

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(TPM) EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MEJORAR LA DISPONIBILIDAD EN FLOTA PESADA EN LA
EMPRESA STRACON S.A, 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:
Ingeniera Industrial

Autor:

Isabel Luz Lazaro Valer

Asesor:

Ing. Julio Douglas Vergara Trujillo
<https://orcid.org/0000-0003-1001-5671>

Lima - Perú

2023

INFORME DE SIMILITUD

Turnitin Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.imarpe.pe Fuente de Internet	1%
5	stracon.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.stracon.com Fuente de Internet	<1%
9	1library.co Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios por mantenerme saludable y por darme la sabiduría para culminar mi carrera profesional.

A mi abuelo quien me brindo sabios consejos para seguir adelante con humildad, responsabilidad y respeto.

A mis padres por siempre confiar en mí y apoyarme en cada decisión que determinaba mi desarrollo como persona y profesional

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte por el soporte en el desarrollo de este trabajo.

A la empresa de Stracon S.A por las oportunidades brindadas en el desarrollo de mi carrera profesional.

A mi asesor, Julio Duglas Vergara Trujillo, por sus conocimientos y recomendaciones para alcanzar la realización de este trabajo.

Tabla de contenido

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Experiencia Profesional.	10
1.2. Descripción de la Empresa.	11
1.3. Mostrar indicadores.	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Teorías y conceptos básicos desarrollados y aplicados en la experiencia profesional	14
2.1.1 Mantenimiento Productivo Total	14
2.1.2 Mejora continua	14
2.1.2 Disponibilidad	23
2.1.2 Flota amarilla o maquinaria pesada	23
2.2. Descripción y explicación de las funciones desarrolladas en la experiencia profesional	26
2.3. Limitaciones en el desarrollo del proyecto o problema laboral ejecutado	26
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	28
3.1. Explicar y detallar el proceso de incorporación del Bachiller en el Proyecto.	28
3.2. Matriz de involucrados del proyecto laboral.	28
3.3. Funciones que desempeño en el proyecto y descripción de la experiencia.	29
3.4. Proceso como se llevó en el Proyecto.	30
3.4.1 Identificación del problema	30
3.4.2 Objetivos	40
3.4.3 Estrategias	40
3.4.4 Herramientas, modelos y técnicas aplicadas en el diseño y desarrollo del proyecto	42
3.4.7 Planificación y programación de la ejecución del proyecto laboral	55
3.4.8 Principales indicadores de evaluación	56
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	58
4.1. Resultados del diagnóstico de la situación problemática (presentación y análisis).	58
4.2. Resultados de la aplicación de la mejora en el proyecto laboral	64
4.3. Impacto de la aplicación de la mejora en la empresa o en el entorno donde se desarrolla el proyecto	67
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS	71
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Simbología para emplear en los diagramas de análisis de proceso (DAP)	20
Tabla 2.	Flota de maquinaria pesada 2022	23
Tabla 3.	Problemas de la demora en la disponibilidad de maquinaria pesada	33
Tabla 4.	Sub-Causa que determinaron los problemas en la disponibilidad de maquinaria pesada	34
Tabla 5.	Causas y posibles soluciones	34
Tabla 6.	Tipos de demoras	35
Tabla 7.	Sub-causas raíz de falta de repuestos e insumos para el mantenimiento	38
Tabla 8.	Sub-causas raíz de insumos y repuestos no llegan a tiempo	38
Tabla 9.	Sub-causas raíz de incumplimientos en plazos de reparación	39
Tabla 10.	Matriz FODA de la organización	40
Tabla 11.		56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Organigrama de la empresa constructora.	12
Figura 2.	Mapa de procesos de la empresa Stracon S.A	15
Figura 3.	Etapas de las 5S.	16
Figura 4.	Ciclo PHVA.	17
Figura 5.	Diagrama de Ishikawa aplicado a determinar causas de problema de producción.	19
Figura 6.	Diagrama de Gantt.	22
Figura 7.	Excavadora Caterpillar 336 D.	24
Figura 8.	Motoniveladora Caterpillar 160 H.	25
Figura 9.	Camión Volquete Volvo FMX 8x4.	25
Figura 10.	Proceso de integración del bachiller al proyecto.	28
Figura 11.	Matriz de líderes del proyecto.	28
Figura 12.	DOP del proceso de mantenimiento de máquina pesada.	30 31
Figura 13.	Diagrama de Ishikawa.	32
Figura 14.	Análisis de demora en la disponibilidad de maquinaria pesada.	36
Figura 15.	Causa y efecto: Falta de repuestos e insumos para el mantenimiento.	37
Figura 16.	Causa y efecto: Insumos y repuestos no llegan a tiempo.	38
Figura 17.	Causa y efecto: Incumplimientos en plazos de reparación.	39
Figura 18.	Almacenamiento de cilindros de aceite.	42
Figura 19.	Repuestos mal apilados en la intemperie sin identificación	43
Figura 20.	Repuestos con correcto almacenamiento e identificación.	44
Figura 21.	Neumáticos mal almacenados.	45
Figura 22.	Neumáticos correctamente almacenados.	45
Figura 23.	Herramientas desordenadas.	46
Figura 24.	Organización de herramientas.	47
Figura 25.	Plan de mantenimiento semanal.	48
Figura 26.	Cartilla de mantenimiento de Camión Volquete.	49
Figura 27.	Formato de Backlog.	51
Figura 28.	Primer sondeo de cumplimiento del plan antes de implementación 2021.	52
Figura 29.	Motivos de incumplimiento de plan 2021.	52
Figura 30.	Maestro de máximos y mínimos.	53
Figura 31.	Control de backlogs.	54
Figura 32.	Cumplimiento de plan 2022.	54
Figura 33.	Motivos de incumplimiento de plan 2022.	55
Figura 34.	Indicadores de disponibilidad en camiones volquetes 2021.	58
Figura 35.	Indicadores de disponibilidad en camiones volquetes 2022.	59
Figura 36.	Indicador referencial de valorización camiones volquetes 2021 y 2022.	60

Figura 37.	Indicadores de disponibilidad de excavadoras 2021.	60
Figura 38.	Indicadores de disponibilidad de excavadoras 2022.	61
Figura 39.	Indicador referencial de valorización excavadoras 2021 y 2022.	62
Figura 40.	Indicadores de disponibilidad de motoniveladoras 2021	62
Figura 41.	Disponibilidad de motoniveladora 2022.	63
Figura 42.	Actividad de capacitación para la implementación del proyecto.	65
Figura 43.	Campaña de limpieza por día del medio ambiente.	65
Figura 44.	Compartir con los técnicos y líderes de mando.	66

RESUMEN EJECUTIVO

La elaboración de esta tesis está enfocada en aplicar el TPM en actividades de gestión de mantenimiento para maquinaria pesada o también conocida como flota amarilla, en la que se identificó un requerimiento de esta implementación para que consecuentemente la empresa pueda hacerse más productiva en sus actividades y alcance la competitividad que exige el mercado en esta actualidad. El proyecto se desarrolló en un cimiento minero en Yanacancha - San Marcos – Ancash a una altura de 4200 m.s.n.m. El aporte como ingeniero industrial en este proyecto se basó en el análisis y propuesta de ejecución de TPM en las actividades de gestión de mantenimiento como mejora continua en la empresa donde se pretende alcanzar la mejor disponibilidad de la maquinaria. Así también, se utilizaron herramientas de ingeniería como Ishikawa, Pareto, 5S, entre otras para analizar los procesos involucrados el cual se busca controlar las posibles desviaciones en las actividades de gestión de mantenimiento. Respecto a su estructura, se cuenta con planeamiento y formación del problema, se presentan sus objetivos y se fundamenta la justificación teórica, práctica y metodológica, así como el marco de antecedentes y bases teóricas.

Palabras Claves: TPM (Mantenimiento Productivo Total), incremento de la disponibilidad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Experiencia Profesional.

Soy Técnica Mecánica de Maquinaria Pesada (SENATI) e Ingeniero Industrial (UPN) El 2021 ingresé a la empresa STRACON S.A en el cual laboro hasta la actualidad, tengo el cargo de Planeador de Equipos, realizo el control de la flota de maquinaria pesada y liviana; asimismo, doy soporte a la parte operativa que es la jefatura de mantenimiento y supervisión, siendo responsable de la planificación de mantenimiento, coordinar los recursos necesarios para su ejecución de la programación, registro de paradas de equipos y elaboración de indicadores de gestión (Disponibilidad, MTTR, MTBF, utilización), % de cumplimiento de mantenimientos preventivos y correctivos, control de ratios de neumáticos. Etc.

Del 2010 al 2020 laboré en la empresa de GYM S.A. actualmente llamada CUMBRA S.A. que me brindó la oportunidad de desarrollarme profesionalmente desde el cargo de asistente de planeamiento para luego ascender al cargo de Ingeniero de equipo, desarrollando actividades de planeamiento y supervisión de equipos en los proyectos de Consorcio Pasco para la minera El Brocal en Cerro de Pasco, Nueva Fuera Bambas con la minera las Bambas en Apurímac, Consorcio Huacho Pativilca situado en Huacho y el proyecto de Consorcio GYM-Stracon en la minera de Quellaveco situada en Moquegua. También, adquirí habilidades en el área de costos y presupuestos en la oficina principal de gerencia de equipos. Los años 2008 y 2009, fui practicante de mantenimiento de equipos en la empresa SANDVIK S.A realizando trabajos de overhaul, reparación y mantenimiento de equipos de minería subterránea como Scooptram y Dumper.

1.2. Descripción de la Empresa.

La empresa STRACON S.A es proveedor y líder en servicios integrales de construcción y minería en Latinoamérica. Con 20 años de experiencia fundada el 2003, ofrece servicios integrales de minería y construcción tanto en operaciones de tajo abierto como subterránea.

Sus servicios cubren desde la planificación, desarrollo y operación, por lo que han establecido una empresa duradera basada en las prestaciones de servicios eficaces y de vanguardia manteniendo los estándares de seguridad, medio ambiente y las relaciones comunitarias.

También, la empresa cuenta con una flota de equipos especializados distribuidos en todos los frentes de trabajo que desarrollan en cada región de Latinoamérica.

La empresa se diferencia por su liderazgo en las operaciones, compromiso con sus trabajadores porque lleguen sanos y salvos a casa todos los días, una relación sostenible en el desarrollo de las comunidades locales y, por último, la experiencia en el rubro.

Visión: Ser líder a nivel mundial de servicios de minería y construcción.

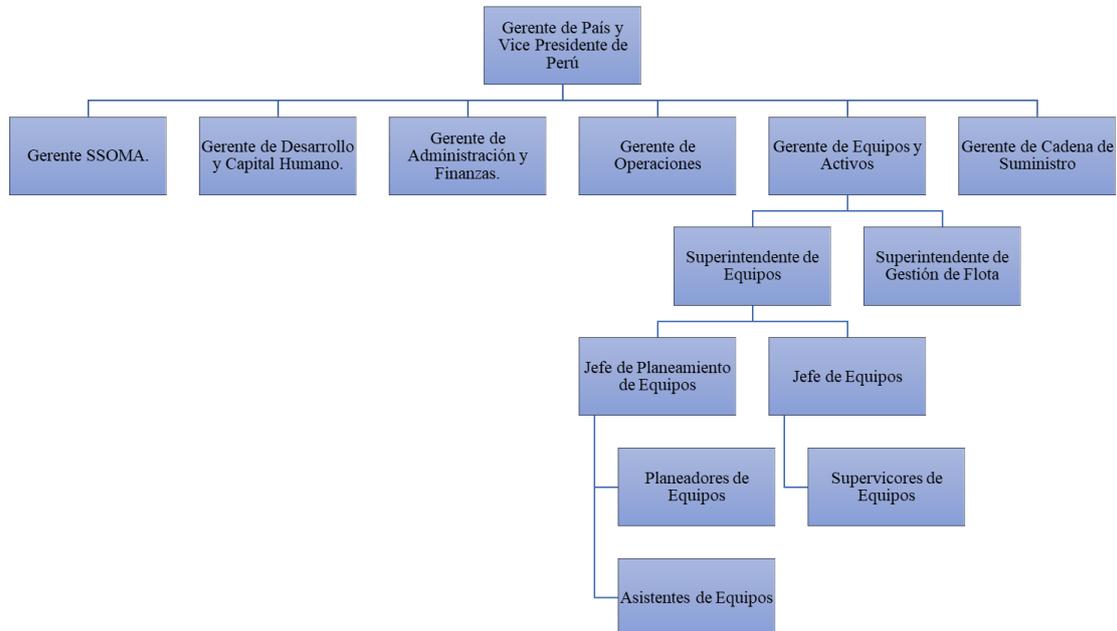
Misión: Construir un mundo mejor brindando servicios seguros, eficientes e innovadores ofreciendo carreras retadoras y agregando valor al grupo de interés.

Valores:

- Las personas son nuestra prioridad.
- Actuamos con integridad.
- Somos eficientes.
- Nos apasiona lo que hacemos.

ORGANIGRAMA

Figura 1. *Organigrama de la empresa constructora.*



Fuente: Registros de la empresa constructora.

En la figura 1 es posible de observar el organigrama de la empresa que se encuentra conformada por la gerencia del país, seguida por la gerencia de SSOMA, gerencia de desarrollo y capital humano, administración y finanzas, operaciones, equipos y activos y saneamiento.

Los servicios que ofrece la empresa se dividen en 2 grupos:

Servicios de construcción:

- Construcción de infraestructuras de mina (presas de relaves, diques, pozas, reservorios, etc.)
- Preparación y limpieza de la zona (Servicios de movimiento de tierra).
- Construcción de caminos de acceso y acarreo.
- Construcción de talleres, campamentos, grifos y polvorines.

- Desarrollo de ingeniería y gestión de proyectos.

Servicio de Minería:

- Construcción, explotación y cierre de minas en lugares remotos.
- Diseño del plan de minado para maximizar el retorno de la inversión y cumplir con los requisitos de los clientes.
- Perforación y voladura.
- Carguío y acarreo.
- Operación y mantenimiento de flotas.

1.3. Mostrar indicadores.

Los indicadores para medir son:

% Disponibilidad Física:

$$\frac{\text{Horas disponibles} - \text{Horas en reparación}}{\text{Horas disponibles}} \times 100$$

$$\text{MTTR.} \\ \frac{\text{Horas en reparación}}{\text{N}^\circ \text{ de paradas}}$$

$$\text{MTBS} \\ \frac{\text{Horas Programadas} - \text{Horas en reparación}}{\text{N}^\circ \text{ de paradas}} \times 100$$

$$\% \text{ Utilización} \\ \frac{\text{Horas efectivas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$$

% de cumplimiento de plan.

$$\frac{\text{Ordenes programadas} - \text{Ordenes no ejecutadas}}{\text{Ordenes programadas}} \times 100$$

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Teorías y conceptos básicos desarrollados y aplicados en la experiencia profesional

2.1.1 Mantenimiento Productivo Total

2.1.2 Mejora continua

De acuerdo con Maldonado, Ysique y Sotomayor (2017), la mejora continua hace posible afrontar las dificultades presentadas por los operarios a fin de contar con la debida capacitación en lo que concierne a su función en el área de trabajo, reduciendo los errores y el generar desperdicios en la producción.

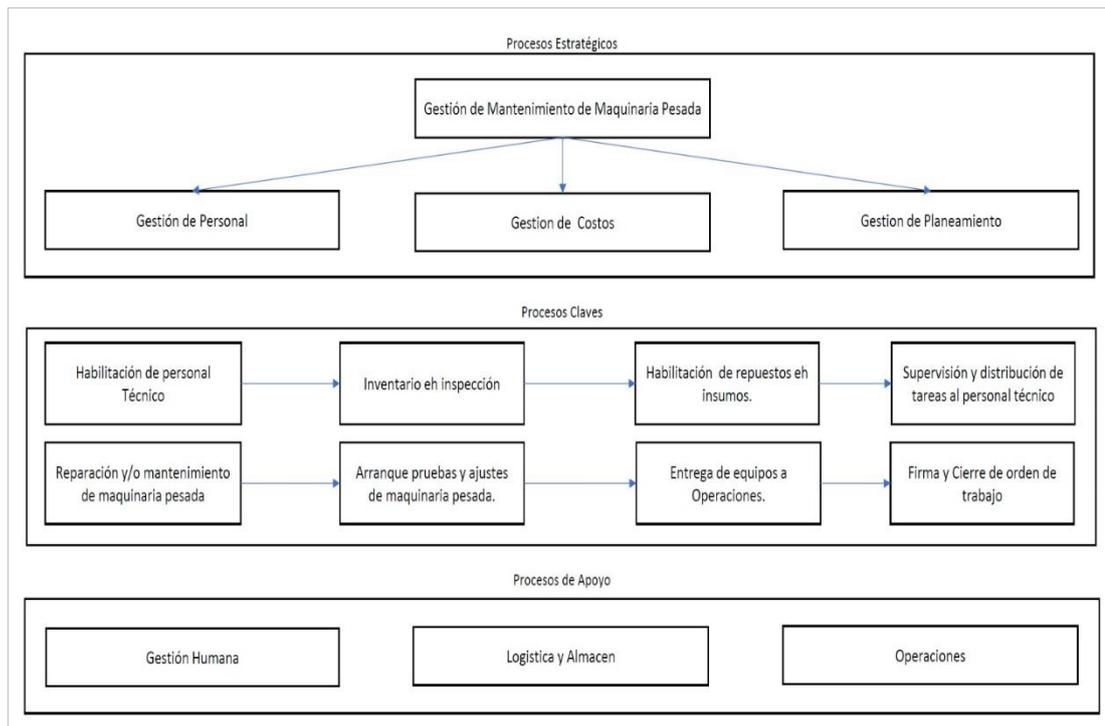
Por su parte, Alarcón (2017) sostiene que la mejora continua es considerada parte fundamental para alcanzar las metas organizacionales en un contexto de cambio permanente, concentrándose en la búsqueda de la mejora de los procesos utilizando estrictamente la disciplina con base en la calidad, tiempos de ciclo, costos, satisfacción del cliente y productividad.

Según Aguirre (2014), se señala que todo esfuerzo de mejora continua debe responder a un conjunto de mejoras identificadas consideradas en un ciclo ininterrumpido, planeando el cómo han de realizarse tales mejoras con el fin de que puedan ser implementadas, con resultados a ser verificados y actuando de acuerdo con ellos, pues se deberán corregir las fallas y proponer metas retadoras.

De esta forma, la mejora continua incluye la aplicación de metodologías sistemáticas que son usados por los miembros que conforman un equipo de trabajo, permitiéndoles identificar los problemas que inciden en los resultados obtenidos por las empresas, logrando así hallar sus causas y haciendo posible encontrar acciones para afrontarlas.

