundizar sobre las causas de los problemas que afectan la productividad de la empresa	Observación	Pareto / Ishikawa
4	Proponer un plan de gestión de mantenimiento basado en el TPM que impacte en la productividad de la empresa	Encuesta	Plan de implementación
5	Medir el impacto de la implementación de la gestión de mantenimiento basado en el TPM en la productividad de la empresa	Análisis estadístico	Indicadores, KPI's

Se describen las técnicas e instrumentos a utilizar durante la investigación Fuente: Maquinarias B.F Eirl.

Elaboración: Propia

Los instrumentos a utilizar son:

a. Diagrama de Actividades del Proceso - DAP

Se utiliza para describir uno de los procesos de fabricación, con el objetivo de identificar en que actividad se origina la falla como se muestra a continuación.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO					Maquinarias B.F				
Diagrama No. 1 Hoja No. 1		OPERARIO <input type="checkbox"/>		MATERIAL <input type="checkbox"/>		EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>			
Objetivo: Revisión de Fallas		RESUMEN							
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA				
Proceso analizado:		Operación	6						
Fabricación de Piezas Bandeja Gr		Transporte	2						
Metodo:		Espera	2						
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Inspección	1						
Localización: Área de Prensas		Almacenamiento	1						
Operario: Trabajador		Distancia (m)							
		Tiempo (hr/hombre)							
		Costo							
		Total	12						
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios							
Silvio Lizarraga	3/02/2018								
Aprobado por:	Fecha:								
Bernal Falcón	16/02/2018								
Descripción	Cantidad (pieza)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo				Observaciones	
Desbobinado de Bobina	1	3	3	●					
Prensado en Prensa neumática 1	1	1	3	●				realizar inventario	
Doblado en Prensa hidráulica	1	1	3	●				verificar presiones	
Corte en Prensa Neumática	1	1	3	●				medir con ayuda de Patron	
Recorte e inspecc. de rebaba	1	1	3	●					
Traslado en soldadora de punto	1	3	3		●			seguir instrucciones	
Espera de lavado en cabina de Fosfatizado	1	2	3			●			
Lavado e Inspección en C. fosfatizado	1	2	3				●	usar instrumento de inspecc.	
Espera en almacen temporal para su secado	1	3	3			●		lubricar bandejas	
Esmaltado de pieza en Cabina	1	2	3	●				verificar temperatura	
Traslado de Piezas al Almacen de Productos	1	4	3		●			uso de carritos	
Entrega de pieza producida	1	1					●		
TOTAL	1		3						

Figura N° 6 Diagrama de actividades del proceso de fabricación de bandeja Gr.

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

b. Hoja de Verificación

La hoja de verificación se utiliza para medir el comportamiento de los equipos de la empresa MAQUINARIAS B.F. E.I.R.L., y obtener un consolidado de averías en un tiempo determinado. Para ello, se coordinó con el supervisor de planta para tener acceso a los reportes de cada equipo durante el mes de enero del año en curso de los cuales se hizo un consolidado para elaborar un reporte de averías de la planta de producción.

Reporte de Averías por Maquinarias																																																								
Fecha de Inic		01/01/2020					Supervisado por										Miguel Canales Hinostrza																																							
Fecha de Fin		31/01/2020																																																						
Area de Mantenimiento						REPORTE DE AVERIA																																																		
PLANTA	AREA	N.-	EQUIPO	SISTEMA	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5					TOTAL																										
					Domingo	lunes	martes	miércoles	Jueves	viernes	sabado	Total	Domingo	lunes	martes	miércoles	Jueves	viernes	sabado	Total	Domingo	lunes	martes	miércoles	Jueves	viernes	sabado	Total	Domingo		lunes	martes	miércoles	Jueves	viernes	sabado	Total																			
Metalmeccanica B Y F	Área de prensas	5	PRENSA HIDRAULICA	HIDRAULICO				3	1	4	2	10	2	1	2	1	2	3	2	11	11	3	2	0	3	2	0	3	2	2	1	4	1	13	2	2	2	2	1	3	13	1	3	2	1	1	3	11	11	13	2	2	2	2	15	65
		16	CABINA DE ESMALTADO	MEC- ELECT				1	0	2	3	6	2	1	1	3	2	1	1	11	11	3	2	0	3	2	1	1	2	3	13	1	3	2	1	1	3	13	1	3	2	2	2	2	12	53										
		14	COMPRESOR DE AIRE	ELECTRICO				1	2	2	1	6	2	2	3	2	1	1	2	13	2	1	1	2	1	2	0	9	1	2	1	1	2	1	1	9	2	2	1	2	1	10	8	45												
		17	CABINA DE FOSFATIZADO	MECANICO				0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	2	7												
		12	DESENROLLADOR DE BOBINA	MECANICO				0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	6													
		15	MONTACARGA	HIDRAULICO				1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5													
		10	CORTADORA	MECANICO				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4													
		13	ENFRRIADOR CHILLER	ELECTRICO				1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4													
		2	PRENSA EXCENTRICA 1	MECANICO				0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4												
		8	CONFORMADORA	MEC-HIDR				1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4													
		11	PUENTE GRUA	MEC - ELECT				0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3													
		4	PRENSA NEUMATICA	MEC-NEUM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2													
		6	TROQUELADORA	HIDRAULICO				0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2													
		3	PRENSA EXCENTRICA 2	MECANICO				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2													
7	ENROLLADOR DE BOBINA	MEC-HIDR				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1															
1	DESBOBINADORA DE BOBINA	MECANICO				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1															
9	SOLDADORA DE PUNTO	ELECTRICO				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1															
Observaciones																									TOTAL	209																														

Figura N° 7 Reporte de averías por maquinaria de la metalmeccánica

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Luego se ha procede a consolidar la información con el objetivo de obtener el reporte de averías que permita encontrar los equipos que presentan mayor porcentaje de averías.

c. Herramienta CP y CPK

Se utiliza para medir la capacidad del proceso, para la investigación puntualmente su uso es fundamental para determinar si el proceso de producción es capaz de cumplir con la proyección estimada.

d. Juicios de experto

Profesionales especialistas multidisciplinarios en áreas diversas de la industria, amplia experiencia en aplicación de herramientas de ingeniería aplicada en la gestión de mantenimiento, producción, seguridad y proyectos de mejora continua.

Se obtuvo soporte y validación de cinco Jueces Expertos multidisciplinarios en el análisis de datos realizado.

Tabla N° 6 - Juicio de Expertos

Ítem	Experto	Grado académico	Especialidad	Cargo	Empresa
Experto 1	Aquije, David	Titulado	Mecánico Electricista CIP121896	Jefe de Mantenimiento	Único – Profesionales en concreto
Experto 2	Arrieta, Víctor	Titulado	Ing. Industrial CIP 246570	Jefe de Operaciones y Mantenimiento	Randon Perú
Experto 3	Castro, Antonio	Titulado	Ing. Industrial CIP 155737	Ingeniero de Proyecto	BSH Home Appliances Bosch Servicios Generales JJMAC
Experto 4	Parrilla, Max	Titulado	Mecatrónico CIP 228491	Gerente de Proyecto	JJMAC
Experto 5	Chávez, Claudia	Titulado	Ing. Industrial CIP198567	Supervisor SSOMA	Linnings SAC

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia
Lista de profesionales multidisciplinarios que validaron el análisis de datos durante el desarrollo de la investigación.

Tabla N° 7 - Ponderación de variables por Juicios de Expertos

Ítem	Criterio	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
1	MTTR	18				
2	OEE		19			
3	MTBF			19		
4	DISPONIBILIDAD				19	
5	PERFORMANCE					18

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Ponderación de las variables del método a aplicar

La sustentación del análisis del instrumento, se realiza mediante un juicio de expertos Multidisciplinario, líderes de las áreas de Mantenimiento, Producción, Desarrollo de Proyecto y Seguridad Industrial. La ponderación de las variables de MTTR, OEE, MTBF, DISPONIBILIDAD y PERFORMANCE figuran en la tabla B obteniendo un resultado favorable sobre el análisis del trabajo realizado. Los valores aplicados son de cero a veinte, siendo así 0 como el puntaje mínimo y 20 como el puntaje máximo.

e. Pareto

Su uso se da para cuantificar que equipos representan el mayor porcentaje de problemas en la empresa.

f. Ishikawa

Su uso se da para realizar una lluvia de ideas de las causas de cada equipo identificado que representan los mayores porcentajes de averías.

2.3.3. Procedimiento

- a. Análisis de criticidad de los equipos.
- b. Revisión de información de averías de los equipos
- c. Identificación de equipos con más problemas y medición de capacidad del proceso
- d. Identificación de las causas raíces
- e. Propuesta de mejora en base a cada causa raíz identificada
- f. Presentación de recursos a ser utilizados en la mejora
- g. Balance de los costos producto de la implementación
- h. Evaluación de indicadores de productividad

2.3.4. Consideraciones en la búsqueda de la información

Para el desarrollo del presente documento se ha optado por realizar una revisión sistemática de la literatura científica dado que “el estudiante, profesional o investigador que está revisando un tema para construir un artículo científico, una tesis o un trabajo de grado, debe establecer un plan para realizar una revisión sistemática que le sea de utilidad en la construcción de la obra que está realizando” (Rodríguez, 2015). Es decir que, para realizar la búsqueda de información relacionada al tema principal de estudio, se deben establecer las técnicas de investigación necesarias que permitan dejar en evidencia la búsqueda que realiza el investigador en las distintas fuentes de investigación científicas.

Se plantea como base fundamental la pregunta de investigación ¿Qué impacto tiene la implementación de las técnicas de gestión de mantenimiento en los procesos del sector manufactura en los últimos 5 años? A partir de ello, se establecen los criterios tanto de inclusión y exclusión para delimitar la búsqueda de la información en diversas fuentes tipo científica, académica, etc.

Para la elaboración de la estrategia de búsqueda de esta revisión primero se elaboró un listado con todas las palabras relacionadas a la pregunta de investigación. Luego, se planteó los conectores lógicos a ser utilizados junto con las palabras seleccionadas. Asimismo, se enumeraron todos los repositorios en donde se iba a buscar la información, Por ejemplo, bases de datos académicas, portales web de revistas científicas y bibliotecas virtuales. Por otro lado, la investigación solo contempla los resultados en español e inglés, y en cuanto a la antigüedad de las publicaciones solo contemplar la de los últimos cinco años para todos los casos.

Asimismo, se incluyen las palabras clave relacionadas a tales como: “Mantenimiento”, “Preventivo”, “Industrial” “Correctivo”, “Gestión”, “Procesos”, “Continuos”,

“Manufactura”. Asimismo, se considera las mismas en inglés debido a que hay abundante información sobre el objetivo en este idioma. “Preventive”, “Corrective”, “Maintenance”, “Industrial”, “Management”, “Process”, “Continuos”, “Manufacture” “Sector”.

En ese sentido, para realizar la búsqueda de información se aplica la técnica de conjugar las palabras y anidarlas mediante los operadores lógicos “And” y “OR” por lo que la búsqueda de información, en todas las fuentes de datos y/o bibliotecas virtuales, quedaría de la siguiente manera: ((gestión de mantenimiento preventivo) OR (mantenimiento industrial) OR (mantenimiento correctivo) OR (mantenimiento procesos continuos) OR (mantenimiento sector manufactura)) OR ((maintenance management Preventive) OR (industrial maintenance) OR (corrective maintenance) OR (continuos process maintenance) OR (manufacturing sector maintenance)) aplicando esta técnica y aplicarla de manera correcta se llega a generar un conjunto de combinaciones posibles que permitirán una mayor cantidad de resultados en el proceso de búsqueda.

Luego de seleccionar las palabras y anidarlas a los operadores lógicos se procede a escoger sobre que fuentes y/o repositorios se va a realizar la búsqueda de los papers y artículos científicos para ello, se toma en cuenta solo las bases de datos científicas tales como: EBSCO, PROQUEST, SCIELO, REDALYC y DIALNET. En estas, se van a introducir las palabras claves y/o Keywords combinadas con los operadores lógicos y de esta forma aplicar los filtros de búsqueda que permita obtener la información para el tema de investigación. Dialnet

Por lo tanto, los criterios de inclusión a tener en cuenta, se realizará mediante la opción de criterios avanzados de búsqueda para cada fuente de información que nos permita obtener resultados de los artículos. Tal es así que solo incluiremos lo siguiente:

- Solo artículos científicos, papers, publicaciones académicas.
- Solo artículos publicados entre el 2014 y 2019.
- Solo artículos en idioma español e inglés.
- Solo artículos orientados a la rama de Ingeniería.
- Solo artículos de la industria de manufactura.
- Solo artículos Evaluados por Expertos
- Países de todo el mundo

Por otro lado, los criterios de exclusión se detallan a continuación:

- Tesis, Libros Electrónicos, Periódicos virtuales, Videos, tesinas, documentos.
- Publicaciones que no se encuentren dentro del rango de años 2014 y 2019.
- Publicaciones que no sean del idioma español e inglés.
- Publicaciones que no sean de la rama de Ingeniería.
- Publicaciones que no sean de la industria de manufactura.
- Publicaciones duplicadas.

En la etapa de búsqueda se realizaron los filtros por cada fuente de datos y/o repositorios de información y en la cual en una primera revisión se procedió a aplicar los criterios de inclusión y exclusión para delimitar los resultados. Es así que se seleccionó solo los artículos científicos relacionados al tema de investigación. Para ello, luego de una breve

revisión de los resultados se utiliza una hoja de cálculo en donde se registran todos los papers a ser utilizados en la revisión. Asimismo, se verifica que no exista duplicidad de información y que la calidad de los documentos seleccionados tenga una base en la cual tengan una previa evaluación de expertos en el tema. Luego se registran todos los documentos seleccionados en formato APA en la opción registro de citas. (Anexos 3).

Los criterios de búsqueda se emplearon a través de los filtros encontrados en las base de datos de ProQuest, Ebsco, Scielo, Dialnet y Redalyc, realizando así inclusiones por medio de filtros como; Tipos de estudio a las Revistas científicas, Revistas profesionales de Ingeniería, Informes, Libros, Papers, considerando también los años que se realizaron las publicaciones, estas últimas que fueron investigadas desde el año 2014 al 2019, en los países como Colombia, España, Ecuador, Cuba , Perú entre otros. El resultado de la primera búsqueda en todas las fuentes y/o repositorios de información fue de un total de 15426 artículos ver Anexo 4

Entre los descartes se consideró los años anteriores del 2014 como también las etiquetas del buscador como No considerados, por ejemplo: Medicina, Ciencias, Programación tecnología entre otros, solo se realizó en base al tema de investigación del trabajo con relación a la Ingeniería y procesos. Por otro lado, se incluyó las lecturas de Títulos de resumen para así empezar con la sistematización de los resultados y por ende el análisis crítico y discusión.

2.4. Problema en la empresa

La EMPRESA METALMECANICA MAQUINARIAS B.F. E.I.R.L. es una empresa manufacturera que se dedica a la fabricación continua de productos de metal, así como; ollas,

sartenes y bandejas. Sus procesos de fabricación empiezan desde el corte, dobles y prensado de las bobinas de metal hasta el proceso de fosfatado y esmaltado como uno de los procesos finales. La compañía mantiene una línea de equipos hidráulicos en serie, donde cada uno de ellos se vuelve importante para todo el proceso, estos son denominados como equipos auxiliares y críticos; ya que no tienen sustitutos en caso se presente una avería. Los altos costos de mantener la maquinaria operativa han sido muy significantes para la empresa.

Por otro lado, El crecimiento de la demanda ha desencadenado en sobrecargas en la producción y mantenimientos no planificados lo cual ha impactado en la planta de producción, dando como resultado fallas / paradas, no previstas, de hasta más de 6 horas y generando altas pérdidas para la empresa, incidiendo en sus costos, en la participación en el mercado, y con la posibilidad del cierre del negocio.

Tabla N° 8 - Situación de los equipos de la empresa

Descripción	Valor	Unidad de Medida
Cantidad de Fallas	690	unidad
Tiempo Operación Disponible	5008	horas
Tiempo de maquina parada	21435	minutos
Tiempo de maquina parada	357	horas
Turnos	313	unidad
Duración de Turno	16	horas
Tiempo de Operación Efectivos	4651	horas
Tiempo Operación Disponible	300480	minutos
Tiempo de Operación Efectivos	279045	minutos
Tiempo Fabricación Pieza	0.55	minutos
Capacidad Producción Pieza	165264	unidad
Producción Real Pieza	126291	unidad
Producción Productos Buenos	122459	unidad
Producción Productos Defectuosos	18944	unidad

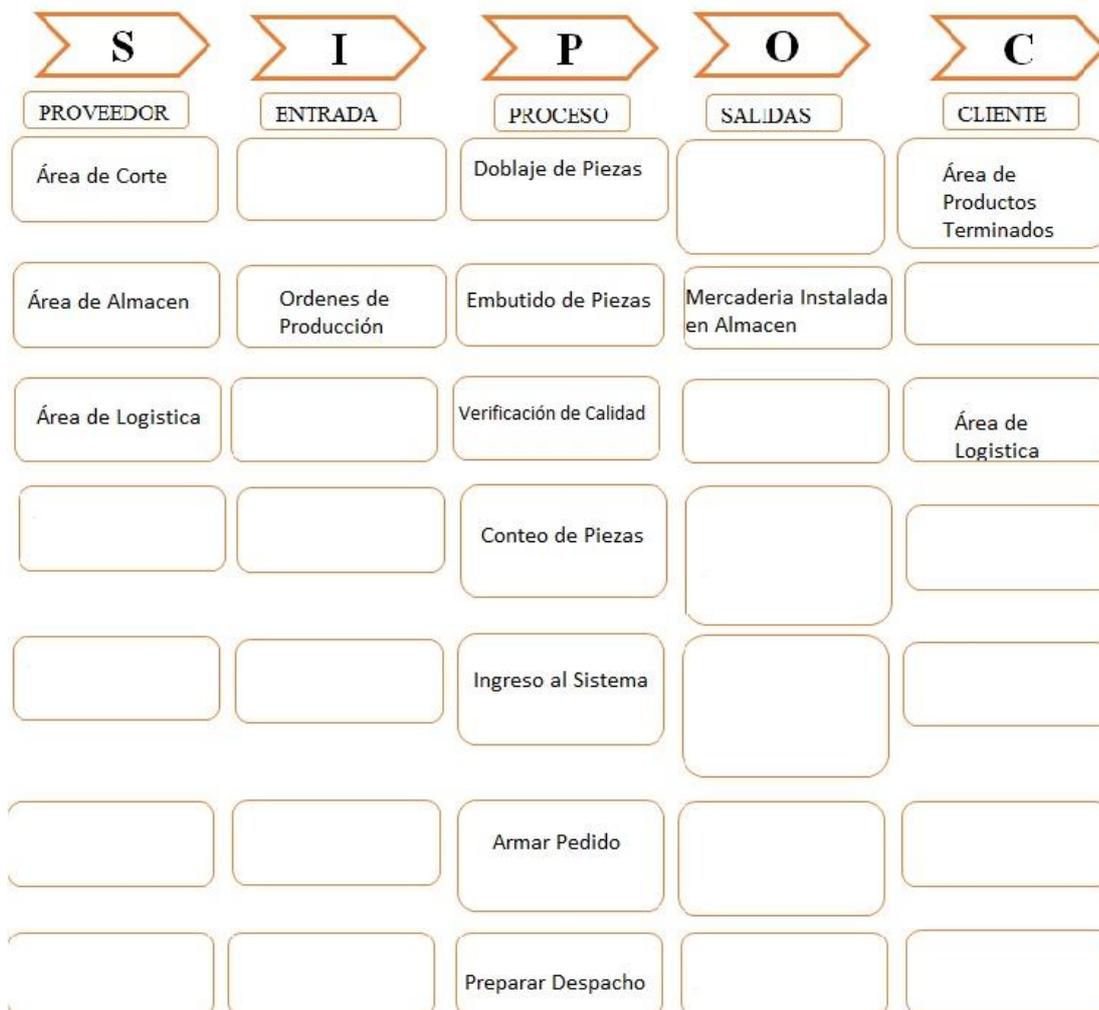
Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En la información resumen del año 2018 se puede visualizar la gran cantidad de fallas (total 690) que se presentan anualmente, ello genera que la capacidad de producción real por pieza sea equivalente a un 76% de la capacidad de producción.

Frente a esta situación es menester poner en marcha un eficaz y eficiente uso de las técnicas y herramientas de la gestión del mantenimiento, que permitan minimizar y/o eliminar las causas de las paradas imprevistas y con ello generar un impacto positivo en la productividad de la metalmecánica.

2.4.1. SIPOC del proceso de producción

En la Figura 10 se observa el diagrama SIPOC del proceso de producción, que plasma una asignación predeterminedada que se realizan como parte de sus actividades, que se subdividen en sub procesos de recepción, almacenaje y despacho.



Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

2.4.2. Análisis y evaluación de criticidad de los equipos

Para atender la creciente demanda es necesario realizar un análisis de los equipos del proceso de producción que se encuentran en la empresa y determinar cuáles de estos son críticos.

Para realizar el análisis se define previamente una matriz de evaluación de criticidad de los equipos en la primera fila se describen los enunciados que corresponden a los factores de evaluación a la que se somete un equipo para determinar su grado de criticidad.

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave	Su parada afecta al plan de producción	Es clave para la calidad del producto	Averías muy frecuentes
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales)		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos	Alto costo de reparación en caso de avería
	Ha producido accidentes en el pasado			Consumen una parte importantes de recursos de mantenimiento (mano de obra y materiales)
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas anuales	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al plan de producción)	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático	Costo medio en mantenimiento
	Puede ocasionar un accidente grave pero las posibilidades son remotas			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción	No afecta a la calidad	Bajo costo de mantenimiento

Figura N° 8 Cuadro de criticidad de equipo. Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En la primera columna de la tabla se encuentra tipo de calificación que recibe un equipo en base a un valor ponderado, si el valor es 3 el equipo es A crítico, no obstante, si recibe el valor de 2 el equipo es B importante, por último, si recibe valor de 1 el equipo es C prescindible

Con esta información se evalúa cada equipo

Tabla N° 9 - Evaluación de Criticidad de los equipos

N.-	Equipo	Nivel	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	Promedio
1	DESOBINADORA DE BOBINA	B	3	2	1	2	2
2	PRENSA EXCENTRICA 1	B	2	2	3	2	2.25
3	PRENSA EXCENTRICA 2	B	2	2	3	2	2.25
4	PRENSA NEUMATICA	B	3	2	3	3	2.75
5	PRENSA HIDRAULICA	A	3	3	3	3	3
6	TROQUELADORA	B	2	1	2	1	1.5
7	ENROLLADOR DE BOBINA	B	2	1	1	2	1.5
8	CONFORMADORA	B	3	3	2	3	2.75
9	SOLDADORA DE PUNTO	C	1	2	1	1	1.25
10	CORTADORA	B	2	2	1	2	1.75
11	PUNTE GRUA	B	3	2	1	3	2.25
12	DESENROLLADOR DE BOBINA	B	2	2	1	2	1.75
13	ENFRIADOR CHILLER	C	1	1	1	1	1
14	COMPRESOR DE AIRE	A	3	3	3	3	3
15	MONTACARGA	B	2	2	1	2	1.75
16	CABINA DE ESMALTADO	A	3	3	3	3	3
17	CABINA DE FOSFATIZADO	B	1	2	2	3	2

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Se describen los equipos con mayor criticidad de los equipos en el cual está la prensa hidráulica, el compresor de aire y la cabina de esmaltado.

2.4.3. Diagnóstico de la capacidad del proceso de producción

De acuerdo con el crecimiento de la demanda nos enfocaremos en verificar la habilidad de la capacidad del proceso de producción de la empresa. Para ello, se hace necesario establecer un análisis cuantitativo para determinar si el proceso de fabricación de piezas, es capaz. Tal es así que utilizaremos las siguientes medidas:

- Razón de habilidad del proceso (CP)
- Índice de habilidad del proceso (CPK)

Por esta razón, utilizamos la hoja de registro de producción por cada máquina para verificar los parámetros de producción, con estos datos verificamos la línea de producción que consta de diecisiete maquinarias. Para ello insertamos una especificación nominal de producción de piezas de: 1450 con una tolerancia de (+ - 10) defectos, se toma en cuenta la información en la demanda proyectada para el mes de febrero y se requiere analizar si la maquinaria actual cumplirá con lo pronosticado. Por lo cual se toma la serie de 10 muestras por cada equipo especificadas en la siguiente figura.

MUESTRA														DESVIACION ESTANDAR
# EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	MEDIAS	LES	LEI	
1	1449	1450	1451	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450.00	1460	1440	0.47
2	1454	1457	1450	1450	1446	1460	1443	1453	1450	1453	1451.60	1460	1440	4.97
3	1447	1448	1448	1449	1453	1454	1456	1453	1448	1449	1450.50	1460	1440	3.17
4	1452	1453	1452	1453	1456	1455	1451	1450	1452	1451	1452.50	1460	1440	1.84
5	1432	1430	1436	1439	1445	1442	1431	1440	1439	1438	1437.20	1460	1440	4.92
6	1453	1458	1455	1452	1451	1456	1453	1456	1452	1455	1454.10	1460	1440	2.23
7	1451	1451	1451	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450.30	1460	1440	0.48
8	1450	1455	1457	1455	1449	1448	1447	1449	1452	1451	1451.30	1460	1440	3.37
9	1449	1449	1449	1449	1449	1450	1449	1449	1449	1450	1449.20	1460	1440	0.42
10	1454	1448	1441	1451	1447	1450	1452	1456	1455	1446	1450.00	1460	1440	4.62
11	1447	1458	1449	1459	1457	1452	1447	1446	1443	1449	1450.70	1460	1440	5.56
12	1449	1457	1458	1455	1454	1449	1441	1458	1453	1458	1453.20	1460	1440	5.49
13	1457	1449	1450	1447	1442	1445	1449	1446	1449	1444	1447.80	1460	1440	4.13
14	1439	1430	1433	1449	1439	1433	1440	1448	1445	1442	1439.80	1460	1440	6.44
15	1446	1450	1453	1450	1455	1440	1454	1448	1458	1448	1450.20	1460	1440	5.14
16	1444	1442	1445	1442	1438	1446	1440	1458	1436	1438	1442.90	1460	1440	6.23
17	1460	1458	1456	1446	1458	1456	1444	1457	1447	1445	1452.70	1460	1440	6.34
MEDIA DE MEDIAS											1449.06			
DESVIACION ESTANDAR													3.87	

Figura N° 9 Muestreo para medir la capacidad del proceso

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Procedemos a realizar la operación en una hoja de cálculo:

$$CP = \frac{1460 - 1440}{6 * 3.87} = CP = \frac{20}{23.23} = CP = 0.86$$

$$CPK = \text{Minimo de } \frac{1460 - 1449.06}{3 * 3.87} ; CPK = \frac{1449.06 - 1440}{3 * 3.87}$$

$$CPK = \text{Minimo de } \frac{10.94}{11.61712} ; CPK = \frac{9.06}{11.61712}$$

$$CPK = \text{Minimo de } 0.942 ; 0.780$$

$$CPK = 0.780$$

Datos del proceso: Meta de producción 1450, desvió 10

Límite de Especificación Superior (LES): 1450 +10 = 1460

Límite de Especificación Inferior (LEI): 1450 -10 = 1440

Con los datos del muestreo obtenemos que el CP del proceso da como resultado el valor de 0.86 por lo que se puede determinar que la capacidad del proceso actual no cumpliría con las especificaciones mínimas, por lo tanto, la capacidad del proceso no tiene razón para habilitarse.

En tanto, al obtener el valor del índice de habilidad del proceso CPK tenemos como resultado 0.780 por lo cual, al ser menor que 1.0, podemos determinar que el proceso no es hábil y por lo tanto se tendría que evaluar que maquinarias necesitan ser examinadas para encontrar las que tienen mayores incidencias.

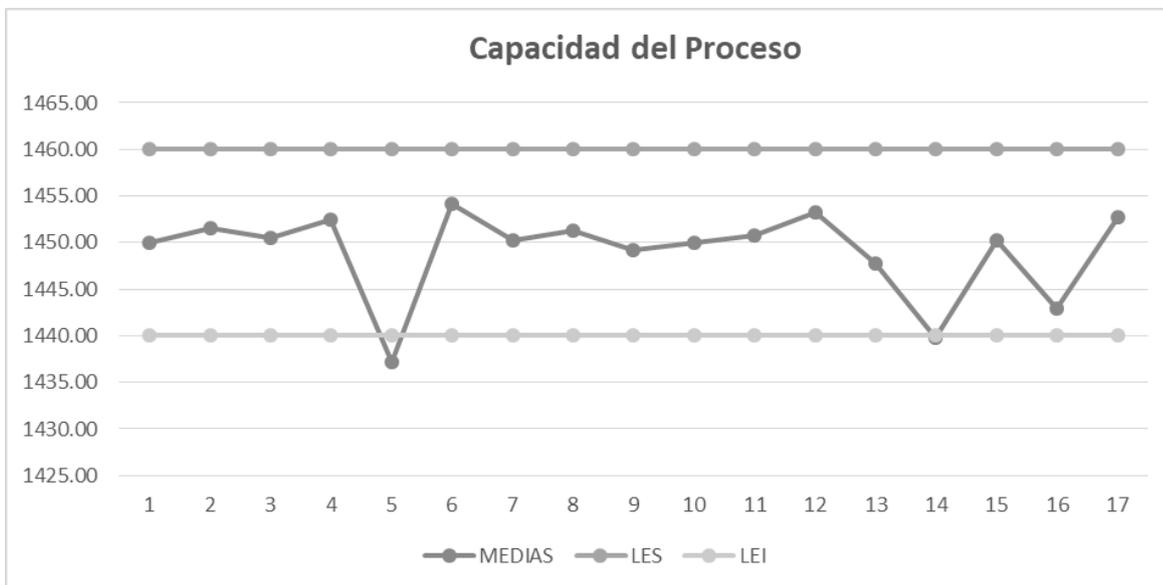


Figura N° 10 Gráfica de Control – Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Al analizar el comportamiento de los valores de las medias en el gráfico de control se puede notar que hay dos puntos fuera de los límites de especificación superior y límites de especificación inferior, por lo tanto, habría que revisar que está sucediendo con el proceso de la línea de producción e identificar las causas que originan que las maquinarias generen defectos en la fabricación de las piezas.

2.5. Identificación de las Causas Raíces

Se procede a identificar las máquinas y/o equipos que presentan el mayor número de averías durante un tiempo determinado. Ello en base al reporte de averías previamente elaborado.

En el siguiente cuadro se puede visualizar los equipos que presentan mayor porcentaje de averías.

Tabla N° 10 – Porcentaje de averías de equipos

N.-	EQUIPO	PORCENTAJE	CANT ACUM	% ACUM
5	PRENSA HIDRAULICA	31%	65	31%
16	CABINA DE ESMALTADO	25%	118	56%
14	COMPRESOR DE AIRE	22%	163	78%
17	CABINA DE FOSFATIZADO	3%	170	81%
12	DESEENROLLADOR DE BOBINA	3%	176	84%
15	MONTACARGA	2%	181	87%
10	CORTADORA	2%	185	89%
13	ENRFRIADOR CHILLER	2%	189	90%
2	PRENSA EXCENTRICA 1	2%	193	92%
8	CONFORMADORA	2%	197	94%
11	PUENTE GRUA	1%	200	96%
4	PRENSA NEUMATICA	1%	202	97%
6	TROQUELADORA	1%	204	98%
3	PRENSA EXCENTRICA 2	1%	206	99%
7	ENROLLADOR DE BOBINA	0%	207	99%
1	DESBOBINADORA DE BOBINA	0%	208	100%
9	SOLDADORA DE PUNTO	0%	209	100%

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, los equipos que tienen el mayor porcentaje de averías son: la prensa hidráulica con el 31%, seguido de la cabina de esmaltado con el 25% y en tercer lugar el compresor de aire con el 22% de averías presentadas en el lapso de un mes.

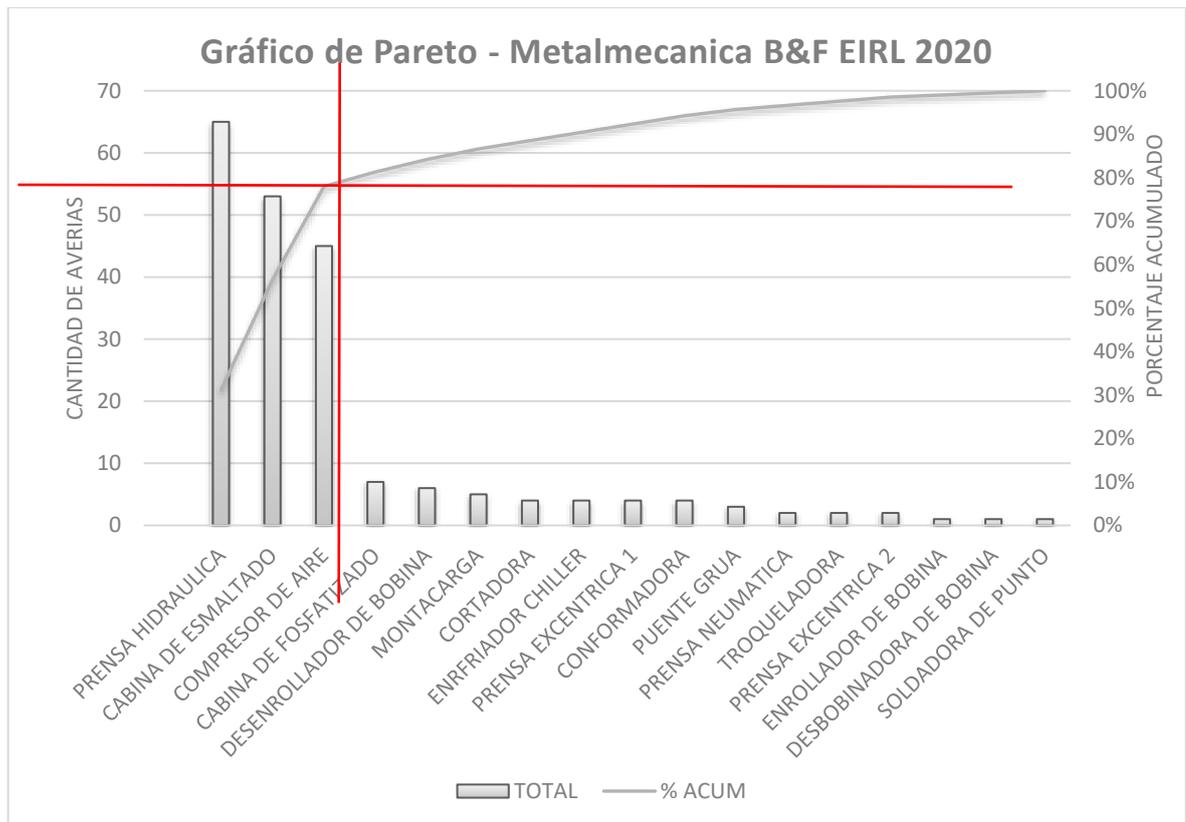


Figura N° 11 Gráfico de Pareto - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En el diagrama de Pareto nos indica que la eficiencia de la productividad depende del 80% de fallas que se tienen actualmente, es decir los equipos con mayor reporte de avería como muestra la tabla; Prensa hidráulica, Cabina de esmaltado y el Compresor de aire. En el diagrama Ishikawa muestra también las posibles causas y efectos del análisis del problema, en ello se encontró que unos de las principales causas fueron que no se tiene una gestión de mantenimiento planificada ni tampoco una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es reducir las pérdidas en la producción y aumentar la operatividad de los equipos, está es denominada como una técnica de Mantenimiento Productivo Total, ella es relacionada entre las áreas clientes como producción y otras áreas de planta.

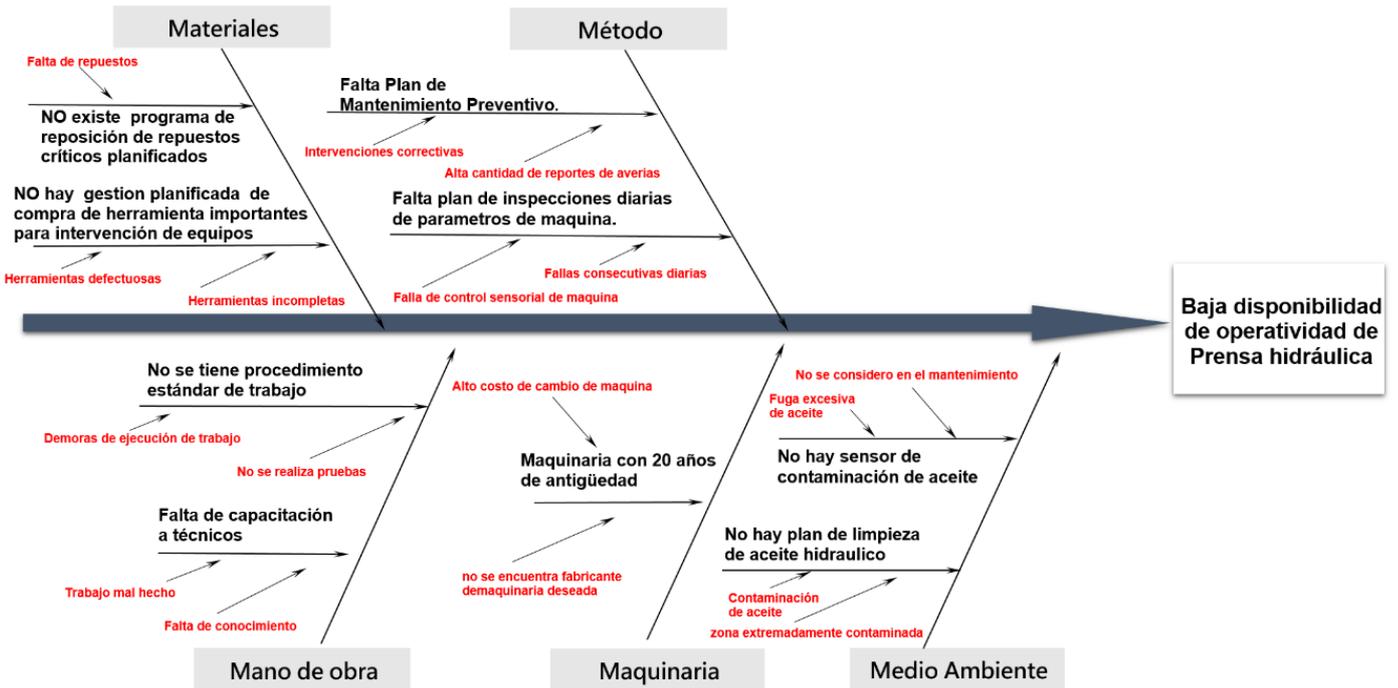


Figura N° 12 Diagrama de Ishikawa Prensa Hidráulica

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En el diagrama Ishikawa nos muestra claramente las causas de cada método, como por ejemplo; en la “M” de métodos, el problema resalta, la falta de un plan de mantenimiento y ausencia de un programa de inspecciones diarias de parámetros, los efectos que causan estas fallas impactan considerablemente en los indicadores de producción, como propuesta de gestión y tener un impacto positivo, se considera implementar TPM para aquellos equipos críticos que se mostraron con el 80 % de los problemas del diagrama de Pareto realizado, el enfoque de esta propuesta de TPM nos ayudará en minimizar las averías que vienen afectando a la operatividad de la Prensa hidráulica, por consiguiente se implementará uno de los pilares del TPM que es el Mantenimiento Planificado, dentro la gestión de ello se programará tareas preventivas, implementación de historial de máquina, gestión de repuestos críticos como también un plan de capacitación al personal técnico. Además de ello se convocará a reuniones semanales con los jefes y coordinadores de producción para hacer un seguimiento de los trabajos, como también

mejoras a emplear. Con el objetivo de llegar al 95% de indicadores y poder lograr una alta disponibilidad de operatividad del equipo.

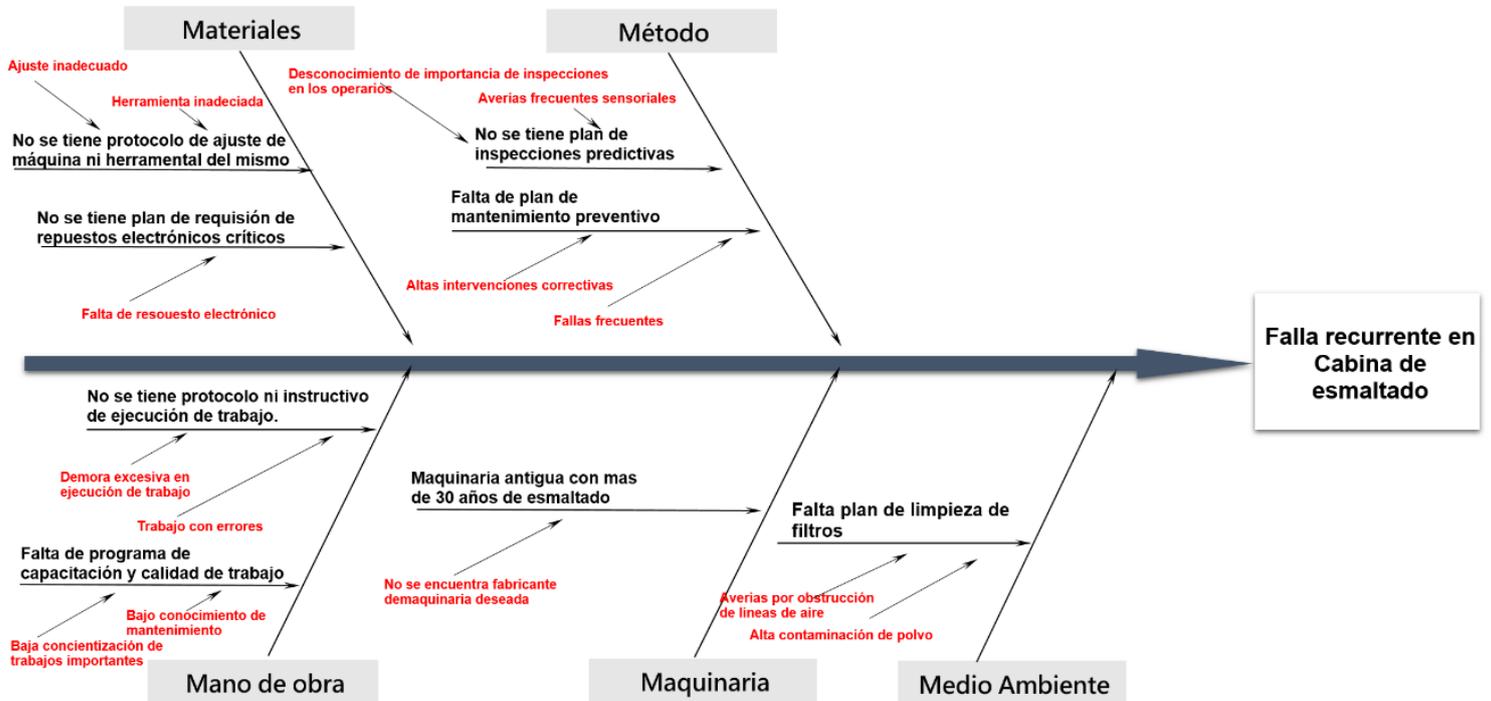


Figura N° 13 Diagrama de Ishikawa Cabina de esmaltado

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En el diagrama Ishikawa de la cabina de esmaltado resalta una falencia muy importante de mejorar, por ejemplo; No se tiene un plan de inspecciones predictivas de control de temperatura de la cabina. Así como también otras causas importantes que resalta en cada “M” por otro lado también en el método de materiales, no se tiene un protocolo de ajuste de máquina ni el herramental para el apriete. Para ello se propone en la implementación de unos de los pilares del TPM que es el mantenimiento Autónomo, el objetivo de la implementación es tener un seguimiento más profundo con el apoyo de los operarios, ya que ellos realizarán tareas básicas de mantenimiento, como la limpieza, ajuste y lubricación de la máquina a operar. Se considera tener un plan semanal, mensual, trimestral y semestral, dependiendo a la tarea a realizar. Este plan será documentado, verificado y validado por el jefe responsable del área de producción y

el ingeniero responsable de mantenimiento. Las herramientas a emplear serán check-list de inspección, limpieza, ajuste y lubricación. Estos tendrán un tiempo muy reducido de ejecución para así no interferir en su programa de producción. A demás se implementará un plan de capacitación a los operarios y brindando también materiales para el uso de sus actividades. La mejora continua reflejará en los reportes de indicadores de la máquina, como también en la disponibilidad de equipo. El plan de mantenimiento planificado también se considerará para la solución de las otras causas que afectan a la operatividad de la máquina.

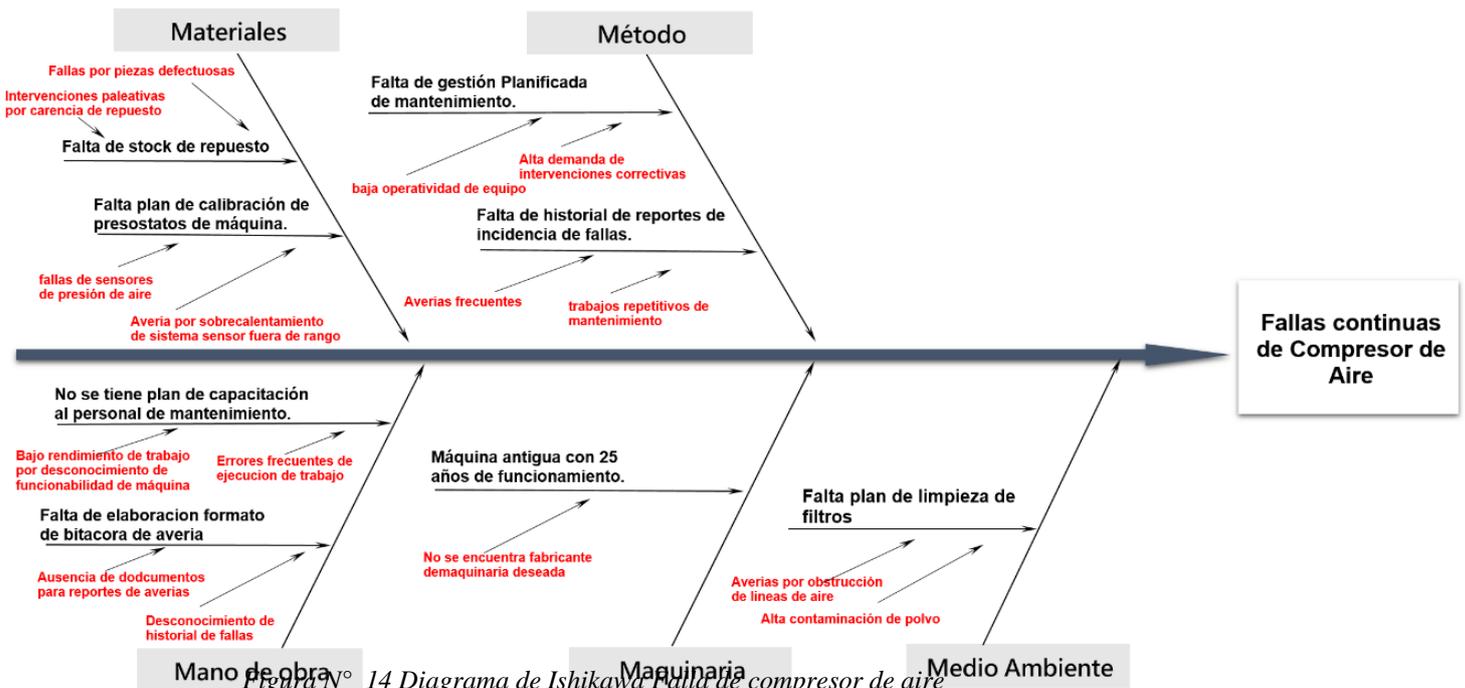


Figura N° 14 Diagrama de Ishikawa Falla de compresor de aire

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En el diagrama de Ishikawa del compresor de aire, resaltan causas muy importantes, por ejemplo: falta de gestión de mantenimiento, falta de plan de adquisición de repuestos críticos, falta de plan de capacitación de personal y también ausencia de la bitácora de averías. Como propuesta se implementará el TPM, enfocado a los dos pilares como el mantenimiento autónomo y el Mantenimiento planificado. Estas tendrán como objetivo de darle una mayor

atención a cada una de las causas que hacen un efecto grave de fallas continuas de funcionamiento del compresor de aire, se implementará un plan de gestión muy robusto que abarcará desde la adquisición los repuestos críticos, como también un plan de gestión anual de calibración todos los componentes electrónicos. Dentro de la implementación del mantenimiento autónomo se incluirá un programa de tareas básicas de mantenimiento que se realizará por los operarios de las máquinas en el área, previo a ello se iniciará un plan de capacitaciones y charlas de funcionabilidad del equipo, está la extenderá los especialistas de los equipos fabricantes. Las tareas serán la inspección, limpieza y lubricación, llenando así un check-list de actividades y teniendo luego una auditoria por los responsables de cada área, es decir producción y mantenimiento.

2.6. Análisis de la Situación de la Empresa

Luego de Identificar los equipos críticos y posteriormente encontrar las causas raíces de los problemas, se procede a analizar los datos de producción de los equipos críticos en el área de prensa de los años 2018 y 2019.

Tabla N° 11 - Resultado Equipos Críticos de producción

Datos de equipos críticos	2018	2019
# Fallas	690	672
Horas Operación Disponible	5008	5000
Tiempo de Maquina Parada (min)	21435	19705
Tiempo de Maquina Parada (Hora)	357	328
Horas operación Efectiva	4651	4672
Minutos Operación Disponible	300480	300000
Minutos Operación Efectivos	279045	280295
Tiempo Fabricación Pieza (min)	0.55	0.55
Capacidad Producción Piezas	165264	165000
Producción Real	126291	129173
Productos Buenos	122459	124840
Productos Defectuosos	18944	21959
% Productos Buenos	85%	83%
% Productos Defectuosos	15%	17%

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En los datos de los años 2018 y 2019, se puede apreciar que el consolidado general de fallas de los equipos críticos de producción asciende a 690 y 672 respectivamente. Otro dato resaltante es la cantidad de horas de operación efectivas de los equipos críticos con un valor de 4651 para el año 2018 y 4672 para el año 2019.

Por otro lado, al analizar el OEE de los Equipos críticos para los años 2018 y 2019 tenemos que al aplicar las fórmulas para el cálculo de los indicadores de Calidad, Disponibilidad y Performance se tiene la siguiente tabla.