Por ello, debe mostrar fundamento en cómo se realizan los procesos como parte de una cultura organizacional, por lo que requiere de un programa para el liderazgo que constituye el apoyo de toda iniciativa. En la figura 2 se muestra el mapa de procesos actual que corresponde a la empresa Stracon.

Figura 2. Mapa de procesos de la empresa Stracon S.A



Fuente: Registros de la empresa constructora.

De esta manera, en la realización del presente trabajo se analizaron diversos autores y conceptos con la finalidad de alcanzar los objetivos en su logro, contándose con las teorías que siguen a continuación:

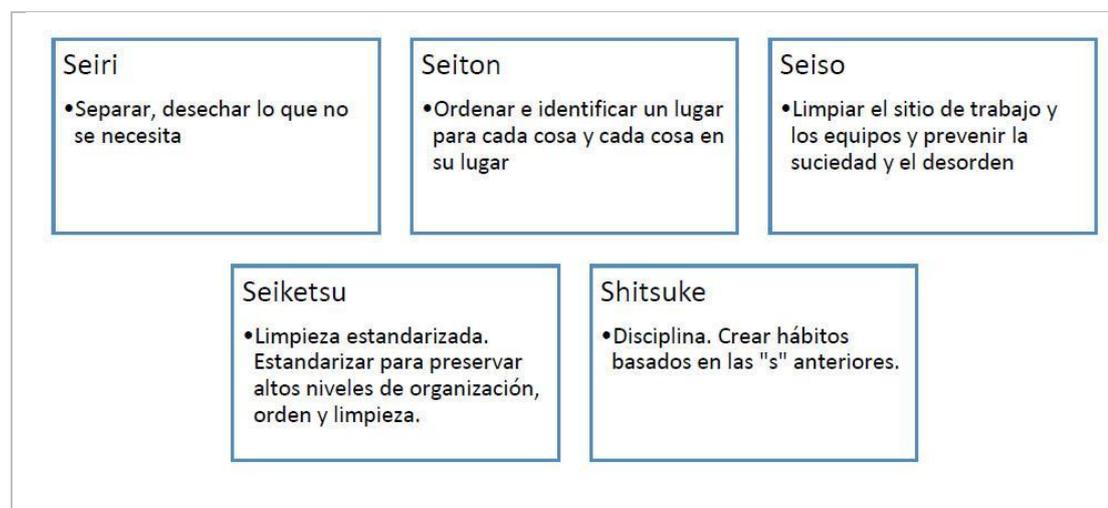
Kaizen o mejora continua: De acuerdo con Real (2020), Kaizen es una filosofía que significa “cambiar para mejorar” que se sustenta en pilares conformados por los equipos de trabajo, empleados para mejorar el proceso de producción en todas las actividades de la empresa. El enfoque de la mejora radica en las capacidades humanas y en los procesos estandarizados y que involucra evolución en el pensamiento de la

empresa. De esta forma, según Relayze (2019), la práctica de Kaizén requiere de un equipo conformado por las áreas de compras, ingeniería, mantenimiento, producción y calidad, así como otras áreas que pudieran requerirse para identificar causas y sugerir las formas de mejora.

En ese sentido, el objetivo de Kaizen consiste en el incremento de productividad realizando observación y control de los procesos mediante acciones que impliquen reducir tiempo en la elaboración, estandarización, método de trabajo y operaciones. Entre los instrumentos utilizados por Kaizen, se hallan la metodología de las 5s y el círculo de Deming:

Metodología de 5S: Esta metodología se enfoca en la contribución efectuada por los trabajadores de una empresa en el orden y la limpieza desde su puesto de trabajo, lo que le posibilita dar agilidad a los procesos de la planta y la eliminación de los desperdicios, asegurando la mejora continua desde una cultura basada en la participación. De esta forma, esta herramienta permite su implementación para la mejora continua.

Figura 3. *Etapa de las 5S.*



Fuente: Real (2020).

De acuerdo con Piñero et al. (2018) su denominación se debe a los cinco elementos del sistema: Seiri (selección), Seiton (sistematización), Seiso (limpieza), Seiketsu (normalización) y Shitsuke (autodisciplina). Su objetivo es el desarrollo del talento humano orientado a la implementación de mejoras continuas.

Ciclo de Deming: Esta metodología es denominada de mejora continua o ciclo PDCA o PHVA, debido a las siglas que corresponde a los cuatro elementos o pasos que comprende para el logro de la calidad y que se detallan seguidamente:

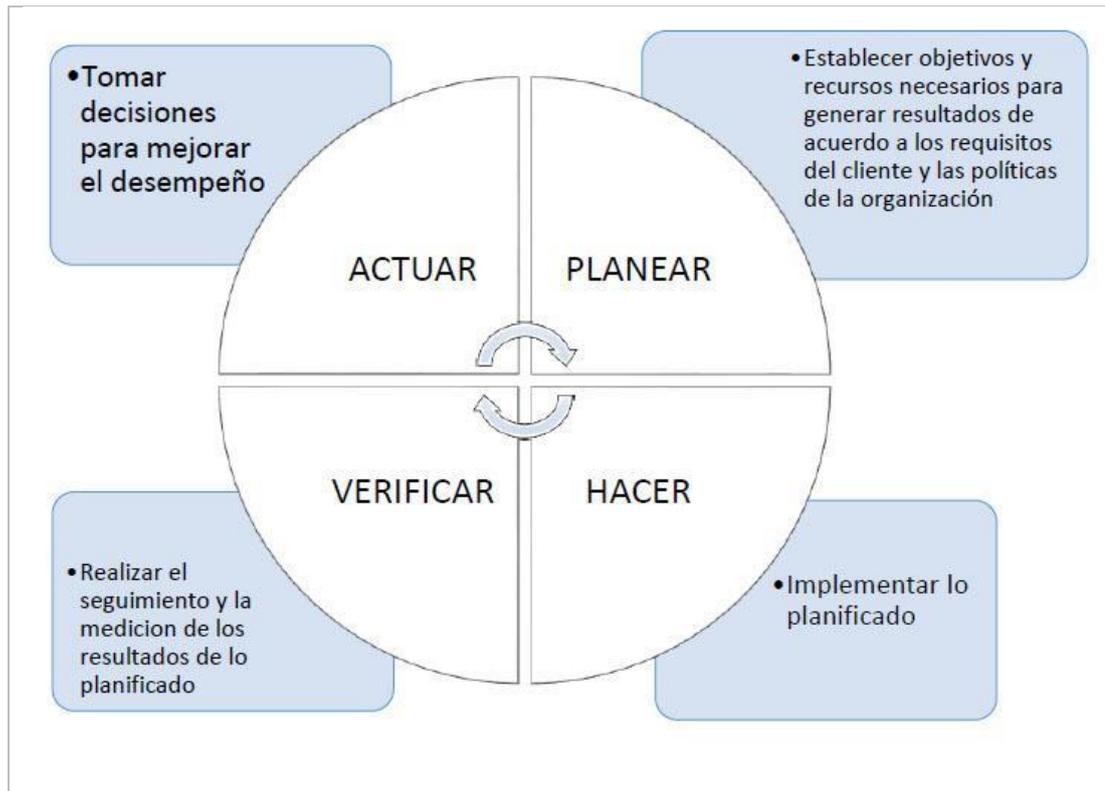
P (Plan): Plantea actividades caracterizadas por ser cambiantes, de tal forma que permita mejoras con objetivos específicos que pueden ser alcanzados.

H (Do): Se implementan los cambios conforme a lo planificado.

Controlar o Verificar (Check): Con aplicación de la mejora se realiza la verificación mediante seguimiento y medición de los resultados esperados por la planificación.

Actuar (Act): Realizada la verificación, se toman decisiones para mejorar el desempeño de los procesos.

Figura 4. *Ciclo PHVA.*



Fuente: Real (2020).

De acuerdo con Real (2020) el ciclo PHVA mediante sus actividades se puede gestionar la mejora a nivel global como a nivel de procesos. Para ello, son necesarios los indicadores como:

- Horas-hombre utilizadas en las actividades de inventario, manejo y transporte de materiales.
- Disminución en el tiempo de producción.

Entre sus beneficios se encuentran:

- Reducir los costos
- Optimizar la productividad
- Bajan los pecios
- Se incrementa de forma significativa el market share o participación de mercado
- La rentabilidad aumenta.

La metodología que se emplea supone siete pasos:

Primer paso: Realizar una lista de problemas.

Segundo paso: Identificar y cuantificar el área en el que se encuentra el problema.

Tercer paso: Reunir, realizar la cuantificación de los problemas.

Cuarto paso: Orientar las propuestas.

Quinto paso: Encontrar soluciones posibles, establecer la programación de las actividades a ser realizadas.

Sexto paso: Revisar el avance de metas y objetivos.

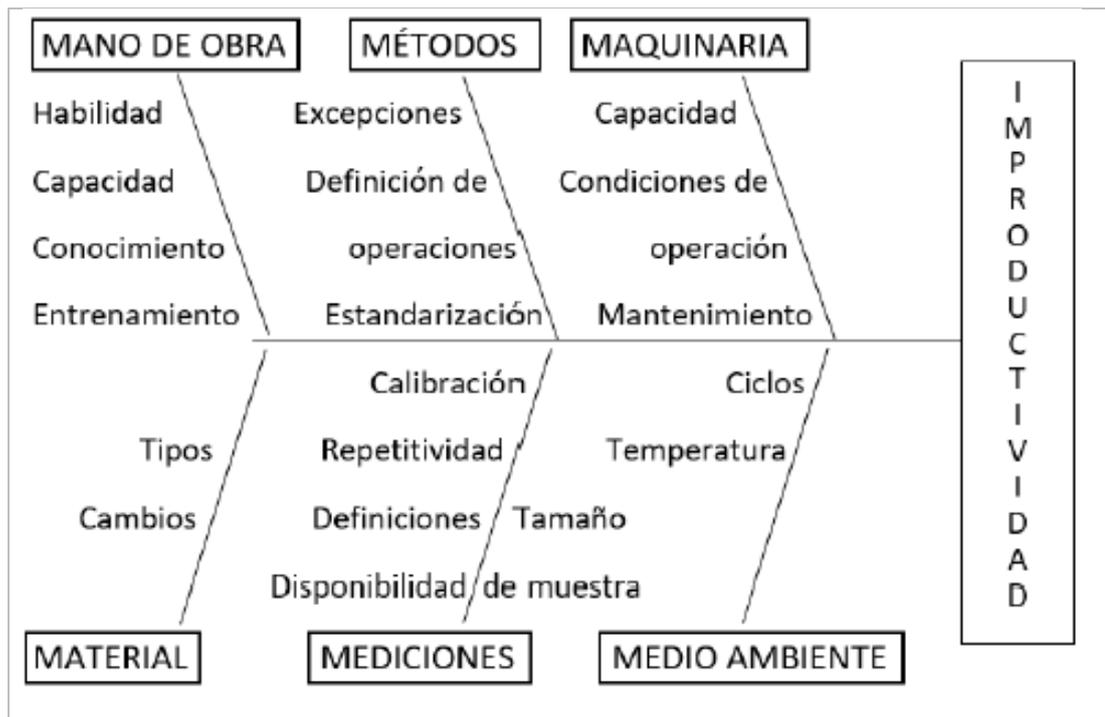
Séptimo paso: Realizar el entrenamiento al personal con el nuevo método, reconociendo y definiendo los resultados.

Diagrama de causas y efectos (Diagrama de Ishikawa): Debe su nombre al químico industrial japonés Karuo Ishikawa, enumerando siete herramientas importantes para los sistemas de mejora de calidad, favoreciendo la resolución de un conjunto de problemas. Con esa finalidad, se le denominó Diagrama de causa-efecto, pues permite diagnosticar de forma representativa el problema o enfocándolo de manera central, en el que la cabeza de pescado representa el problema, del cual nace una espina central.

Un diagrama de Ishikawa se realiza mediante tormenta de ideas tomando como enfoque directriz al problema o situación que se desea afrontar. Desde tal perspectiva, es de utilidad contar con técnicas para generar las ideas que lleven a concretar la información de quienes participan en la lluvia de ideas. Es asimismo recomendable acompañar esta metodología con otras del control de la calidad, como el uso de Check List para reunir la información o datos de importancia para así efectuar un mejor análisis de las causas del problema.

Figura 5. *Diagrama de Ishikawa aplicado a determinar causas de problema de producción.*





Fuente: Andrade et al. (2019).

Diagrama de análisis de proceso: Esta herramienta es de gran utilidad en cualquiera de las actividades empresariales, industriales y de servicios. Favorece la comprensión de las fases de los procesos y su debido funcionamiento, facilitando su estudio para la mejora de sus pasos en los procedimientos establecidos. Ofrece, de este modo, mayor detalle que lo sugerido en operaciones, lográndose mostrar costos ocultos como, por ejemplo, retrasos, distancia recorrida en el ingreso y la salida, almacenamiento temporal. En la tabla puede apreciarse la simbología que se emplea para la elaboración de los diagramas de análisis de proceso (DAP).

Tabla 1. Simbología para emplear en los diagramas de análisis de proceso (DAP)

Símbolo	Nombre	Descripción
○	OPERACIÓN	Fases principales del proceso. Agrega, modifica, montaje.
□	INSPECCIÓN	Constatar la calidad, cantidad, en general no agrega valor.

	TRANSPORTE	Indica el traslado de materiales de un lugar a otro.
	DEMORA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACÉN	Indica el almacenamiento de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	COMBINADA	Indica actividades simultáneas.

Fuente: Concepción y Ferrer (2019).

Diagrama de Pareto: También conocida como la curva de Pareto, que se convierte en un mecanismo útil para separar elementos de importancia entre sí en orden descendente. Por ello es un diagrama sencillo que permite clasificar las causas o componentes de un proceso, desde el más habitual al menos inusual. En Efecto, es bastante beneficioso para las compañías que buscan diagnosticar problemas en un proceso determinado, ya que se puede cuantificar en relación con su escenario actual.

Para un gráfico de una curva de Pareto se traza una línea horizontal en donde se registra en orden descendente, las causas de los elementos, acciones o actividades que componen el problema, es decir de mayor a menor magnitud como:

- Costos operativos en diferentes categorías.
- El consumo de energía en cada etapa del proceso.
- Factores que conducen al rechazo.
- Fallas reiterativas en las maquinarias.

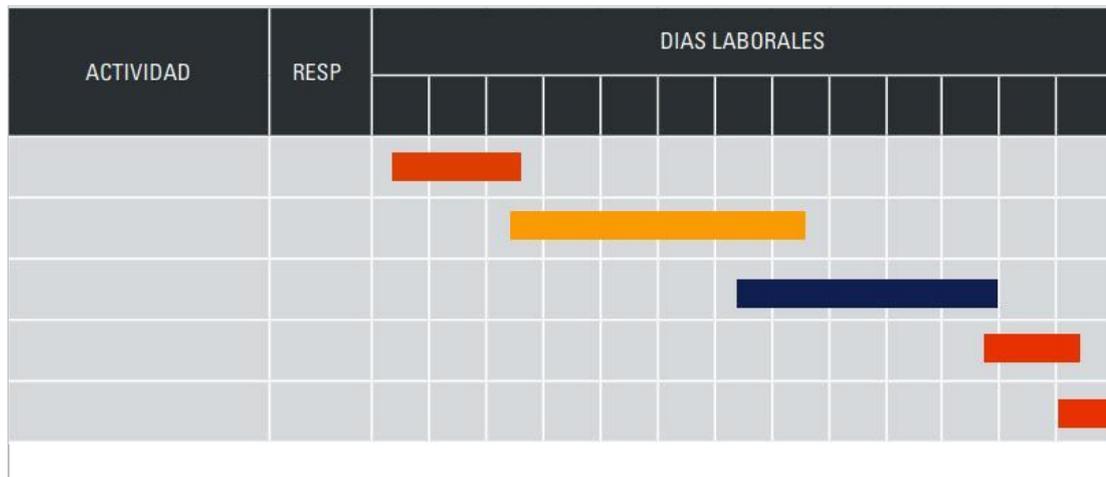
A continuación, se dibuja una línea vertical sobre la cual se pone la escala correspondiente a los valores de interés. Se esquematiza una columna para cada elemento. En ese mismo contexto, se adiciona al gráfico una curva de valor porcentual que se acumulan hasta cubrir los elementos.

Diagrama de Gantt: Según Gutarra (2015) fue Henry Lawrence Gantt quien brindó el aporte del Gráfico de Gantt, que consiste en una relación de recursos para ser usados en el desarrollo de un proyecto en un período de tiempo determinado, lo que ha constituido en instrumento para la planificación y control de proyectos. En tal sentido, el diagrama viene a ser un gráfico que concede orden en periodos de tiempo en el que deben aplicarse las acciones que son parte de un proyecto, de tal forma que facilita su vigilancia para el cumplimiento en el tiempo y, asimismo, permite observar el avance del proyecto en un tiempo dado. También se le conoce como cronograma de actividades. Sus procedimientos son los siguientes:

- Identifica y lista todas las tareas que se deben ejecutar para el cumplimiento de un proyecto.
- Señala la secuencia de las tareas para su ejecución.
- Indica a los responsables de la ejecución de acciones y tareas.
- Selecciona la unidad de tiempo idónea para la ejecución de cada tarea.
- Estima un tiempo requerido para la ejecución de cada tarea.
- Permite llevar la información anterior a la posición que corresponde en el diagrama.

Figura 6. *Diagrama de Gantt.*





Fuente: Gutarra (2015, p. 74).

2.1.2 Disponibilidad

Cuatrecasas (2010) define la disponibilidad como la “Capacidad del equipo para estar en funcionamiento en un instante cualquiera, en las condiciones de utilización y reparación especificada” (p. 271).

Fernández (2018) señala que la disponibilidad es “la proporción del tiempo que dicha instalación ha estado en disposición de producir, con independencia de que finalmente lo haya hecho o no por razones ajenas a su estado técnico” (p. 8).

Analizadas las teorías, es necesario

2.1.2 Flota amarilla o maquinaria pesada

Tabla 2. *Flota de maquinaria pesada 2022*

Etiquetas de fila	2021								2022										
	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22
CAMIÓN VOLQUETE	69	69	78	83	73	55	48	48	49	41	32	35	35	32	36	36	36	36	25
ACTROS 3344 K	5	5	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ACTROS 4144 K	10	10	10	10	10														
FMX 1364 R	3	3	3	2															
FMX 6X4 R	13	13	12	7	2	2	1	1	1										
FMX 8X4 R	33	33	45	56	58	50	44	44	44	37	28	31	31	28	32	32	32	32	21
G500 B8X4	5	5	5	5															
EXCAVADORA	14	14	14	17	17	17	14	15	13	13	14	14	13	12	14	14	11	10	7
320													1	1	1	1	1	1	1
320D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
336 NG				2	2	2	2	2	2	2	2	2							
336D2L	5	5	5	6	6	6	3	4	4	4	4	1							
336GC	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	4
390 FL	2	2	2	2	2	2	2	2			1	1	2	2	2	1	2	1	1
EC220DL															1	1			
PC350LC-8M0												2	2	2	3	3	1		
R140W-9S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
MOTONIVELADORA	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
140K	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
160K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total general	86	86	95	102	92	74	64	65	64	56	48	51	50	46	52	52	49	48	34

Figura 7. Excavadora Caterpillar 336 D.



Figura 8. *Motoniveladora Caterpillar 160 H.*



Figura 9. *Camión Volquete Volvo FMX 8x4.*



2.2. Descripción y explicación de las funciones desarrolladas en la experiencia profesional

En el desarrollo de TPM estuve a cargo del área de planeamiento como Planeador de equipos iniciando con la capacitación a los asistentes del área quienes registraban las paradas de los equipos en el sistema SAP, el cual era crítica porque era de donde nacía nuestros indicadores y controles de tiempo

De acuerdo con las funciones desarrolladas durante la experiencia profesional, se describe cada una de ellas:

Difundir la aplicación de Mantenimiento Productivo Total.

Elaboración de indicadores de gestión.

Elaboración plan de mantenimiento

Elaboración de reportes semanales de cumplimiento de plan semanal.

Elaboración de formatos de control y cartillas de control de mantenimiento.

Revisión de stock de suministros y repuestos para la ejecución del Plan Semanal

Revisión de registro de paradas de equipos.

2.3. Limitaciones en el desarrollo del proyecto o problema laboral ejecutado

Una de las limitaciones que se encontró para el desarrollo del proyecto fue la pandemia del COVID-19 que debido a las restricciones sanitarias el trabajo presencial era limitado realizándose toda la gestión de control y planificación vía remota por lo que el desarrollo de la implantación del TPM fue paulatina ya que no se tenía contacto directo con la parte ejecutora y supervisión.

La información de stock de los repuestos e insumos de mantenimiento no eran claros debido a que el inventario del almacén no se encontraba actualizado y los materiales se encontraban mal almacenados por lo que no se podía ubicar los repuestos e insumos con facilidad obviando en muchas veces a la ejecución de los PM y correctivos programados a falta de ellos.

Para el caso de las valorizaciones por concepto de alquiler de equipos no se contaba con los contratos ni las adendas por ende se desconocía las condiciones del contrato y penalidades.

No se contaba con indicadores que nos muestren la evolución de la gestión,

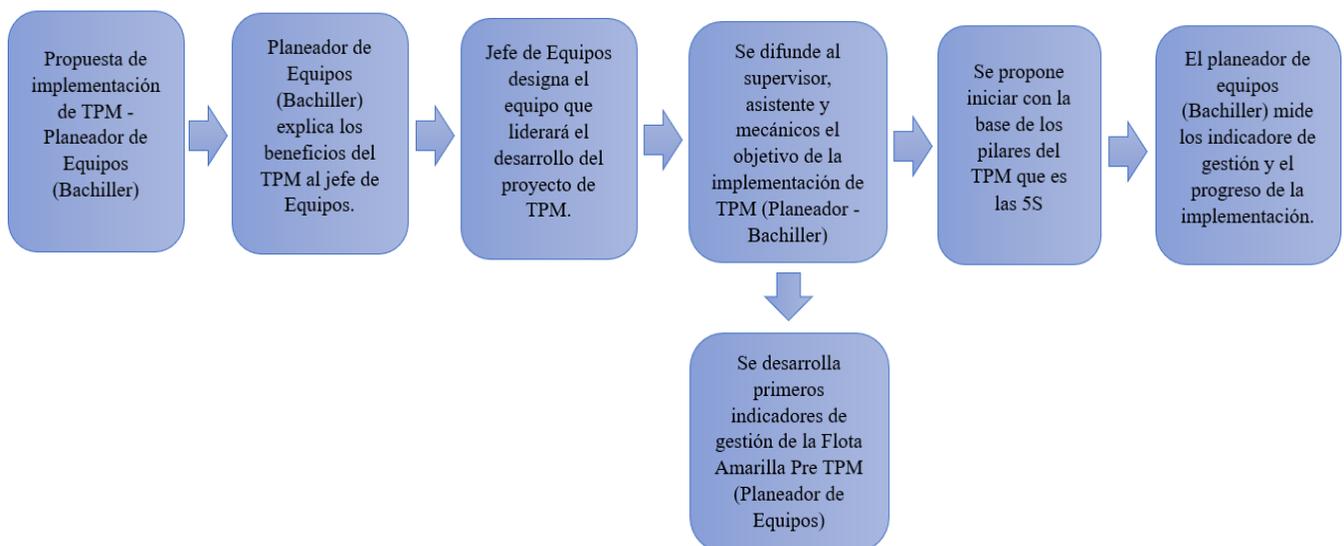
También nos encontramos con una alta rotación de personal técnico y administrativa que nos llevó a volver a capacitar y dar seguimiento hasta que el nuevo personal asimile la cultura de gestión de mantenimiento basada en TPM.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Explicar y detallar el proceso de incorporación del Bachiller en el Proyecto.

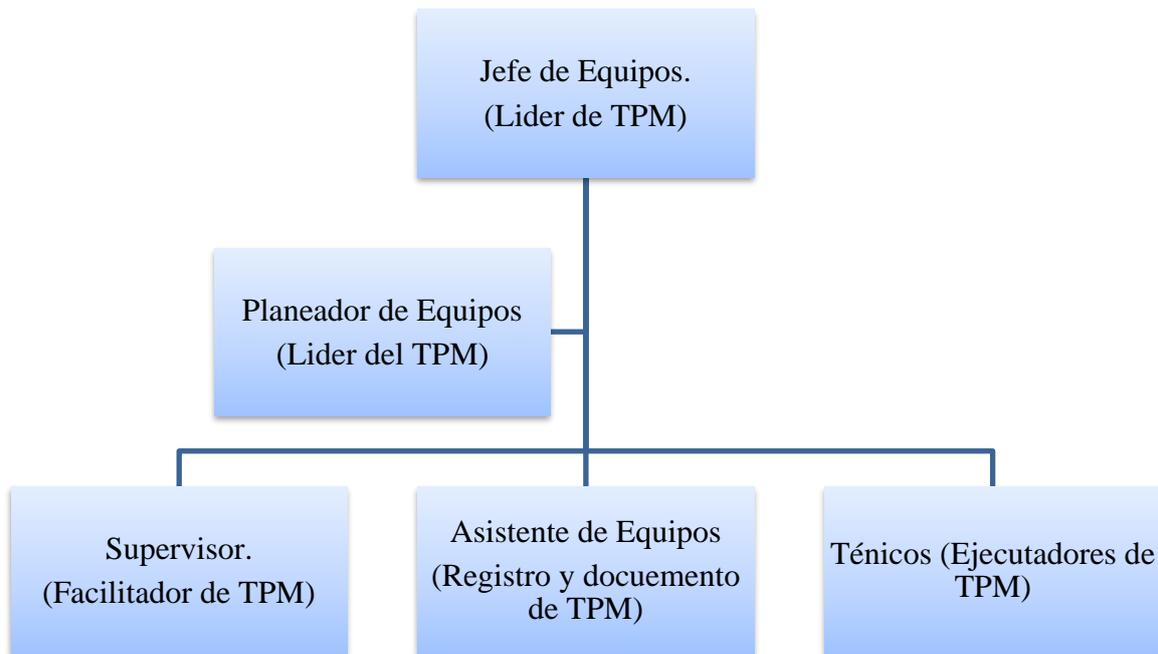
La mejora de TPM fue considerada desde el año 2022, siendo mi aporte la experiencia obtenida de otros proyectos que consistió en ejercer el liderazgo del mantenimiento preventivo para dar a conocer los aspectos en los que beneficia TPM en la disponibilidad operativa de la maquinaria de la flota amarilla, lo que repercute en todas las actividades de rentabilidad para la empresa. La incorporación en te proyecto de TPM data en el gráfico siguiente flujo.

Figura 10. *Proceso de integración del bachiller al proyecto.*



3.2. Matriz de involucrados del proyecto laboral.

Figura 11. *Matriz de líderes del proyecto.*



3.3. Funciones que desempeño en el proyecto y descripción de la experiencia.

Al liderar el proyecto en conjunto con el jefe de equipos nos llevó a mejorar la gestión de mantenimiento enfocado en el TPM así mismo nos involucramos más con la parte ejecutora, otorgándoles capacitaciones y alcances de la gestión TPM para el proceso de implementación.

También captando las sugerencias de mejora continua que se puedan dar en el proceso.

Las funciones que realizaba en este proyecto fueron:

- Difundir la aplicación de Mantenimiento Productivo Total.
- Elaboración de indicadores de gestión.
- Elaboración plan de mantenimiento
- Elaboración de reportes semanales de cumplimiento de plan semanal.
- Elaboración de formatos de control y cartillas de control de mantenimiento.
- Revisión de stock de suministros y repuestos para la ejecución del Plan Semanal
- Revisión de registro de paradas de equipos.

3.4. Proceso como se llevó en el Proyecto.

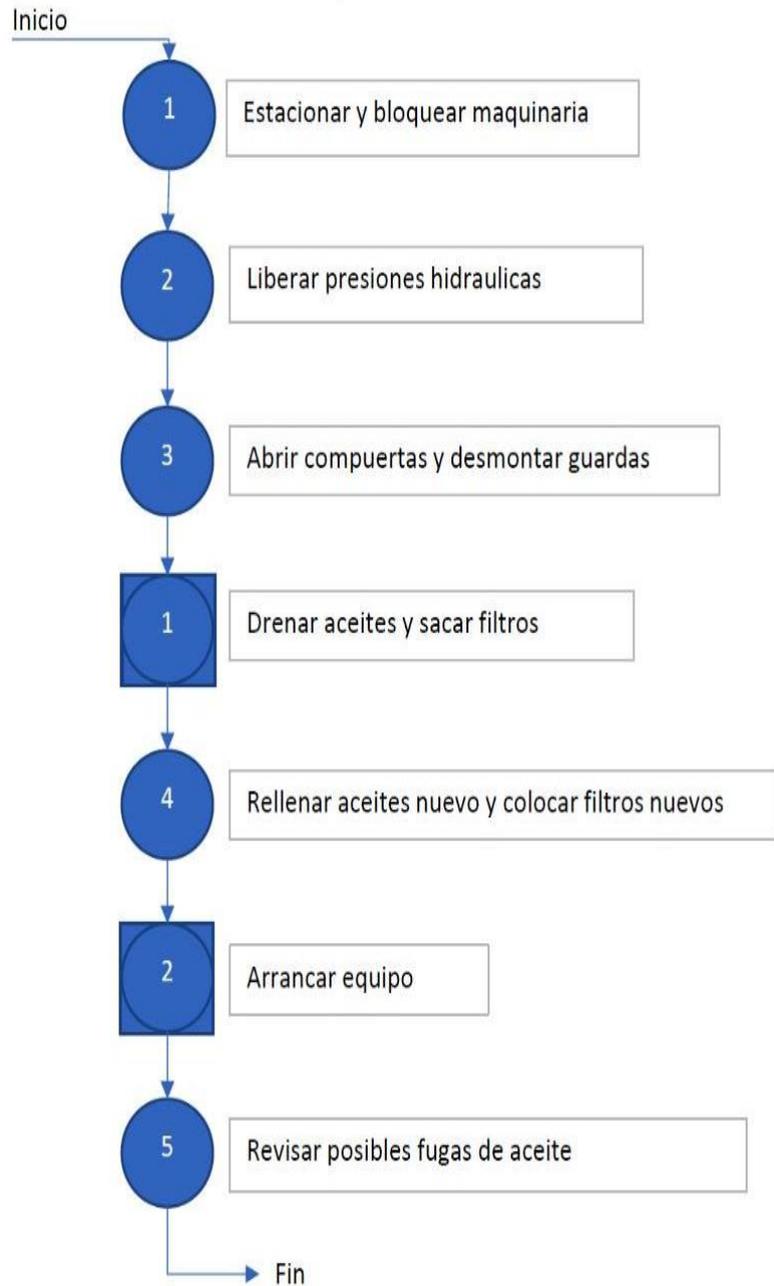
Considerando el caso de estudio, se solicitó el apoyo del jefe de equipos y los mandos intermedios que operan en el taller, analizando el mapa de procesos el DOP actual, interviniendo en los análisis efectuados, siguiendo con la evaluación aplicando la matriz FODA.

3.4.1 Identificación del problema

Según los meses en los que se realizó el análisis del mantenimiento y la falta de disponibilidad de las máquinas para el movimiento de tierras, fue necesario identificar los problemas raíces generadoras del tiempo perdido porque las máquinas no pudieron ser utilizadas. De esta forma, se hizo un seguimiento y control para efectuar la descripción del proceso de mantenimiento antes de la implementación.

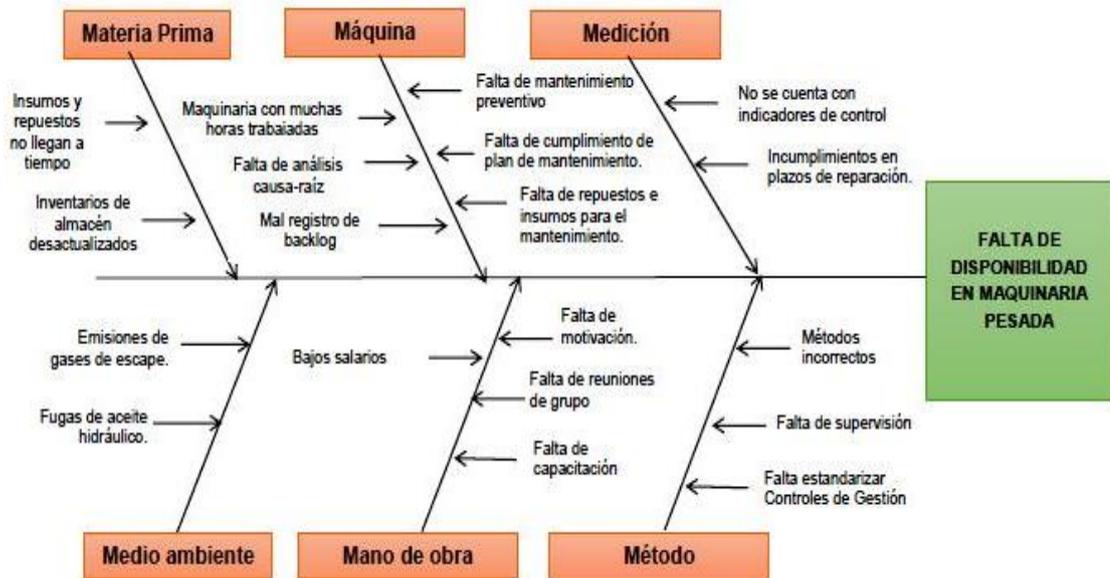
De acuerdo con ello y como parte del diagnóstico necesario, la empresa STRACON S.A otorgó la autorización para realizar mediante el análisis de causa y efecto, la identificación de los motivos del bajo porcentaje de la disponibilidad en la maquinaria pesada. Al observarse la variación porcentual de demoras y su origen, en los procesos de mantenimiento, se muestran los porcentajes altos (Ver Figura 13), identificándose de este modo los aspectos que inciden en el mantenimiento, considerando la materia prima, mano de obra, método, medidas y maquinarias de la empresa STRACON S.A.

Figura 12. DOP del proceso de mantenimiento de máquina pesada.



RESUMEN :		
Operación		5
Inspección		0
Operación / Inspección		2

Figura 13. *Diagrama de Ishikawa.*



Nota: Elaboración propia (2022).

A fin de recolectar la información de manera pertinente sobre los aspectos que determinan la demora en la disponibilidad de la maquinaria pesada en el proceso de mantenimiento, se organizó un grupo de consulta conformada por responsables del área y representantes de los equipos de trabajo para la respectiva evaluación del proceso y la implementación de las mejoras que el proceso requiere.

Tabla 3. *Problemas de la demora en la disponibilidad de maquinaria pesada*

Problemática	Causa del problema
¿Por qué hay emisiones de gases de escape y fugas de aceite hidráulico?	Porque en el área no hay suficiente prevención para reducir los gases y fugas producto durante los procesos de mantenimiento
¿Por qué hay bajos salarios, falta de motivación, falta de reuniones de grupo y falta de capacitación?	Porque el personal del área de mantenimiento no se encuentra capacitado para la atención en el área
¿Por qué los métodos son incorrectos, falta la supervisión y falta estandarizar los controles de gestión?	Porque no hay planificación del mantenimiento ocasionando demoras en la disponibilidad de máquinas
¿Por qué los insumos y repuestos no llegan a tiempo y los inventarios de almacén están desactualizados?	Porque el personal del área de compras no planifica los insumos y repuestos requeridos para el taller de mantenimiento
¿Por qué hay mal registro de backlog, falta de análisis causa-raíz, maquinaria con muchas horas trabajadas, no se aplica mantenimiento preventivo, no se cumple el plan, faltan repuestos e insumos?	Porque los equipos no son de pleno conocimiento y entendimiento por el personal para el debido mantenimiento.
¿Por qué no se cuenta con indicadores de control y se incumplen los plazos de reparación?	Porque no hay seguimiento ni control sobre las actividades y operaciones de mantenimiento

Nota: Elaboración propia (2022).

A continuación, se discutió con el grupo la evaluación para la implementación de las mejoras del mantenimiento encontrándose las sub-causas que fueron derivadas de las causas principales. En la tabla 3 se dan a conocer los resultados:

Tabla 4. *Sub-Causa que determinaron los problemas en la disponibilidad de maquinaria pesada*

Sub causa	Causa raíz
Falta de seguimiento de mantenimiento	Sin prevención para reducir los gases y fugas
Conocimiento empírico de los procesos de mantenimiento	Desconocen cómo implementar cambios y mejoras
Falta de seguimiento del plan de mantenimiento	Sin implementación de indicadores de medición en el proceso de mantenimiento
Falta de seguimiento del mantenimiento de máquinas	Sin registro de insumos y repuestos requeridos para el taller de mantenimiento
Conocimiento empírico de la maquinaria pesada	Equipos cuya forma de mantenimiento se desconoce
No hay herramientas de control y medición de los resultados de reparación	Sin indicadores de control en las operaciones de mantenimiento

Nota: Elaboración propia (2022).

De tal forma que el proceso de mantenimiento en el taller, se realizó el estudio de todas las causas reincidentes con la finalidad de establecer una definición de aquellas que tenga mayor relevancia. Con tal fin, se examinaron los cuadros que sustentaron la toma de decisiones, frente a las actividades que afectan a la disponibilidad de las máquinas.