Tabla N° 12 – Resultados OEE de los Equipos Críticos de producción 2018 - 2019

Año	Calidad	Disponibilidad	Performance	OEE	Clasificación
2018	85%	93%	76%	60%	Inaceptable
2019	83%	93%	78%	61%	Inaceptable

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Se puede visualizar, claramente que el OEE para ambos años recibe una clasificación de Inaceptable, por lo cual resulta que, en la empresa, se están produciendo pérdidas económicas por la baja productividad.

- Las pérdidas por calidad pueden darse por los desperfectos en la rebaba de corte, abolladura, mal prensado, matriz defectuosa.
- Las pérdidas por disponibilidad se deben al Setup (cambio de matriz), desperfecto de prensa, falla de sensor, falla en el tablero de control, desperfecto en el cilindro hidráulico, desperfecto en la cabina, etc.
- Las pérdidas por performance se deben a la falta de piezas prensadas, falta de personal, falta de piezas esmaltadas, fallas continuas, baja presión, etc.

Asimismo, se muestra el resultado del análisis realizado a los tiempos promedios de falla (MTBF), tiempos promedio de reparación y número de fallas

A continuación, se muestra la figura del tiempo promedio entre fallas MTBF.

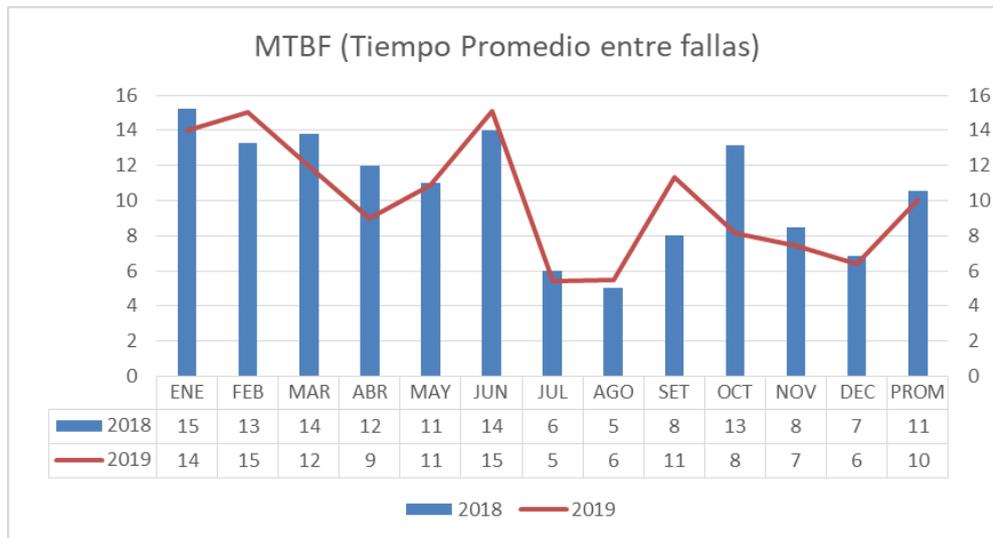


Figura N° 15 MTBF años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Tal y como se aprecia el promedio en que se presenta una falla en los equipos críticos es para el año 2018 es de 11 horas y para el 2019 es de 10 horas anualmente.

En la siguiente figura se muestra la figura del tiempo promedio de reparación

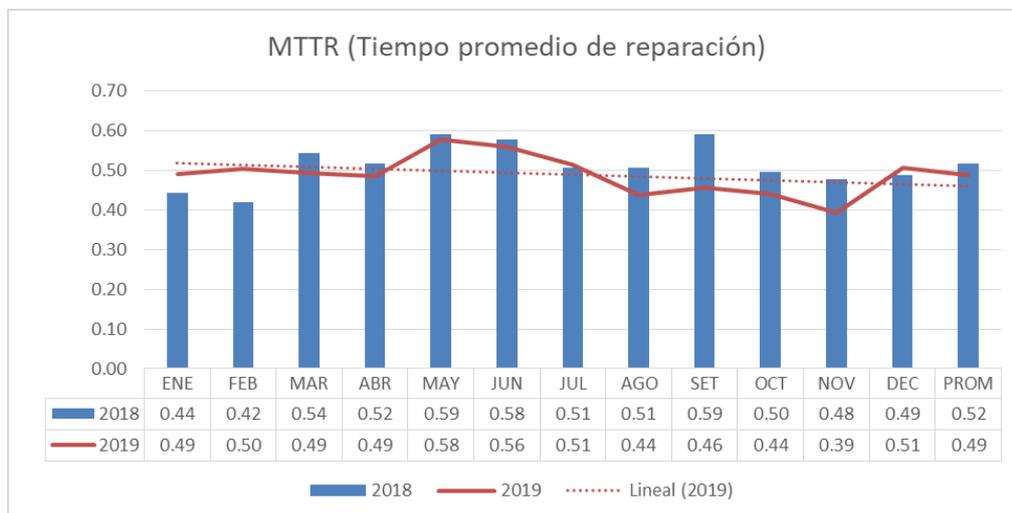


Figura N° 16 MTTR años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Tal y como se aprecia el promedio en que se repara una falla en los equipos críticos para el año 2018 es de 52 minutos y para el 2019 es de 49 minutos y la tendencia indica que estos valores permanecerán en el tiempo.

En la siguiente figura se muestra la cantidad de fallas que se presentan en los equipos críticos

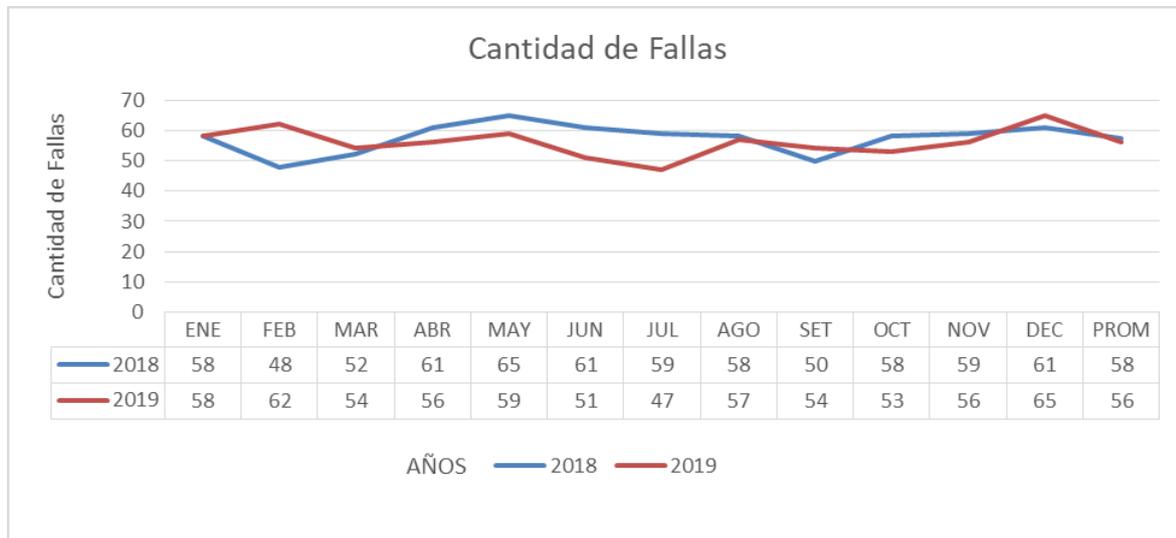


Figura N° 17 Cantidad de Fallas años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia Tal y como se aprecia para el año 2018 el número de fallas es en promedio de 58 y para el 2019 es de 56 por lo que representa una gran cantidad de eventos que tienen impacto en la productividad de la empresa.

2.7. Propuesta de Implementación

En base a la identificación de las causas raíces de los problemas de las maquinarias y del análisis situacional de la empresa, se elabora la siguiente propuesta con el objetivo de mitigar cada una de ello.

Tabla N° 13 - Propuesta para eliminar causas raíces de la cabina de esmaltado

Ítem	Causa raíz	Solución el problema	Herramientas de TPM a aplicar
CE1	No se tiene plan de inspecciones predictivas	Implementación de programa de inspecciones predictivas	Mantenimiento Planificado
CE2	Falta de plan de mantenimiento preventivo	Implementación de plan de mantenimiento preventivo	Mantenimiento Planificado
CE3	No se tiene protocolo de ajuste de máquina ni herramental del mismo	Implementación de realización de protocolos técnicos de ajuste de máquina	Mantenimiento Planificado
CE4	No se tiene plan de reposición de repuestos electrónicos críticos	Creación de plan de repuestos críticos en anexo con los planes de mantenimiento.	Mantenimiento Planificado
CE5	No se tiene protocolo ni instructivo de ejecución de trabajo.	Implementación de plan de instructivos y protocolos de ejecución de trabajo.	Mantenimiento Planificado

CE6	Falta de programa de capacitación y calidad de trabajo	Implementación de Plan de capacitaciones técnicas y calidad de trabajo.	Mantenimiento Planificado
CE7	Maquinaria antigua con más de 30 años de esmaltado	Implementación de programa de ciclo de vida de equipo	Mantenimiento Planificado
CE8	Falta plan de limpieza de filtros	Implementación de programa de plan de limpieza e inspección de filtros elementos.	Mantenimiento Autónomo

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, en la propuesta se describe la causa raíz, la solución propuesta y la herramienta basada en TPM para suprimirla.

Tabla N° 14 - propuesta para eliminar causas raíces del compresor de aire

Ítem	Causa raíz	Solución el problema	Herramientas de TPM a aplicar
CA1	Falta de gestión Planificada de mantenimiento.	Implementación de programa de mantenimiento preventivo	Mantenimiento planificado
CA2	Falta de historial de reportes de incidencia de fallas.	Implementación de programa de Reporte de averías	Mantenimiento planificado
CA3	Falta de stock de repuesto	Creación de plan de repuestos críticos en anexo con los planes de mantenimiento.	Mantenimiento planificado
CA4	Falta plan de calibración de presostatos de máquina.	Implementación de plan de calibración de instrumentos de medición.	Mantenimiento planificado
CA5	No se tiene plan de capacitación al personal de mantenimiento.	Implementación de Plan de capacitaciones técnicas	Mantenimiento planificado
CA6	Falta de elaboración formato de bitácora de avería	Implementación de registros de avería.	Mantenimiento planificado
CA7	Máquina antigua con 25 años de funcionamiento.	Implementación de programa de ciclo de vida de equipo.	Mantenimiento planificado
CA8	Falta plan de limpieza de filtros	Implementación de programa de plan de limpieza e inspección de filtros elementos.	Mantenimiento Autónomo

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, en la propuesta se describe las causas raíces, la solución propuesta y la herramienta basada en TPM para suprimirla.

Tabla N° 15 - Propuesta para eliminar causas raíces de Prensa Hidráulica

Ítem	Causa raíz	Solución el problema	Herramientas de TPM a aplicar
PH1	Falta Plan de Mantenimiento	Implementación de programa de mantenimiento preventivo.	Mantenimiento planificado
PH2	Falta plan de inspecciones diarias de parámetros de máquina.	Implementación de programa de inspecciones diarias y parámetros de máquina.	Mantenimiento Autónomo
PH3	NO hay gestión planificada de compra de herramienta importantes para intervención de equipos	Implementación de plan de compra de herramientas críticas en anexo con los planes de mantenimiento de equipo.	Mantenimiento planificado
PH4	NO existe programa de reposición de repuestos críticos planificados	Creación de plan de repuestos críticos en anexo con los planes de mantenimiento.	Mantenimiento planificado
PH5	No se tiene procedimiento estándar de trabajo	Implementación de plan de instructivos y protocolos de ejecución de trabajo.	Mantenimiento planificado
PH6	Falta de capacitación a técnicos	Implementación de Plan de capacitaciones técnicas	Mantenimiento planificado
PH7	Maquinaria con 20 años de antigüedad	Implementación de programa de ciclo de vida de equipo	Mantenimiento planificado
PH8	No hay plan de limpieza de aceite hidráulico	Implementación de programa de limpieza de aceite	Mantenimiento Autónomo
PH9	No hay inspección sensor de contaminación de aceite	Implementación de programa de inspección de sensores de contaminación	Mantenimiento Autónomo

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, en la propuesta se describe las causas raíces, la solución propuesta y la herramienta basada en TPM para suprimirla.

2.7.1. Estimación de recursos basado en TPM

Tabla N° 16 - Plan de Implementación basado en TPM para la cabina de esmaltado

N°	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
CE1	Implementar programa de inspecciones predictivas	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1. Realizar programa anual de tareas de inspección predictiva 2.- Realizar gestión de requerimiento de compra de equipos predictivos. 3.- Determinar personal técnico especialista 4.- Realizar plan de indicadores de disponibilidad de equipo.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Nov-20	Dic-20	
CE2	Implementar plan de mantenimiento preventivo	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa anual de tareas preventivas de cabina de esmaltado. 2.- Realizar indicadores de disponibilidad de máquina.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Nov-20	Dic-20	S/ 15,000.00
CE3	Implementar plan de protocolos técnicos de ajuste de máquina	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa de protocolos de ajuste de máquina. 2.- Realizar capacitación técnica de ajuste de banco al personal de mantenimiento.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Nov-20	Dic-20	
CE4	Implementar plan de repuestos críticos en anexo con los planes de mantenimiento.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar plan de historial de repuestos críticos y codificarlos 2.- Anexar los códigos al programa de las tareas de mantenimiento.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Dic-20	Ene-20	
CE5	Implementar plan de instructivos y protocolos de ejecución de trabajo.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar la elaboración de instructivos técnicos y protocolos por máquina auxiliar de equipo 2.- Ubicar los instructivos en lugares visibles de maquinaria auxiliar de cabina de	Ing. Planificador de Mantenimiento	Dic-20	Ene-21	S/ 15,000.00

N°	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
				esmaltado para una correcta ejecución de trabajo.				
CE6	Implementar Plan de capacitaciones técnicas y calidad de trabajo.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar plan anual de capacitación técnica y buenas prácticas de ejecución.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Ene-21	Feb-21	S/ 15,000.00
CE7	Implementar programa histórico de ciclo de vida de equipo	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa histórico de equipo en base a su condición 2.- Anexar a los planes de mantenimiento programado.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Ene-21	Feb-21	
CE8	Implementar programa de tareas autónomas de limpieza e inspección de filtros elementos.	Mantenimiento Autónomo	Área de Producción	1.- Convocar reunión de compromisos con los jefes de área de producción. 2.- Realizar programa anual de tareas de limpieza, inspección y lubricación. 3.- Realizar programa de capacitación al personal operario de máquina. 4.- Realizar instructivos de ejecución de tarea y ubicación de componente en máquina CHECK POINT 5.- Realizar Check list de inspección de limpieza, ajuste y lubricación 6.- Realizar programa de auditorías mensuales de ejecución de tareas autónomas. 7.- Realizar reuniones de seguimiento de indicadores de productividad de equipo.	Ingeniero de Mantenimiento.	Feb-21	Mar-21	S/ 15,000.00

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, en la tabla se da respuesta a las interrogantes del que, como, donde, cuando, quien y cuánto costará las actividades que permitan eliminar las causas raíces y permitan mejorar la productividad de la cabina de esmaltado.

Tabla N° 17 - Plan de Implementación basado en TPM para el compresor de aire

N°	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
CA 1	Implementar Plan de mantenimiento preventivo	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa anual de tareas preventivas de compresor de aire. 2.- Codificar las tareas al Plan de mantenimiento. 3.- Realizar indicadores de disponibilidad de máquina.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Feb-21	Mar-21	
CA 2	Implementar programa de Reporte de averías	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa informático de reporte de avería anexo a los correos corporativos de planta. 2.- Realizar plan de reporte de atención.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Feb-21	Mar-21	S/ 15,000.00
CA 3	Implementar plan de repuestos críticos en anexo con los planes de mantenimiento.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar plan de historial de repuestos críticos y codificarlos al plan 2.- Anexar los códigos al programa de las tareas de mantenimiento.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Feb-21	Mar-21	

Nº	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
CA 4	Implementar plan de calibración de instrumentos de medición.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar plan anual de calibración de instrumentos de medición 2.- codificar las calibraciones al programa de las tareas de mantenimiento preventivo para una rápida ubicación.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Feb-21	Mar-21	
CA 5	Implementar Plan de capacitaciones técnicas	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa anual de capacitaciones técnica 2.- Realizar programa de evaluación semestral al personal técnico.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Mar-21	Abr-21	
CA 6	Implementar bitácora de avería.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar formato de llenado de avería. 2.- Ubicar formato bitácora de avería en componente de máquina para su llenado.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Mar-21	Abr-21	S/ 15,000.00
CA 7	Implementar programa de ciclo de vida de equipo.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa histórico de equipo en base a su condición 2.- Anexar a los planes de mantenimiento programado.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Mar-21	Abr-21	

Nº	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
CA 8	Implementación de programa de plan de limpieza e inspección de filtros elementos.	Mantenimiento Autónomo	Área de Producción	1.- Convocar reunión de compromisos con los jefes de área de producción. 2.- Realizar programa anual de tareas de limpieza, inspección y lubricación. 3.- Realizar programa de capacitación al personal operario de máquina. 4.- Realizar instructivos de ejecución de tarea y ubicación de componente en máquina CHECK POINT 5.- Realizar Check list de inspección de limpieza, ajuste y lubricación 6.- Realizar programa de auditorías mensuales de ejecución de tareas autónomas. 7.- Realizar reuniones de seguimiento de indicadores de productividad de equipo.	Ingeniero de Mantenimiento.	Mar-21	Abr-21	

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, en la tabla se da respuesta a las interrogantes del que, como, donde, cuando, quien y cuánto costará las actividades que permitan eliminar las causas raíces y permitan mejorar la productividad del compresor de aire.

Tabla N° 18 - Plan de Implementación basado en TPM para la prensa hidráulica

N°	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
PH1	Implementación de programa de mantenimiento preventivo.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa anual de tareas preventivas de compresor de aire. 2.- Codificar las tareas al Plan de mantenimiento. 3.- Realizar indicadores de disponibilidad de máquina.	Ing. Planificador de Mantenimiento	Abr-21	May-21	
PH2	Implementar programa de inspecciones autónomas diarias y parámetros de máquina.	Mantenimiento Autónomo	Área de Producción	1.- Convocar reunión de compromisos con los jefes de área de producción. 2.- Realizar programa anual de tareas de limpieza, inspección y lubricación. 3.- Realizar programa de capacitación al personal operario de máquina. 4.- Realizar instructivos de ejecución de tarea y ubicación de componente en máquina CHECK POINT 5.- Realizar Check list de inspección de limpieza, ajuste y lubricación 6.- Realizar programa de auditorías mensuales de ejecución de tareas autónomas. 7.- Realizar reuniones de seguimiento de indicadores de productividad de equipo.	Ingeniero de Mantenimiento.	Abr-21	May-21	S/ 15,000.00
PH3	Implementar plan de compra de herramientas críticas en anexo con los planes de	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar listado de herramientas críticas de uso en el mantenimiento de la prensa. 2.- Realizar plan anual de compras de herramientas. 3.- Anexar descripción de herramienta en los planes de mantenimiento.	Ing. Planificador de Mantenimiento	May-21	Jun-21	S/ 15,000.00

N°	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
	mantenimiento de equipo.							
PH4	Implementar plan de instructivos y protocolos de ejecución de trabajo.	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar la elaboración de instructivos técnicos y protocolos por componente. 2.- Ubicar los instructivos en lugares visibles de maquinaria auxiliar de cabina de esmaltado para una correcta ejecución de trabajo.	Ing. Planificador de Mantenimiento	May-21	Jun-21	
PH5	Implementar Plan de capacitaciones técnicas	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar plan anual de capacitación técnica y buenas prácticas de ejecución.	Ing. Planificador de Mantenimiento	May-21	Jun-21	
PH6	Implementar el programa histórico de ciclo de vida de equipo	Mantenimiento Planificado	Área de Producción	1.- Realizar programa histórico de equipo en base a su condición 2.- Anexar a los planes de mantenimiento programado.	Ing. Planificador de Mantenimiento	May-21	Jun-21	

N°	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
PH7	Implementar programa autónomo limpieza aceite	Mantenimiento de de Autónomo	Área de Producción	1.- Convocar reunión de compromisos con los jefes de área de producción. 2.- Realizar programa anual de tareas de limpieza, inspección y lubricación. 3.- Realizar programa de capacitación al personal operario de máquina. 4.- Realizar instructivos de ejecución de tarea y ubicación de componente en máquina CHECK POINT 5.- Realizar Check list de inspección de limpieza, ajuste y lubricación 6.- Realizar programa de auditorías mensuales de ejecución de tareas autónomas. 7.- Realizar reuniones de seguimiento de indicadores de productividad de equipo. 8.- Realizar programa anual de limpieza de aceite. 9.- Realizar bitácora de llenado de ejecución de limpieza de aceite.	Ingeniero de Mantenimiento.	Jul-21	Ago-21	S/ 15,000.00

Nº	Objetivo	Herramienta de TPM a implementar	Área específica	Tareas concretas	Recursos / Responsables	Fecha Inicio	Fecha Fin	Inversión
PH8	Implementar programa de inspección de sensores de contaminación	Mantenimiento Autónomo	Área de Producción	1.- Convocar reunión de compromisos con los jefes de área de producción. 2.- Realizar programa anual de tareas de limpieza, inspección y lubricación. 3.- Realizar programa de capacitación al personal operario de máquina. 4.- Realizar instructivos de ejecución de tarea y ubicación de componente en máquina CHECK POINT 5.- Realizar Check list de inspección de limpieza, ajuste y lubricación 6.- Realizar programa de auditorías mensuales de ejecución de tareas autónomas. 7.- Realizar reuniones de seguimiento de indicadores de productividad de equipo.	Ingeniero de Mantenimiento.	Jul-21	Ago-21	

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, en la tabla se da respuesta a las interrogantes del que, como, donde, cuando, quien y cuánto costará las actividades que permitan eliminar las causas raíces y permitan mejorar la productividad de la prensa hidráulica.

2.8.Desarrollo de la Propuesta

2.8.1. Propuesta basada en TPM

1. Teoría de la propuesta de Implementación basada en el TPM

“La evolución del mantenimiento se ha adaptado a las necesidades de las industrias, y también ha ido paralelo al avance de la tecnología. Las primeras empresas que existieron estaban conformadas por grupos de personas que tenían que trabajar en cada uno de los pasos del proceso de producción y a su vez reparar las herramientas y las máquinas cuando presentaban alguna falla. Debido a que los trabajadores desarrollaban múltiples oficios, el elaborar un producto terminado para ofrecerlo en el mercado implicaba un alto costo en tiempo y dinero” (Tavares, 2014).

El mantenimiento autónomo es una herramienta de gestión que se considera idónea para enlazar un vínculo estrecho entre la producción y el área de mantenimiento, la participación del personal operativo es fundamental e importantes para llegar a los objetivos de operatividad y eficiencia de productividad del área.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis propuesta que establece que La implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM impacta positivamente en la productividad de una empresa. Y con ello se da respuesta a la pregunta de la formulación del problema ¿En qué medida impacta la implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM en la productividad de la empresa?

La propuesta del trabajo de la tesis se enfoca en solo dos pilares de TPM; mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, teniendo como base fundamental las 5 “S”

2.8.2. Propuesta de implementación de TPM

- Desarrollo de la implementación del equipo TPM
- Desarrollo de la implementación del Mantenimiento Autónomo
- Desarrollo de la implementación del Mantenimiento Planificado

A. Desarrollo de la implementación equipo TPM ¿Cómo y quién lo va a realizar?

Se eligen dos cuadros los cuales son los siguientes: “Equipo Principal TPM” (Core Team) y “Equipo Extendido TPM” (Extended Team).

Los miembros del equipo principal (Core Team) son todos los trabajadores de la máquina, líder de equipo, responsable de producción (jefe producción., responsable de línea), responsable de máquina, 1 mecánico y 1 eléctrico de mantenimiento, 1 ingeniero del Departamento de Producción/Ingeniería/Procesos.

- **Funciones del equipo Core Team y Extended Team ¿Cómo lo van a realizar?**

Los miembros del equipo principal (Core Team) se reúnen cada semana de manera regular al lado de la máquina/instalación. Revisan los Indicadores (KPIs) y hacen la implantación necesaria del mantenimiento autónomo/planificado que sea requerido en las ventanas horarias TPM asignadas (Por ejemplo; 2 horas/Semana)

Los miembros del equipo extendido (Extended Team): serán de las áreas de Calidad, Logística, Desarrollo, Aprovisionamientos, Controlling, etc.

Trabajan en función de las necesidades de los equipos TPM (4 – 8 personas). Cuando acaba el proyecto se deshacen los equipos.

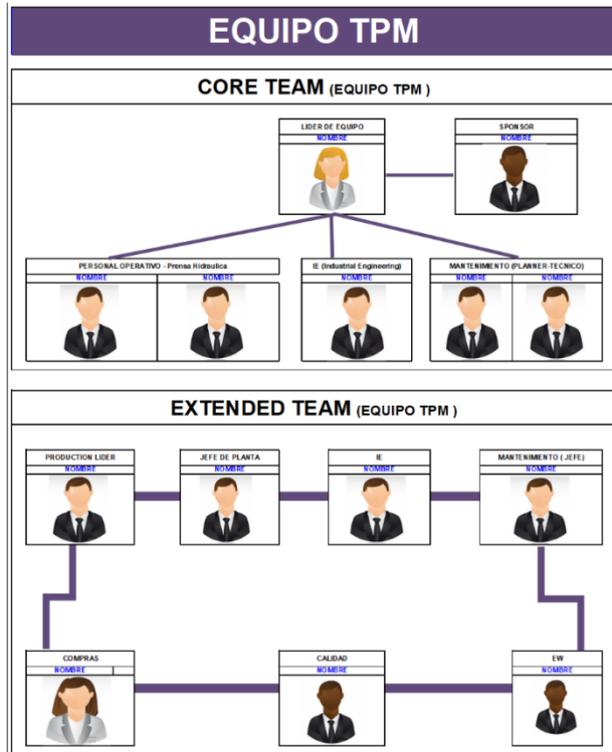


Figura N° 18 Propuesta Equipo TPM.- Fuente: Elaboración Propia

B. Desarrollo de la implementación de Mantenimiento Autónomo ¿Cómo se va a realizar?

El desarrollo se realizará a través de las siguientes actividades:

- a) Plan de limpieza inicial (definición)
- b) Medidas para reducir fuente contaminación y zonas de difícil acceso.
- c) Programa anual de actividades de mantenimiento autónomo
- d) Estandarización
- e) Seguimiento y mejoras (reunión de equipo)
 - ✓ Implementación de capacitación técnica para ejecutores operarios de mantenimiento autónomo

f) Programa de Auditorías

a) Plan de limpieza inicial (definición)

La limpieza básica es el primer paso del mantenimiento autónomo. En nuestra definición, la limpieza tiene el propósito de una inspección continua para visualizar los primeros indicios de averías antes de que ellos ocurran para así poder prevenirlos completamente. Por lo tanto, es de suma importancia comparar el plan de limpieza y el mapa de averías para asegurarse si nuestra limpieza es totalmente eficiente o no. En las áreas funcionales de la planta se deberá asignar 1 operario por área que se responsabilice de la limpieza, inspección y lubricación de los equipos asignados.

b) Medidas para reducir fuente contaminación y zonas de difícil acceso.

Las medidas para reducir las fuentes de contaminación, tienen como base principal en la implementación de un plan básico de limpieza, inspección, ajuste y lubricación que permitirán en detectar las posibles fallas que puedan suceder en el equipo. Así mismo mitigar las fuentes contaminantes que puedan surgir en los procesos de producción de la máquina.

Tabla N° 19 - Plan básico de inspección, limpieza, ajuste y lubricación

ITEM	AREA	C.C	UBICACIÓN TECNICA	COMPONENTE	ACTIVIDAD A REALIZAR L-A-L	EJECUTANTE	MIN	T/HORA	FREC	MIN X 30 D.
1	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	GUIAS DE PRENSA	INSPECCION DE GUIAS SI ESTAN SIENDO LUBRICADAS	OPERARIO	10	0.17	15	20
2	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	LUBRICADOR DE GRASA MANUAL	LLENADO DE GRASA EP2 EN LUBRICADOR, BOMBLEAR LUBRICADOR (3 VECES)	OPERARIO	15	0.25	30	15
3	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	PANEL DE MANOMETROS	INSPECCION DE FUGA Y FUNCIONAMIENTO DE MANOMETROS	OPERARIO	10	0.17	15	20
4	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	PISTONES HIDRAULICOS LATERALES	INSPECCION Y AJUSTE DE TUERCAS DE VASTAGO	OPERARIO	10	0.17	15	20
5	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	UNIDAD HIDRAULICA	INSPECCION DE FUGAS Y CONECTORES HIDRAULICOS, AJUSTE DE CONECCIONES	OPERARIO	15	0.25	15	30
6	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	BOMBA HIDRAULICA PRINCIPAL	INSPECCION DE FUGAS Y CONECTORES HIDRAULICOS, AJUSTE DE CONECCIONES	OPERARIO	15	0.25	15	30
7	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	TUBERIAS Y CONECTORES HIDRAULICOS	AJUSTE DE CONECTORES EN GENERAL	OPERARIO	30	0.50	30	30
8	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	VALVULAS HIDRAULICAS	INSPECCION DE FUGAS, DETALLAR QUE TIPO DE VALVULA Y NUMERO CORRESPONDE	OPERARIO	20	0.33	30	20
9	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	UNIDAD HIDRAULICA	LIMPIEZA DE LOS 3 FILTROS DE UNIDAD HIDRAULICA	OPERARIO	30	0.50	30	30
10	PRODUCCIÓN	34002	PRENSA HIDRAULICA	CHILLER HUARE	LIMPIEZA DE FILTRO DE INGRESO DE AGUA	OPERARIO	10	0.17	30	10

Propuesta Equipo TPM. - Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior muestra que la información de las actividades es muy importante para el programador de mantenimiento, el seguimiento de la ejecución mide los tiempos, frecuencias y ubicación de todas las tareas. Los lugares de difícil acceso de tránsito son puntos importantes a mejorar para cualquier proceso industrial operacional, como también son puntos críticos contra la seguridad de la planta. Por ejemplo: transitar por una zona caliente y no tener inhibidores de calor de la máquina. Una de las medidas sería implementar guardas limitadas de acercamiento, así como también los inhibidores de calor. Esto va alineado con las mejoras continuas a implementar en la compañía.

c) Programa anual de actividades de mantenimiento autónomo

La realización de un programa de mantenimiento autónomo anual no solo deberá incluir las actividades de limpieza, ajuste y lubricación, sino también la ubicación del lugar del área, máquina, persona quien lo va a realizar y por último los tiempos de ejecución con su frecuencia por todo el año.

d) Estandarización

La estandarización de procedimientos es una de las bases muy importantes de las 5 S, esta actividad ayudará en las tareas diarias del mantenimiento autónomo, por ejemplo; en saber cómo se va realizar una tarea de limpieza, ajuste y lubricación estándar para los ejecutantes, mostrando así un paso a paso de la ejecución. El documento a considerar será identificado como Instructivo de ejecución de mantenimiento autónomo.

e) Seguimiento de las actividades del mantenimiento autónomo. (M.A)

El seguimiento de las tareas de actividades del M.A será de suma importancia, esta se considera llevar a través de reuniones programadas con los responsables del área de producción (Core Team) y mantenimiento. Los temas y acuerdos ayudaran en iniciar un plan de mejora y solución impactando positivamente en el OEE del equipo.

REUNIÓN TPM		
RESPONSABLE	Luis Caicedo Barrios	
Fecha:	(La fecha depende del Lider de equipo)	Jueves de 2:00pm a 3:00pm
Hora:	El horario debe estar definido.	
Desarrollo de la reunión TPM		
		TIEMPO
1.-	Tomar asistencia antes de iniciar la reunión. (en el horario establecido)	5 min
2.-	Indicar los temas a tratar	5 min
2.-	Revisar las tareas pendientes generadas en la reuniones TPM. (Si tienen fecha vencida).	10 min
3.-	Revisar el avance y los pendientes con fechas vencidad.	10 min
4.-	Revisar el OEE	5 min
5.-	Analizar las pérdidas del OEE y dar ideas de mejora.	25 min
		60 min

*** Nota: Al finalizar el mes, se debe incluir en la REUNIÓN TPM la REVISIÓN DEL OEE AL CIERRE CON SU RESPECTIVO ANALISIS DE PERDIDAS MENSUAL, es decir se debe mostrar el PARETO de todas las causas que nos originaron pérdidas, y adicional a ello mostrar el OEE ACUMULADO.**

Figura N° 22 Calendario de Actividades Cabina Esmaltado

Fuente: Elaboración Propia

TPM - Prensa Hidráulica												Metal mecanica B&F	
CONTROL DE ASISTENCIA													
Leyenda:													
A Asistio													
T Tardanza													
F Falta													
Jun-21						Jul-21							
Semana	% de part	Semana	% de part	Semana	% de part	Semana	% de part	Semana	% de part	Semana	% de part	Semana	% de part
CW47	125%	CW48	100%	CW49	100%	CW50	#DIV/0!	CW51	#DIV/0!	CW52	#DIV/0!	CW53	#DIV/0!
mar 02		jue 04		sáb 06		vie 05		vie 05		vie 05		vie 05	
TPM Organigrama	PARTICIPANTES												
CORE TEAM	PARTICIPANTE 1	-	A	-	A	-	A						
CORE TEAM	PARTICIPANTE 2	-	A	-	A	-	A						
CORE TEAM	PARTICIPANTE 3	-	A	-	A	-	A						
CORE TEAM	PARTICIPANTE 4												
CORE TEAM													
CORE TEAM													
EXTENDED TEAM	PARTICIPANTE 1	-	A	-	A	-	A						
EXTENDED TEAM	PARTICIPANTE 2	-	T	-	T	-	A						
EXTENDED TEAM													
EXTENDED TEAM													

TEMAS		TEMAS		TEMAS		TEMAS		TEMAS		TEMAS	
mar 02	Temas	jun 04	Temas	sáb 06	Temas	vie 05	Temas	vie 05	Temas	vie 05	Temas
Tempo		Tempo		Tempo		Tempo		Tempo		Tempo	
	Capacitación TPM		Inducción al plan del limpieza								
			Mapa para realizar el plan de limpieza								
			Gran limpieza								

Figura N° 23 Calendario de Actividades Prensa Hidráulica

Fuente: Elaboración Propia

REUNIONES : ACUERDOS DE TPM																
N°	Mes	Fecha de Reunión	Semana	Tipo de Reunión	Motivo	Acción para mejorar	Problema	Acción de mejora	Área Responsable de la	Responsable de implementación	Fecha Programada	Fecha de Implementación	ESTATUS	SEMAFORO DE CRITICIDAD	Resultados de la mejora	Observación
1	Marzo	vie 14	CW11	TPM	Implementación del TPM	Otros	Falta de mapa de averías	Realizar e incluir en la implementación	MN	Luis Caicedo B.	4-Jun		⊕			
2	Marzo	vie 14	CW11	TPM	Perdidas de dinero por piezas defectuosas.	Calidad	Se pierde en promedio S/ 7000 por OLLAS defecuosas.	Realizar un equipo CIP.	MN	Ruben Hinostraza	4-Jun		◐	●		
3	Marzo	vie 14	CW11	TPM	Implementación del TPM	Disponibilidad	SETUP muy extensos (30 min)	Realizar un SMED (PILOTO para analizar las oportunidades de mejora).	IE	Pedro Damaso	4-Jun		⊕			
													⊕			
													⊕			
													⊕			
													⊕			
													⊕			

Figura N° 24 Calendario de Actividades reuniones TPM

Fuente: Elaboración Propia

realizado puede ser con la inscripción de un aspa y el de no realizado con una “X”. El auditor deberá firmar y presentar los resultados al encargado responsable de la implementación del mantenimiento autónomo para así luego discutir las mejoras con los líderes de TPM del área de producción. El Mantenimiento Autónomo y sus 7 fases. Cada una de ellas tiene los principios de las 5S como base del TPM

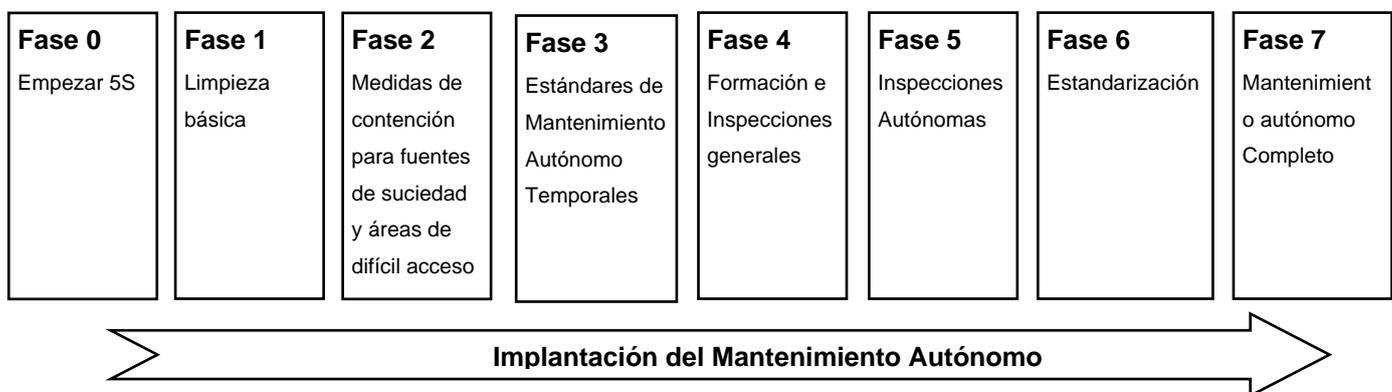


Figura N° 25 Implantación de Mantenimiento Autónomo

Fuente: Elaboración Propia

C. Desarrollo de la implementación de Mantenimiento Planificado ¿Cómo se va a realizar?

El desarrollo se realizará a través de las siguientes actividades:

- a) Plan de mantenimiento planificado (definición)
- b) Definición del Puesto y sus actividades - DP del responsable.
- c) Elaboración del programa anual de actividades de mantenimiento planificado
 - a. Número de plan
 - b. Posición de número de plan
 - c. Ubicación técnica I-II
 - d. Equipo I-II

- e. Código de ubicación
 - f. Tarea o actividad a realizar
 - g. Procedimiento
 - h. Frecuencia
 - i. Repuesto o material a utilizar (cantidad, unidad de medida)
 - j. Costo de repuesto o material
 - k. Puesto de trabajo
 - l. Parada de máquina
 - m. Uso de montacarga
 - n. Número de técnicos
 - o. Horas por técnicos (total de horas)
 - p. Fecha ultima de ejecución
 - q. Horizonte de apertura
 - r. Fecha de lanzamiento de OT
 - s. Proyección de ejecución
 - t. Modificación del plan (actividades, año, mes y creación)
- d) Estandarización de actividades de mantenimiento
 - e) Definición de los Indicadores a Utilizar
 - f) Seguimiento y análisis de indicadores de mantenimiento
 - g) Programa de Auditorías internas

a) Plan de mantenimiento planificado (definición)

El mantenimiento planificado tiene como objetivo la reducción de paradas no planificadas de máquinas mediante medidas de mantenimiento preventivas garantizando mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de fábrica.

b) Definición del puesto y actividades (Dp)

La definición del puesto y definir las actividades son de suma importancia para el desarrollo de toda la gestión de mantenimiento. El personal responsable deberá tener la capacidad de desarrollar, implementar nuevas estrategias que ayuden a la mejora de los indicadores y objetivos del área. A continuación, mostramos un Dp sugerido para el puesto de Planificador de mantenimiento.

Propuesta de descripción de puestos

Planificador de Mantenimiento Preventivo

Tabla N° 21 - Personal Planificador de Mantenimiento Preventivo

DESCRIPCIÓN DE PUESTO	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO	
Puesto	Planificador de mantenimiento preventivo
Área	Mantenimiento
Jefe Inmediato	Supervisor de Mantenimiento y matricería
Responsable del área	Jefe de Mantenimiento y jefe de matricería
Supervisa a	Personal de Mantenimiento programado
II. OBJETIVO DEL PUESTO	
General Planificación del programa de mantenimiento preventivo que garantice mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de fábrica.	
Específicos Optimizar los recursos empleados para el mantenimiento preventivo de máquinas y/o equipos de fábrica	
III. FUNCIONES Y TAREAS CLAVE	
FUNCIONES	TAREAS
3.1 Planificar actividades para el programa de mantenimiento preventivo	Preparar data para el programa de mantenimiento preventivo. Verificación de data y documentarla Seguimiento al cumplimiento del programa de mantenimiento de máquina e infraestructura

<p>3.2 Verificación y cumplimiento de actividades hayan sido ejecutadas según lo planificado</p>	<p>Coordinar con las diferentes áreas los trabajos de mantenimiento preventivo Coordinar con los técnicos la ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo Mantener constante la reposición material empleado y/o repuestos. Generar requerimiento de repuestos y/o servicios. Documentar y controlar la optimización de los recursos empleados para los mantenimientos preventivos.</p>
<p>3.3 Analizar indicadores de las áreas de fábrica</p>	<p>Revisión mensual de indicadores de mantenimiento (MTBF, MTTR) Análisis de data y coordinación para su mejora.</p>
<p>3.4 Mejorar el desempeño y aplicar métodos de trabajo.</p>	<p>Realizar trabajos de mantenimiento en máquina y equipos utilizando herramientas de PS Mejorar la eficiencia en máquinas a través de un mantenimiento adecuado</p>
<p>3.5 Otras que se le asigne temporalmente</p>	
<p>3.6 Cumplir las exigencias derivadas de los requisitos legales y de las normas internas para la prevención de riesgos ocupacionales y ambientales.</p>	
<p>3.7 Participar en la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos relacionados a su puesto de trabajo.</p>	
<p>3.8 Participar en la identificación y evaluación de Aspectos Ambientales relacionados a su puesto de trabajo.</p>	
<p>IV. PERFIL REQUERIDO</p>	
<p>Educación Rubro</p>	<p>Ingeniero o Bachiller Ing. Eléctrico/Mecánica, Mecánica o Industrial</p>
<p>Experiencia (tiempo y actividad)</p>	<p>5 años plantas industriales, en producción, procesos y mantenimiento</p>
<p>Conocimientos</p>	<p>Funcionamiento de máquinas industriales para procesar plásticos y metales Word, Excel, Power Point. Conocimientos en programación de mantenimiento preventivo y correctivo en plantas industriales (Deseable SAP).</p>
<p>Idiomas</p>	<p>Manejo de software de mantenimiento preventivo Ingles Intermedio. Deseable avanzado</p>

V. CARACTERÍSTICAS PERSONALES / HABILIDADES

Alta capacidad de análisis
Orientación a resultados
Iniciativa
Tolerancia al trabajo bajo presión
Dirección de equipo de trabajo
Alta capacidad de planificación y organización

Fuente: Elaboración Propia

Coordinador de Mantenimiento

Tabla N° 22 - Cuadro Personal Coordinador de Mantenimiento

DESCRIPCIÓN DE PUESTO	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO	
Puesto	Coordinador de Mantenimiento Productivo Total
Área	Matricería y Mantenimiento Supervisor de Mantenimiento y
Jefe Inmediato	Matricería
Responsable del área	Jefe de Ingeniería Industrial / jefe de mantenimiento y matricería
Supervisa a	Personal de Matricería y Mantenimiento
II. OBJETIVO DEL PUESTO	
General	
Diseñar estrategias de Mantenimiento Productivo Total, mediante el uso de herramientas del Production System.	
Específicos	
Responsabilidad global en la organización, coordinación y sustentabilidad de los pequeños grupos de trabajo y su foco será tanto al Cambio Cultural como a la disminución de las Pérdidas de la empresa, los dos ejes centrales de toda implementación TPM.	
III. FUNCIONES Y TAREAS CLAVE	
FUNCIONES	TAREAS
3.	Promover y estimular la implementación del Plan Maestro TPM en la Planta
1. Soportar a las áreas de Producción con la implementación de la metodología TPM	y monitorear su evolución.
3. Promover de forma permanente el trabajo en equipo	Liderar las reuniones de Pilares TPM necesarias para asegurar
2 de los Pilares a fin de llegar a una Certificación	un intercambio intenso y permanente entre los mismos.

de Excelencia en TPM.	
3. Coordinar la implementación de un Sistema Integral	Analizar los indicadores MTBF, MTTR y % de costos de Mant. Preventivo v.s correctivo.
de Indicadores.	monitoreo de la gestión de cada uno de los Pilares TPM.
3. 4 Monitoreo de la gestión de cada uno de los Pilares TPM.	Implementación del Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento preventivo, Gestión preventiva de instalaciones, Formación y cualificación.
IV. PERFIL REQUERIDO	
Educación	Superior / Técnico Egresado en Ing. Mecánico o Industrial, / Técnico en Ing. Mecánica
Rubro	
Experiencia (tiempo y actividad)	3 años en áreas de matricería y/o mantenimiento Excel, power point, word y Autocad.
Conocimientos	Conocimiento en Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 1800, de acuerdo a la norma OHSAS 18001:2007 Conocimiento en Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14000, de acuerdo a la Norma ISO 14001:2001 Ingles básico, Deseable intermedio
Idiomas	
V. CARACTERÍSTICAS PERSONALES / HABILIDADES	
Alta capacidad de análisis Liderazgo Capacidad de expresión oral y escrita Orientación al Cliente Facilidad para interrelacionarse a todo nivel Tolerancia al trabajo bajo presión Manejo de grupos Manejo de solución a problemas Trabajo en equipo Alta capacidad de planificación y organización	

Fuente: Elaboración Propia

Coordinador de TPM

Tabla N° 23 - Cuadro Personal Coordinador de TPM

DESCRIPCIÓN DE PUESTO
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

Puesto	Coordinador de Mantenimiento Productivo Total
Área	Matrickería y Mantenimiento Supervisor de Mantenimiento y
Jefe Inmediato	Matrickería
Responsable del área	Jefe de Ingeniera Industrial / jefe de mantenimiento y matrickería
Supervisa a	Personal de Matrickería y Mantenimiento
II. OBJETIVO DEL PUESTO	
General Diseñar estrategias de Mantenimiento Productivo Total, mediante el uso de herramientas del Production System.	
Específicos Responsabilidad global en la organización, coordinación y sustentabilidad de los pequeños grupos de trabajo y su foco será tanto al Cambio Cultural como a la disminución de las Pérdidas de la empresa, los dos ejes centrales de toda implementación TPM.	
III. FUNCIONES Y TAREAS CLAVE	
FUNCIONES	TAREAS
3. 1. Soportar a las áreas de Producción con la implementación de la metodología TPM	Promover y estimular la implementación del Plan Maestro TPM en la Planta y monitorear su evolución.
3. 2 Promover de forma permanente el trabajo en equipo de los Pilares a fin de llegar a una Certificación de Excelencia en TPM.	Liderar las reuniones de Pilares TPM necesarias para asegurar un intercambio intenso y permanente entre los mismos.
3. 3 Coordinar la implementación de un Sistema Integral	Analizar los indicadores MTBF, MTTR y % de costos de Mant. Preventivo vs. correctivo. monitoreo de la gestión de cada uno de los Pilares TPM.
3. 4 Monitoreo de la gestión de cada uno de los Pilares TPM.	Implementación del Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento preventivo, Gestión preventiva de instalaciones, Formación y cualificación.
IV. PERFIL REQUERIDO	
Educación	Superior / Técnico Egresado en Ing. Mecánico o Industrial, / Técnico en Ing. Mecánica
Rubro	
Experiencia (tiempo y actividad)	3 años en áreas de matrickería y/o mantenimiento Excel, power point, word y AutoCAD.
Conocimientos	Conocimiento en Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 1800, de acuerdo a la norma OHSAS 18001:2007 Conocimiento en Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14000, de acuerdo a la Norma ISO 14001:2001 Ingles básico, Deseable intermedio
Idiomas	

V. CARACTERÍSTICAS PERSONALES / HABILIDADES

Alta capacidad de análisis
Liderazgo
Capacidad de expresión oral y escrita
Orientación al Cliente
Facilidad para interrelacionarse a todo nivel
Tolerancia al trabajo bajo presión
Manejo de grupos
Manejo de solución a problemas
Trabajo en equipo
Alta capacidad de planificación y organización

Fuente: Elaboración Propia

c) **Elaboración del programa anual de actividades de mantenimiento planificado**

A continuación, mostramos la definición técnica de cada variable que se deberá considerar en un plan de mantenimiento Planificado robusto con finalidad de ingresar todas las variables a un software ERP PM.

a. Número de plan

El número de plan refiere a la ubicación numeral del “Plan a realizar” esta será contabilizada entre todos los planes del Programa Anual de Actividades para así llevar el orden de la información obtenida. Ejemplo: en un programa maestro de mantenimiento podría tener hasta 100 tareas diferentes a realizar.

b. Posición de número de plan

El número de posición del plan refiere conjunto de una sola actividad, por ejemplo: Si se realiza el mantenimiento de un motor eléctrico, deberá incluir todas las actividades relacionadas a ese mantenimiento.

c. Ubicación técnica I-II

UT. I Esta variable significa la ubicación técnica de máquina dentro del área de la Planta

UT. II Esta variable significa el nombre de la máquina o equipo

d. Equipo I-II

EQ-I Esta columna determina el nombre del equipo auxiliar de la máquina. Ejemplo:

Prensa hidráulica (máquina) su equipo auxiliar es la unidad de potencia hidráulica.

EQ-II Esta columna determina el nombre del componente del equipo auxiliar.

e. Código de ubicación

Esta columna determina los códigos de ubicación de actividad del plan de tarea planificada. Trabaja como si fuese un número de cada planificación.

f. Tarea o actividad a realizar

En esta columna se ubican los detalles de las actividades a realizar.

g. Procedimiento

En esta columna se coloca el número del procedimiento técnico de trabajo a realizar.

h. Frecuencia

En esta columna se determina la frecuencia de la actividad de mantenimiento, se podría considerar desde 15 días, 30 días, 45 días, 12 hasta los 24 meses. En muchos casos también se podrá mencionar como NOAPLICA, esto quiere decir que solo se debe considerar cuando amerité su cambio, por ejemplo, un repuesto de alto costo (tarjeta electrónica).

i. Repuesto o material a utilizar (cantidad, unidad de medida)

En esta columna se deberá colocar la descripción del repuesto o material a utilizar, deberá adicionar la cantidad y unidad de medida del repuesto

j. Costo de repuesto o material

En esta columna se deberá colocar el costo de cada repuesto o material para así obtener el costo total de reparación de todo el Plan de mantenimiento.

k. Puesto de trabajo

En la columna colocar el tipo de especialidad técnica del ejecutor de mantenimiento. Ejemplo: Mecánico, Eléctrico o Hidráulico.

l. Parada de máquina

En esta columna se colocará si es necesario tener la máquina parada o no.

m. Uso de montacarga

En esta columna se colocará si es necesario utilizar montacarga

n. Número de técnicos

En esta columna se colocará el número de técnicos para luego calcular la cantidad de recursos a necesitar y sus costos

o. Horas por técnicos (total de horas)

En esta columna se deberá colocar el número de técnicos para calcular el costo de mano de obra o sobretiempo.

p. Fecha ultima de ejecución

En esta columna se deberá colocar la fecha última de ejecución de trabajo, para así llevar el control y seguimiento.

q. Horizonte de apertura

En esta columna se ingresa el tiempo que necesitara para tener los repuestos y suministros de la planificación de la tarea.

r. Fecha de lanzamiento de OT

En esta columna se deberá colocar la fecha de lanzamiento OT (se recomienda usar fórmulas de Excel para su proyección automática).

s. Proyección de ejecución

En esta columna se deberá colocar la fecha de la proyección de ejecución que indicará restando el tiempo del horizonte de apertura, es decir si la programación es trimestral se deber restar el tiempo horizonte de apertura (ejemplo; 15 días) la proyección de ejecución se restará considerando este dato.

t. Modificación del plan (actividades, año, mes y creación)

En esta columna colocar cada modificación del plan, incluyendo año, mes y quién lo modificó.