En la tabla 5 se muestra la relación de causas y sus soluciones:

Tabla 5. *Causas y posibles soluciones*

Causa raíz	Posibles soluciones
Sin prevención para reducir los gases y fugas	Implementar charlas diarias para prevenir la fuga de gases
Desconocen cómo implementar cambios y mejoras	Realizar capacitaciones al personal del área de mantenimiento sobre procesos de mejora

Sin implementación de indicadores de medición en el proceso de mantenimiento	Implementar indicadores de medición
Sin registro de insumos y repuestos requeridos para el taller de mantenimiento	Implementar registro de insumos y repuestos
Equipos cuya forma de mantenimiento se desconoce	Conformar equipos de trabajo para charlas del mantenimiento por tipo de maquinaria
Sin indicadores de control en las operaciones de mantenimiento	Implementar indicadores de control en las operaciones de mantenimiento

Nota: Elaboración propia (2022).

A modo de segunda actividad, se llegó a elaborar un cuadro según la observación de la fuente más recurrentes en la inestabilidad durante los procesos de mantenimiento en el taller. Tal análisis se realizó en un período de dos semanas, con resultados que se muestran en la tabla 6. De acuerdo con la recurrencia mostrada por la observación de causas, fue posible determinar un orden de prioridad en su desarrollo, lo que pudo generar un diagrama de Pareto (Ver Figura 14).

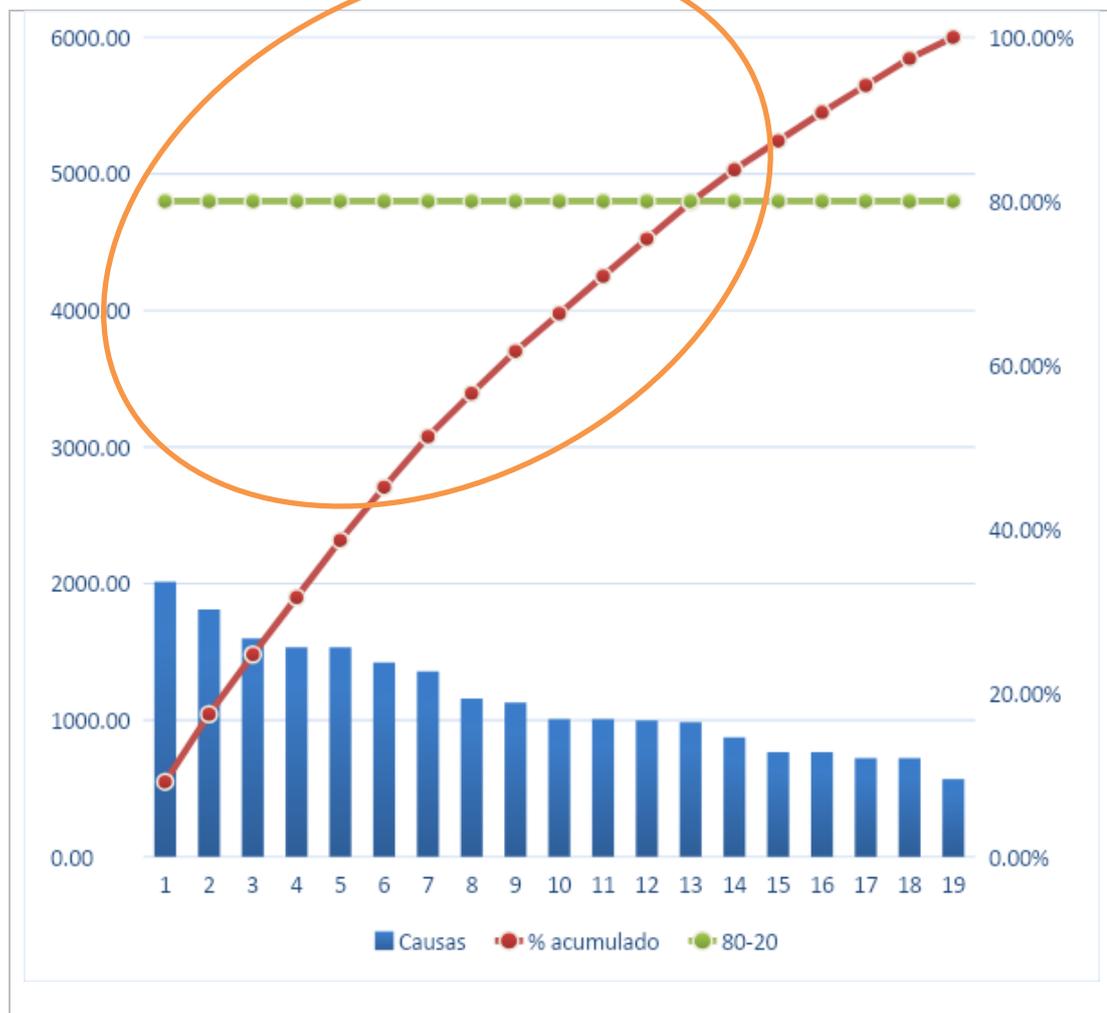
Tabla 6. *Tipos de demoras*

	Tipo de demora	Porcentaje de horas al año
1	Falta de repuestos e insumos para el mantenimiento	9.20%
2	Insumos y repuestos no llegan a tiempo	8.27%
3	Incumplimientos en plazos de reparación.	7.30%
4	Falta de cumplimiento de plan de mantenimiento	7.00%
5	Falta estandarizar Controles de Gestión	7.00%
6	No se cuenta con indicadores de control	6.50%
7	Inventarios de almacén desactualizados	6.20%
8	Falta de análisis causa-raíz	5.29%
9	Maquinaria con muchas horas trabajadas	5.15%

10	Mal registro de backlog	4.60%
11	Falta de mantenimiento preventivo	4.60%
12	Bajos salarios	4.56%
13	Fugas de aceite hidráulico	4.50%
14	Falta de reuniones de grupo	4.00%
15	Métodos incorrectos	3.50%
16	Falta de supervisión	3.50%
17	Falta de motivación.	3.30%
18	Falta de capacitación	3.30%
19	Emisiones de gases de escape.	2.60%

Nota: Datos de la empresa (2022).

Figura 14. Análisis de demora en la disponibilidad de maquinaria pesada.

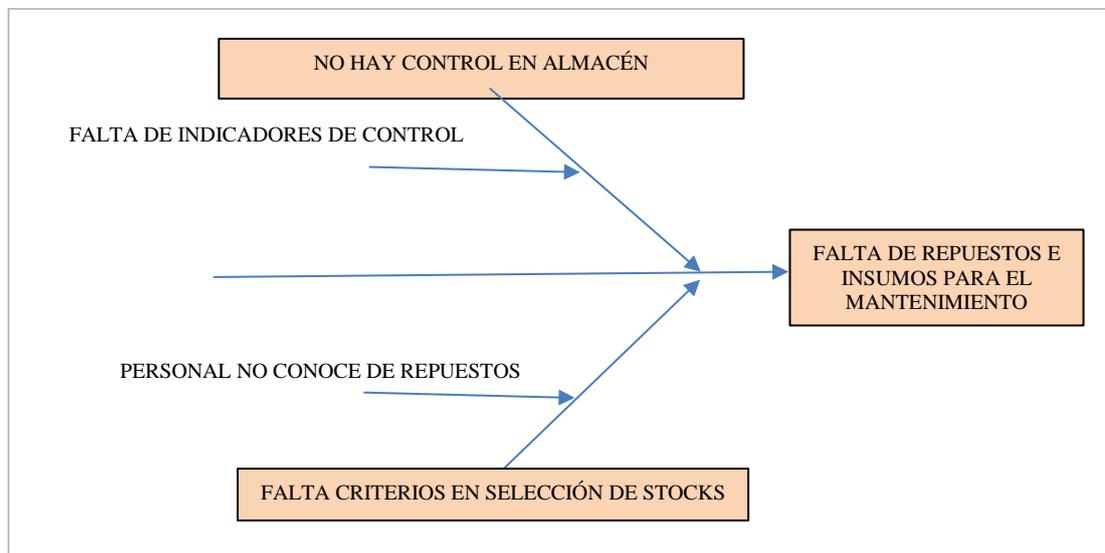


Nota: Elaboración propia (2022).

Para la eliminación de las causas en mención y la mejora de procesos y procedimientos, se implementa en la mejora del proceso de mantenimiento mediante el desarrollo del ciclo de Deming, siendo fundamental en la planificación, control y ejecución. Finalmente, en base a lo referido con anterioridad, la implementación tiene como objetivo alcanzar una adecuada trazabilidad de actividades y procesos, con fines de mejora, lo en consecuencia permitió la obtención de la disponibilidad de la maquinaria pesada a través de la reducción de procesos de mantenimiento.

Identificadas las tres causas de mayor importancia, se realizó un análisis de cada una de ellas para describir con detalles las causas que generan la ineficiencia respecto a la disponibilidad de maquinaria. En la Figura 15 se señala el diagrama de causas que generan retrasos por la falta de repuestos e insumos para el mantenimiento, además de un incorrecto almacenamiento de insumos y repuestos de mantenimiento:

Figura 15. *Causa y efecto: Falta de repuestos e insumos para el mantenimiento.*



Nota: Elaboración propia (2020).

Además, en la Tabla 7 se pueden apreciar las causas que generan retrasos por falta de repuestos e insumos para el mantenimiento:

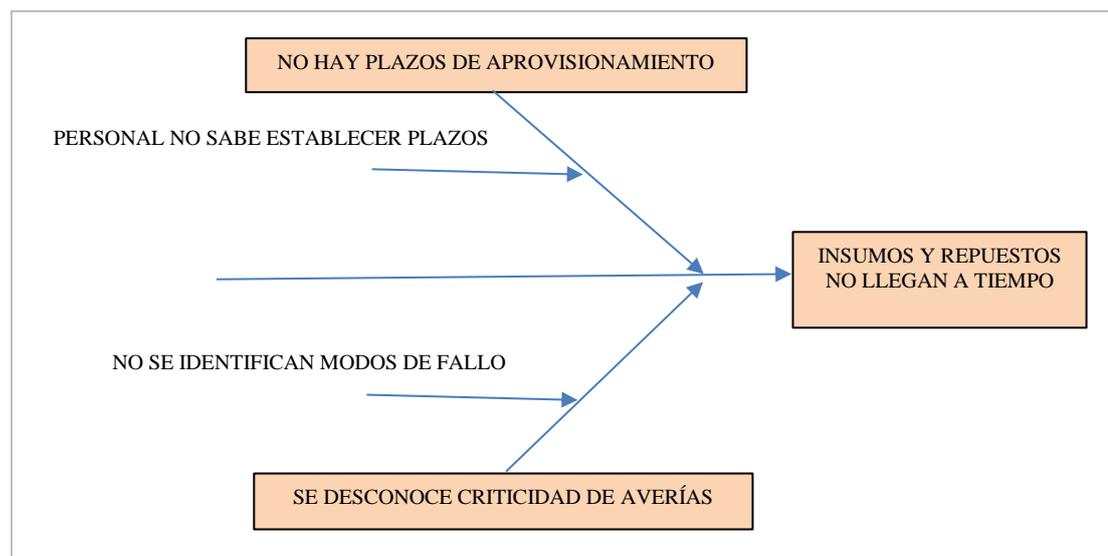
Tabla 7. *Sub-causas raíz de falta de repuestos e insumos para el mantenimiento*

Sub causa	Causa raíz
No hay control en almacén	No se cuenta con indicadores de control para el almacén
Falta de criterios en selección de stocks	El personal desconoce las características de los repuestos e insumos requeridos para el mantenimiento

Nota: Datos de la empresa (2021).

A continuación, en la Figura 16 se alcanza el diagrama de Ishikawa que muestra los problemas en relación con los insumos y repuestos que no llegan a tiempo:

Figura 16. *Causa y efecto: Insumos y repuestos no llegan a tiempo.*



Nota: Elaboración propia (2020).

Además, en la Tabla 8 se pueden apreciar las causas que generan retrasos por los insumos y repuestos que no llegan a tiempo:

Tabla 8. *Sub-causas raíz de insumos y repuestos no llegan a tiempo*

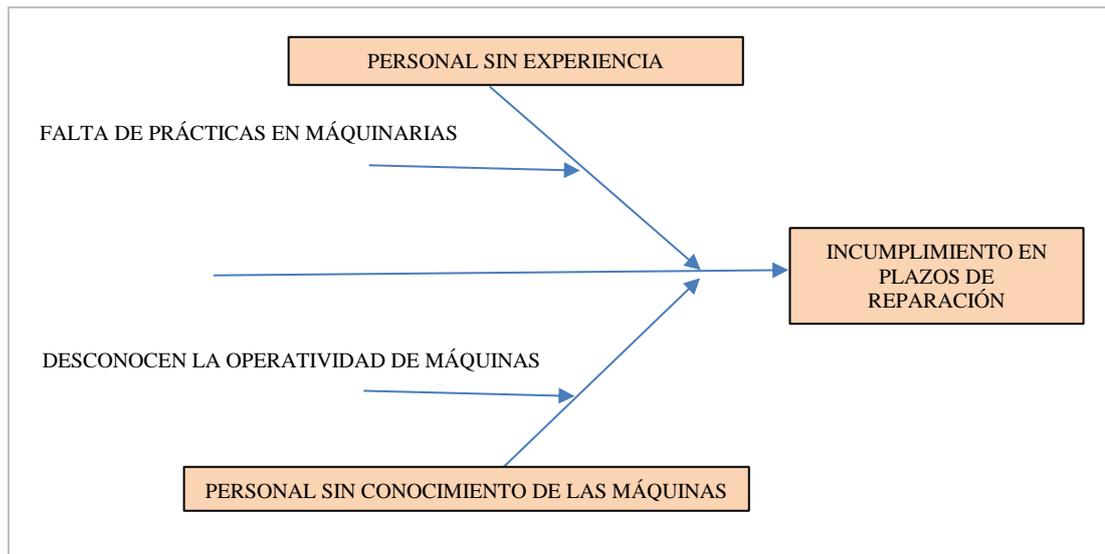
Sub causa	Causa raíz
No hay plazos de aprovisionamiento	El personal no sabe establecer plazos

Se desconoce criticidad de averías No se realiza la identificación de los modos de fallo por máquina

Nota: Datos de la empresa (2021).

A continuación, en la Figura 17 se alcanza el diagrama de Ishikawa que muestra los problemas con relación al incumplimiento en plazos de reparación:

Figura 17. Causa y efecto: Incumplimientos en plazos de reparación.



Nota: Elaboración propia (2020).

Además, en la Tabla 9 se pueden apreciar las causas que generan retrasos por el incumplimiento en plazos de reparación:

Tabla 9. Sub-causas raíz de incumplimientos en plazos de reparación

Sub causa	Causa raíz
Personal sin experiencia	Falta de prácticas en maquinaria pesada
Personal sin conocimiento de las máquinas	El personal desconoce la operatividad de las máquinas

Nota: Datos de la empresa (2022).

Con actividad última para esta etapa, se definió el conjunto de actividades que se desarrollaron para iniciar el plan de mantenimiento.

3.4.2 Objetivos

Los objetivos perseguidos por el mantenimiento preventivo como fase del mantenimiento productivo total en la organización estudiada son:

- Maximizar la disponibilidad mediante mejoras de las actividades de mantenimiento preventivo basadas en la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias pesadas.
- Identificar los factores críticos que afectan la disponibilidad de las maquinarias pesadas.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo para la vida útil de la maquinaria pesada o flota amarilla.
- Evaluar los beneficios que se obtuvieron con la implementación de las actividades mantenimiento preventivo TPM con mejora continua en la disponibilidad de las maquinarias pesadas.

3.4.3 Estrategias

El mantenimiento productivo total se basa en aspectos como: evitar las interrupciones, no permitir defectos y cero accidentes para ampliar la vida útil de los equipos. Las estrategias que llegaron a plantearse fueron las que se mencionan a continuación:

Para efectos de precisar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del entorno de la empresa, se realizó una reunión con los responsables de la empresa y la supervisión del proceso de mantenimiento, ayudando a establecer los aspectos que se mencionan a continuación:

Tabla 10. Matriz FODA de la organización

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
------------	---------------

La empresa constructora dispone de Nuevos mercados de atención por prestigio ante el mercado contando con inversión pública clientes sólidos. Tecnología renovada que incrementa la Realiza nuevas inversiones con la competitividad finalidad de expandirse

DEBILIDADES	AMENAZAS
Contar con compromisos financieros previos, con serias limitaciones en el presupuesto para operar normalmente	Accesibilidad a personal técnico escasamente preparado, ocasionando daños a los equipos Incremento de costos por reparaciones no previstas

Nota: Elaboración propia (2022).

ESTRATEGIAS FO

Realizar talleres de concientización en referencia a las tareas de mantenimiento.

Generar canales comunicativos para dar fluidez al personal de mantenimiento con el área de operaciones.

ESTRATEGIAS DO

Determinar un orden de prioridad para ejecutar el mantenimiento preventivo para una gestión pertinente.

Seleccionar un sistema de información a fin de registrar y controlar las labores de mantenimiento.

ESTRATEGIAS FA

Evaluar apropiadamente al personal para las tareas de mantenimiento

Establecer un programa de reparaciones para una operatividad continua

ESTRATEGIAS DA

Contratar personal profesionalizado en TPM

Efectuar un estudio para determinar las necesidades objetivas para el mantenimiento

3.4.4 Herramientas, modelos y técnicas aplicadas en el diseño y desarrollo del proyecto

Técnica 5S

Las 5S fundamentada en 5 principios básicos que son:

- ✓ Seiri (Clasificación).
- ✓ Seiton (Orden)
- ✓ Seiso (Limpieza)
- ✓ Seiketsu (Estandarizar)
- ✓ Shitsuke (Disciplina)

Con este método buscamos brindar aspectos positivos a los colaboradores al promover la cultura de orden, clasificación, cuidado y compromiso con las tareas encomendadas mejorando el desempeño individual y el rendimiento grupal para la implementación del TPM.

En las siguientes imágenes podremos ver el antes y después de actividades claves para la implementación de TPM y podemos notar los cambios usando la técnica de 5S.

Figura 18. *Almacenamiento de cilindros de aceite.*



En la Figura 18 se puede observar que antes los cilindros de aceites estaban mal almacenados expuestos a la intemperie sometidos al calor y la lluvia sobre una parrilla sobre la tierra así mismo se visualiza el incorrecto apilamiento de cada una de ellas, después de ejecutar la metodología 5S se aprecia la mejora y el correcto almacenamiento estando ubicados sobre una loza y parrillas de madera también se logra ver que ya no están expuestos a la intemperie.