Mantenimiento Planificado en Compresor de Aire

POSICIÓN DE NÚMERO DE PLAN	UT-I	UT-II	EQ-I	EQ-II	CÓDIGO DE UBICACIÓN	TAREA	FREC	MATERIAL SAP	DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO TOTAL	PARADA DE MÁQUINA	N° TÉC
1	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Filtro de Aceite	2811-341-300-3-5	Mantenimiento de compresor Sullair 3700 cambio de filtro separador PRINCIPAL	12 Meses	2,9E+09	FIL.SEPARADOR S3000 COD 010-02250215-621	1	S/. 1,382,00	SI	2 Técnicos
2	PRENSAS	Compresor de aire	Condensador	Motor eléctrico	2811-341-300-5-1	Mantenimiento a motor de ventilador, CAMBIO DE RODAMIENTO SKF O FAG 6206	12 Meses	2,9E+09	RODAMIENTO 6206 2ZR C3S0	1	S/. 14,33	SI	1 Técnico
2	PRENSAS	Compresor de aire	Condensador	Motor eléctrico	2811-341-300-5-1	Mantenimiento a motor de ventilador, CAMBIO DE RODAMIENTO SKF O FAG 6307	12 Meses	2,9E+09	RODAJE SKF O FAG 6307 2Z	1	S/. 31,40	SI	1 Técnico
2	PRENSAS	Compresor de aire	Condensador	Cooler (radiador)	2811-341-300-5-3	Limpieza O Cambio de Radiador	1mes	2,9E+09	RADIA.ACEI3709/A,01002250151493	1	S/. -	SI	2 Técnicos
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Motor eléctrico	2811-341-300-3-1	Mantenimiento a motor de compresor, CAMBIO DE RODAMIENTO SKF O FAG 6312	12 Meses	2,9E+09	RODAJE SKF O FAG 6312-2Z	1	S/. 158,05	SI	1 Técnico
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Motor eléctrico	2811-341-300-3-1	Mantenimiento a motor de compresor, CAMBIO DE RODAMIENTO SKF O FAG 6212	12 Meses	2,9E+09	RODAJE SKF O FAG 6212-2Z	1	S/. 47,96	SI	1 Técnico
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Filtro de entrada de aire	2811-341-300-3-3	Mantenimiento de compresor Sullair 3700 filtro de aire	12 Meses	2,9E+09	ELEMENT FILT AIRE 9 N° 010-02250127-684	1	S/. 272,59	SI	2 Técnicos
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Filtro de Aceite	2811-341-300-3-5	Mantenimiento de compresor Sullair 3700 cambio de filtro separador	12 Meses	2,9E+09	ELEMENTO FILTR ACEITE N°010-02250155-709	1	S/. 278,61	SI	2 Técnicos
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Filtro de Aceite	2811-341-300-3-5	Mantenimiento de compresor Sullair 3700 cambio de aceite	12 Meses	2,9E+09	SULLUBE 32	1	S/. 370,48	SI	2 Técnicos
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Filtro de Aceite	2811-341-300-3-5	Cambio de filtro separador de aceite en línea (Antes del secador)	12 Meses	2,9E+09	FILTERS SCF 465,N° -010-02250194-977	1	S/. 1,228,49		
3	PRENSAS	Compresor de aire	Unidad compresión de aire	Filtro de Aceite	2811-341-300-3-5	Cambio de filtro separador de aceite en línea (Antes del secador) NPMV ALTERNATIVO	12 Meses	2,9E+09	FILTERS SCH 465,N° -010-02250194-978	1	S/. 1,228,49	SI	
Costo de Mantenimiento											S/. 5.012,40		

Figura N° 26 Programa MP Compresor de Aire

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento Planificado en Prensa Hidráulica

POSICIÓN DE NÚMERO DE PLAN	UT-I	UT-II	EQ-I	EQ-II	CÓDIGO DE UBICACIÓN	TAREA	FREC	MATERIAL SAP	DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO TOTAL	PARADA DE MÁQUINA	N° TÉC
1	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Sistema de seguridad	Botoneras de mando	2811-342-500-5-3	Cambio de cabezal de pulsadores tipo hongo color verde (Cabezal - ZB4BC3) en mandos delantero y posterior de prensa	12 Meses	2,9E+09	CABEZA PULSADOR COD: ZB4BC3	4	S/. 120,82	SI	1 Técnico
1	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Sistema de seguridad	Botoneras de mando	2811-342-500-5-3	Cambio de contactos de pulsadores tipo hongo color verde (Block contacto - ZB4BZ105) en mandos delantero y posterior de prensa	12 Meses	2,9E+09	BASE DE PULSADOR DE SETA ZB4BZ105	4	S/. 99,00	SI	1 Técnico
1	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Sistema de seguridad	Botoneras de mando	2811-342-500-5-3	Cambio de conector industrial completo de 16 pines + tierra - PG21, ILME Cod. CNZ 16 PO, para el cableado de las botoneras de mando de la prensa	24 Meses	2,9E+09	CONEC COMPL CNZ16PO MUSA LAT 10PIN/16A	2	S/. 300,00	SI	1 Técnico
2	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Unidad hidráulica	Bomba hidráulica principal	2811-342-500-2-2	Mantenimiento de bomba principal, cambio de rodamiento	36 Meses	2,9E+09	RODAJE SKF O FAG 6311-2ZR	1	S/. 146,27	SI	2 Técnico
2	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Unidad hidráulica	Bomba hidráulica principal	2811-342-500-2-2	Mantenimiento de bomba principal, cambio de rodamiento	36 Meses			2	S/. 300,00	SI	2 Técnico
2	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Unidad hidráulica	Bomba hidráulica principal	2811-342-500-2-2	Mantenimiento de bomba principal, cambio de rodamiento	36 Meses	2,9E+09	RODAJE SKF O FAG 6211-2Z	2	S/. 78,40	SI	2 Técnico
3	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Mesa superior	Válvula reguladora de presión	2811-342-500-3-3	Mantenimiento de válvula reguladora de presión N° 18 cambio de oring	12 Meses	2,9E+09	ORING DE VITON 3 x 20	1	S/. 0,01	SI	1 Técnico
4	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Unidad hidráulica	Electroválvulas hidráulicas	2811-342-500-2-5	Mantenimiento de electroválvula 4/2 N° 08, cambio de oring	18 Meses	2,9E+09	O'RING DE VITON 2-118	1	S/. 5,00	SI	1 Técnico
4	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Unidad hidráulica	Electroválvulas hidráulicas	2811-342-500-2-5	Mantenimiento de electroválvula 4/2 N° 08, cambio de oring DN06	18 Meses	2,9E+09	O'RING DE VITON 2-112	1	S/. 5,00	SI	1 Técnico
4	Area de prensa	Prensa Hidráulica	Unidad hidráulica	Electroválvulas hidráulicas	2811-342-500-2-5	Mantenimiento de electroválvula 4/2 N° 08, cambio de oring	18 Meses	2,9E+09	O'RING DE VITON 2-112	1	S/. 5,00	SI	1 Técnico

Figura N° 27 Programa MP Prensa Hidráulica

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento Planificado en Cabina de Esmaltado

POSICIÓN DE NÚMERO DE PLAN	UT-I	UT-II	EQ-I	EQ-II	CÓDIGO DE UBICACIÓN	TAREA	FREC	DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO TOTAL	PARADA DE MÁQUINA	N° TÉC
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Desmontaje, lavado, secado y montaje de motor Recuperador lado A de cabina de pintura esmaltado	12 Meses	SOLVENTE DIELECTRICO SOLVO 50 ED-CGS	0,5	S/. 75,97	SI	3 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Cambio de rodamientos, delantero, del rotor en motor Recuperador lado A de cabina de pintura esmaltado	12 Meses	RODAJE SKF O FAG 6309 22 C3	1	S/. 59,48	SI	2 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Cambio de rodamientos, posterior, del rotor en motor Recuperador lado A de cabina de pintura esmaltado	12 Meses	RODAJE SKF O FAG 6209 22 C3	1	S/. 28,99	SI	2 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Cambio de motor electrico trifasico ABB (12.6KW, 460V, 19.3A, 60Hz, 3538 RPM) para el Recuperador lado A de cabina de pintura esmaltado	No APLICA	Cambio de motor electrico trifasico ABB (12.6KW, 460V, 19.3A, 60Hz, 3538 RPM)	1	S/. 6.000,00	SI	2 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Desmontaje, lavado, secado y montaje de motor Recuperador lado B de cabina de pintura esmaltado	12 Meses	SOLVENTE DIELECTRICO SOLVO 50 ED-CGS	0,5	S/. 75,97	SI	3 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Cambio de rodamientos, delantero, del rotor en motor Recuperador lado B de cabina de pintura esmaltado	12 Meses	RODAJE SKF O FAG 6309 22 C3	1	S/. 59,48	SI	2 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Cambio de rodamientos, posterior, del rotor en motor Recuperador lado B de cabina de pintura esmaltado	12 Meses	RODAJE SKF O FAG 6209 22 C3	1	S/. 28,99	SI	2 Técnicos
1	Prensas	Cabina de esmaltado	Recuperador	Motor eléctrico	2811-341-100-9-1	Cambio de motor electrico trifasico ABB (12.6KW, 460V, 19.3A, 60Hz, 3538 RPM) para el Recuperador lado B de cabina de pintura esmaltado	No APLICA	Cambio de motor electrico trifasico ABB (12.6KW, 460V, 19.3A, 60Hz, 3538 RPM)		S/. 6.000,00	SI	2 Técnicos

Figura N° 28 Programa MP Cabina Esmaltado

Fuente: Elaboración Propia

d) Estandarización de actividades de mantenimiento

La estandarización de los procesos de mantenimiento se enfoca en tener todo documentado y archivado. En muchos casos también son situados al pie de las máquinas para así poder tener a la mano en la ejecución de los trabajos en el equipo. La estandarización ayuda en mejorar las ejecuciones de trabajo, procesos de atención, bitácoras, instructivos de mantenimiento, llenado de Check list de actividades u órdenes de trabajo OT., así como también se considera que la estandarización herramental del personal técnico logra una óptima efectividad en el trabajo.

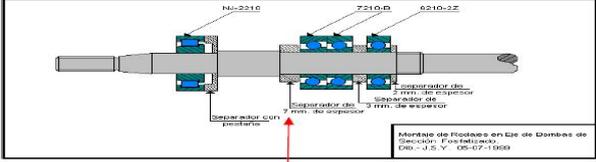
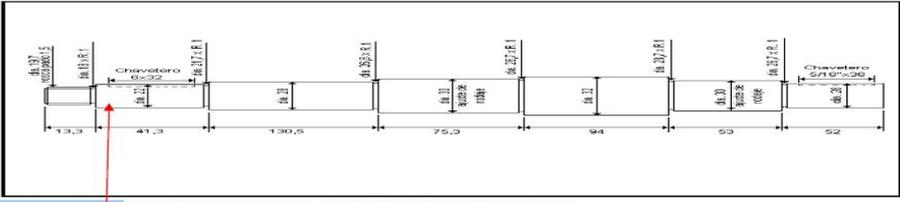
Metalmeccanica B&F	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MAQUINA Y/O EQUIPO UNIDAD AREA:	CABINA DE ESMALTADO UNIDAD DE BOMBEO DE AGUA ÁREA DE PRENSAS
	<p>FBG-001 APLICACIÓN DE GRASA BOMBA DE FOSFATIZADO N°1 Aplicar grasa Multifak con graser manual, limpiar zona excendente</p> <p>FBG-002 AJUSTE DE PRENSA ESTOPA (SELLO) EJE DE BOMBA Y/O CAMBIO Ajustar la prensa estopa Cherteston de 3/8", debe quedar un goteo lento para refrigerar el eje</p>		
	 <p>Módulo de Rodaje en Eje de Bombas de Dirección: FOSFATIZADO DIB - U.S.V. 05-07-1969</p>		
	<p>FBG-003 CAMBIO DE SELLOS Y RODAMIENTOS DE BOMBA N°1</p> <p>2 unid RODAJE 7210BEP 1 unid RODAJE NJ 2210ECP 1 unid RODAJE 6210 2Z 3 pzas PRENSA ESTOPA CHESTERTON 3/8"</p>		
			
	<p>FBG-004 CAMBIO DE BOCINA DE ACERO VCN P/EJE DE BOMBA (Estandar) BOCINA DE ACERO GRADO 3/16"</p>		
Elaborado por: MANTENIMIENTO		Aporbado por: Jefe de mantenimiento	

Figura N° 29 - Instructivo MP Cabina Esmaltado - Elaboración Propia

INSTRUCCTIVO DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MAQUINA Y/O EQUIPO UNIDAD AREA:	CABINA DE ESMALTADO UNIDAD DE BOMBEO DE AGUA PRENSAS
	<p>FBG-005 INSPECCIÓN AUDITIVA DE MOTOR PRINCIPAL BOMBA N°1</p> <p>FBG-006 MANTENIMIENTO DE MOTOR PRINCIPAL BOMBA N°1</p> <p>2 unid RODAJE 6210,2Z 1/32 gl BARNIZ DIELECTRICO CLASE "H" 1/16 gl PINTURA MARTILLADO AZUL</p>	
	<p>FBG-007 AJUSTE DE SISTEMAS DE MANDO DE MOTOR BOMBA N°1 (AJUSTE)</p> <p>Ajuste de bornera de contacto de boton marcha/parada</p>	
	<p>FBG-008 INSPECCIÓN Y/O CAMBIO DE CONTACTOR MOTOR BOMBA N°1 (TERMOGRAFIA)</p> <p>Lenar formato de inspección termografica</p>	
	<p>FBG-009 REVISIÓN DE ESTADO DE ESTRUCTURA DE AOPORTE DE BOMBA</p>	
Elaborado por: MANTENIMIENTO		Aprobado por: Jefe de Mantenimiento

Figura N° 30 - Instrutivo MP Cabina Esmaltado - Elaboración Propia

Metalmeccanica B&F	INSTRUCCTIVO DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MAQUINA Y/O EQUIPO UNIDAD AREA:	CABINA DE ESMALTADO QUEMADOR DE HORNO PRENSA
<div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p data-bbox="657 517 1189 562">LIMPIEZA DE INICIADOR DE FLAMA VERIFICACION Y AJUSTE DE ELECTRODO (CRITICO)</p> <p data-bbox="657 589 1018 611">ELECTRODO WESTWOOD A99</p> <p data-bbox="657 633 1023 656">AJUSTE CON LLAVE BOCA N°13</p> </div> </div>			
Elaborado por: MANTENIMIENTO	Aprobado por: Jefe de Mantenimiento		

Figura N° 31 Instrutivo MP Cabina Esmaltado

Elaboración Propia

e) Definición de los Indicadores a Utilizar

Previamente se definieron los indicadores a utilizar con el objetivo de medir y controlar los equipos críticos del área de producción. Estos KPI's deben ser insumo para la revisión por parte del equipo TPM.

f) Seguimiento y análisis de indicadores de mantenimiento

Entre los KPIs más importantes considerados para esta propuesta de implementación nos enfocaremos a los que estén relacionados a los tiempos de avería, reparación y los porcentajes planificados vs. costos, así también los indicadores de número de paradas. Se deberá realizar una comparación entre los 2 años anteriores vs. la situación actual. Ello nos ayudará a decidir en qué nivel se encuentra y en qué actividades se deberá mejorar. Los indicadores son los siguientes:

1. MTBF (tiempo medio entre averías)
2. MTTR (tiempo medio hasta reparación avería)
3. OEE (Efectividad Global de los Equipos Críticos)
4. % Mantenimiento Planificado. Costos
5. Número de paradas

g) Auditorías internas

Las auditorias son realizadas por el personal externo al área de mantenimiento, teniendo como objetivo de ubicar o encontrar las falencias documentales que pueda existir. Los procesos, programas de mantenimiento, ordenes de trabajo, asistencia del personal, ejecución de trabajo, reporte de averías, estas todas son auditadas tanto por un personal interno de la compañía como también a un personal externo de la empresa para así lograr la certificación de calidad SIG.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados Propuesta de Implementación del Proyecto Piloto

Para poder evaluar el resultado de la implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. Se ha realizado un piloto dentro del área de producción, enfocado a sus 03 equipos críticos siguientes; Prensa hidráulica, Cabina de esmaltado y Compresor de aire. Se recolectó información histórica de los equipos de producción entre el periodo Enero 2018 hasta Diciembre 2019, obteniendo los resultados como muestra en el desarrollo de la implementación siguiente, se empleó las herramientas de medición en base al número de piezas producidas, incluyendo su performance, calidad y disponibilidad empleando esta con la herramienta Indicador OEE, como también considerando información para hallar el valor de las piezas defectuosas, llegando a estimar el tiempo de equipo parado por reparación MTTR y el tiempo promedio entre fallas MTBF.

Estos indicadores fueron herramientas para realizar el análisis del resultado obtenido y hallar la mejora de la propuesta, obteniendo un resultado positivo de la implementación piloto.

3.1.1. Cuadro comparativo entre situación actual y propuesta de implementación

Veamos la siguiente tabla:

Tabla N° 24 - Cuadro comparativo de indicadores

INDICADOR	DATOS DEL INDICADOR				
	ACTUAL		PROPUESTA	DIFERENCIA	% DE REDUCCIÓN (DIFERENCIAL / ACTUAL)
	2018	2019	2021		
OEE	60.32%	60.71%	91.00%	30.29%	33%
MTBF (horas)	11	10	20	10	50%
MTTR (min)	52	49	25	24	96%
N° PARADAS	58	56	27	29	107%

En la tabla se puede apreciar los datos de la situación actual versus los resultados de la propuesta de mejora

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

A Continuación, se realiza un breve análisis de los indicadores descritos-

- a. El OEE para medir la efectividad general de los equipos críticos: se puede apreciar que en el año 2018 se obtiene un 60.32 % y en el siguiente de 60.71 % de resultado porcentual anual. Para el año 2021 con la implementación del TPM, MA Y MP se puede apreciar un OEE del 91 %, la diferencia respecto al año 2019 es de un 30.29 %, lo que significa un aumento del 33% en la efectividad del equipo en relación a su indicador OEE. Tal es así, que el porcentaje del OEE de la propuesta recibe una calificación, según la Figura N° 2 de “Buena” Ello quiere decir que la efectividad del equipo entra en valores World Class, buena competitividad.
- b. El MTBF (tiempo medio entre fallas) Se puede apreciar que en el año 2018 se refleja un resultado actual de 11 horas y de 10 en el 2019. Sin embargo, para el año 2021 con la implementación del TPM se puede apreciar un MTBF de 20 horas, por lo que se

concluye que la diferencia es de 10 horas, ello significa un impacto positivo de 50% en el MTBF.

- c. El MTTR (tiempo medio para reparar una falla) en este indicador se aprecia que en el año 2018 refleja un MTTR de 52 minutos y en el año 2019 de 49 minutos. Sin embargo, para el año 2021 con la implementación del TPM se puede apreciar un indicador de 25 minutos, por lo que se concluye que la diferencia es de 24 minutos, ello significaría un impacto positivo del 96% en el MTTR.
- d. El N° de paradas: se puede apreciar que en el año 2018 se presentan 58 fallas y en el año 2019 en 56. Sin embargo, para el año 2021 con la implementación del TPM se puede apreciar un total de 29 fallas, por lo que se concluye que la diferencia es de 29 paradas, ello significa un impacto positivo del 107% en el número de paradas.

3.1.2. Cuadro comparativo variable Independiente y Dependiente situación actual versus propuesta de implementación del TPM

A continuación se muestran los datos de los indicadores de las variables independientes con la información actual versus la data proyectada en la presente propuesta.

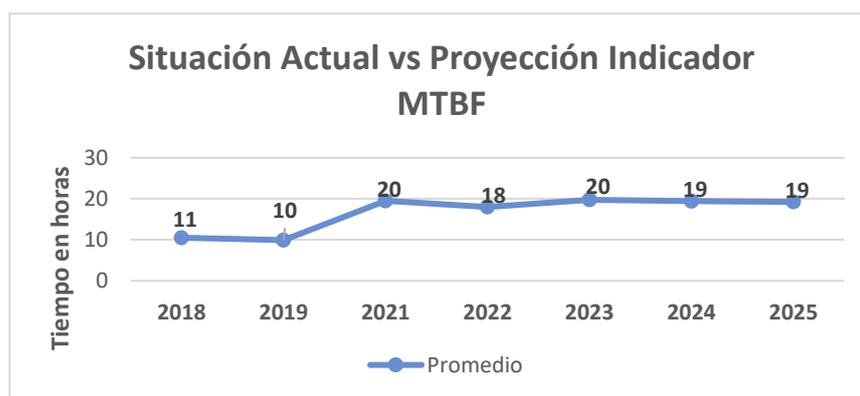


Figura N° 32 – Situación actual vs datos proyectados Indicador MTBF - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

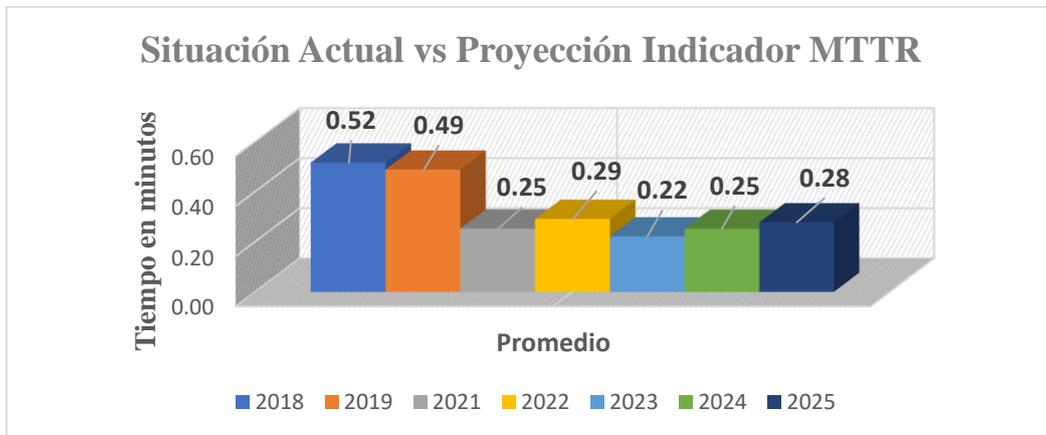


Figura N° 33 - Situación actual vs datos proyectados Indicador MTTR - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

En el siguiente cuadro de información, se puede visualizar como la variable dependiente representada por el indicador OEE aumenta a los valores estándares y permitidos según (Cárcel-Carrasco, 2015) y se mantiene a lo largo del tiempo.