Figura 19. *Repuestos mal apilados en la intemperie sin identificación*



Figura 20. *Repuestos con correcto almacenamiento e identificación.*



Como se muestra en la figura 19 los repuestos e insumos estaban almacenados incorrectamente, sin identificación, apiladas una encima de otra, solo con un techo a la intemperie siendo una mala práctica que puede llegar a afectar los repuestos porque están expuestos a la polución y humedad. En la figura 20 ya podemos ver la mejora

realizada donde los repuestos e insumos están correctamente ordenados dentro de contenedor correctamente ventilado y sobre anaqueles. También se colocaron identificaciones donde se identifica a que equipo pertenece el repuesto y con qué número de reserva se solicitó la compra. Esta mejora fue clave para identificar las existencias de mantenimiento y de ayuda a almacén para la actualización de los inventarios y mejorar uno de los pilares del TPM que es el mantenimiento autónomo y planificado.

Figura 21. Neumáticos mal almacenados.



Figura 22. Neumáticos correctamente almacenados.



Para el ordenamiento de los neumáticos figura 21 se fabricaron unos racks y en la figura 22 ubicados en el área de llantería mejorando el almacenaje y la facilidad de selección de neumáticos.

Figura 23. Herramientas desordenadas.

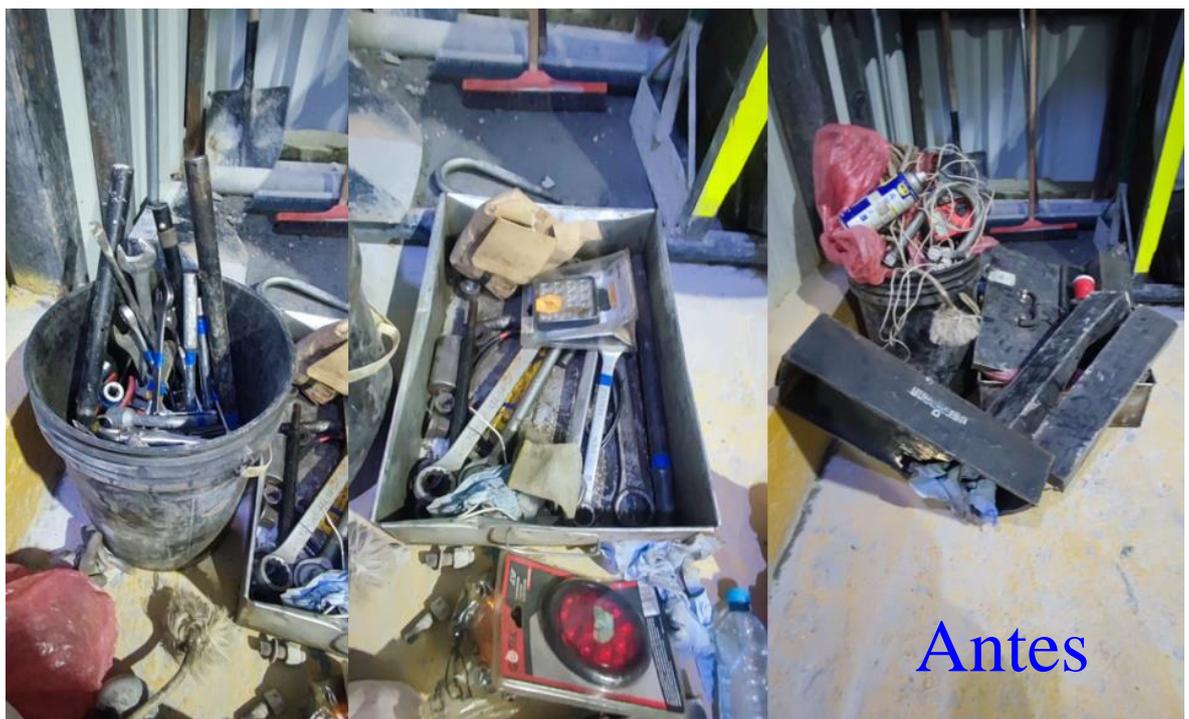


Figura 24. Organización de herramientas.



Así mismo, se identificó que las herramientas no tenían una correcta disposición como se muestra en la figura 23 por lo que se implementó tableros porta herramientas, carrito porta herramientas y caja de herramientas para cada técnico y así puedan tener sus herramientas más ordenadas y de fácil ubicación figura 24.

Técnica Kaizen

El alcance que nos da la técnica de Kaizen por medio de la composición de dos palabras claves (Kai que significa “Cambio” y Zen que significa “Bueno”) refiere a un sistema de mejora continua basada en pequeñas ideas de mejora que a lo largo del

tiempo estas pueden apuntar a cambios bastante importantes en el proceso a largo plazo.

El objetivo de esta técnica es eliminar cualquier desperdicio en el proceso, esto refiere a los tiempos muertos o reprocesos en las actividades que demandan tiempo y costo.

Mantenimiento planificado en lo preventivo

Para piezas que se basan en mantenimiento preventivo, cuando falla luego, a medida que aumenta el intervalo de tiempo, los costos tienden a disminuir. El valor óptimo se obtiene del costo total más bajo. El objetivo es encontrar las políticas de reensamblaje adecuadas en un período de tiempo para maximizar los valores de rendimiento general de los sistemas, con un presupuesto limitado, y con restricciones de reensamblaje y compatibilidad (Supriana et al., 2016).

En este punto, se inicia trabajando en la elaboración de un **plan** semanal el cual se comparte con las áreas involucradas en el cumplimiento de este programa.

Figura 25. *Plan de mantenimiento semanal.*

Item	Cod SAP	Cod Interno	Descripción	Modelo	Placa	Propietario	Tipo de PM	Tipo de PM y/o Correctivo a Ejecutar	Fecha Inicio de Ejecución	OT	ANTAMINA							
											7-Ago	8-Ago	9-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago
1	10003835	EK00049	EXCAVADORA	336GC	JFW10703	STRACON	PM1	PM1 3760 -MANTENIMIENTO PREVENTIVO	09-08-22	70183895	PM1							
2	10003835	EK00049	EXCAVADORA	336GC	JFW10703	STRACON	SOS	SOS CRITICO: MOTOR Y GIRCULO DE GIRO	09-08-22	70183953	SOS							
3	10004134	EK00052	EXCAVADORA	336GC	JFW20235	STRACON	PM1	PM1 5760 -MANTENIMIENTO PREVENTIVO	09-08-22	70183944		PM1						
4	10004134	EK00052	EXCAVADORA	336GC	JFW20235	STRACON	SOS	SOS PRECAUCIÓN: TANQUE HIDRAULICO, MANDO FINAL LH Y R	09-08-22	70183947		SOS						
5	10004134	EK00052	EXCAVADORA	336GC	JFW20235	STRACON	SOS	SOS CRITICO: MOTOR DE GIRO	09-08-22	70183945		SOS						
6	10003434	EK00047	EXCAVADORA	380 FL	HJ020364	STRACON	IN	EVALUACIÓN DE ATZ	09-08-22	70183627		IN						
7	10003434	EK00047	EXCAVADORA	380 FL	HJ020364	STRACON	PM4	PM4 8200 -MANTENIMIENTO PREVENTIVO	10-08-22	70183626				PM4				
8	10003434	EK00047	EXCAVADORA	380 FL	HJ020364	STRACON	SOS	SOS PRECAUCIÓN: MANDO FINAL LH Y TANQUE HIDRAULICO	10-08-22	70183542				SOS				
9	10004133	EK00051	EXCAVADORA	336GC	JFW20234	STRACON	SOS	SOS PRECAUCIÓN: MOTOR DIESEL, TANQUE HIDRAULICO, MO	10-08-22	70183548				SOS				
10	10004136	EK00054	EXCAVADORA	336GC	JFW20260	STRACON	SOS	SOS PRECAUCIÓN: MANDOS FINALES RH Y LH Y MOTOR DE GIRO	10-08-22	70183946				SOS				
11	10004135	EK00053	EXCAVADORA	336GC	JFW20249	STRACON	SOS	SOS PRECAUCIÓN: MANDO FINAL RH Y LH	11-08-22	70183947					SOS			
12	10004135	EK00053	EXCAVADORA	336GC	JFW20249	STRACON	SOS	SOS CRITICO: MOTOR DIESEL, MOTOR DE GIRO Y TANQUE HIDR	11-08-22	70183948				SOS				
13	10004132	EK00050	EXCAVADORA	336GC	JFW20220	STRACON	PM1	PM1 6750 -MANTENIMIENTO PREVENTIVO	12-08-22	70183949						PM1		
14	10004132	EK00050	EXCAVADORA	336GC	JFW20220	STRACON	SOS	SOS CRITICO: MOTOR DE GIRO Y TANQUE HIDRAULICO	12-08-22	70183944						SOS		
15	10004132	EK00050	EXCAVADORA	336GC	JFW20220	STRACON	SOS	SOS PRECAUCIÓN: MANDO FINAL RH Y MOTOR	12-08-22	70183945						SOS		
16	10002572	TO-00027	TRACTOR SOBRE ORUGAS	D155AX-6	82881	STRACON	SOS	SOS SEGUIMIENTO: EJE PIVOT Y MANDOS FINALES	09-08-22	70180850		SOS						
17	10003832	TO-00031	TRACTOR SOBRE ORUGAS	D8T	M8800519	STRACON	SOS	SOS CRITICO: MOTOR, TRANSMISIÓN, TANQUE HIDRAULICO, M	09-08-22	70180475			SOS					
18	10002571	TO-00026	TRACTOR SOBRE ORUGAS	D155AX-6	82871	STRACON	PM1	PM1 10750 -MANTENIMIENTO PREVENTIVO	14-08-22	70180851								PM1
19	10002571	TO-00026	TRACTOR SOBRE ORUGAS	D155AX-6	82871	STRACON	CR	CR CAMBIO DE BASE DE FILTRO POR HILOS DETERIORADOS	14-08-22	70176573								CR

En la figura 25 se muestra los detalles del plan semanal donde se determina el equipo, el tipo de actividad a realizar, fecha a ejecutar la actividad y el número de Orden de trabajo que se generó en SAP para esa actividad.

De la misma forma para la correcta ejecución del plan se revisó eh implemento cartillas de mantenimiento el cual son pautas de las actividades a desarrollar en el equipo según el tipo de mantenimiento que le corresponde figura 26.

Figura 26. *Cartilla de mantenimiento de Camión Volquete.*

	CENTRAL DE EQUIPOS	PML/PMM
PLAN DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO MECANICO		600 Hrs
CAMION VOLQUETE VOLVO FMX 8X4R		
OBRA : _____		
FECHA DE EMISION : / / HOROMETRO A _____ + B _____ = C _____		
FECHA DE EJECUCION : / / HOROMETRO A _____ + B _____ = C _____		
SERVICIO A EJECUTAR		SI NO
INSPECCIÓN GENERAL DEL EQUIPO		
1	LAVADO: Realizar lavado a la unidad antes de iniciar las tareas de mantenimiento	
2	DESGASTES Y DAÑOS: Comprobar visualmente si hay desgastes o daños debajo del vehículo, p. ej. grietas en el bastidor, daños en los muelles y fuelles, fugas en los amortiguadores, caja de cambios y grupo diferencial.	
CABINA		
3	CINTURÓN DE SEGURIDAD: Verificar correcto ajuste de los cinturones.	
4	BOMBA DE LEVANTE DE CABINA: Verificar nivel de aceite. Rellenar de ser necesario.	
MOTOR		
5	CARTER: Sacar muestra de aceite y enviar a laboratorio. Cambiar aceite.	
6	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR: Cambiar el filtro de aceite y limpiar filtro centrífugo.	
7	SISTEMA ADMISIÓN / ESCAPE DE AIRE: Revisar si existen fugas de aire.	
8	FILTRO DE AIRE: Comprobar el indicador de obstrucción del filtro y sustituir el filtro si es necesario.	
9	SISTEMA DE COMBUSTIBLE: Drenar agua del filtro separador de agua / Cambiar si fuera necesario.	
10	NÚCLEO DE RADIADOR: Verificar estado de suciedad. Limpiar de ser necesario con aire comprimido.	
11	TANQUE DE REFRIGERANTE: Revisar nivel, rellenar si es necesario.	
12	SISTEMA ELÉCTRICO DEL VENTILADOR: Revisar y limpiar.	
13	CORREAS DEL MOTOR: Verificar el ajuste apropiado. Cambiar de ser necesario.	
14	DEPÓSITO DE LIMPIAPARABRISAS: Verificar nivel. Llenar de ser necesario.	
SISTEMA DE DIRECCIÓN		
15	SERVODIRECCIÓN: Revisar fugas y ruidos.	
SISTEMA DE TRANSMISIÓN		
16	CAJA DE CAMBIOS: Revisar fugas.	
17	GRUPO DIFERENCIAL: Revisar fugas.	
18	REDUCTOR DE CUBO: Revisar fugas.	
FRENOS		
19	FRENOS DE TAMBOR, PALANCAS DE FRENO MANUALES: Comprobar el desgaste de los forros y el recorrido de la palanca de freno. Ajustar según sea necesario.	
20	SECADOR DE AIRE: Drenar los calderines, debe salir una pequeña cantidad de agua. Si sale una cantidad mayor de agua cambiar el desecante.	
SISTEMA ELÉCTRICO		
21	BATERIAS: Revisar estado de bornes, cables, nivel de electrolito.	
NEUMÁTICOS		
22	Inspeccionar presión en las ruedas. Comprobar si no existen pernos flojos. Ajustar en caso sea necesario.	
LUBRICACIÓN		
23	LUBRICACIÓN DE CAMIÓN: Lubricar el chasis.	

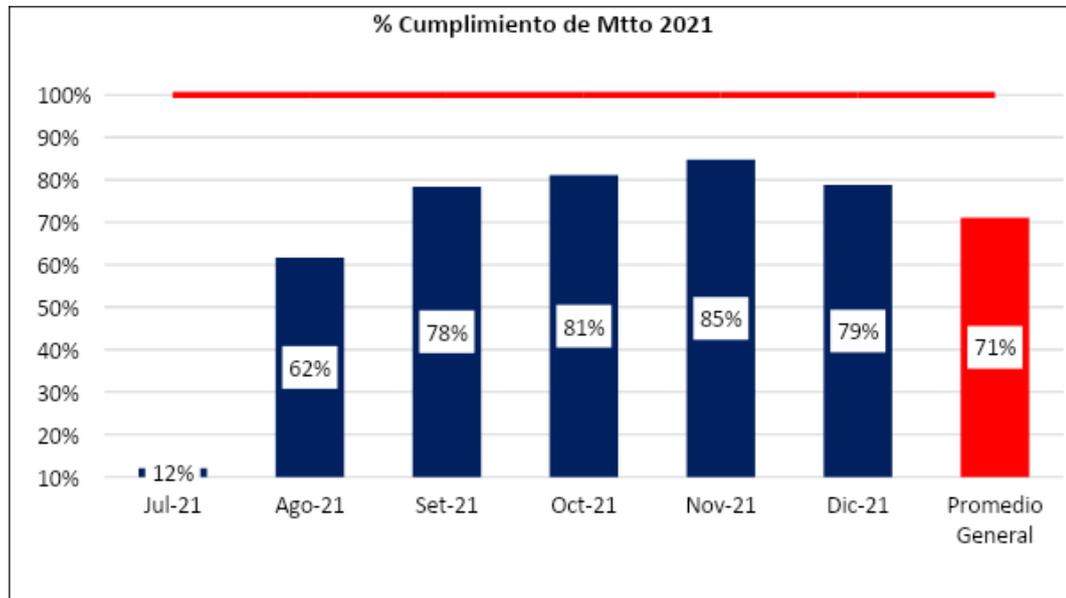
FILTERS			20001971 (kit de filtros)	MUESTRA S.O.S.	
N° PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD		SI (✓)	NO (X)
21707133	OIL FILTER VOLVO 21707133	2			
21707132	OIL FILTER VOLVO 21707132	1			
21380488	FUEL FILTER VOLVO 21380488	1			
22480372	FILTRO DE COMBUSTIBLE VOLVO 22480372	1			
21337557	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1			
169-7373	BOTTLE A. CATERPILLAR 169-7373	10			
	ETISMA	10			
LUBRICANTES					
85121023	ACEITE MOTOR	37 L			

MUESTRA S.O.S.		SI (✓)	NO (X)
MOTOR			
TRANSMISION			
DIRECCION			
TANQUE HIDRAULICO			
DIFERENCIAL DELANTERO			
DIFERENCIAL POSTERIOR			
CLB. CORONA DELANT LH			
CLB. CORONA DELANT RH			
CLB. CORONA POST LH			
CLB. CORONA POST RH			
RADIADOR			

Simultáneamente a la cartilla de mantenimiento; se implementó una cartilla de captura de backlogs que es de gran importancia en la gestión, el cual, sirve para registrar alguna anomalía o desgaste prematuro en la maquinaria figura 27.

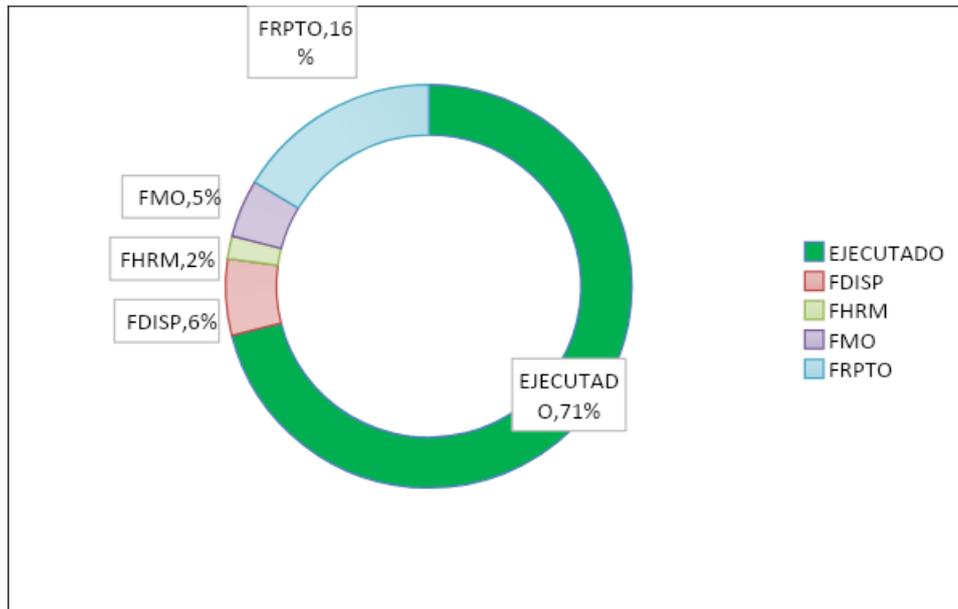
En tal sentido para verificar si hemos mejorado en el cumplimiento de nuestras actividades programadas realizamos una un primer sondeo antes de la implementación.

Figura 28. *Primer sondeo de cumplimiento del plan antes de implementación 2021.*



A continuación, en la figura 28 se logra observar que el cumplimiento del plan semanal promedio es de 71% que no alcanza al 100% del objetivo, analizamos el motivo de incumplimiento y se logramos identificar que el 16% de incumplimiento es por falta de repuestos e insumos para la ejecución, 6% por disponibilidad del equipo, 5% falta de mano de obra y el 2 % por falta de horas máquina para la ejecución tal y como se pude identificar en la figura 29.

Figura 29. *Motivos de incumplimiento de plan 2021.*



Al usar la técnica de Kaizen actuaos en sobre 16% de incumplimiento el cual es la falta de repuestos e insumos para la ejecución de PM y correctivos. Donde se identificó que el desabastecimiento de los repuestos e insumos era porque no se tenía monitoreado un plan de reposición de repuestos e insumos de alta rotación, por lo que se implementó un seteo de máximos y mínimos en SAP para qué de forma automática esta de alertas a almacén para la reposición inmediata. Figura 30.

Figura 30. *Maestro de máximos y mínimos.*

STRACON MASTER DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS 27/06/2022
1013 : RECRCIMIENTO PRESA DE RELAVES FASE VII
Planeamiento y Control de Equipos.

Rev 01_04/03/2022 Rev 02_27/06/2022

ITÉ	CODIGO SAP	DESCRIPCION DE MATERIALES	UM	MIN	MAX	MIN	MAX	CENTRO DE COS	PRORIDAL	TIPO DE CONSUMIBLE	Equipo
245	2000011385	GRASA MOBILGREASE XHP 322 MOBIL	KG	180	360	180	360	1013 - 0001	URGENTE	Consumible Lubricantes	General
250	2000011422	ACEITE MOBILTRANS HD 30W	GLN	201.52	302.28	201.52	302.28	1013 - 0001	URGENTE	Consumible Lubricantes	General
251	2000011423	ACEITE MOBIL DELVAC MX 15W/40	GLN	253.78	507.56	253.78	507.56	1013 - 0001	URGENTE	Consumible Lubricantes	General
253	2000011424	ACEITE MOBILTRANS HD 10W	GLN	166.9	333.8	166.9	333.8	1013 - 0001	URGENTE	Consumible Lubricantes	General
260	1000026038	ELEMENT CATERPILLAR 4915241	UN	5	7	5	7	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	336GC
270	2000011435	ACEITE MOBILTRANS HD 50	GLN	149.2	223.8	110	223.8	1013 - 0001	URGENTE	Consumible Lubricantes	General
273	1000027400	Cartucho separador de aceite SK 21/24 6.3792.2	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SK25
276	1000021794	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO 2138317 WIRT	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SP15
276	1000021792	FILTRO DE COMBUSTIBLE 2041593 WIRTGEN	UN	6	12	6	12	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SP15
281	1000027663	FILTRO AIRE PRIMAR FLEETGUARD AF26401	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	966H / 160K / D6T / D8T
282	1000027815	Filtro de aceite del compresor (Compresora) 6.3464.1	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	CO M70
284	1000003172	Elemento filtrante de aire (Compresora) 6.4566.0	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	CO M70
291	1000010014	FUEL FILTER BOMAG 05717966	UN	9	18	9	18	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	BW213DH-5 - BW219DH-5
293	2000015661	ACEITE SINTEITICO S-460 KAESER ANS460	GL	8	16	8	16	1013 - 0001	URGENTE	Consumible Lubricantes	CO M70
294	1000021793	FILTRO DE VENTILACION 14171 WIRTGEN	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SP15
296	1000027813	Elemento filtrante de aire (Motor Diesel) 6.3540.0	UN	3	6	3	6	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	CO M70
298	1000021788	FILTRO PRIMARIO DE AIRE 2142670 WIRTGEN	UN	3	6	3	6	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SP15
299	1000021791	PREFILTRO DE COMBUSTIBLE 1252404 WIRTGEN	UN	3	6	3	6	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SP15
300	1000020766	PRE-FILTRO COMBUSTIBL FLEETGUARD FS19946	UN	6	12	6	12	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	D155AX-6
305	1000021795	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO 74334 WIRTGE	UN	1	2	1	2	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	SP15
306	1000026040	ELEMENT AS CATERPILLAR 5221451	UN	5	7	5	7	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	336GC
307	1000015818	AIR FILTER DONALDSON P778979	UN	16	20	16	20	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	HILIGHTV5+
308	1000015819	AIR FILTER DONALDSON P780018	UN	16	20	16	20	1013 - 0001	URGENTE	Filtros y Sellos	HILIGHTV5+

De la misma forma se inició con el seguimiento de los backlogs emitidos para su compra o servicio asegurando que el material este en el tiempo correcto para la ejecución y cumplimiento del plan. Figura 31.

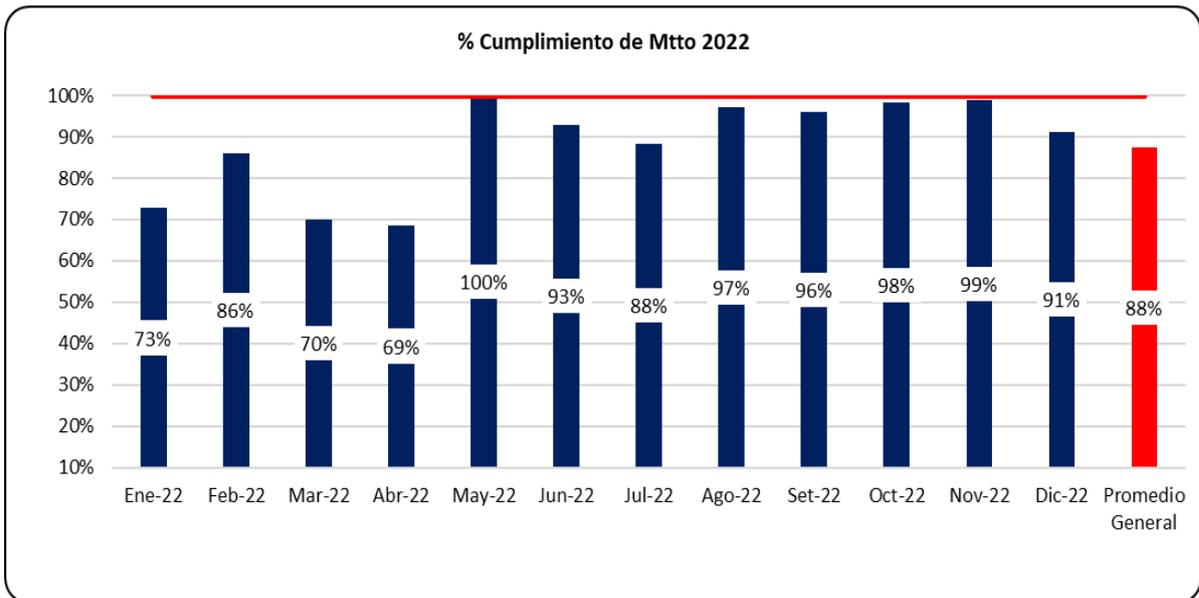
Figura 31. Control de backlogs.

FLOTA		CODIGO DE EQUIPO		STATUS MANTO				
TORRE DE ILUMINACION	TORRE-ILUMINACION	EX-00042	EX-00047	RO-00005				
TRACTOR SOBRE ORUGAS	(en blanco)	DIRECTA	AA-00001					
BACKLOG	CODIGO DE EQUIPO	NOMBRE DE BL	COD SAP	DESCRIPCIÓN	CANT	SOLPED	ORDEN DE COMPRA	STATUS MANTO
70179480	RO-00005	BL_REPARACION POR PRESENCIA DE FUGA EN R	1000032471	CLAMP BOMAG 05579352	8	2000015691	4500031161	7. Entrega parcial OC
70179480	RO-00005	BL_REPARACION POR PRESENCIA DE FUGA EN R	1000032472	CONNECTION PIPE BOMAG 05579435	1	2000015691	4500030463	7. Entrega parcial OC
70179480	RO-00005	BL_REPARACION POR PRESENCIA DE FUGA EN R	1000032663	VALVULA REGULADORA BOMAG 05579437	1	2000016449	4500031294	7. Entrega parcial OC
70187115	RO-00005	BL_CAMBIO DE TABLERO DE CABINA	1000032935	CARCASA DEL EVAPORADOR BOMAG 05579548	1	2000016964	4500031654	7. Entrega parcial OC
70187115	RO-00005	BL_CAMBIO DE TABLERO DE CABINA	1000029241	CARCASA DEL EVAPORADOR BOMAG 05579547	1	2000016964	4500031654	11. Entrega total OC
70190212	EX-00047	BL_CAMBIO DE PLACA DE DESGASTE	1000021856	ADAPTADOR HEX A200 3683849 CATERPILLAR	2	2000017073	4500031754	14. Atendido en parada
70192414	RO-00005	BL_CAMBIO DE CHAPA DE CONTACTO	1000033118	CONMUTADOR DIBATERIA KOMATSU 05766866	1	2000017536	4500032645	14. Atendido en parada
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033092	COVER KOMATSU 6743612112	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000018865	VALVE PRESSURE RELIEF KOMATSU 6731612151	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033093	VALVE KOMATSU 6742015117	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033094	GASKET KOMATSU 6743514430	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033095	GASKET KOMATSU 6742011080	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033096	PLUNGER KOMATSU 6742015202	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033097	SPRING KOMATSU 6743612150	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195401	EX-00042	BL_CAMBIO DE VALVULAS DE ENFRIADOR DE ACEITE	1000033098	PLUG KOMATSU 6742014220	1	2000017538	4500032635	6. Por atender OC
70195419	EX-00042	BL_CAMBIO DE TERMOSTATO POR RECALENTAMIENTO D	1000033099	SEAL RING KOMATSU 6746616230	1	2000017539	4500032637	7. Entrega parcial OC
70195430	EX-00042	BL_CAMBIO DE INYECTORES	1000032581	INJECTOR KOMATSU 6745123100	6	2000017540	4500032638	6. Por atender OC
70195430	EX-00042	BL CAMBIO DE INYECTORES	1000032585	GASKET KOMATSU 6743113230	6	2000017540	4500032638	6. Por atender OC

Con estos controles logramos revertir la falta de repuestos e insumos, mejorando paulatinamente nuestros indicadores de cumplimiento de plan tal como lo muestra la figura 32 donde a partir de mayo 2022 el cumplimiento estuvo sobre el 90%. Y en general alcanzamos un promedio de 88% siendo superior al % de cumplimiento 2021

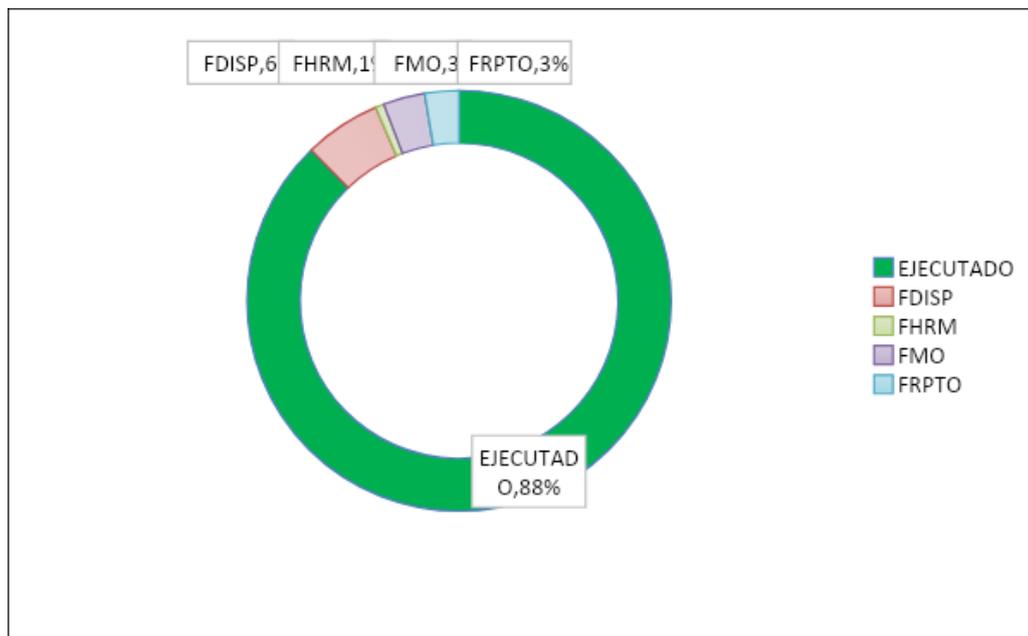
Figura 28.

Figura 32. Cumplimiento de plan 2022.



Así mismo evidenciamos la reducción de incumplimiento por falta de insumos siendo ahora solo un 2%.

Figura 33. *Motivos de incumplimiento de plan 2022.*



3.4.7 Planificación y programación de la ejecución del proyecto laboral

Tabla 11. Plan de elaboración de desarrollo de TPM.

Actividades	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22
Recopilación de información con la que cuenta el proyecto.	■							
Resultado y Analisis de primera medición de indicadores de gestión.		■						
Propuesta de implementación de TPM al Jefe de Equipos			■					
Analisis y a aprobación de propuesta de implementación de TPM				■				
Difusión de aplicación de TPM a asistentes de equipos y supervisores.					■			
Capacitación a asistentes de equipos basado en los objetivos de TPM						■		
Difusión de políticas y objetivos de TPM							■	
Desarrollo del programa.								■

3.4.8 Principales indicadores de evaluación

Disponibilidad Física:

La fórmula para el cálculo de disponibilidad que se mide mensualmente es la siguiente:

% Disponibilidad Física:

$$\frac{\text{Horas disponibles} - \text{Horas en reparación}}{\text{Horas disponibles}} \times 100$$

MTTR.

$$\frac{\text{Horas en reparación}}{\text{Nº de paradas}}$$

MTBS

$$\frac{\text{Horas Programadas} - \text{Horas en reparación}}{\text{Nº de paradas}} \times 100$$

% Utilización

$$\frac{\text{Horas efectivas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$$

% de cumplimiento de plan.

$$\frac{\text{Ordenes programadas} - \text{Ordenes no ejecutadas}}{\text{Ordenes programadas}} \times 100$$

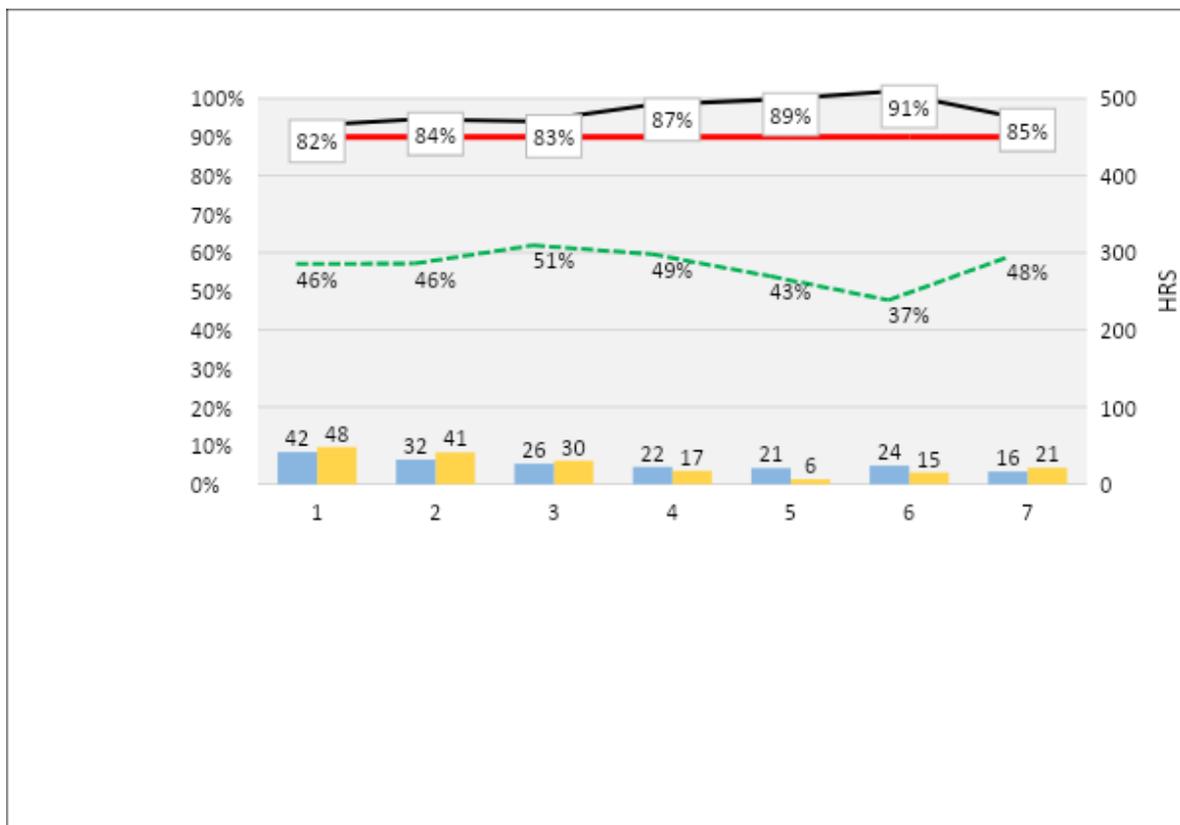
CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del diagnóstico de la situación problemática (presentación y análisis).

Para determinar la disponibilidad de la flota amarilla de la empresa se consideró la disponibilidad máxima de 90% determinada por el área de mantenimiento, cuya información se registra antes de la mejora basada en la metodología TPM durante el año 2021 y 2022 ya implementada, en la flota de camiones, excavadoras, motoniveladora.

CAMIONES VOLQUETE

Figura 34. Indicadores de disponibilidad en camiones volquetes 2021.