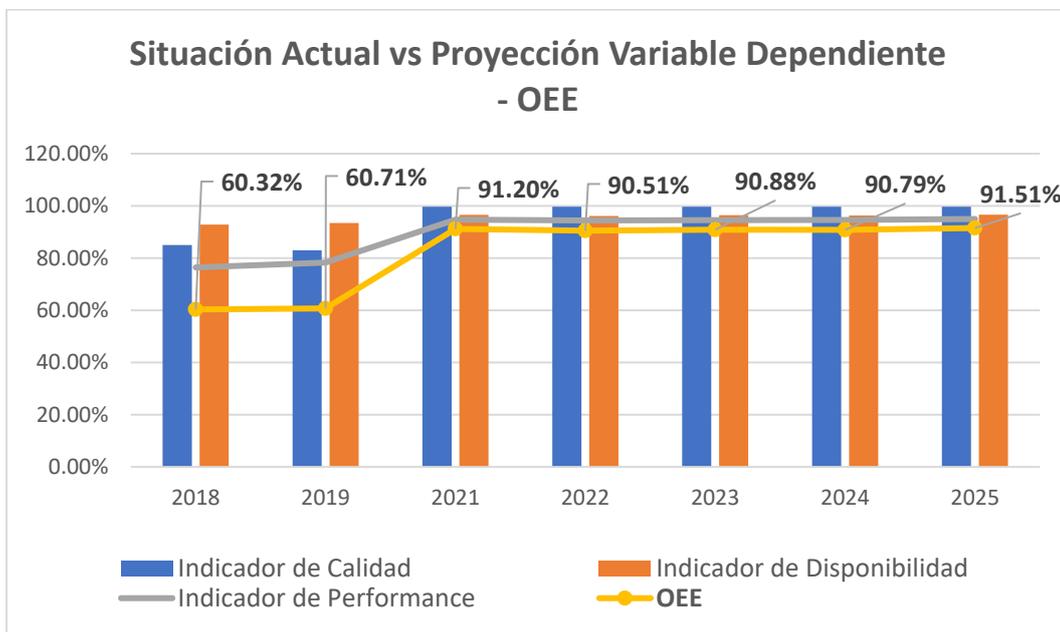


Figura N° 34 - Situación actual vs datos proyectados Indicador OEE

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

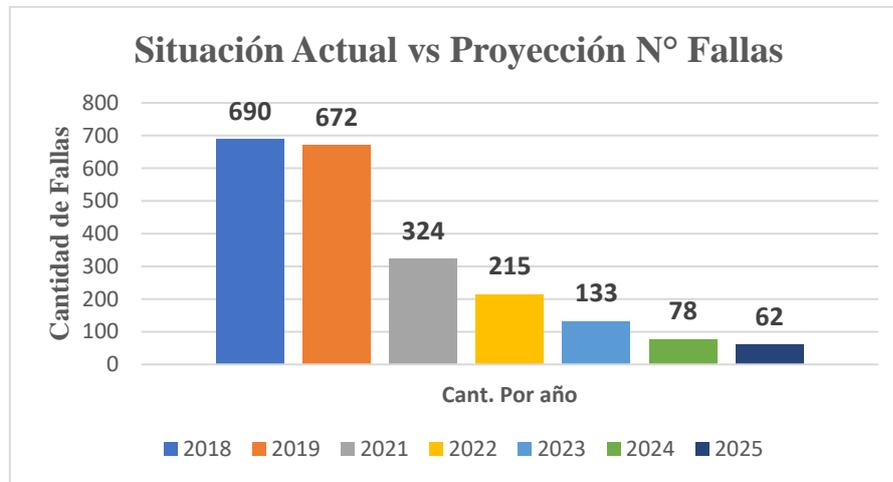


Figura N° 35 - Situación actual vs datos proyectados Indicador Cantidad de Fallas - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Por último, en el siguiente cuadro de información, se puede visualizar el ejercicio de combinar la variable dependiente e independiente y demostrar cómo impacta en la productividad de la empresa.

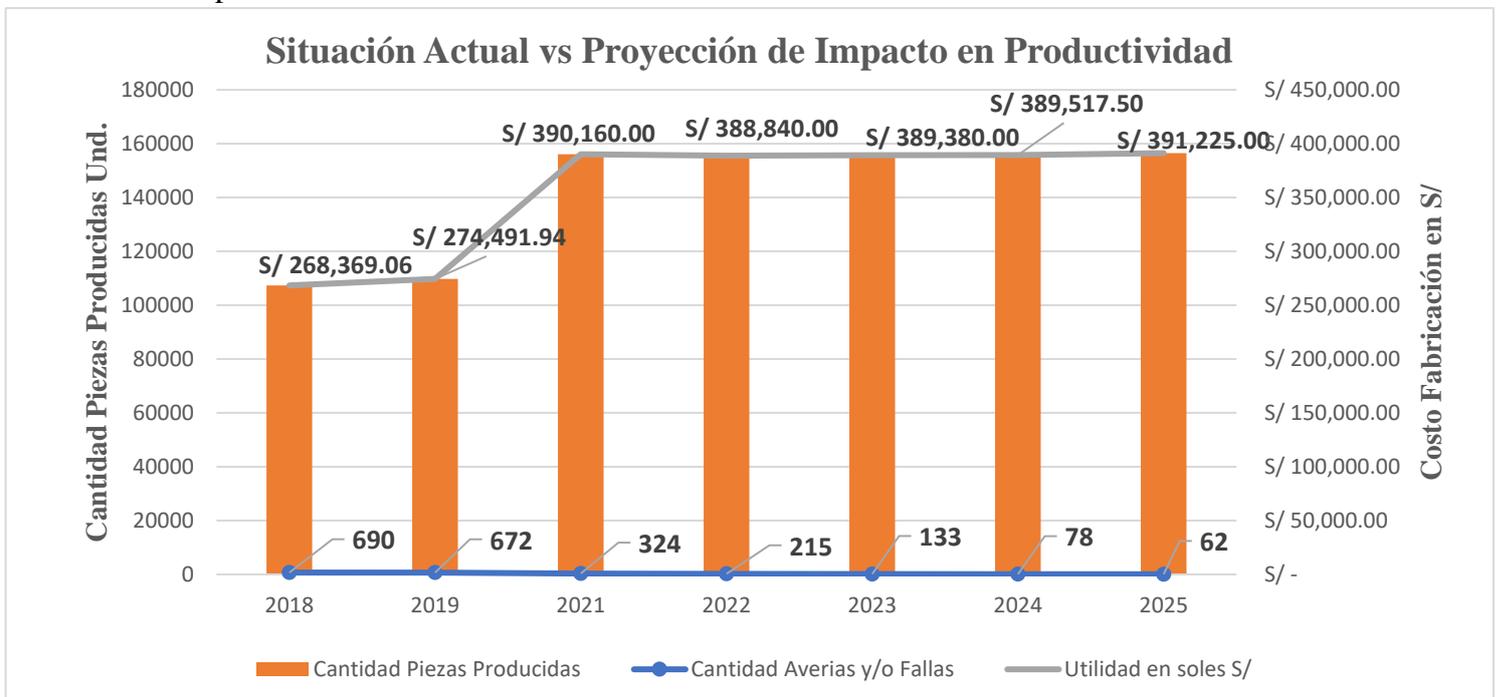


Figura N° 36 - Situación actual vs proyección de impacto en Productividad
Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

3.1.3. Cuadro comparativo económico de la situación actual y propuesta de implementación del TPM

A continuación, se presenta un cuadro comparativo con las cifras monetarias actuales versus la propuesta.

Tabla N° 25 - Cuadro comparativo de Productividad

Código Pieza	Capacidad de producción	Producción real	# Productos buenos	# Productos defectuosos	% Productos buenos	% Productos defectuosos	Valor de piezas producidas esperado 100%	Pérdida por piezas defectuosas	Valor de piezas producidas reales
2018	165,264	126,291	107,347	18,944	85%	15%	S/ 315,727.50	S/ 47,359.13	S/ 268,368.38
2019	165,000	129,173	107,214	21,959	83%	17%	S/ 322,932.50	S/ 54,898.53	S/ 268,033.98
2021	165,264	156,564	156,064	500	99.68%	0.32%	S/ 391,410.00	S/ 1,250.00	S/ 390,160.00
2022	165,264	156,048	155,536	512	99.67%	0.33%	S/ 390,120.00	S/ 1,280.00	S/ 388,840.00
2023	165,264	156,278	155,752	526	99.66%	0.34%	S/ 390,695.00	S/ 1,315.00	S/ 389,380.00
2024	165,264	156,320	155,807	513	99.67%	0.33%	S/ 390,800.00	S/ 1,282.50	S/ 389,517.50
2025	165,264	156,980	156,490	490	99.69%	0.31%	S/ 392,450.00	S/ 1,225.00	S/ 391,225.00

En la tabla se puede apreciar los datos de la situación actual económica versus los resultados de la propuesta de mejora

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

El costo de pieza producida es equivalente a **S/ 2.50**

En la tabla mostrada se puede observar que la demanda de la producción real de la bandeja KSU se mantiene estancada debido a la subida de productos defectuosos en el año 2018 y 2019 con un porcentaje de 15% y 17% consecutivamente. El costo del producto por unidad es de s/2.50 soles, teniendo una pérdida por solo un modelo de pieza en el año 2018 de S/ 47,359.13 y s/ 54,898.53 nuevos soles en el año 2019.

El equipo de prensado del área de en investigación produce 10 modelos de piezas, podemos estimar que las pérdidas anuales superan a los S/ 470.000 mil nuevos soles. Unas de las causas

están relacionadas al performance de la máquina, esta se enfoca en las averías frecuentes, mala regulación del equipo y mantenimiento correctivo diario.

Implementando la herramienta del Mantenimiento autónomo y Mantenimiento Planificado, se estará mejorando la disponibilidad de equipo y buena funcionabilidad, reduciendo así los productos defectuosos e impactando directamente al OEE del equipo.

Por otro lado, se estima que el porcentaje de los productos defectuosos va a reducir a un 0.32% mejorando así la rentabilidad del equipo y por ende reduciendo las pérdidas de la empresa.

La gestión del mantenimiento propuesta que es basado en el TPM tendrá una mejora no solo en la mantenibilidad sino también en la eficiencia de todos los equipos implementados.

La respuesta a la pregunta del problema guarda una estrecha relación con los datos analizados de la empresa, con ello se tiene una perspectiva más clara y detallada de las acciones a realizar con el objetivo de establecer una mejora continua.

Por ello, se analizó la situación actual en el área de producción empleando los instrumentos de recolección de datos, reporte de averías (Figura N°4), cuadros de criticidad de equipo en relación a la tabla de evaluación de criticidad (Figura N°5-Tabla N°9) , y DAP (Figura N° 3) ubicando las fallas en las actividades del proceso. Por consiguiente, en ver cuadro comparativo de indicadores (tabla N° 24).

Por otro lado, para el diagnosticar la capacidad del proceso de producción se profundizo en estudiar los indicadores tales como el MTTR y MTBF dado que nos permitía conocer con valores reales los problemas frecuencia de tiempos entre averías y los tiempos de reparación de

los equipos tal como se muestra en las figuras N° 12 y 13 en la cual demostramos que sí afectan a la productividad de la empresa en estudio en el año 2018 y 2019.

Asimismo, mediante el uso de las herramientas de análisis del problema se empleó el diagrama de Pareto para conocer los equipos que representan el mayor número de averías y que representan el 80% de las mismas tal como se muestra en la figura: N° 12, además se utilizó el diagrama de Ishikawa para encontrar las causas raíces de los problemas analizados en los tres equipos identificados como críticos tal como se muestra en la figura: N° 14 con ello se demostró que impactan en la productividad, performance y calidad de las piezas producidas por la máquina.

En ese sentido, para el presente estudio se propone un plan de implementación basada en el TPM enfocándonos en solo dos de sus cinco pilares para que la empresa pueda aumentar su productividad en sus equipos críticos. Estos pilares son los relacionados al Mantenimiento Autónomo (MA) y Mantenimiento Planificado (MP) desarrollados en la Tabla: N° 16, 17 y 18. Mediante el análisis y estudio del cuadro comparativo ubicado en la Tabla: N° 24 se verifican que los indicadores de producción propuestos para la implementación resultan ser alentadores y positivos para impactar positivamente en la productividad de la empresa en estudio.

Con el análisis descrito desde su situación actual hasta la implementación se puede demostrar como la implementación de la gestión de Mantenimiento basado en el TPM puede impactar positivamente en la productividad de la empresa Maquinaria BF. EIRL durante el año 2019.

El impacto de la medida refleja un valor positivo en la implementación, llegando está a un 91% del OEE en el año 2021 como propuesta, ver en Tabla: N° 24, es decir aumenta la disponibilidad del equipo, mejora el tiempo productivo, minimizando ella las paradas no deseadas y por ende

la aumentando también el porcentaje de los productos buenos que está relacionado a la calidad de los productos como indica en la Tabla: N° 25. a diferencia de los años anteriores entre el 2018 y 2019.

Por esta razón, es que la propuesta planteada frente a la problemática actual de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L. impacta directamente en su productividad, de acuerdo a los resultados indicados en las tablas N° 24 y 25 el OEE incrementa dando lugar a la clasificación de buena, lo cual quiere decir que el proceso de producción tiene buena competitividad World Class. La propuesta demuestra que la disponibilidad de los equipos críticos aumenta por lo tanto su capacidad de producción también, lo cual da lugar a una mayor fabricación de piezas producidas.

3.1.4. Análisis Económico Financiero

De acuerdo a la estimación de recursos para el presente proyecto piloto visto en el apartado 2.7.1, el costo de implementación asciende a un valor de S/ 135,000.00 Soles, por lo cual se procede a realizar un análisis para determinar la factibilidad económica de la presente propuesta. Para ello, se toma como base que el costo del piloto, es asumido en un 40% por la empresa y el 60% restante mediante un préstamo bancario financiado a un año, a una Tasa Efectiva Anual (TEA) del 17%. Asimismo, el Costo de Oportunidad de Capital (COK) definido por los accionistas es del 30%, dado que es el porcentaje mínimo requerido de rentabilidad de las utilidades para aceptar su participación.

Tabla N° 26 - Datos Iniciales Piloto

Descripción	Valor
Costo Piloto S/	135,000
Préstamo Bancario S/	81,000
Capital Propio S/	54,000
Préstamo (%)	60.00%
Capital Propio (%)	40.00%
TEA (%)	17%
COK (%)	30%

En la tabla se puede apreciar los datos para empezar con el análisis financiero.

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Por otro lado, los datos indicados en la tabla N° 25, en la cual se señala que la proyección para el año 2021 de productos fabricados que tienen buena calidad suman un total de 156,064 unidades lo que representa un 97% de disponibilidad y 98% de calidad, ello representa un valor de venta estimado de 936,384.00 Soles de ingreso mensual. Sin embargo, para el inicio del proyecto se calcula con una tolerancia sobre las ventas estimadas, dado que el piloto recién se empieza a implementar y mientras va madurando el proyecto se empieza con un 70% del valor de las ventas

Tabla N° 27 - Ventas proyectadas con Tolerancia 2021

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tolerancia de Producción %	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Producción unidades	109244.	124851	14045	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560
Total Ventas S/	655,468	749,107	842,745	936,384	936,384	936,384	936,384	936,384	936,384	936,384	936,384	936,384

En la tabla se puede apreciar la tolerancia de producción mientras madura el proyecto.

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Tabla N° 28 - Estado de Resultados año 2021

A continuación, se muestra el estado de resultados proyecto del año 2021, por cada mes.

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas	655,46 9	749,10 7	842,74 6	936,38 4								
IGV Ventas (18%)	117,98 4	193,05 0	217,18 1	241,31 3								
IGV Compras (18%)	45,197	48,568	51,939	55,310	55,310	55,310	55,310	55,310	55,310	55,310	55,310	55,310
ITF (0.005%)	33	37	42	47	47	47	47	47	47	47	47	47
INGRESO NETO (1)	582,64 9	662,79 8	742,94 8	823,09 8								
Costos Operativos	800,00 0	800,00 0	750,00 0	700,00 0	700,00 0	500,00 0	500,00 0	500,00 0	500,00 0	500,00 0	500,00 1	500,00 2
Costos Variables	327,73 4	374,55 4	421,37 3	468,19 2								
Costo fijo	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0	300,00 0
Costo No operat.	69,080	76,528	85,316	95,686	107,92 3	122,36 3	139,40 1	159,50 7	183,23 1	211,22 6	213,17 2	225,07 0
Depreciación	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680	9,680
Intereses Bancarios	59,400	66,848	75,636	86,006	98,243	112,68 3	129,72 1	149,82 7	173,55 1	201,54 6	203,49 2	215,39 0
UTILIDAD BRUTA	- 286,43 1	- 213,72 9	- 92,368	27,412	15,175	200,73 5	183,69 7	163,59 1	139,86 6	111,87 1	109,92 5	98,026
Impuestos a utilidades (28.5%)	- 81,633	-60,913	- 26,325	7,812	4,325	57,210	52,354	46,623	39,862	31,883	31,329	27,937

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Por último, se muestra el Flujo de Caja, con los movimientos de operaciones mensuales.

Tabla N° 29 - Flujo de caja año 2021

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión	-												
Capital de Trabajo	135,000	24,453									28,500		
Ingresos		582,649	662,798	742,948	823,098	823,098	823,098	823,098	823,098	823,098	823,098	823,098	823,098
Costos Operat.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos a utilidades		800,000	800,000	750,000	700,000	700,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Valor Desecho		81,633	60,913	26,325	-7,812	-4,325	57,210	52,354	46,623	39,862	31,883	31,329	27,937
Flujo Neto	-	-	-76,289	19,273	115,286	118,773	265,888	270,744	276,474	283,236	319,715	291,769	295,161
Préstamo o Deuda	81,000												
Amortización		41,376	48,824	57,612	67,983	80,219	94,659	111,698	131,803	155,528	183,523	199,421	219,321
Intereses Bancarios		-59,400	-66,848	-	-	-	112,683	129,721	149,827	173,551	201,546	183,523	205,234
Flujo del Accionista	-54,000	-	-94,312	1,249	97,262	100,749	247,865	252,721	258,451	265,212	301,691	307,667	309,248

Tal y como se aprecia, en los primeros dos meses se observa que la empresa no percibe ingresos netos positivos y es a partir del tercer mes que recién puede tener cifras positivas.

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

De acuerdo a los datos provistos en la tabla N° 29 – Flujo de Caja 2021, se puede visualizar claramente que a partir del tercer mes la empresa empieza a tener ingresos netos positivos por lo que el Valor Neto Actual (VAN) asciende a los S/ 207,379.00. Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanza un valor porcentual del 48.95% y el valor del costo beneficio a S/ 2.24.

Tabla N° 30 - Indicadores Financieros año 2021

Descripción	Valor
Valor actual Neto VAN	S/ 207, 379.00
Tasa Interna de Retorno TIR	48.95 %
Costo Beneficio	2.2463

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Por último, después realizado el análisis económico financiero, en el cual se exponen cifras de acuerdo a los indicadores propuestos y situación actual, se puede determinar claramente que el

proyecto piloto propuesto es totalmente beneficioso, viable y rentable, dado que primero, se obtiene de acuerdo a los cálculos de los flujos de caja del año 2021 (Tabla N° 29) el cual da un resultado positivo a partir del primer año (S/ 207, 379.00), es decir, se refleja ganancia monetaria a futuro lo cual genera rentabilidad y beneficio para la empresa. Por otro lado el segundo indicador para el cual se utiliza el flujo de caja proyectado versus el costo total del proyecto y al realizar la operación nos da como resultado una tasa interna de retorno que asciende a 48.95% de beneficio frente a la inversión inicial con lo que se demuestra categóricamente la viabilidad de la propuesta para la toma de decisión de los inversionistas.

Finalmente, con estos resultados podemos dar respuesta a las preguntas formuladas por cada objetivo específico ¿Cómo analizar si la gestión de mantenimiento actual y disponibilidad de equipos son críticos para la productividad?

Se analizó la situación actual empleando los instrumentos de recolección de datos ubicados en la tabla reporte de averías, cuadros de criticidad, DAP ver Tabla: N° 2, y para la disponibilidad se analizó los indicadores entre los que resaltan el OEE de los equipos ver Tabla: N° 9

Por otro lado, ¿Cómo diagnosticar si la capacidad del proceso de producción afecta la productividad? Para diagnosticar la capacidad del proceso de producción se profundizo en medir la capacidad del proceso utilizando los indicadores del CP y CPK para demostrar si los valores de capacidad indican si es Hábil. Luego se analizó y estudió los indicadores tales como el MTTR y MTBF dado que nos permitía conocer con valores reales, los problemas de las frecuencias de tiempos entre averías y de reparación de los equipos tal como se muestra en las figuras N° 12 y 13 en la cual demostramos que afectan a la productividad de la empresa en estudio en el año 2018 y 2019.

Asimismo, ¿Cómo profundizar sobre las causas de los problemas que afectan la productividad? Mediante el uso de las herramientas de análisis del problema se empleó el diagrama de Pareto para conocer los equipos que representan el mayor número de averías y que representan el 80% de las mismas tal como se muestra en la figura: N° 12, además se utilizó el diagrama de Ishikawa para encontrar las causas raíces de los problemas analizados en los tres equipos identificados como críticos tal como se muestra en la figura: N°14 con ello se demostró que impactan en la productividad, performance y calidad de las piezas producidas por la máquina.

En ese sentido, ¿Como Proponer un plan de gestión de mantenimiento basado en el TPM que impacte en la productividad? Para el presente estudio se propone un plan de implementación basada en el TPM enfocándonos en solo dos de sus cinco pilares para que la empresa pueda aumentar su productividad en sus equipos críticos. Estos pilares son los relacionados al Mantenimiento Autónomo (MA) y Mantenimiento Planificado (MP) desarrollados en la Tabla: N° 8, 9 y 10

¿Cómo verificar si los indicadores de producción, luego de la implementación de la gestión de mantenimiento basado en el TPM afecta positivamente en la productividad?

Mediante el análisis y estudio del cuadro comparativo ubicado en la Tabla: N° 18 se verifican que los indicadores de producción propuestos para la implementación resultan ser alentadores y positivos para impactar positivamente en la productividad de la empresa en estudio.

Con el análisis descrito desde su situación actual hasta la implementación se puede demostrar como el proyecto propuesto de la gestión de Mantenimiento basado en el TPM puede impactar positivamente en la productividad de la empresa Maquinaria BF. EIRL durante el año 2019.

Por otro lado, en respuesta a la pregunta indicada en el capítulo de formulación del problema ¿En qué medida impacta la implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM en la productividad de la empresa Maquinarias, B & F EIRL Lima – 2019? Se describe lo siguiente:

El impacto de la medida refleja un valor positivo en la implementación, llegando está a un 91% del OEE en el año 2021 como propuesta, ver en Tabla: N° 24, es decir aumenta la disponibilidad del equipo, mejora el tiempo productivo, minimizando ella las paradas no deseadas y por ende la aumentando también el porcentaje de los productos buenos que está relacionado a la calidad de los productos como indica en la Tabla: N° 19.

Cabe indicar también que su impacto reduce las perdidas monetarias anuales por piezas defectuosas hasta un 0.32% de un promedio de un 17% como indica la Tabla: N° 25. a diferencia de los años anteriores entre el 2018 y 2019.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Limitaciones

Debido a la situación actual que atraviesa el mundo y especialmente nuestro país con la crisis sanitaria producto de la pandemia, ha originado que nuestra máxima autoridad de la orden de inamovilidad en todo el territorio. Por tal razón, la investigación se ha visto truncada en su etapa exploratoria. Asimismo, se ha pospuesto un año adicional para la implementación que estaba programada para iniciar el 2020, por esa razón nuestra propuesta se manifiesta recién para el año 2021.

Por otro lado, unas de las limitaciones encontradas en la empresa Maquinarias B.F EIRL de no emplear los 8 Pilares del TPM, fue que no existía un área de mantenimiento estructurado en base a ingeniería aplicada sino de forma empírica a base a experiencias vagas, como también los presupuestos cortos financieros por la empresa. Por tal razón la propuesta de implementación basada en el TPM procura dar inicio en crear una filosofía preventiva que cumplirá en considerar sus 8 pilares en el corto tiempo luego de su implementación.

4.1.2 Implicancias

Para este apartado se ha seguido estrictamente lo indicado en el capítulo de metodología para lo cual, en el punto del diagnóstico del problema, implica analizar la situación actual mediante la observación del reporte de averías y como consecuencia se elaboró los reportes de fallas y los tiempos de máquinas paradas.

Por otro lado, para el diagnóstico de la capacidad del proceso de producción se realizó el análisis del proceso, mediante la elaboración del Diagrama de actividades del proceso (DAP) en el cual

se identificó las actividades en las cuales se registran observaciones. Por ello, se procedió a medir la capacidad del proceso, a fin de demostrar, a base de una muestra de datos, si la capacidad del proceso es hábil o no mediante el valor de los índices de capacidad CP y CPK.

Luego, para determinar e identificar a los equipos críticos del proceso de producción, se utilizó el diagrama de Pareto y para conocer las causas raíces de los equipos identificados como “críticos”, utilizamos el diagrama de Ishikawa con el cual implico el origen del planteamiento de la propuesta de implementación de los dos pilares de la gestión de mantenimiento basado en TPM.

Asimismo, se analizó los reportes de averías con el objetivo de elaborar los indicadores de producción (OEE) y de esta forma determinar si sus valores estaban dentro de los estándares permitidos de acuerdo a lo indicado por (González, 2009) . Por esta razón, y en base a la propuesta de implementación del presente estudio estimamos los costos necesarios para su implementación. Es así que implica en desarrollar un análisis económico financiero con el objetivo de demostrar que la propuesta es viable y rentable para la empresa. En esa línea, los valores de los principales indicadores tales como el VAN y TIR son positivos y garantizan que el costo oportunidad de capital (COK) que esperan los inversionistas sean cubiertos en su totalidad, tomando como base el porcentaje de la tasa de retorno de inversión (TIR), dado que TIR representa el porcentaje de la tasa de retorno de inversión el cual tiene un valor de 48.95% y el COK que esperan los inversionistas es del 30% de la rentabilidad, con lo cual el proyecto propuesto es totalmente viable para afrontar lo esperado por los inversionistas y asimismo solventar en el tiempo los gastos operativos y administrativos de la propuesta de estudio, y ello solo es para el primer año luego de la implementación. Luego de acuerdo a las proyecciones

indicadas en tabla cuadro financiero del año 2021 los montos de rentabilidad para los próximos años serán mayores, lo cual implicará en la utilidad de la empresa para los siguientes años post implementación del proyecto.

4.1.2. Interpretación comparativa

En comparación con la variable productividad, realizamos un análisis sobre la investigación de (Hinostrza & Geronimo, 2016), relacionada esta con la producción sobre tipos de piezas, el empleo de métodos, procedimiento y resultados de la investigación, muestra una técnica similar al trabajo propuesto, en lo que confirman que: “La producción de Spool podrá incrementarse en un 62% en condiciones favorables óptimas para el proceso de implementación, la actitud sensible de los colaboradores en coincidir en una sola filosofía productiva” (Hinostrza & Geronimo, 2016).