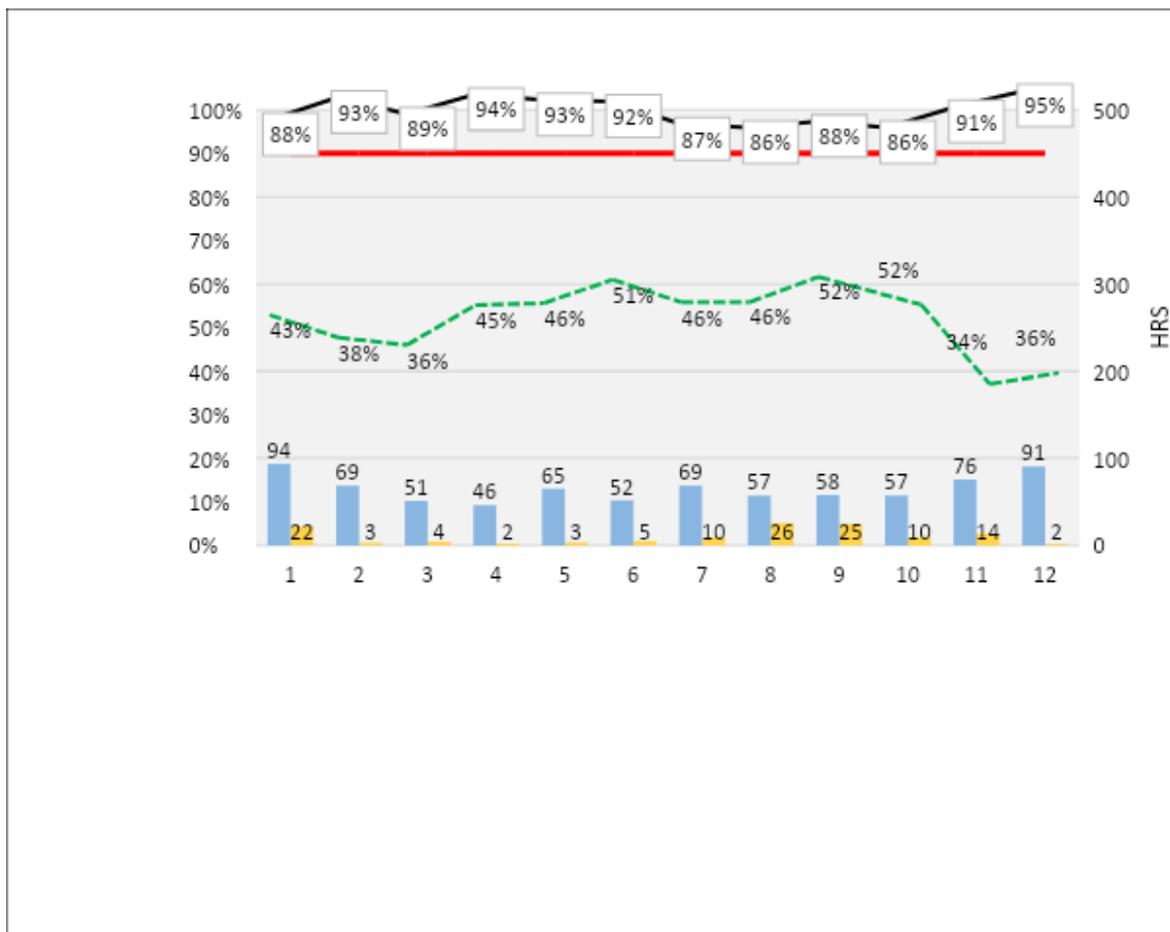
Nota: Elaboración propia 2022

En la figura 34 se puede visualizar que la disponibilidad en los camiones volquete no alcanzan el 90% llegando solo a un promedio de 86% de disponibilidad, también se visualiza el comportamiento del tiempo promedio entre fallas (MTBF) se mantiene en un promedio de

24 H mostrándonos que el equipo es poco confiable para la operación también teniendo una pérdida considerable en las valorizaciones ya que no se aplicaba correctamente la penalización por baja disponibilidad según contrato.

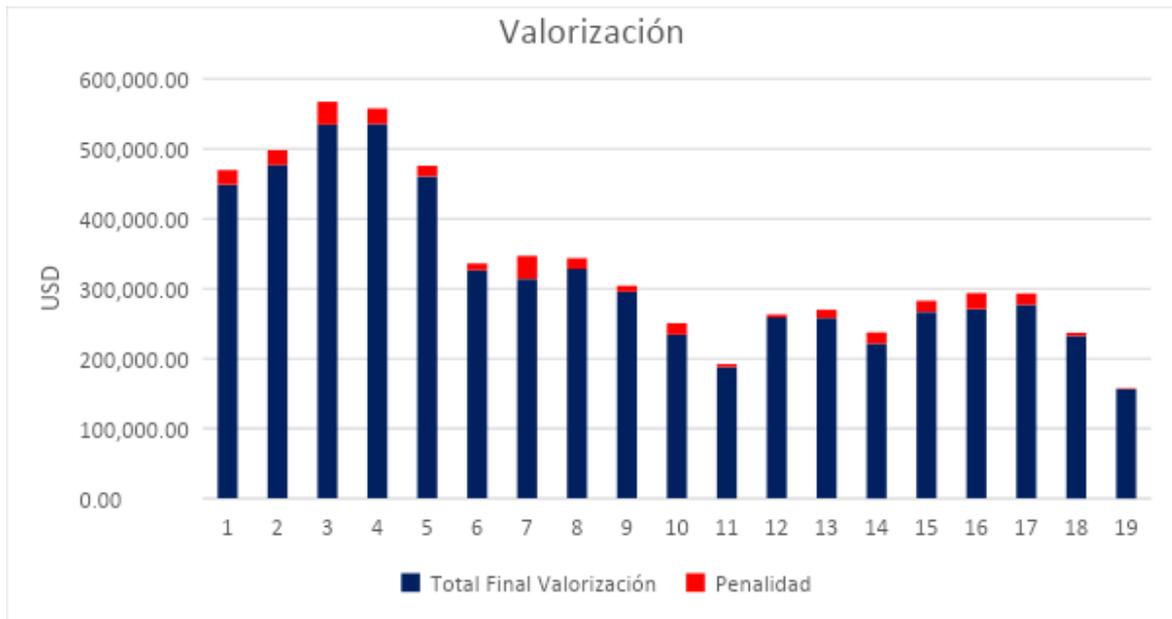
Ya para el periodo de 2022 con la implementación del TPM podemos apreciar una mejora en la disponibilidad figura 35 donde se alcanza un promedio de 90% de disponibilidad, alcanzando lo establecido por la empresa. También vemos la mejora en el tiempo promedio entre fallas (MTBF) teniendo un promedio de 66 h, así mismo se recopiló el contrato de cada propietario para evaluar las condiciones de contrato por la que iniciaron a aplicar en los periodos llegando a optimizar los costos para el proyecto.

Figura 35. Indicadores de disponibilidad en camiones volquetes 2022.



Nota: Elaboración propia 2022

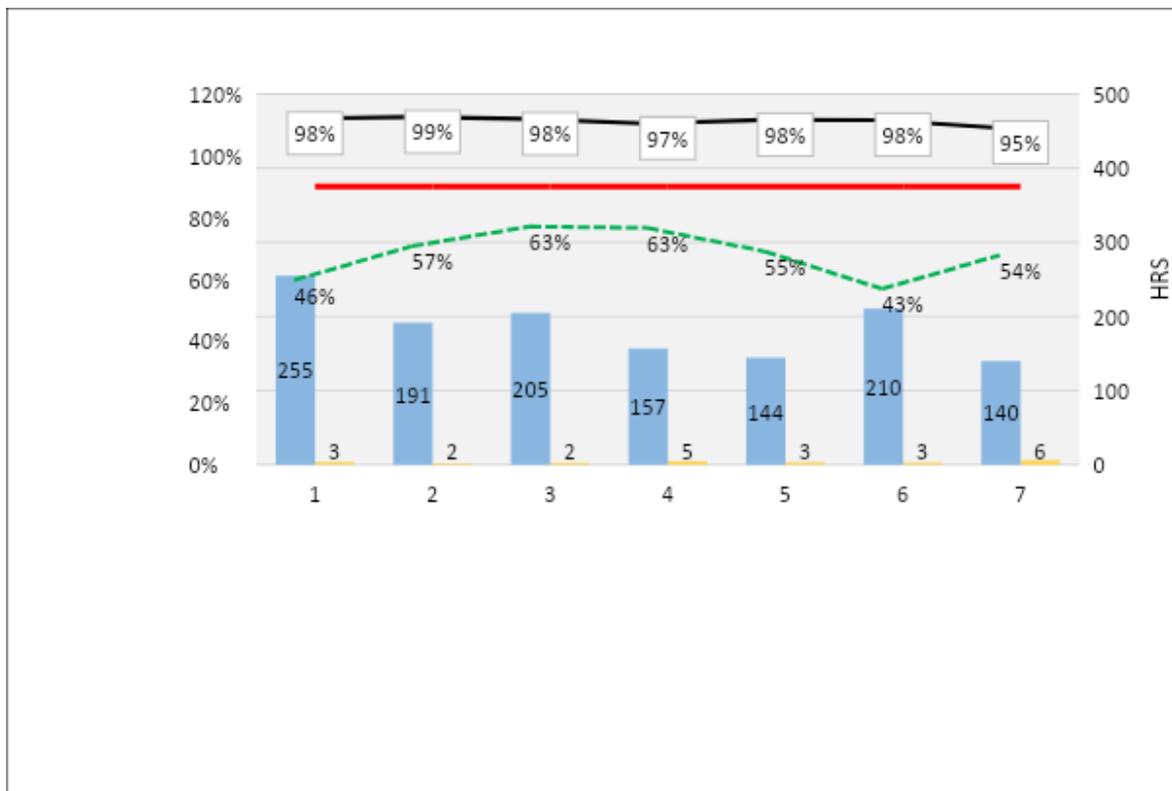
Figura 36. Indicador referencial de valorización camiones volquetes 2021 y 2022.



Nota: Elaboración propia 2022

EXCAVADORAS

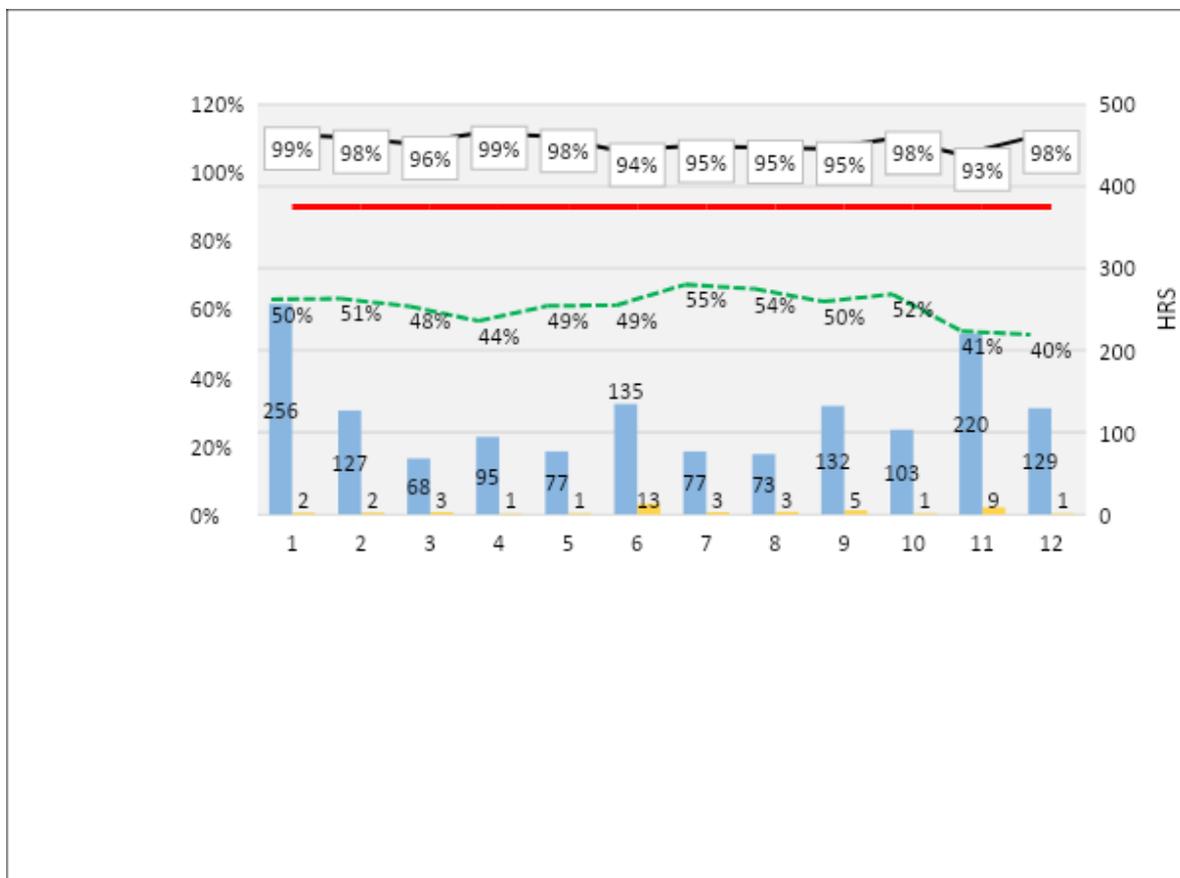
Figura 37. Indicadores de disponibilidad de excavadoras 2021.



Nota: Elaboración propia 2022

En el indicador de las excavadoras Figura 37 se pudo observar que no hay demasiada variabilidad debido a que la disponibilidad alcanzando un promedio general de 97% logrando un porcentaje mayor al 90% y esto se da debido a que los equipos son nuevos por lo que no presentaron dificultades en la operación, así logrando un tiempo medio entre fallas (MTBF) 184h

Figura 38. Indicadores de disponibilidad de excavadoras 2022.

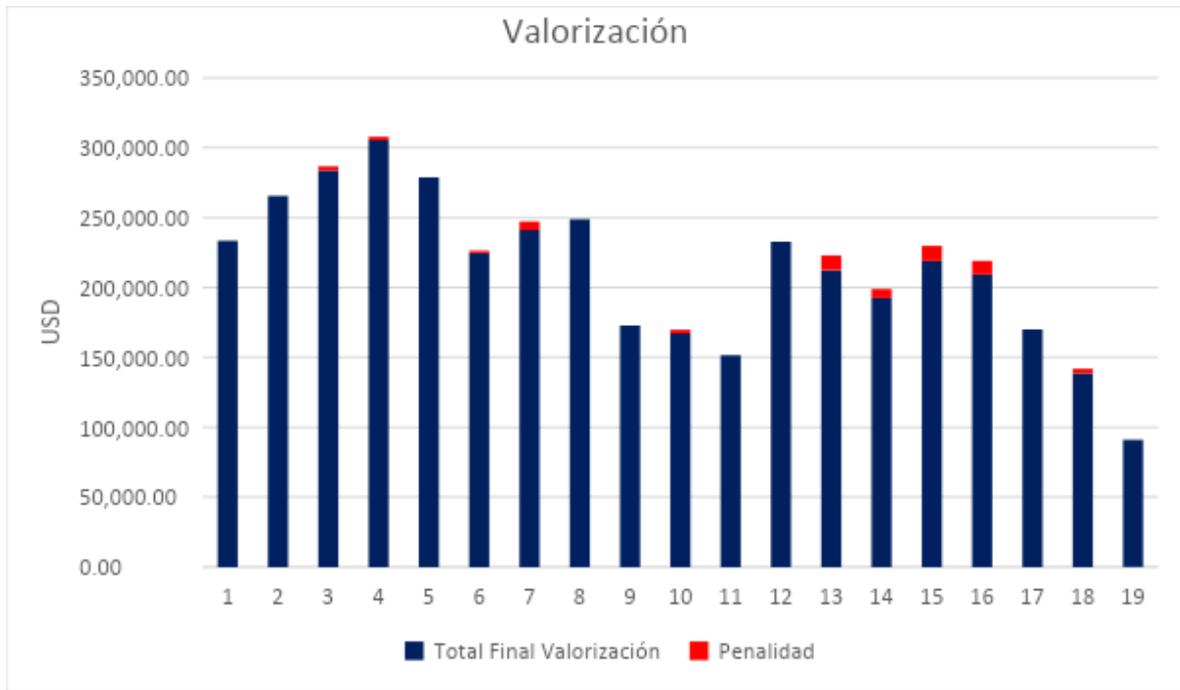


Nota: Elaboración propia 2022

Con la implementación del TPM se logra ver en la figura 38 que la disponibilidad de las excavadoras logra mantenerse sobre el 90%, sin embargo, el tiempo medio entre fallas (MTBF) bajo a 128h debido a que ya no se tratan de equipos nuevos, por lo que requieren

parar mayor tiempo por correcciones preventivas que harán que se amplie su vida útil del equipo.

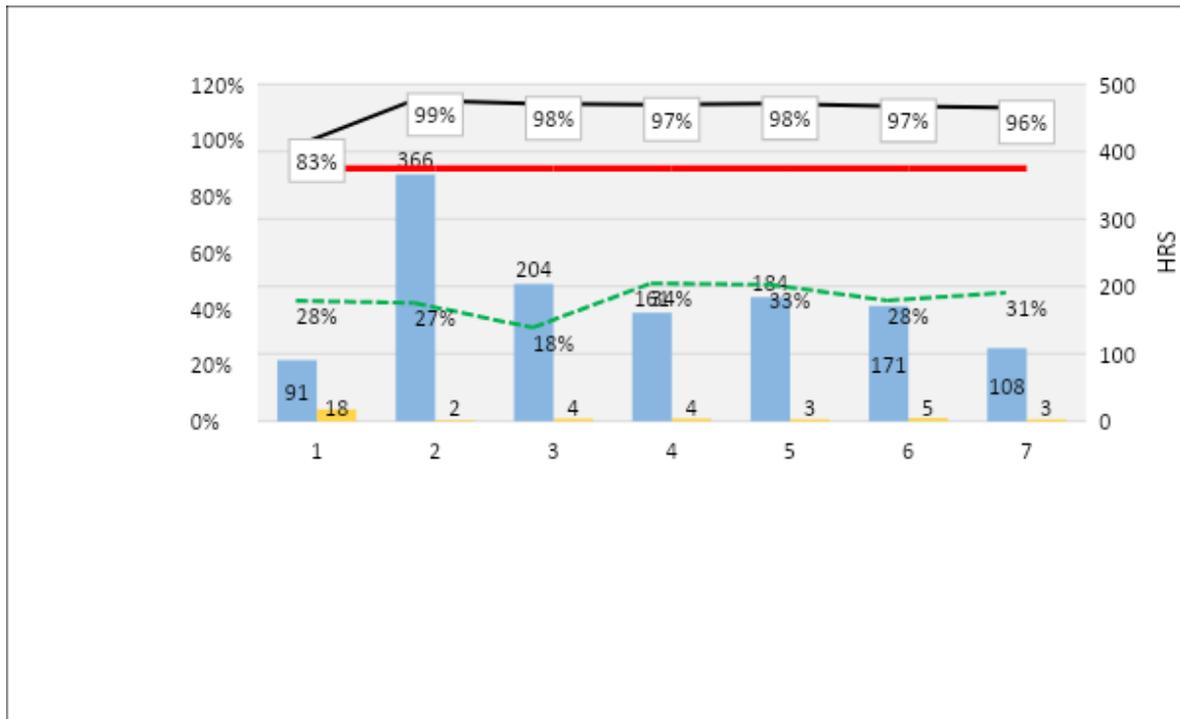
Figura 39. Indicador referencial de valorización excavadoras 2021 y 2022.