Comparación de la Producción de Spool (Pulg.-Ø)				
	Producción Actual	Producción Proyectada	Variación (%)	Variación Ajustada (%)
Spool	181788	477756	163%	98%
Ensamble	385392	979812	154%	93%
Soldadura	181788	477756	163%	98%
QC	200724	401448	100%	60%

Figura N° 37 - Comparación de Producción Spool Empresa Fima 2016

Fuente: Trabajo de investigación “Influencia de la disposición de planta en la productividad de spools, de la empresa Metalmecánica Fima, 2016” (Hinostrza & Gerónimo, 2016) Pg. 128.

Considerando como referente en la figura N° 37, el promedio de mejora después de la implementación, se tiene una variación ajustada obteniendo un incremento real inicial del 98% con respecto a la producción actual y pudiendo incrementarse hasta un 163% debido a un mantenimiento eficiente a los equipos de producción. Por ello, en comparativa con el

resultado de la propuesta de Implementación de la gestión de mantenimiento y el impacto en la productividad de la empresa metalmecánica B&F Eirl., lleva y coincide en un porcentaje positivo luego de la implementación de la propuesta, tal y como se indica ver en la tabla N° 25 en donde se realiza la comparación de la productividad de equipos de la situación actual frente a la propuesta de implementación. De donde resaltamos la capacidad de producción, producción real, valor de piezas producidas entre otros valores importantes a considerar.

Por otro lado, respecto a la variable de mantenimiento y sus indicadores realizamos un análisis sobre la investigación de (Valdivieso, 2018), relacionada a la cantidad de equipos, número de paradas, análisis de criticidad, el empleo de métodos, procedimiento y resultados de la investigación, muestra una técnica similar a la propuesta indicada, como por ejemplo: las herramientas de análisis de Causa y Raíz, Pareto, Ishikawa, así como, indicadores de mantenimiento MTBF y MTTR, en lo que confirman que luego de la implementación : “se logró reducir el número de fallas en un 10%, lo cual disminuyó los gastos en repuestos de S/. 41,890.00 a S/. 33,512.00, lo cual representa un 20% de reducción y esto se obtuvo gracias a las propuestas de mejora diseñadas e implementadas en la Línea de producción de Plataformas de la empresa FAMECA S.A.C” (Valdivieso, 2018).

SIN PROPUESTA DE MEJORA	CÓDIGO	MAQUINARIA Y EQUIPOS	N°	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF
	PMDS - 1	Máquinas de Soldar	10	61	487	3101	3588	7.98	50.84
	PRDS - 2	Robot de Soldadura	2	23	321	3267	3588	13.96	142.04
	PMDC - 3	Mesa de Corte	3	18	189	3399	3588	10.50	188.83
	PPRH - 4	Prensa Hidráulica	1	29	207	3381	3588	7.14	116.59
	PMDO - 5	Máquinas de Oxicoorte	5	51	453	3135	3588	8.88	61.47
	PSIE - 6	Sierra Eléctrica	1	34	229	3359	3588	6.74	98.79
	PCUR - 7	Curvineta	1	16	164	3424	3588	10.25	214.00
	PCDA - 8	Cámara de Arenado	1	27	199	3389	3588	7.37	125.52
	PESM - 9	Esmeriles	10	44	430	3158	3588	9.77	71.77
	PEDB - 10	Esmeriles de banco	2	13	280	3308	3588	21.54	254.46
	PWEH - 11	WEL HANDY	4	47	442	3146	3588	9.40	66.94
PPLC - 12	PLASMA CNC	1	21	303	3285	3588	14.43	156.43	
TOTAL			41	384	3704	3279	3588	10.66	128.97

Figura N° 38 - Comparación Variable de Mantenimiento Empresa Fameca SAC.

Fuente: “Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (tpm) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza S.A.C - FAMECA” (Valdivieso, 2018)

En comparación, con el resultado de la propuesta de Implementación de la gestión de mantenimiento y el impacto en la productividad de la empresa metalmeccánica B&F Eirl., se utilizaron los métodos y las herramientas de análisis del problema, porcentaje de averías de equipos indicado en la Tabla N°10, evaluación de criticidad de equipo como se demuestra en la Tabla N°9 y por último los indicadores MTTR y MTBF tal y como se muestra en la (Figura N° 15).

Por otro lado, Los autores: (Dávila Gutiérrez & Dávalos Ayay, 2017) señalan en su trabajo de tesis sobre la “**Propuesta de mejora basada en TPM para evaluar el efecto en la disponibilidad de flota en operación remota Sausacocha**” tendría una alta utilidad neta ascendiendo a los s/109.457,88 en el primer año, luego de la propuesta de mejora.

Partidas	Proyectado a 1 año
Ingreso (Tabla 3.55)	S/. 1.022.627,76
Costos operativos *	S/. 753.069,52
Depreciación activos	S/.
Gasto atribuible a la propuesta de mejora (Tabla 3.51 y 3.52)	S/. 52.171,58
Gasto inherente de la estructura de costo (por el incremento de la producción) [#]	S/. 65.362,11
Gastos de administración y ventas	S/. 117.533,68
Utilidad antes de impuestos	S/. 152.024,56
Impuestos (30%)	S/. 42.566,88
Utilidad neta	S/. 109.457,68

Figura N° 14 – Estado de resultados de la propuesta de mejora TPM – Fuente: Empresa automotriz Sausacocha

“Al ingreso total generado como consecuencia de la propuesta de mejora, según se observa en la Tabla 3.55 (S/. 1.022.627,76), es necesario descontar en primera instancia el costo operativo acarreado, dado el aumento de la producción (resultante de 90,54% x S/. 831.725,64) ...” (Dávila Gutiérrez & Dávalos Ayay, 2017)

En el resultado se puede apreciar que luego de haber aplicado TPM, la empresa Sausacocha tiene una utilidad Neta de 109 457, 68 Soles lo cual es beneficioso desde el punto de vista financiero.

4.2.Conclusiones

El Mantenimiento autónomo y Mantenimiento Planificado son unos de los pilares más representativos dentro de las actividades técnicas del TPM, dado, que está comprobado que, con solo ejecutar tareas básicas de limpieza, ajuste y lubricación en las máquinas y/o equipos como indican: (Cautrecasas & Torrel, 2010), esta logrará garantizar como parte de toda la

gestión que se prolongue el tiempo del MTBF (tiempo medio entre fallas), impactando ello directamente en la productividad, por lo cual concluimos que es importante preparar instructivos a los operarios y desarrollar capacitaciones constantes como muestra en el desarrollo de la propuesta de implementación, como también indica en el trabajo de investigación de los autores : (Alexis, Carlos, & Henry, 2013) “De igual forma debe existir una documentación del mantenimiento, formada por documentación técnica y documentación relativa a la ejecución del mantenimiento propiamente dicho...” (Pág. 92)

La propuesta da inicio en crear una filosofía preventiva que cumplirá en considerar el total de los 8 pilares del TPM en el corto tiempo, luego de la implementación como se comenta en la sección de limitaciones sobre la empresa metalmecánica Maquinarias B.F EIRL.

Por otro lado, las auditorias del Mantenimiento autónomo y Mantenimiento Planificado, no deben exceder de 2 meses porque de esta manera se asegura que el personal operativo y técnico cumplan con la planificación de la gestión.

Por último, en esta propuesta se realiza un estudio del problema, para luego plantear un modelo de gestión de mantenimiento que describe el uso de dos pilares del TPM, y luego se analiza el impacto que tiene la propuesta en el desempeño operativo en el área de producción de la empresa Maquinarias B & F EIRL, y con los hallazgos encontrados en la presente investigación nos permite sustentar y dar respuesta al objetivo general de la presente investigación. Tal es así, que el aumento de la productividad se puede medir en distintos aspectos como la evolución positiva de los indicadores de disponibilidad y performance OEE, el cual aumenta un 33% y permite alcanzar la calificación de “Excelencia” de acuerdo al cuadro de clasificación del OEE indicado en la figura N° 2. Con los datos de este indicador nos permite garantizar que los

equipos de producción se encontraran con mejor disponibilidad y performance para el proceso de producción. Asimismo, las horas que transcurren en reportarse una falla de otra aumentan en un 50%, lo cual es una medida alentadora para la productividad dado que quiere decir que se aprovechará ese tiempo en que los equipos alcancen en lo posible su capacidad de producción estimada. Por otro lado, los minutos que transcurren en reparar una avería que se presentan en los equipos se reducen en un 96% y con ello se evita que las máquinas de producción se encuentren inoperativas mientras se reparan la avería y por lo tanto se encuentren en la línea del proceso productivo. Con estos estos indicadores se generan consecuencias que también permiten medir el impacto en la productividad y es así que el número de paradas de los equipos también se reduce en poco más del 100%. Por lo tanto, al tener resultados alentadores permite que la producción real de piezas aumente y por tanto cumplir con la demanda de la línea de pedidos que el mercado exige, dando lugar al aumento de la productividad en la empresa metalmecánica maquinarias B.F. Eirl.

Finalmente, podemos concluir que dentro de la evaluación del análisis costo- beneficio se empleó la herramienta financiera VAN - TIR obteniendo, así como resultado positivo los periodos estimados en el año 2021 generando ello un proyecto altamente rentable a nivel financiero por lo que queda a decisión de los directivos de la empresa Metalmecánica B&F EIRL tomar la decisión de aprobar su implementación.

REFERENCIAS

- Alexis, O. U., Carlos, R. M., & Henry, I. (2013). Gestión de Mantenimiento en Pymes Industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18, 86 - 104.
- Cabral Leite, J., Reyes Carvajal, T., Fonseca-Junior, M., & Holanda-Bezerra, U. (2015). Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants. *DYNA*, 139 -149.
- Cárcel-Carrasco, F. J. (2015). Ingeniería del mantenimiento industrial y gestión del conocimiento. Mejora en la eficiencia de las empresas. *Revista Elementos*, Vol. 5(Nº. 5), 130.
- Cautrecasas, L., & Torrel, F. (2010). TPM en un entorno Lean Management. *Profit Editorial I.*, 36.
- Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson Educación , S.A.
- Dávila Gutiérrez, R. L., & Dávalos Ayay, J. L. (2017). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADA EN EL TPM PARA EVALUAR EL EFECTO EN LA DISPONIBILIDAD DE FLOTA EN LA OPERACIÓN REMOTA SAUSACOCHA, DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ*, 2017. Trujillo.
- Delgado, J. C., Saldivia, F., & Fygueroa, S. (2014). *Sistema para la determinación de la degradación del lubricante basado en el tratamiento digital de manchas de aceite de motores diesel*. Pamplona: UIS Ingenierías.
- Díaz Concepción, A., Del Castillo Serpa, A., & Villar Ledo, L. (2017). Instrumento para evaluar el estado de la gestión de mantenimiento en plantas de bioproductos: Un caso de estudio. *Revista chilena de Ingeniería*, 9.
- Flores Torres, R. A. (2017). *Aplicación del Metodo de las 5M para determinar las 5 causas de un problema en un Taller Automotriz*. Guayaquil.
- Francisco, J. C. (2016). *DISPONIBILIDAD, INCERTIDUMBRE Y CADENA DE FALLO EN MANTENIMIENTO*.
- García Cabello, G. A. (2018). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM)*. Lima.
- García Sierra , J., Cárcel Carrasco , J., & Mendoza Valencia, J. (2019). *IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO, APLICACIÓN A UNA INDUSTRIA TEXTIL Y SU EVOLUCIÓN EN EFICIENCIA 2*. *3C Tecnología* 2, 50 - 67.

- Gonzales, J. R. (2019). *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Disponibilidad de los equipos en la Planta de Chancado de una unidad Minera en la Libertad.*
- González, H. L. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo). *Contribuciones a la Economía*, 11.
- Guerra-Lopez, E., & Alexis Montes, D. O. (2019). *Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining.* Medellin: Boletín De Ciencias De La Tierra.
- Hinostroza, M. A., & Geronimo, E. M. (2016). *Influencia en la disposición de Planta en la productividad de Spools de la empresa FIMA 2016.* Tesis, Lima.
- J. C., Francisco. (2015). ANÁLISIS DEL SECTOR DEL MANTENIMIENTO EN RELACIÓN A ESTUDIOS SECTORIALES. *3C Tecnología*, 174.
- Navarro, C. N., Gutierrez, A., Sarmiento, E., & Palacio, A. T. (2020). Capacidad de Proceso: Una herramienta de desición Empresarial en el armado de vallas metálicas. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 6.
- Olivo U. María Cristina. (2005). COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA PRÁCTICA CIENTÍFICA. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XI(2), 51. Recuperado el julio-diciembre de 2005
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.* Chile: Int. J. Morphol, 35(1):227-232,.
- P.G, M. (2019). *Nueva metodología desarrollada para la integración de Lean Manufacturing, Kaizen e ISO 31000:2009 basados en la ISO 9001:2015.* Alicante: 3C Tecnología.
- Rodríguez, M. B. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. *Logos, Ciencia & Tecnología*, 101-103.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. Sexta Edición). Mexico D.F, Mexico: McGRAW-HILL.
- Tavares, L. A. (2014). *Administración Moderna de Mantenimiento.* Pereira: Novo Polo publicaciones.
- Valdivieso, L. J. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE LA EMPRESA FABRICACIONES METÁLICAS CARRANZA SAC.* LIMA.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Listado de equipos del proceso de producción

AREA	N.-	EQUIPO	SISTEMA
Area de prensas	1	DESBOBINADORA DE BOBINA	MECANICO
	2	PRENSA EXCENTRICA 1	MECANICO
	3	PRENSA EXCENTRICA 2	MECANICO
	4	PRENSA NEUMATICA	MEC-NEUM
	5	PRENSA HIDRAULICA	HIDRAULICO
	6	TROQUELADORA	HIDRAULICO
	7	ENROLLADOR DE BOBINA	MEC-HIDR
	8	CONFORMADORA	MEC-HIDR
	9	SOLDADORA DE PUNTO	ELECTRICO
	10	CORTADORA	MECANICO
	11	PUENTE GRUA	MEC - ELECT
	12	DESEENROLLADOR DE BOBINA	MECANICO
	13	ENRFRIADOR CHILLER	ELECTRICO
	14	COMPRESOR DE AIRE	ELECTRICO
	15	MONTACARGA	HIDRAULICO
	16	CABINA DE ESMALTADO	MEC- ELECT
	17	CABINA DE FOSFATIZADO	MECANICO

Elaboración Propia

ANEXO N° 2: Reporte general del proceso de producción

MAQUINA	CORRECTIVO	PROGRAMADO	STATUS	TURNO			REPORTE	DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA	CONFORME NO CONFORME
				T 1°	T 2°	T 3°	FECHA	REPORTE DE ANOMALÍA 1	
PRENSA ARRASATE TACI 250 N°1		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	MTTO GENERAL Y LIMPIEZA DE CONTACTORES, REVISIÓN Y PRUEBA DE CABLEADO Y REVISIÓN DE TABLERO DE CONTROL	OK
PRENSA ARRASATE TACI 250 N°2		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	MTTO GENERAL Y LIMPIEZA DE CONTACTORES, REVISIÓN Y PRUEBA DE CABLEADO Y REVISIÓN DE TABLERO DE CONTROL	OK
Extrusora QINGDAO HENGJUN		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	MTTO DE VENTILADOR CENTRIFUGO EN LA ZONA 1,2 Y 3, MATTO A MOTOR DE BOMBA DE AGUA.	X
Fosfatizado		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	SOLDAR TUBERIA DE INTERCAMBIADOR DE CALOR	OK
Inyectora de Gabinetes A100		PROGRAMADO	IMPRESO	X	0		2/01/2020	EN CABEZAL DE GABINETES: LIMPIAR LOS CODOS DE LOS CABEZALES / LIMPIAR LAS BOQUILAS (VALVULAS	OK

MAQUINA	CORRECTIVO	PROGRAMADO	STATUS	TURNO			REPORTE	DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA	CONFORME NO CONFORME
				T 1°	T 2°	T 3°	FECHA	REPORTE DE ANOMALÍA 1	
								REGULADORAS DE PRESION), DEJAR REGULADO PRESION DE ISO Y POLIOL A 150 BAR	
Inyectora de Gabinetes A100		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	MANTENIMIENTO MOTOR PRINCIPAL DE BOMBAS DE ALTA PRESION POL / ISO	OK
TAMBOR DE GRECIA		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	LIMPIAR LAS BOQUILAS DE LOS CABEZALES	OK
Inyectora de Puertas A40		PROGRAMADO	IMPRESO	X			3/01/2020	LIMPIAR LAS BOQUILAS DE LOS CABEZALES DE TAMBOR N°1 / LIMPIAR LOS CODOS DE LOS CABEZALES DE TAMBOR N°1	OK
PRENSA ARRASATE TACI 250 N°1		PROGRAMADO	IMPRESO	X			2/01/2020	BRINDAR MANTENIMIENTO A MOTOR TRIFASICO	
PRENSA ARRASATE TACI 250 N°1	CORRECTIVO		IMPRESO	X			5/01/2020	PRENSA NO PUEDE INICIAR LABOR DE PRODUCIR , POR QUE MOTOR TRIFASICO CE, 40CV/40 HP(30 KW),1460 RPM ,220-380 VAC,100-58 AMP,50 HZ, COS 0.86,	OK

MAQUINA	CORRECTIVO	PROGRAMADO	STATUS	TURNO			REPORTE	DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA	CONFORME NO CONFORME
				T 1°	T 2°	T 3°	FECHA	REPORTE DE ANOMALÍA 1	
								MARCA ASEA-CES, ESTA CONECTADO PARA SENTIDO CONTRARIO DE GIRO DE EMBRAGUE	
PRENSA ARRASATE TACI 250 N°1		PROGRAMADO	IMPRESO	X			9/01/2020	INSPECCION DEL ELEMENTO FILTRANTE DE AIRE, VERIFICAR Y/O RELLENAR EL ACEITE LUBRICANTE, INSPECCION DE FUGAS DE CONECTORES, VERIFICAR QUE LAS COLUMNAS DE LAS GUIAS ESTEN LUBRICADAS CONSTANTEMENTE.	OK
Prensa ONA	CORRECTIVO		IMPRESO	X			9/01/2020	SE DESMONTA BOMBA HIDRAULICA DE LA PRENSA	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 3: Artículos encontrados por fuentes de información

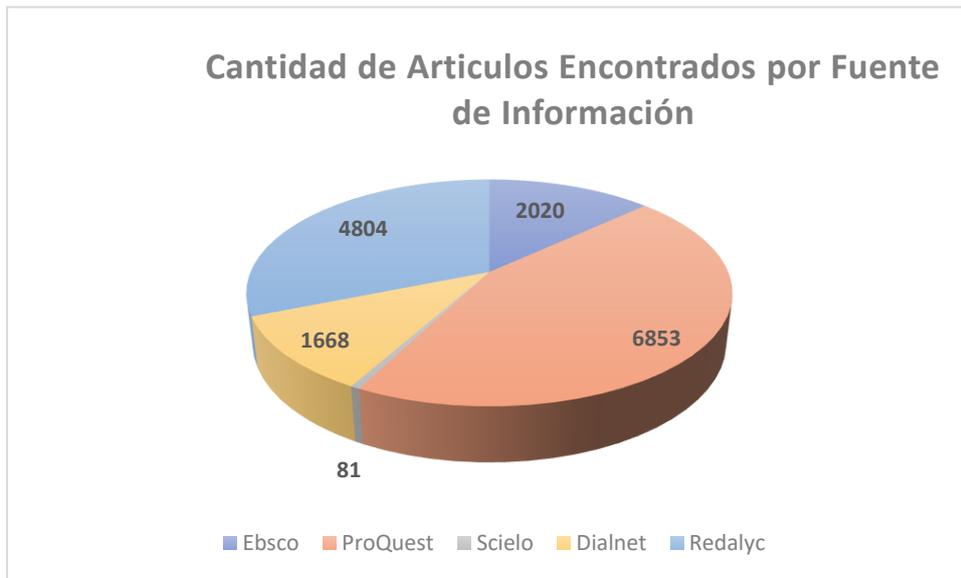


Figura N° 09. Resultado primera búsqueda

ANEXO N° 4: Listado de citas

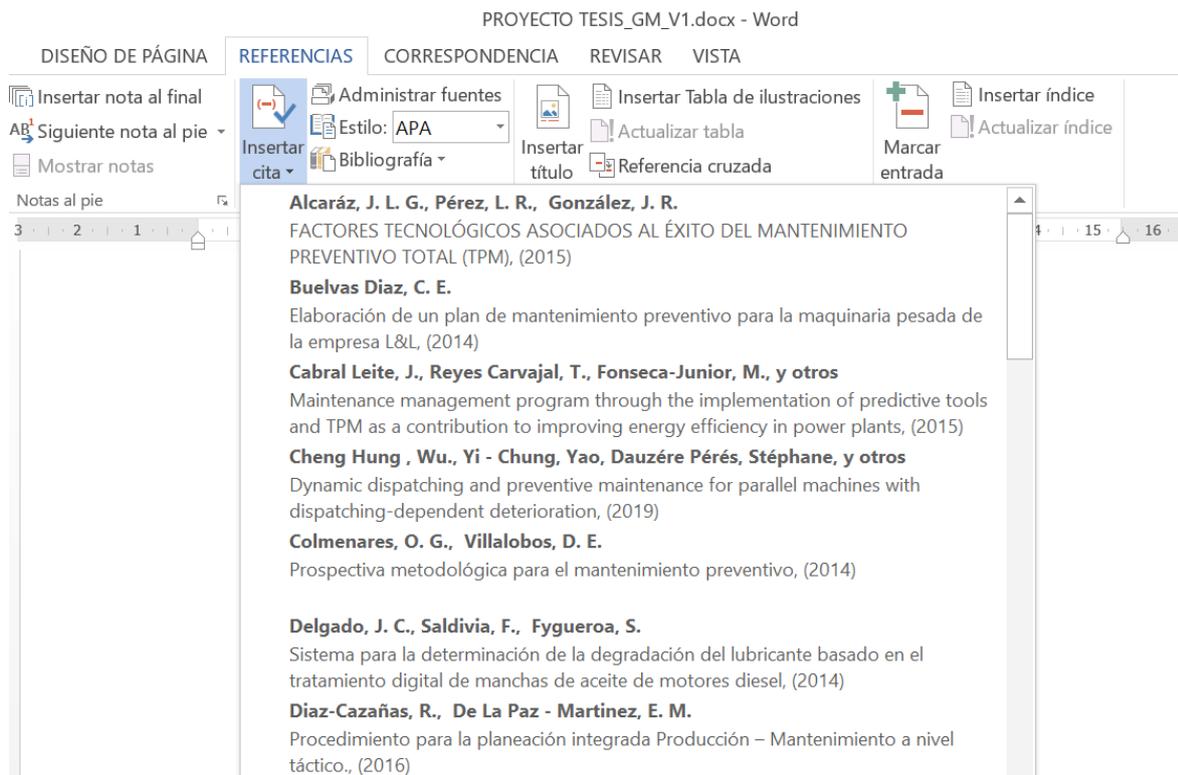


Figura N° 10. Listado de citas seleccionadas

ANEXO N° 5: Formato Mantenimiento Autónomo

Area de Mantenimiento	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		Empresa metal mecanica B& F EIRL				
	Limpieza e inspección de sensores						
Codigo : IMAT-36001			Pagina : 1 / 1				
Persona encargada	Operario de producción	Se necesita equipo parado S / N	Maquina Parada		Maquina en movimiento		
# de Personas	1	Donde / Cuando	Según Programa de Mantenimiento				
Habilidades Requeridas	Calificado	Tiempo Total de Actividad (min)	10				
Actividades de Seguridad	El uso del equipo de protección personal establecido para el departamento es uso obligatorio. Adicionalmente se detalla en este procedimiento el EPP adicional que se requiere para realizar la actividad. Cuando la máquina esté parada () se debe  con etiqueta de "máquina en reparación"						
Materiales a Utilizar	DESCRIPCIÓN DEL REPUESTO		CANTIDAD				
	* Base industrial. * Trapo Industrial.		200ml 3und.				
Herramientas	* Llave Francesa * Destornillador plano.						
PRINCIPALES PASOS Y FOTOS	RIESGOS POTENCIALES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	EPP	TIEMPO	FRECUENCIA	STATUS
43.- TANQUE DE GLP 	NA	INSPECCION Y LIMPIEZA DE SENSOR 1	DESTORNILLADOR	LENTE DE PROTECCIÓN Y GUANTES GRIS	10	MENSUAL	
44.- QUEMADOR DE CABINA ESMALTADO 	NA	INSPECCION Y LIMPIEZA DE SENSOR 2	DESTORNILLADOR	LENTE DE PROTECCIÓN Y GUANTES GRIS	5	MENSUAL	
S/M* = SIN MARCA							
ELABORADO POR : Asistente de Mantenimiento	FECHA :						
REVISADO POR : Ingeniero de Mantenimiento	REVISION: 01						
APROBADO POR : Jefe de Mantenimiento							

Figura N° 05. Formato para mantenimiento autónomo

ANEXO N° 6: Catalogo de averias

PMO-COHE	Refrigeración/calefacción
OC01	Enfriadora
OC02	Calefactor
OC03	Ventilador
OC04	Manguera/tubería
OC05	Termostato
OC06	Filtro
OC07	Intercambiador de calor
OC08	Bomba
OC09	Compresor
OC10	Refrigerante