Nota: Elaboración propia 2022

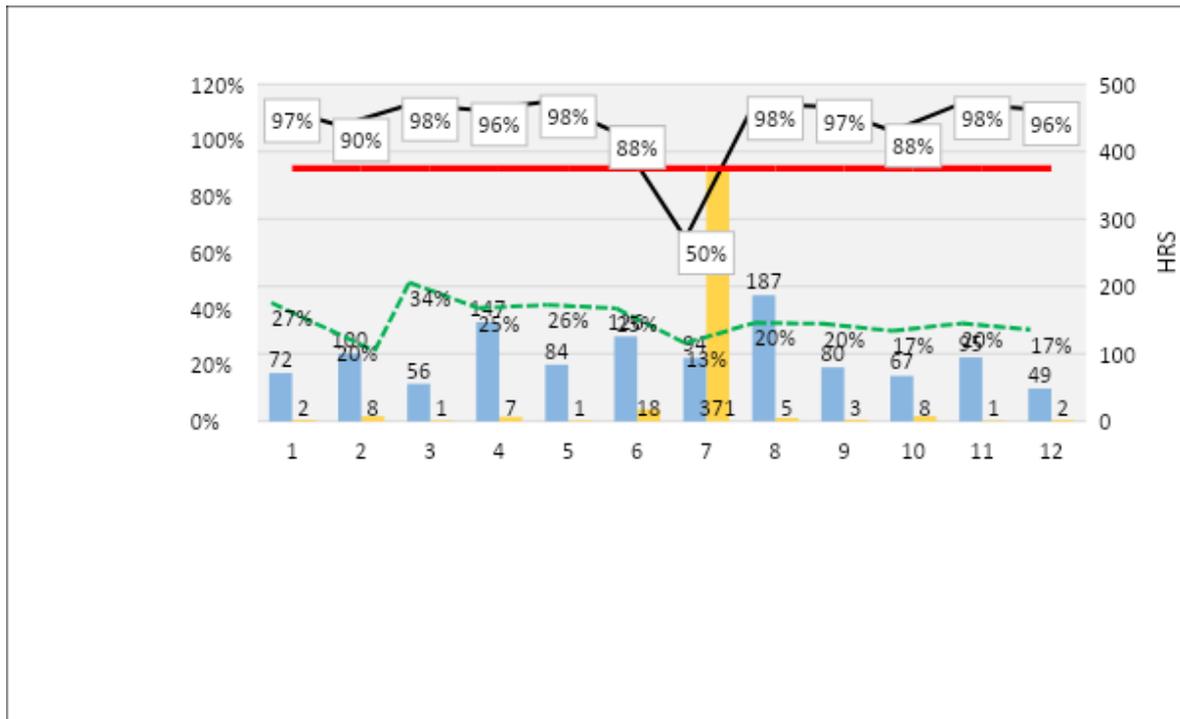
MOTONIVELADORA

Figura 40. Indicadores de disponibilidad de motoniveladoras 2021



Como es de apreciar en la figura 40, la disponibilidad durante el año 2021 en la motoniveladora se mostró en promedio 95% por encima de 90% de disponibilidad meta con un MTBF de 183.5 H en promedio. Con la implementación del TPM la disponibilidad se mantuvo en el rango de 91% superior al 90% y un MTBF de 96.4 figura 41, sin embargo, muy bajo con respecto al 2021 esto debido a que en el periodo de junio y julio 2022 se realizó una parada mayor por falla en el motor el cual afectó la disponibilidad y el MTBF.

Figura 41. Disponibilidad de motoniveladora 2022.



Nota: Elaboración propia 2022

4.2. Resultados de la aplicación de la mejora en el proyecto laboral

Se realizó una junta con los miembros del área, con el propósito de instituir un comité de gestión de mantenimiento, equipo que quedó conformado líderes de grupos. A partir de un diagnóstico de la situación, se establecieron políticas de mantenimiento que consistieron en:

- Maximizar la disponibilidad de las unidades de maquinaria pesada, implicando a todos los colaboradores del área.
- Contar con equipos de labores calificados altamente, a fin de contar con resultados de calidad en el trabajo de mantenimiento de las unidades de maquinaria pesada.
- Impulsar el desarrollo de personal competente, logrando que se identifiquen al máximo el número de errores que perjudican la disponibilidad de la maquinaria pesada.
- Favorecer que el personal del área pueda sentirse implicado en la mejora de la disponibilidad de la maquinaria por medio de un plan de mantenimiento.

Para ello, se realizaron capacitaciones que por la pandemia fueron remotos y unos alcances de refuerzo en reuniones semanales, lo que hizo posible actualizar los conocimientos de los técnicos de mantenimiento para mejorar la ejecución de sus actividades, con miras al desarrollo de la empresa. Con ello, se buscó brindar a los colaboradores favorecer su crecimiento personal y de equipo para alcanzar la eficiencia deseada en la disponibilidad de la maquinaria pesada.

Figura 42. Actividad de capacitación para la implementación del proyecto.



Figura 43. Campaña de limpieza por día del medio ambiente.



Figura 44. *Compartir con los técnicos y líderes de mando.*



4.3. Impacto de la aplicación de la mejora en la empresa o en el entorno donde se desarrolla el proyecto

La mejora efectuada en el área hizo posible que se incrementasen los indicadores de disponibilidad, con lo que se obtuvieron beneficios económicos y laborales, puesto que con mayor disponibilidad se logró mayor porcentaje de utilización.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se determinó que con el desarrollo de la implementación de TPM se mejoró la disponibilidad de los equipos pesados. En la flota de camiones volquetes se alcanzó un porcentaje de disponibilidad de 86% a 90% también, mejoró el MTBF de 24h a 66h, en el caso de la flota de excavadoras la disponibilidad antes de la implementación de TPM era de 97% y un MTBF de 184 h debido a que eran equipos nuevos, sin embargo, a la implementación del TPM este indicador bajo encontramos una disponibilidad de 96% y un MTBF de 128 h debido a que en este escenario los equipos ya no son nuevos y están bordeando las 6000 horas maquina pero aun así con el TPM se siguió manteniendo la disponibilidad sobre el 90% y por último la flota de motoniveladoras se tuvo una caída de disponibilidad de 95% a 91% y un MTBF de 183h a 96.4h esto debido a que el equipo ya bordeaba las 15,000 horas maquina y el motor inicio a fallar esto debido a falta de PM y monitoreo de condiciones en el equipo por horas máquina.

En el diagnóstico de la flota de equipos pesados se concluye que el sistema de mantenimiento preventivo es muy importante para la vida útil de la maquinaria por lo que el desarrollo de una buena gestión de mantenimiento inicia con tres controles básicos que es el plan de mantenimiento y cumplimiento, repuestos eh insumos disponibles para la ejecución del plan, captura de backlogs y por último no menos importante un mantenimiento predictivo siendo el común el análisis de aceite de cada compartimento.

Luego de la aplicación de TPM y de la experiencia desarrollada, concluyo que el mantenimiento productivo total incluye mejoras en conjunto sumándose ahorros de consideración a las operaciones.

Lecciones Aprendidas:

Entre las lecciones aprendidas durante esta experiencia profesional figuran el conocimiento del proceso de mantenimiento para maquinaria pesada, sistemas de información y tecnologías para la medición de la condición de los equipos, así como métodos y técnicas para la elaboración de propuestas de mejora a fin de optimizar las decisiones del mantenimiento considerando la normalización de éstos y la participación de un equipo multidisciplinario que empuje el desarrollo de la implementación, alcanzando el adecuado cumplimiento de los objetivos estipulados.

Así mismo el entrenamiento y la capacitación para ejecutar y desarrollar las actividades donde el ámbito laboral de los colaboradores debe ser orientados al desarrollo de sus habilidades y destrezas que faciliten la mejora del TPM.

Recomendaciones

- Se deberá mejorar en la estandarización de formatos y reportes en la empresa de Stracon S.A puesto que esta información es importante para que otros proyectos tengan procedimientos y formatos de trabajos ya establecidos.
- Se recomienda capacitaciones semestrales a los supervisores en flota de maquinaria pesada enfocada al cuidado de los activos, liderazgo y mejora continua.
- Se sugiere también desarrollar reuniones mensuales con el equipo de trabajo donde se muestre los logros alcanzados y los puntos a mejorar con el objetivo de conocer las perspectivas de los colaboradores y las propuestas de mejora continua.
- Se recomienda promover y difundir a otros proyectos la importancia de TPM en las maquinaria pesada y liviana, tomándose como referencia los adelantos logrados en la empresa.

Competencias

Aplicada la experiencia profesional, dentro de las competencias adquiridas se encuentra:

- **Liderazgo y Comunicación:** En el desarrollo del proyecto de TPM donde mantener una escucha activa con el equipo de trabajo es tener una clara visión hacia el objetivo que se desea alcanzar, donde la comunicación coherente y eficaz nos da la capacidad de aceptar los errores y aprender de nuevas situaciones o experiencias en los diversos niveles de la organización.
- **Planificación y Organización:** Al establecer el plan de mantenimiento y organizar las solicitudes de los recursos para su ejecución de este, se obtuvo un mayor control sobre las actividades lo que permitió alcanzar uno de nuestros objetivos que era el cumplimiento y la realización del plan en los plazos establecido. También ayudo a disminuir riesgos e incertidumbre estableciendo compromisos entre los miembros del equipo para la mejora de TPM
- **Análisis de Indicadores:** Competencia fundamental que ayuda a elevar el desempeño empresarial para la toma de decisiones acertadas y oportunas como se realizó en el presente trabajo que ayudo a identificar los puntos débiles que afectaban la disponibilidad de los equipos para la producción. Mediante el resultado de estos indicadores se aplicó el uso de las herramientas de gestión como 5s, Kaizen, Ishikawa entre otras mejorando así la disponibilidad en los equipos pesados.
- **Trabajo en Equipo:** El compartir situaciones de convivencia diarias, nuevas ideas y dar soluciones en equipo, ayudo a la motivación de realizar un trabajo seguro y de calidad aumentando el sentido de pertenencia hacia los trabajadores para así lograr los objetivos del proyecto, fomentando un espíritu colaborativo, desarrollo de habilidades y el compromiso para la mejora de procedimientos existentes.

REFERENCIAS

- Aguirre, R. (2014). *Mejora continua*. Tamaulipas.
- Alarcón, J. C. (2017). *Modelo de mejora continua basado en procesos y su impacto en la calidad de los servicios que perciben los clientes de la empresa de servicios ServiFreno de la ciudad de Quito – Ecuador*. Tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de: <https://industrial.unmsm.edu.pe/upg/archivos/TESIS2018/DOCTORADO/tesis11.pdf>
- Andrade, A. M.; Del Río, C. y Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, 30 (3), 83-94.
- Cáceres, O. A. y Gamez, J. J. (2019). *Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, Empresa JCB Estructuras S.A.C., 2019*. Tesis de la Universidad Ricardo Palma. Recuperado de: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Concepción, J. A. y Ferrer, J. A. (2019). *Implementación de mejoras basadas en la metodología Deming para incrementar la productividad del proceso de mecanizado en la Empresa Infufer SAC*. Investigación de la Universidad Privada del Norte.
- Cuatrecasas, Ll. y Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno de Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial.
- dos Reis, M.D.O., Godina, R., Pimenel, C., Silva, F.J.G., y Matias, J. c. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing* 38, 908-915.
- Fernández, E. (2018). *Tecnologías marinas y mantenimiento*. Tesis de la Universidad de Oviedo. Recuperado de:

<http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47868/1/Gesti%C3%B3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf>

Gutarra, F. (2015). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental.

Maldonado, A. K., Ysique, S. B. y Sotomayor, G. S. (2017). Sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para aumentar la productividad en una empresa. *INGnosis*, 3 (2), 390-399. Recuperado de: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INGnosis/article/view/2051/1737>

Maldonado, A. K. e Ysique, S. B. (2017). *Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamérica S.A.C.-Lambayeque 2016*. Tesis de la Universidad Señor de Sipán. Recuperado de: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4069/TESIS-FINAL-MALDONADO-YSIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mallía (2019). *Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la Planta de producción de agua potable de Guayaquil identificando la criticidad de los equipos del proceso productivo y enfocado en la técnica T.P.M.* Tesis de la Universidad de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41721/1/PROYECTO%20TITULACION%20JOHNNY%20MALLIA.pdf>

Mayorca, R. J. (2019). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una pyme utilizando el RCM*. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625619/MAYORCA_A.R.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Palomino, J., Hening, J. y Echevarría, V. R. (2017). Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú. *Quipukamayoc*, 25 (47), 95-101.

- Piñero, E. A.; Vivas, F. E. y Flores, L. K. (2018). Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 6 (20), 99-110.
- Real, M. F. (2020). *Plan de mejora basado en Lean-Kaizen para el proceso de producción de un lubricante de PVC en una empresa de la industria colombiana*. Investigación de la Fundación Universidad de América. Recuperado de: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7867/1/683391-2020-I-GC.pdf>
- Relayze, A. J. (2019). *Optimización en el sistema de control de producción en una fábrica de hielo industrial en bloques utilizando las herramientas ciclo Deming y Smed*. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625744/relayze_ea.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Soto, V. A. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento para la flota naviera de la empresa Frasal S.A., Puerto Montt, Chile*. Tesis de la Universidad Austral de Chile. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcis718d/doc/bpmfcis718d.pdf>
- Supriana, A., Singgih, M.L., Kurniati, N., Widodo, E. (2016). Preventive Maintenance Strategies: Literature Review and Directions. *The 7th International Conference on Operations and Supply Chain Management 2016, Phuket Thailand*, 1-13. <https://www.moseslsinggih.org/wp-content/uploads/2017/01/2016-Supriatna.-A.-M.-L.-Singgih.-N.-Kurniati.-PREVENTIVE-MAINTENANCE-STRATEGIES-LITERATURE-REVIEW-AND-DIRECTIONS.pdf>
- Villena, A. O. (2017). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora*. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.

ANEXOS

Anexo N° 1.Reconocimiento por Antaminan por responsabilidad y eficiencia 2022


Compañía Minera Antamina S.A.

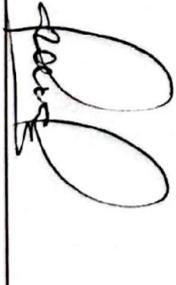
Reconocimiento

Otorgado a

Isabel Luz, Lazaro Valer

La Vicepresidencia de Ingeniería y Proyectos de la Compañía Minera Antamina S.A., extiende a usted el presente reconocimiento por su destacado desempeño en el puesto de Planeadora de Equipos, en el rubro de la construcción demostrando dedicación, responsabilidad y eficiencia, en el SSEE STRACON.

Yanacancha, 11 de octubre del 2022

 Pedro Rodriguez Vicepresidente de Ingeniería y Proyectos	 Raul Capcha De La Cruz Superintendente de Construcción Vicepresidencia de Ingeniería y Proyectos	 Ronal Romainville Ingeniero Sr. de Seguridad Industrial Vicepresidencia de Ingeniería y Proyectos
---	---	--

Anexo N° 2. Diploma en proceso y mejora continua 2023.



La Escuela de Posgrado y Estudios Continuos

Confiere este Diploma a:

ISABEL LUZ LAZARO VALER

Por haber aprobado y concluido satisfactoriamente el

**DIPLOMADO EN PROCESOS Y MEJORA CONTINUA CON MENCION EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL
EMPRESARIAL**

Con un total de 262 horas teóricas y 294 horas prácticas totalizando 25.6 créditos,
realizado del 13 de Agosto de 2022 al 29 de Abril de 2023

Trujillo El Molino, 9 de Junio de 2023


Jaime Zarate Aguilar
Director de la Escuela de Posgrado y Estudios Continuos (E)


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
DOCUMENTO DIGITAL
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Documento Emitido con firma electrónica avanzada por la Universidad Privada del Norte (Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales), y en conformidad a lo dispuesto en artículo 141-A.- Formalidad del Código Civil: En los casos en que la ley establezca que la manifestación de voluntad deba hacerse a través de alguna formalidad expresa o requiera de firma, esta podrá ser generada o comunicada a través de medios electrónicos, ópticos o cualquier otro analógico. Para comprobar su autenticidad, verificar a través del código de barras, código QR o el link: <https://solicitudes.upn.edu.pe/verificar/>

Página 1 de 2



Folio: 8081054
ID Estudiante: N00098662



Anexo N° 3. Certificado de Tecnico Mecanico de Maquinaria Pesada 2008

SENATI
DIRECCIÓN ZONAL
JUNÍN - PASCO
HUANGAVELICA

REPÚBLICA DEL PERÚ
El Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial
CERTIFICA

Que **LAZARO VALER, ISABEL LUZ**
ha obtenido la Calificación Profesional de TÉCNICO - NIVEL OPERATIVO
en la carrera de **MECANICO DE MAQUINARIA PESADA**
en mérito de haber concluido su formación profesional en el Programa de APRENDIZAJE DUAL.
Unidad Operativa **CERRO DE PASCO**

CERRO DE PASCO, 13 de **SETIEMBRE** del **2008**





Jefe de la Unidad Operativa
Ruddy MELGAR QUISPE
Jefe C.F.A. CERRO DE PASCO


Director Zonal
Ing. Victor Urbano Durand
DIRECTOR ZONAL
JUNÍN - PASCO - HUANCAVELICA
SENATI

Anexo N° 4. Cestificado de por analisis de datos con Power BI y SQL Server 2019

CCL | ASOCIADO
CÁMARA DE COMERCIO - LIMA



SITI PERÚ
SISTEMAS
INTEGRALES TI
FORMACIÓN EN ANALYTICS & BI

CERTIFICADO

Otorgado a:

ISABEL LUZ LAZARO VALER

*Por haber participado en el
taller de:*

**ANÁLISIS DE DATOS CON
POWER BI Y SQL SERVER**

*Con una duración de
4 horas académicas*



[Signature]
Lic. Arturo Huanca Q.

13 de Diciembre del 2019

Anexo N° 5. Diploma supervisor calificado en operación segura de equipos de Izaje y
Maquinaria 2017



PE-29707-17

Este Diploma Certifica que:

LÁZARO VALER, ISABEL LUZ

Ha asistido al Curso:

**“SUPERVISOR CALIFICADO EN OPERACIÓN
SEGURA DE EQUIPOS DE IZAJE Y MAQUINARIA”**

El día 03 de Octubre del 2017

En la ciudad de Lima – Perú

(08 Horas)


Jorge Luis Salazar Murua

Instructor

ABS GROUP DEL PERÚ S.A.C.




Ing. Victor Milton Martinez Toriz

Regional Manager

ABS GROUP DEL PERÚ S.A.C.

ABS-0664-17-02


ABS Group