PMO-ELEC	Eléctrico
OE01	Sensor
OE02	Actuador (relé, contactor)
OE03	Instalación/tendido eléctrico
OE04	Fuente de alimentación
OE05	Software
OE06	Unidad I/O
OE07	Control Eléctrico
OE08	Bus de datos
OE09	Alumbrado
OE10	Cámara
OE11	Scanner
OE12	Equipo eléctrico de seguridad
OE13	Fusible/térmico
OE14	Ordenador personal (PC)
OE15	PLC / Módulos
OE16	Resistencia
OE17	Termocupla
OE18	Cable
OE19	Motor
OE20	Carbon
OE21	Transformador
OE22	Interruptor
OE23	Bobina
OE24	Variador de Velocidad
OE25	Tarjeta de Control
OE26	Controlador Electrónico

PMO-FACI	Instalación
OA01	Instalación

PMO-FOAM	Espumado
OF01	Cabeza mezcladora
OF02	Inyector
OF03	Bomba dosificadora
OF04	Válvula distribuidora
OF05	Bomba dosificadora

PMO-HY	NEUMATICO
OP01	Cilindro/actuador

OP02	Oring / reten
OP03	Válvula
OP04	Electroválvula
OP05	Unidad de mantenimiento
OP06	Manguera
OP07	Tubo
OP08	Filtro
OP09	Ventosa
OP10	Acumulador
OP11	Conector rápido
OP12	Compresor
OP13	Enfriadora
OP14	Motor eléctrico
OP15	Unidad de mantenimiento
OP16	Tanque
OP17	Herramientas Neumáticas
OP18	Fluido
OP19	Fuga
OP20	Rotura

PMO-PN	Hidráulico
OH01	Cilindro/actuador
OH02	Oring / reten
OH03	Válvula
OH04	Electroválvula
OH05	Manguera
OH06	Tubo
OH07	Filtro
OH08	Acumulador
OH09	Bomba
OH10	Intercambiador de Calor
OH11	Motor eléctrico
OH12	Motor hidráulico
OH13	Acoplamiento
OH14	Tanque
OH15	Interruptor
OE16	Fluido
OH17	Fuga
OH18	Rotura
PMO-INJE	Moldes de inyección
OI01	Boquillas
OI02	Válvula de retención
OI03	Tornillo sin fin de inyección de plástico
OI04	Depósito
OI05	Barra de unión
OI06	Palanca
OI07	Expulsor

PMO-MECH	Mecánico
----------	----------

OM01	Rodamiento/chumacera
OM02	Guía
OM03	Cadenas
OM04	Correas
OM05	Piñones
OM06	Motorreductor
OM07	Reductor
OM08	Freno
OM09	Equipo de seguridad
OM10	Captador
OM11	Unidad de corte
OM12	Pulverizador
OM13	Bastidor
OM14	Amarre
OM15	Cojín
OM16	Amortiguador
OM17	Elemento de fijación
OM18	Bomba de vacío
OM19	Sello mecánico
OM20	Eje sin fin
OM21	Manómetro
OM22	Soldadura
OM23	Polea
OM24	Fajas
OM25	Embrague
OM26	Rociador
PMO-TOOL	Herramientas
OT01	Sierra
OT02	Dobladora
OT03	Estampado
OT04	Zona de chatarra
OT05	Muelles
OT06	Cavidad
OT07	Tubo caliente para molde de inyección
OT08	Corredera
OT09	Expulsor
PMO-SCST	Atornillado
OS01	Atornillador
OS02	Apilador
OS03	Alimentador
OS04	Tubo de alimentación
OS05	Separador

ANEXO: 7 Orden de trabajo

FR.MN.001		ORDEN DE TRABAJO	12557
AREA 341 Esmaltado		TURNO 1° <input checked="" type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3° <input type="checkbox"/>	REV: 00
MÁQUINA CABINA DE PINTURA ESMALTADO		TIPO ORDEN CORRECTIVO	
REPORTE FECHA: 9/03/2015 HORA: 9:40		INICIO DE ORDEN FECHA: 9/03/2015 HORA: 11:00	FIN DE ORDEN FECHA: 9/03/2015 HORA: 11:45
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO			CONFOR. NO CONFOR.
EXTRACTOR GENERA DEMASIADA PRESIÓN			OK
			OK
TECNICO(S) RESPONSABLE(S)			
MUNAYCO	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRUPO DE AVERIA			
<input type="checkbox"/> Refrigeración/calefacción	<input type="checkbox"/> Hidráulico	<input type="checkbox"/> Punzonado	<input type="checkbox"/> Foaming
<input checked="" type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> Neumático	<input type="checkbox"/> Atornillado	<input type="checkbox"/> Mecánico
<input type="checkbox"/> Instalación	<input type="checkbox"/> Molde de inyección	<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Otros
CODIGO DE AVERIA			
OE01			
MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR			
SE REvisa QUE SENSOR DE EXTRACTOR SE HA ACTIVADO POR DEMASIADA PRESION EN EL SISTEMA, ESTO QUIERE DECIR QUE LOS FILTROS ESTAN OBSTRUIDOS Y SE REQUIERE UNA LIMPIEZA, SE RESETEA ALARMA PARA QUE PUEDA FUNCIONAR EXTRACTOR NUEVAMENTE, SE PRUEBA OK			
MATERIALES A UTILIZAR			
ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN
1			
2			
3			
4			
OBSERVACIONES			
LOS 4 PRESOSTATOS DE LAS DOS TOLVAS ESTAS FUERA DEL RANGO MAXIMO DE PRESION, SE REQUIEREN LIMPIEZA DE TODOS LOS FILTROS			
p. MANTENIMIENTO		p. ÁREA SOLICITANTE	
REVISADO POR: FREDDY MUNAYCO		Realizado por: INGENIERIA INDUSTRIAL	

ANEXO: 8 Cuadro de Información Actual y proyectada

Año	Cantidad Averías y/o Fallas	Horas Operación	Tiempo Maquina Parada (min)	Tiempo Maquina Parada (horas)	Cantidad Turnos	Horas Operación Efectiva	Minutos Operación Disponibles	Minutos Operación Efectivos	Tiempo Fabricación Pieza (min)	Capacidad Producción	Producción Real	Productos Buenos
2018	690	5008	21435	357	313	4651	300480	279045	0.55	165264	126291	107348
2019	672	5000	19705	328	313	4672	300000	280295	0.55	165000	129173	109797
2021	324	5008	10285	171	313	4837	300480	290195	0.55	165264	156564	156064
2022	215	5008	10985	192	313	4816	300480	288960	0.55	165264	156048	155536
2023	133	5008	10565	179	313	4829	300480	289740	0.55	165264	156278	155752
2024	78	5008	10645	185	313	4823	300480	289380	0.55	165264	156320	155807
2025	62	5008	10155	168	313	4840	300480	290400	0.55	165264	156980	156490

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Año	Indicador de Calidad	Indicador de Disponibilidad	Indicador de Performance	OEE
2018	85.00%	92.87%	76.42%	60.32%
2019	83.00%	93.43%	78.29%	60.71%
2021	99.68%	96.58%	94.74%	91.20%
2022	99.67%	96.17%	94.42%	90.51%
2023	99.66%	96.43%	94.56%	90.88%
2024	99.67%	96.31%	94.59%	90.79%
2025	99.69%	96.65%	94.99%	91.51%

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Año	Cantidad Averías y/o Fallas	Cantidad Piezas Producidas	Utilidad en soles S/
2018	690	107348	S/ 268,369.06
2019	672	109797	S/ 274,491.94
2021	324	156064	S/ 390,160.00
2022	215	155536	S/ 388,840.00
2023	133	155752	S/ 389,380.00
2024	78	155807	S/ 389,517.50
2025	62	156490	S/ 391,225.00

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Año	Indicador de Calidad	Indicador de Disponibilidad	Indicador de Performance	OEE
2018	85.00%	92.87%	76.42%	60.32%
2019	83.00%	93.43%	78.29%	60.71%
2021	99.68%	96.58%	94.74%	91.20%
2022	99.67%	96.17%	94.42%	90.51%
2023	99.66%	96.43%	94.56%	90.88%
2024	99.67%	96.31%	94.59%	90.79%
2025	99.69%	96.65%	94.99%	91.51%

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Cuadro evolución variable Independiente MTBF

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEC	Promedio
2018	15	13	14	12	11	14	6	5	8	13	8	7	11
2019	14	15	12	9	11	15	5	6	11	8	7	6	10
2021	17	18	19	20	21	22	19	20	21	22	17	18	20
2022	17	18	22	18	16	16	19	22	17	19	16	16	18
2023	21	20	20	21	16	22	23	23	17	17	20	17	20
2024	22	17	19	20	20	21	22	19	23	16	17	17	19
2025	17	23	18	16	18	16	17	20	23	23	20	20	19

Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Cuadro evolución variable Independiente MTTR

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEC	Promedio
2018	0.44	0.42	0.54	0.52	0.61	0.58	0.51	0.51	0.61	0.50	0.48	0.49	0.52
2019	0.49	0.50	0.49	0.49	0.58	0.56	0.51	0.44	0.46	0.44	0.39	0.51	0.49
2021	0.31	0.30	0.25	0.23	0.25	0.23	0.25	0.25	0.24	0.25	0.23	0.25	0.25
2022	0.57	0.42	0.29	0.25	0.54	0.50	0.26	0.17	0.04	0.09	0.01	0.36	0.29
2023	0.13	0.23	0.12	0.43	0.14	0.49	0.05	0.45	0.10	0.04	0.12	0.37	0.22
2024	0.12	0.04	0.22	0.01	0.34	0.11	0.58	0.06	0.03	0.59	0.59	0.35	0.25
2025	0.28	0.05	0.28	0.37	0.39	0.41	0.01	0.29	0.35	0.30	0.27	0.33	0.28

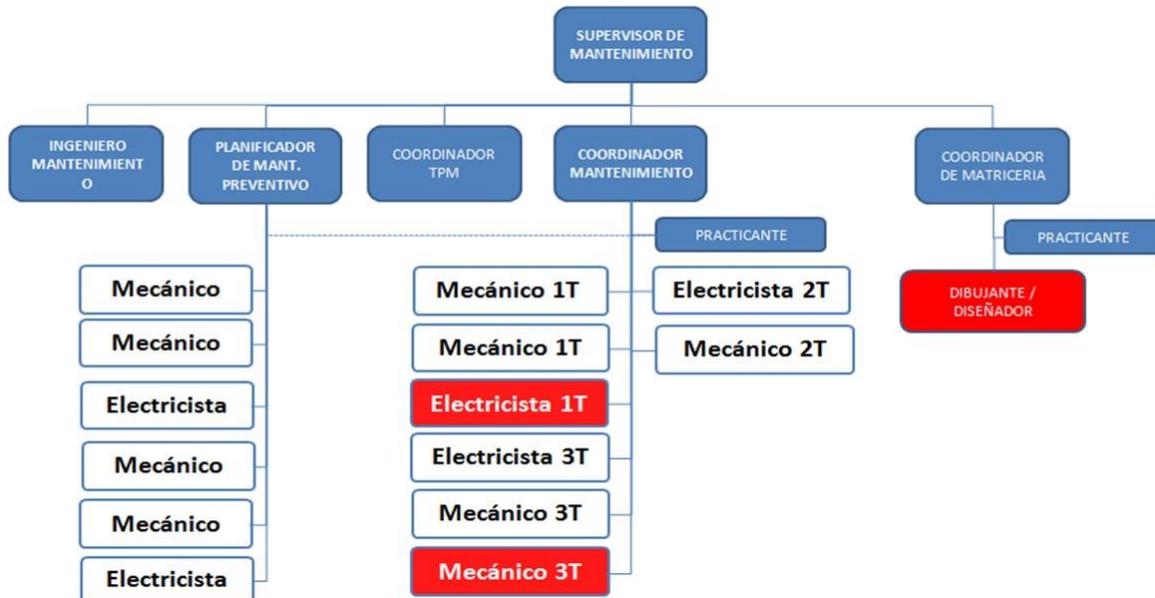
Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Cuadro evolución variable Independiente Cantidad de Fallas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEC	Cant. Por año
2018	58	48	52	61	65	61	59	58	50	58	59	61	690
2019	58	62	54	56	59	51	47	57	54	53	56	65	672
2021	30	30	29	28	28	27	26	26	25	25	25	25	324
2022	12	17	18	21	22	20	23	18	16	16	17	15	215
2023	12	14	13	13	12	16	11	10	8	9	7	8	133
2024	8	9	6	7	6	7	6	7	6	6	6	4	78
2025	8	7	7	6	5	5	4	4	4	4	4	4	62

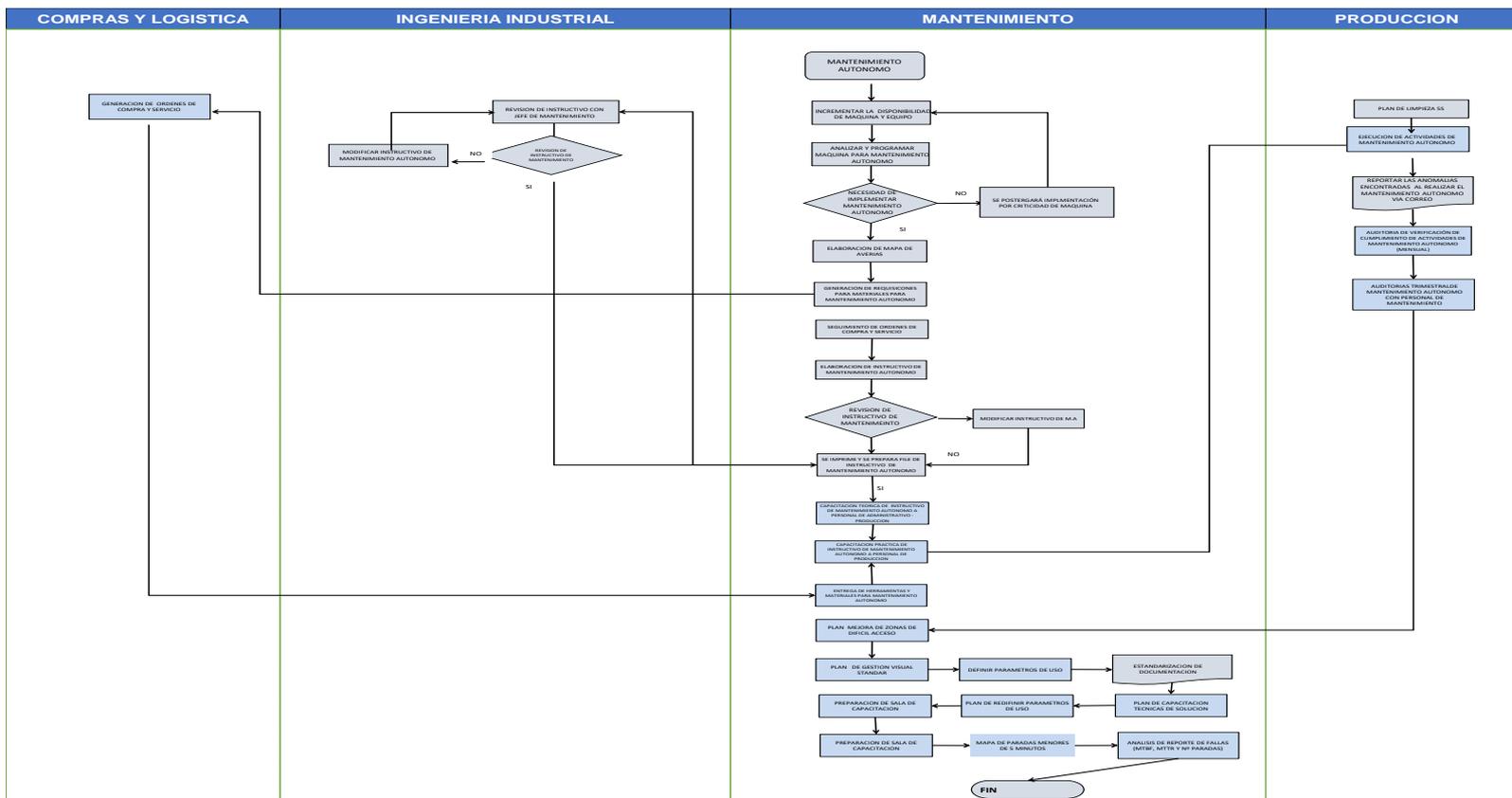
Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia

Organigrama Propuesto:



Fuente: Propia

Diagrama de Proceso Mantenimiento TPM Propuesto



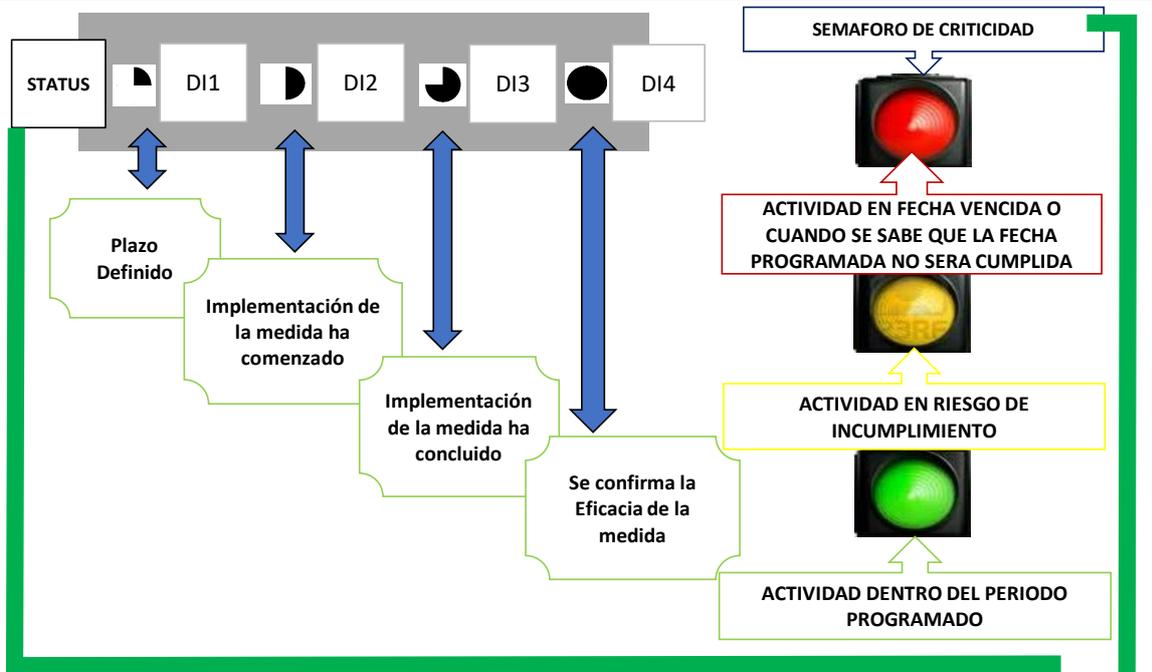
MELTAMECANICA B&F EIRL		PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO		P-MP-001 PH	
		Mtto. UNIDAD DE LUBRICACION PRENSA HIDRAULICA			
Codigo : A100-031				Pagina : 1 / 2	
Persona encargada	Técnico	Se necesita equipo parado S / N	Si		
# de Personas	2	Donde / Cuando	Según Programa de Mantenimiento Planificado		
Habilidades Requeridas	Calificado	Tiempo Total de Actividad (min)	4		
Actividades de Seguridad	El uso del equipo de protección personal establecido para el departamento es uso obligatorio. Adicionalmente se detalla en este procedimiento el EPP adicional que se requiere para realizar la actividad.				
Materiales a Utilizar	DESCRIPCIÓN DEL REPUESTO		CANTIDAD		
	*Base industrial. *Trapo Industrial.		200ml 3und.		
Herramientas	Llave mixta 11, llave mixta 27, llave mixta 22 y llave mixta de 25.				
PRINCIPALES PASOS Y FOTOS	RIESGOS POTENCIALES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	EPP	TIEMPO
1.-Limpieza de Filtro de retorno 	N/A	Desarmado de portafiltro, limpieza de filtro y cambio de Oring	Llave mixta 17mm	*Lentes de protección y guantes de nitrilo.	1hora
2.- Limpieza de Filtro de succion. 	N/A	Desarmado de portafiltro, limpieza de filtro y cambio de Oring	Llave mixta 17mm y 11mm	*Lentes de protección y guantes de nitrilo.	1hora
3.- Mantenimiento de Bomba neumatica 	0	Cambio de sellos y limpieza de Bomba.	Llave mixta 11mm	*Lentes de protección y guantes de nitrilo.	1 hora
4.- Cambio de filtro de aire e Inspeccion de valvulas neumaticas 5/2. 	0	Cambio de filtro elemento de aire y valvulas neumaticas 5/2	Llave allen 4mm	*Lentes de protección y guantes de nitrilo.	1hora
5.-Limpieza de tanque y cambio de vaselina liquida 	0	Limpieza de deposito y cambio de vaselina liquida.	Llave allen 4mm	*Lentes de protección y guantes de nitrilo.	1hora
APROBADO POR : JEFE DE MANTENIMIENTO					

Figura N° 39 Estandarización Autónoma

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento		ONE POINT LESSON (OPL) LECCION DE UN PUNTO (LUP)			Metalmeccanica B & F	
ALCANCE: Planta de Procesos						
LECCIÓN COMPARTIDA	IMPLEMENTACION DE GESTION VISUAL EN SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES			GERENTE	JEFE	SUPERVISOR
CLASIFICACIÓN	➤	CONOCIMIENTO BÁSICO		Bernal Quintianiano		
	➤	CASO DE MEJORA				
	➤	PROBLEMA				

Para el Seguimiento de Trabajos de MP se estará implementando los siguientes indicadores visuales. Estos ayudarán a identificar de manera práctica el status y la criticidad en el seguimiento del avance de las acciones



EJEMPLO DE APLICACION

N° de la tarjeta TAG	Arco de incidencia	Leer de incidencia	HOBIERE DEL PERSONAL QUE GENERO LA TARJETA	MES	Fecha de registro	Tipo de Problema	Descripción del Problema	Responsable de la implementación de mej	Fecha Programada	Fecha de Implementación	ESTATUS	SEMAFORO DE CRITICIDAD
915	guillotinas	guillotinas	Sandro Espinoza	noviembre	jes 28	electrico	fixar tomacorriente expuesto	MN	10-dic	14/12/2013	●	●
944	bomba de vacio Nro. 2	bomba de vacio Nro. 2	Rubi Delgado	noviembre	jes 28	electrico	Cableado desordenado en bomba de vacio Nro.2	MN	30-ene		◐	●
942	bomba de vacio Nro. 2	bomba de vacio Nro. 2	Rubi Delgado	noviembre	jes 28	fuga	Fuga de aceite en la bomba Nro.2	MN	04-ene	04/01/2013	◑	●
943	bomba de vacio Nro. 2	bomba de vacio Nro. 2	Rubi Delgado	noviembre	jes 28	otros	Portafiltro de bomba Nro.2 oxidado	MN	04-ene	04/01/2013	◒	●

	REV.01	FECHA: 1/06/2020	OPL N° 00001
REVISADO: RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO			

Juicio de Expertos: Evidencias



EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación la investigación: “**Propuesta de Implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019**”. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

- Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento MTTR (Tiempo que transcurre entre dos averías de un mismo equipo) y obtener información válida, criterio requerido para toda investigación

A continuación, sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

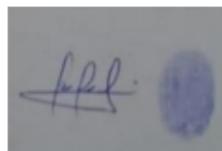
INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					x
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					x
5. PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				x	
SUMATORIA PARCIAL					6	12
SUMATORIA TOTAL		18				

Observaciones: Considerar la tabla de indicadores MTTR anual de los últimos 2 años (2018 y 2019).

Atentamente,

Ing. Aquije Herrera, David Alberto
CIP 121896

Firma:



EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación la investigación: **“Propuesta de Implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019”**. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

- Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el OEE (Efectividad total de los equipos) y obtener información válida, criterio requerido para toda investigación

A continuación, sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					x
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					x
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					x
5. PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				x	
SUMATORIA PARCIAL					3	16
SUMATORIA TOTAL		19				

Observaciones: Considerar el OEE de los equipos que impacten la productividad
Atentamente,
Ing. Arrieta Mendoza, Víctor Antonio

CIP 246570

Firma: 

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación la investigación: **“Propuesta de Implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019”**. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

- Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el MTBF (Mean Time Between Failures) del instrumento y obtener información válida, criterio requerido para toda investigación.

A continuación, sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					x
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					x
5. PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					x
SUMATORIA PARCIAL					3	16
SUMATORIA TOTAL		19				

Observaciones: Considerar los valores en porcentaje de los años anteriores para diferenciar con lo proyectado pre experimental.

Atentamente,
Ing. Castro Pardo, Antonio Elio
CIP 155737

Firma:



EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación la investigación: **“Propuesta de Implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa maquinarias B.F. E.I.R.L. Lima – 2019”**. En razón a ello se le alcanza el instrumento motivo de evaluación y el presente formato que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones para cada ítem del instrumento de investigación.

- Agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento DISPONIBILIDAD y obtener información válida, criterio requerido para toda investigación.

A continuación, sírvase identificar el ítem o pregunta y conteste marcando con un aspa en la casilla que usted considere conveniente y además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones.

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles					x
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable					x
5. PERTINENCIA Y SUFICIENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento					x
SUMATORIA PARCIAL					3	16
SUMATORIA TOTAL		19				

Observaciones: Excelente análisis aplicado y muy congruente con la información.

Atentamente,
Ing. Parrilla Espinoza, Max Joseph

CIP :228491

Firma:

