

NOMBRE DEL TRABAJO

TSP_Miguel Castro_2023.pdf

AUTOR

Miguel Castro

RECUENTO DE PALABRAS

13774 Words

RECUENTO DE CARACTERES

79843 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

76 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.2MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 27, 2024 5:42 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 27, 2024 5:43 PM GMT-5

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	Castro Puma, Miguel Angel
D.N.I.:	73627168
Otro Documento:	-
Nacionalidad:	Peruana
Teléfono:	904403233
e-mail:	2013200243@untels.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico:	Trabajo de Suficiencia Profesional
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Mecánico Electricista

Postgrado

Universidad de Procedencia:	- - -
País:	- - -
Grado Académico otorgado:	- - -

Datos de trabajo de investigación

Título:	"Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la excavadora CAT 374DL de 358 kW para una empresa en el rubro de alquiler de equipos pesados".
Fecha de Sustentación:	16 de diciembre del 2023
Calificación:	Aprobado Unanimidad
Año de Publicación:	2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

Castro Puma Miguel Angel

APELLIDOS Y NOMBRES

73627168

DNI


Firma y huella:



Lima, 15 de Marzo del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT 374DL DE 358 kW
PARA UNA EMPRESA EN EL RUBRO DE ALQUILER DE
EQUIPOS PESADOS”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CASTRO PUMA, MIGUEL ANGEL

ORCID: 0009-0002-0018-608X

ASESOR

PUMA CORBACHO, SOLIN EPIFANIO

ORCID: 0000-0003-4614-8169

Villa El Salvador

2023



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador, siendo las 10:55 horas del día 16 de diciembre, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	:	MG. CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO	C.I.P. N° 96353
Secretario	:	MG. SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO	C.I.P. N° 224387
Vocal	:	MG. ROLANDO PAZ PURISACA	C.I.P. N° 186976

Designados con Resolución de Decanato N° 984-2023-UNTELS-R-D, de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur"; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: "La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...", en el cual;

El Bachiller: **MIGUEL ANGEL CASTRO PUMA**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT 374DL DE 358 KW PARA UNA EMPRESA EN EL RUBRO DE ALQUILER DE EQUIPOS PESADOS"

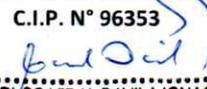
Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición Aprobado Unánimemente Equivalencia Buena de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 11:30 del día 16 de diciembre del 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.


.....
Solin Epifanio Puma Corbacho
INGENIERO MECÁNICO
CIP. N° 224387

SECRETARIO
MG. SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO
C.I.P. N° 224387

PRESIDENTE
MG. CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
C.I.P. N° 96353

.....
CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP: N° 96353


.....
ROLANDO PAZ PURISACA
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 186976
VOCAL
MG. ROLANDO PAZ PURISACA
C.I.P. N° 186976

Nota: Art. 14° - La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

DEDICATORIA

El proyecto está dedicado a Dios, quien me guía en todo momento y a mi familia. A mis padres que siempre me enseñaron a seguir mis metas con mucha perseverancia, dedicación y valorar que todo esfuerzo tiene su recompensa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanos, por su apoyo y paciencia que son las personas más importantes en mi vida. Agradezco a mi asesor, por brindarme su tiempo, consejos, experiencia y conocimiento durante el desarrollo del proyecto. Agradezco a los revisores, por sus sugerencias y recomendaciones para mejorar este trabajo de suficiencia profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	iv
LISTADO DE FIGURAS.....	vi
LISTADO DE TABLA	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1 Contexto	3
1.1.1 Descripción de la empresa.....	3
1.1.2 Misión	3
1.1.3 Visión.....	3
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	4
1.2.1 Delimitación temporal	4
1.2.2 Delimitación espacial	4
1.3 Objetivos.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.2.1 Antecedentes Nacionales	6
2.2.2 Antecedentes Internacionales.....	8
2.2 Bases teóricas	10
2.2.1 Concepto de Gestión de Mantenimiento	10
2.2.2 Planeación y programación del mantenimiento	12
2.2.3 Control del Mantenimiento.....	14
2.2.4 Indicadores de gestión de mantenimiento.....	16
2.2.5 Tipos de mantenimiento	19
2.2.6 Mantenimiento Productivo Total.....	24
2.3 Definición de términos básicos.....	29
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	34
3.1 Determinación y análisis del problema	34
3.1.1 Determinación del problema	34

3.1.2	Análisis del problema.....	36
3.2	Modelo de solución propuesto.....	39
3.3	Resultados.....	44
	CONCLUSIONES	47
	RECOMENDACIONES	48
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXO.....	53

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización de San Martín Contratistas Generales S.A.....	12
Figura 2. Sistema de mantenimiento	20
Figura 3. Proceso de control - caso genérico	23
Figura 4. Proceso de control de la eficacia del mantenimiento	24
Figura 5. Implementación del mantenimiento preventivo.....	28
Figura 6. Técnicas predictivas	31
Figura 7. Tendencia de un valor de amplitud de vibración de un cojinete.....	31
Figura 8. Interacción entre la diversidad de componentes y la cantidad de producción según el tipo de sistema de fabricación	34
Figura 9. Pilares del TPM	37
Figura 10. Disponibilidad de la excavadora CAT374DL-A, del Año 2021.....	44
Figura 11. Diagrama de Ishikawa para la baja disponibilidad de excavadoras CAT374DL	46
Figura 12. Modelo de plan de mantenimiento preventivo	50

LISTADO DE TABLA

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo	29
Tabla 2. Indicadores a identificar en cada etapa del mantenimiento preventivo....	50
Tabla 3. Valores de MTTR correspondientes a los años 2021 y 2022.....	52
Tabla 4. Disponibilidad de las excavadoras CAT 374DL después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo.....	53

RESUMEN

Este trabajo de suficiencia profesional se centra en la aplicación de un nuevo plan de mantenimiento preventivo para excavadoras CAT 374DL, utilizados en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.; que según datos históricos del año 2021, estas excavadoras han mostrado tasas de disponibilidad anuales promedio del 80%; lo que sugiere un patrón de deficiencias en las prácticas de mantenimiento con el modelo utilizado en aquel entonces. En ese sentido los objetivos de este trabajo de suficiencia es determinar el modelo de un nuevo plan de mantenimiento preventivo que mejore la disponibilidad de excavadoras CAT 374DL de 358 kW; Además determinar cómo afecta la precisión y el detalle en la carga de horas trabajadas en las órdenes de trabajo (OT) a la eficiencia del plan de mantenimiento de excavadoras CAT 374DL; y determinar el impacto del plan de mantenimiento preventivo propuesto en la reducción del tiempo medio entre fallas (MTBF) de excavadoras CAT 374DL. Se logró identificar que el nuevo modelo de plan de mantenimiento preventivo, fue desarrollado a partir de realizar el análisis causa raíz al proceso de mantenimiento. Este nuevo modelo comprende etapas relevantes, como la planificación, supervisión, seguimiento y control, así como una etapa de mejora continua. Al aplicar este modelo llevo a concluir que se logró determinar que la precisión en el registro de horas trabajadas en las OT contribuye a mejorar significativamente en la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo, en un 39.56%. Con lo cual se consiguió reducir el tiempo medio entre fallas (MTBF), de las excavadoras. Así también se concluye que el impacto del plan de mantenimiento preventivo propuesto en la reducción del tiempo medio entre fallas (MTBF) resultó ser significativo, ya que contribuyó a un aumento en 12.3% la disponibilidad promedio en las excavadoras CAT 374DL. Esta estrategia de mantenimiento no solo mejora la confiabilidad de las máquinas, sino que también contribuye a la eficiencia operativa y a la rentabilidad de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

INTRODUCCIÓN

Para las organizaciones resulta imperativo concentrarse permanentemente en mejorar la productividad y la disminución de gastos; por lo que es crucial la implementación de técnicas que optimicen la eficacia y el desempeño de sus procesos, con el objetivo de preservar y potenciar su capacidad competitiva, a la vez que se asegura una producción sustentable (Santiago, Zeláda, & Macasi, 2023). Por otro lado, la creciente competencia y la obligación de cumplir con estándares de calidad más elevados han hecho esencial que las compañías adopten estrategias de mantenimiento para optimizar y asegurar la fiabilidad de su maquinaria y equipo (Cangalaya & Alcalá, 2023).

Por consiguiente, el mantenimiento preventivo cobra relevancia crucial en el ámbito industrial, no solo para extender la durabilidad de la maquinaria, sino también para reforzar la seguridad laboral como un valor constante en el proceso productivo; por lo que elevar la eficiencia operativa del 40% al 50% mediante la inversión en mantenimiento, resulta aconsejable ya que dicha inversión se verá reflejado en beneficios a corto y mediano plazo (Cárdenas-García, Guevara-Castro, Miñan-Olivos, Valderrama-Puscan, & Rivera-Ramírez, 2023). El concepto de mantenimiento preventivo se basa en la anticipación de fallos en la maquinaria mediante la programación de reemplazos y reparaciones antes de que ocurran los problemas; esto se facilita por medio del conocimiento detallado de las características técnicas de los equipos, información que generalmente se encuentra disponible en los manuales de los mismos (Alavedra, y otros, 2016).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la eficacia de la gestión del mantenimiento preventivo está reflejada por un conjunto de métricas tales como la fiabilidad, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, los cuales buscan mejorar la precisión en la toma de decisiones para reducir gastos operativos e incrementar la vida operativa de las máquinas (Ortega & Verona, 2014). En base a lo señalado la eficacia y rapidez con que se gestione el mantenimiento resulta crucial para asegurar una respuesta ágil y efectiva, así como para disponer de datos e información en el momento adecuado; de tal forma que si la adquisición de estos datos e información no es puntual ni apropiada, pierden su utilidad para

implementar decisiones proactivas que prevengan la escalada de los problemas (Zegarra, 2016).

Además, el indicador disponibilidad de una máquina refleja la proporción de tiempo que este, está en condiciones operativas dentro del total deseado para su funcionamiento; por lo que para incrementar la disponibilidad de un equipo se requiere minimizar las interrupciones de su servicio, lo cual se puede lograr mediante la mejora en la gestión administrativa, procedimientos operativos, selección y formación del personal (Tacanga, 2020). En la evaluación de disponibilidad, se excluyen intencionadamente las detenciones programadas para mantenimiento o las interrupciones debidas a pausas en la producción, considerando únicamente los periodos afectados por fallos técnicos; la disponibilidad se cuantifica en una escala de 0 a 1; y puede ser optimizado incrementando la fiabilidad, lo cual extiende el intervalo medio entre fallos, o mejorando la mantenibilidad, reduciendo así el tiempo medio necesario para llevar a cabo las reparaciones (Martínez & Carbonell, 2020).

En este sentido, este trabajo de suficiencia profesional describe la aplicación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de excavadoras CAT 374DL de 358 kW para una empresa en el rubro de alquiler de equipos pesados. Por lo cual se organiza a través de tres capítulos. El primer capítulo detalla los elementos básicos y pone énfasis en el entorno organizacional donde se implementará el plan de mantenimiento preventivo, especificando la visión y misión de la empresa, las limitaciones de tiempo y lugar, así como las metas que guiarán este proyecto de suficiencia profesional. El segundo capítulo expone los antecedentes tanto nacionales como internacionales que apoyan y fundamentan la solución sugerida, en relación con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las excavadoras CAT 374DL de 358 kW. Aquí también se explican las teorías que sirven de fundamento para elaborar el plan de mantenimiento mejorado. El tercer capítulo se ocupa de identificar y examinar el problema que impulsó la creación de la propuesta de mejora. Para luego presentar los resultados alcanzados, finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto

1.1.1 Descripción de la empresa

San Martín Contratistas Generales S.A. se dedica a una diversidad de servicios en el sector de la construcción, incluyendo el desarrollo de proyectos civiles e infraestructurales, así como iniciativas en energía hidroeléctrica y minería. La compañía es reconocida por su habilidad para planificar, ejecutar y mantener proyectos de gran envergadura. Ofrece la edificación de infraestructuras como carreteras, puentes y presas, además de construcciones para uso industrial y comercial. También proporciona administración completa de proyectos y servicios de mantenimiento de maquinaria.

San Martín Contratistas Generales S.A. sostiene fuertes vínculos con entidades de los ámbitos público y privado, colaborando cercanamente con instituciones gubernamentales y aliados clave. La empresa considera a su equipo de trabajo como un recurso esencial, enfocándose en ofrecer formación continua y asegurando un ambiente laboral seguro y propicio para la salud. La compañía está dedicada a realizar sus actividades con un enfoque sostenible y consciente, buscando reducir su huella ecológica y apoyar el progreso de las comunidades locales en las zonas de sus proyectos.

1.1.2 Misión

Ofrecer servicios en operación y edificación minera que aporten valor a nuestros clientes, empleados, inversores y a la comunidad en general.

1.1.3 Visión

Lograr reconocimiento en el mercado de Iberoamérica como el aliado estratégico preferido de nuestros clientes.

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1 Delimitación temporal

El problema y puesta en marcha de la solución que se aborda en este trabajo de suficiencia profesional se centra en la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en maquinaria pesada específicamente en excavadoras CAT 374 DL de 358 kW para la empresa San Martín Contratistas Generales S.A., cuya delimitación temporal está definida por el periodo comprendido de enero a diciembre de 2021. A lo largo de estos meses, se llevó a cabo la compilación de información histórica sobre averías, lo que proporcionó pruebas cuantitativas claras del problema de disponibilidad de dichos equipos, sustentando así la solución propuesta en el estudio.

1.2.2 Delimitación espacial

El estudio se centra en las excavadoras modelos CAT 374 DL de 358 kW, que se encuentran en las instalaciones de San Martín Contratistas Generales S.A. Por lo que la delimitación geográfica de la investigación se especifica por la localización de la empresa, situada en Jr. Morro Solar Nro. 1010, Urb. Juan Pablo de Monterrico, en el distrito de Santiago de Surco, Lima. La posición geográfica de la empresa se ilustra en la Figura 1.

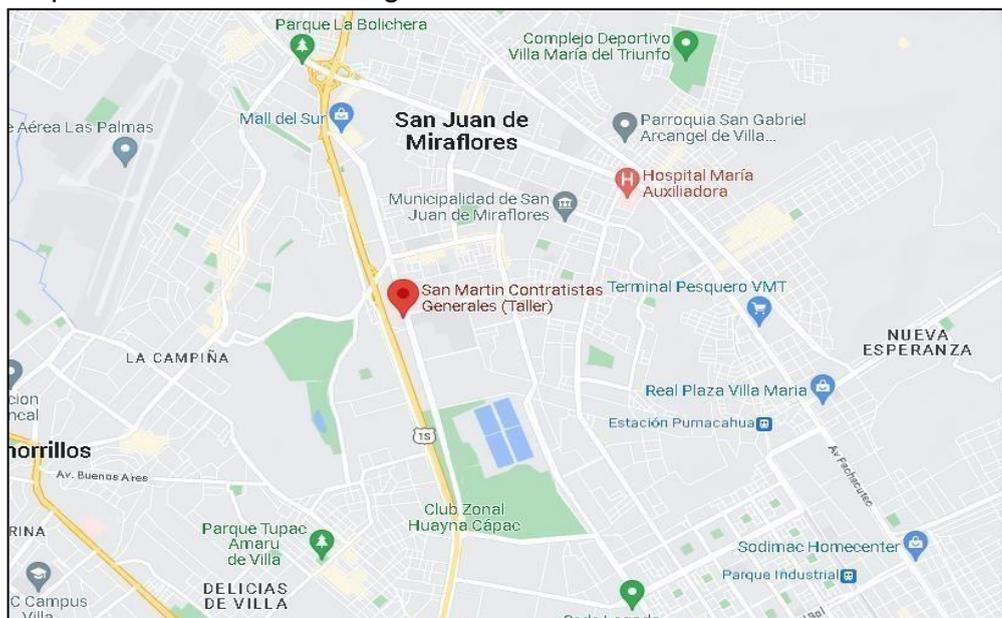


Figura 1. Localización de San Martín Contratistas Generales S.A.

Fuente: Google Maps

1.3 Objetivos

Objetivo 1. Determinar el modelo de plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de excavadoras CAT 374DL de 358 kW, para la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

Objetivo 2. Determinar cómo afecta la precisión y el detalle en la carga de horas trabajadas en las órdenes de trabajo (OT) a la eficiencia del plan de mantenimiento de excavadoras CAT 374DL, en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

Objetivo 3. Determinar el impacto del plan de mantenimiento preventivo propuesto en la reducción del tiempo medio entre fallas (MTBF) de excavadoras CAT 374DL, en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.2.1 Antecedentes Nacionales

(Barrientos, 2017), desarrolló la tesis titulada “Mejora de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la metodología AMEF”; en el cual definió como objetivo principal: realizar una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento utilizando la metodología de Análisis de modo y efecto de fallos (AMEF). Los resultados obtenidos fueron que la métrica de tiempo medio entre averías (MTBF) ha experimentado una mejora en comparación con el año 2016, alcanzando hasta julio de 2017 un total de 147 horas trabajadas, aproximándose al objetivo establecido de 150 horas para el año en curso. Concluye que la puesta en marcha del nuevo esquema de mantenimiento disminuirá los periodos de parada, incrementará la eficiencia productiva y satisfará las demandas del cliente. Además, la evaluación financiera de la propuesta demuestra que el nuevo plan de mantenimiento es económicamente viable.

(Vásquez, 2019), desarrolló la tesis titulada “Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad a excavadoras Caterpillar 336D2L”; en el cual definió como objetivo principal: Aplicar la técnica de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) a la flota de excavadoras Caterpillar Modelo 336 D2L en una empresa de construcción tiene como objetivo mejorar su disponibilidad. Los resultados obtenidos La optimización de las horas de funcionamiento y el aumento de la disponibilidad de las excavadoras llevaron a un ahorro del 17.55%; además el MTBF registrado fue de 48.8 horas, y MTTR de 4.91 horas. Concluyó que las estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo para la flota de excavadoras CAT 336D2L fueron mejoradas mediante la implementación de la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

(Chávez, 2020), desarrolló la tesis titulada “Optimización de la gestión del mantenimiento de una flota de maquinaria pesada, en la construcción de un tranque de relaves mineros”; en el cual definió como objetivo principal: Optimizar el tiempo de operación efectiva de un conjunto de equipos de construcción pesada trabajando en la edificación de un depósito de relaves situado en la zona sur de Perú, a una altitud de 1500 metros sobre el nivel del mar en una instalación minera. Los resultados que obtuvo fue que la operatividad de la maquinaria esencial de la flota experimentó un aumento del 4%, equivalente al 97% de las interrupciones más habituales de los equipos. Concluyendo que las técnicas de gestión aplicadas establecieron tareas adecuadas para los equipos dentro de su entorno de operación.

(Tacanga, 2020), desarrolló la tesis titulada “Técnicas en la gestión de mantenimiento para incrementar la Disponibilidad mecánica de los Equipos: una revisión de la literatura científica”; en el cual definió como objetivo principal: Examinar los descubrimientos metodológicos clave de los estudios revisados con el fin de identificar y aplicar técnicas y herramientas metodológicas que mejoren la disponibilidad de la maquinaria. Se concluye que el uso eficaz de estrategias y herramientas en la gestión del mantenimiento asegura que los equipos estén disponibles cuando se necesiten. Esto es crucial para garantizar procesos de producción o servicios de alta calidad y seguros. Consecuentemente, aplicar técnicas de mantenimiento enfocadas en optimizar la disponibilidad de los equipos puede elevar la calidad del servicio ofrecido, lo que a su vez puede traducirse en un incremento de los beneficios económicos.

(Medina, 2022), desarrolló la tesis titulada “Estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre”; en el cual definió como objetivo principal: Determinar si la implementación de estrategias de gestión de mantenimiento ha resultado en una optimización de los

indicadores de desempeño para los equipos de transporte de carga terrestre dentro de una compañía de transportes. Obtiene como resultado que las estrategias de manejo y mantenimiento aplicadas en una firma de logística terrestre mejoraron la operatividad de su flota en un 9%. Concluye que dichas estrategias lograron disminuir a la mitad el tiempo necesario para reparar los vehículos de carga. También se logró una disminución del 20% en los gastos de mantenimiento, y se alcanzó la meta de reducir la frecuencia de mantenimiento a la cifra proyectada de 50.

2.2.2 Antecedentes Internacionales

(Restrepo, 2021), desarrolló la tesis titulada “Estrategia de gestión de mantenimiento para la empresa máquinas y máquinas S.A.S.”, en el cual definió como objetivo principal: Diseñar una estrategia de gestión de mantenimiento para la empresa Máquinas y Máquinas S.A.A. Obtiene como resultado que al analizar el departamento de mantenimiento ha permitido identificar que su estrategia actual cae en la categoría de "Grave"; esto significa que, aunque existe una gestión de mantenimiento en vigor, se carece de los procesos adecuados para mejorar o perfeccionar las condiciones laborales. Concluye que las estrategias de gestión de mantenimiento desarrollado a través del análisis de factores como las políticas de adquisición, la selección de proveedores, la competencia técnica en la ejecución del mantenimiento y el uso de herramientas tecnológicas avanzadas para la administración del mantenimiento han resultado ser favorables para la empresa.

(Roa, 2023), desarrolló la tesis titulada “Propuesta plan de mejora para incrementar la disponibilidad de los cargadores Caterpillar en una empresa productora de concreto en la ciudad de Bogotá”; en el cual definió como objetivo principal: Optimización del programa de mantenimiento existente para aumentar la disponibilidad de los cargadores frontales Caterpillar 962H. Obtiene como resultado tras la puesta en marcha del plan de mantenimiento, que la disponibilidad de

los equipos sobrepasó el 95% en la primera mitad del año; esto se tradujo como consecuencia de alcanzar un funcionamiento continuo de al menos 230 horas mensuales por cada equipo. Concluye que se han definido las tareas necesarias para mejorar el plan de mantenimiento, lo que implica el desarrollo de nuevos formatos, como el de inspección diaria.

(Centeno, 2023), desarrolló la tesis titulada “Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón San Cristóbal de Patate”; en el cual definió como objetivo principal: Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y los vehículos utilitarios del Gobierno Autónomo descentralizado Municipal del Cantón Patate”. Concluye que luego de analizar los datos de fallos históricos de la maquinaria pesada y los vehículos ligeros, se ha establecido que la maquinaria pesada tiene una disponibilidad media del 89,85%. Estos resultados sugieren la necesidad de implementar un mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad y prolongar la vida útil de los equipos.

(Trujillo, 2028), desarrolló la tesis titulada “Modelo integral de gestión de repuestos para mantenimiento, en empresas intensivas en uso de capital”; el cual definió como objetivo principal: Elaborar un esquema teórico para la administración de repuestos, incluyendo las interacciones, tácticas, elementos, influencias y requerimientos de colaboración entre los procesos de Mantenimiento y Suministros en compañías que hacen uso intensivo de capital. Concluye que el modelo sugerido facilita el reconocimiento de conexiones y establece las bases para escenarios de cooperación y asignación de deberes entre los departamentos afectados. Esto posibilita una comprensión completa de las demandas de repuestos y apunta al propósito organizativo de mantener la operatividad continua del negocio, asegurando la disponibilidad de repuestos para el mantenimiento al mínimo costo de inventario viable.

(James, 2021), desarrolló la tesis titulada “Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la alcaldía del municipio de la Esperanza”; el cual definió como objetivo principal: Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo. Llevó a cabo un diagnóstico del área de mantenimiento de la alcaldía de la Esperanza y elaboró un programa de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades de la maquinaria pesada del municipio. Concluyó que existe un deterioro en algunas máquinas, evidenciando la falta de uso correcto y de un plan de mantenimiento adecuado. Además, se desarrollaron varios formatos de mantenimiento para facilitar la gestión y se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para seis máquinas clave, con el objetivo de mejorar la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de la maquinaria, contribuyendo así al progreso social y económico de la región.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concepto de Gestión de Mantenimiento

El hacer mantenimiento como concepto actual no implica reparar un equipo malogrado tan pronto como se pueda, sino mantener ese equipo en operación a los niveles especificados; en consecuencia, un buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas. El propósito del mantenimiento es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y su activo fijo; por lo que engloba un conjunto de actividades necesarias para mantener un equipo en funcionamiento y restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas. El mantenimiento incide por lo tanto en la cantidad y calidad de producción. En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado está determinada por la capacidad instalada de producción y por la disponibilidad entendiéndose por tal al cociente del tiempo efectivo de producción entre la suma de este y el tiempo de parada por mantenimiento (García, 2010).

Entonces el objetivo de la gestión del mantenimiento es asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad, Para ello actúa sobre (Prando, 2016):

- La continuidad de la operación de la producción, es decir, la confiabilidad que se mide por el tiempo entre fallas consecutivas (MTBF).
- El tiempo de paradas (MDF) cuando éstas se producen. El tiempo de aradas incluye el tiempo efectivo de reparación es decir la mantenibilidad (MTTR), que es función del diseño, herramientas disponibles y destreza y capacitación del personal, y del tiempo de espera que es función de la organización (sistemas y rutinas, herramientas y talleres disponibles, documentación técnica, capacitación, entrenamiento y suministro de piezas o repuestos).

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) \quad \dots (1)$$

Por lo tanto, el mantenimiento constituye un sistema dentro de toda la organización cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad y calidad durante un periodo establecido. El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia y calidad, reduciendo costos y pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la excelencia empresarial (García, 2010).

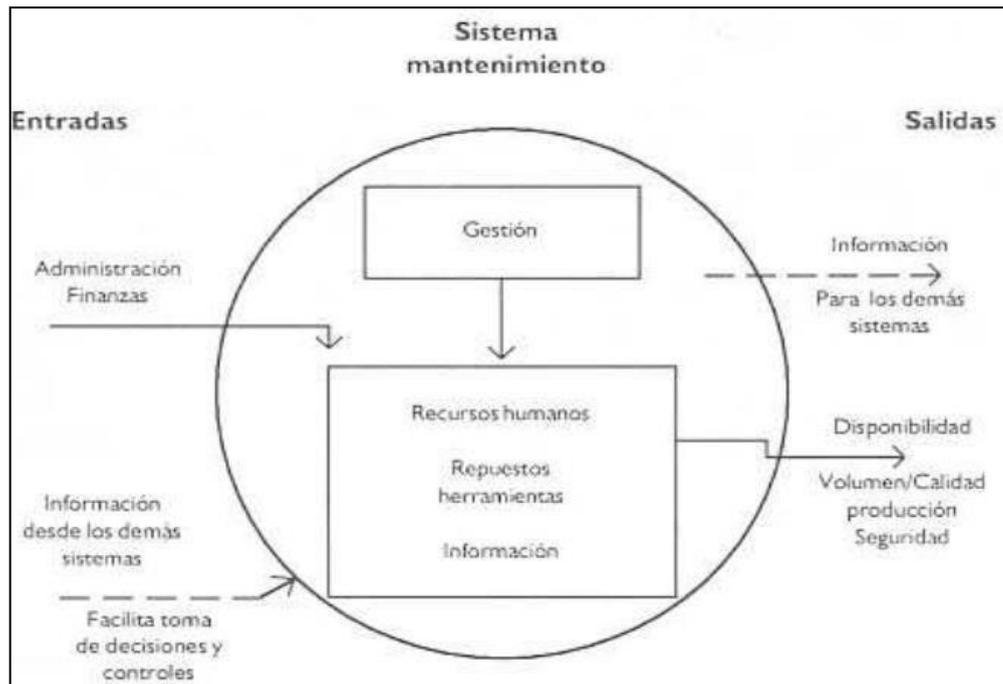


Figura 2. Sistema de mantenimiento.
Fuente: (Prando, 2016)

2.2.2 Planeación y programación del mantenimiento

En esencia, la planificación consiste en una secuencia de tareas, medidas o etapas diseñadas para implementar el mantenimiento de una forma que reduzca tanto las detenciones inesperadas como las programadas, con el fin último de potenciar y optimizar la productividad en las instalaciones industriales. La planificación es el proceso que establece los objetivos generales de una entidad y desarrolla las políticas y estrategias que dirigirán la obtención, utilización y manejo de los recursos necesarios para alcanzar dichos objetivos. La planificación es una herramienta crucial en la gestión de cualquier empresa y debe mencionarse que su aplicación es necesaria en cada uno de los diferentes niveles jerárquicos de la organización. El propósito de la planificación es facilitar el logro de los objetivos empresariales, acelerando su cumplimiento. Además, se reconoce como una función esencial en todas las organizaciones y tiene una importancia capital en su estructura y operación. Elaborar planes constituye una práctica estructurada esencial para establecer criterios que permitan medir tanto el rendimiento total como el de cada

segmento específico, unidad o división de la entidad, y simultáneamente actúa como un catalizador para el desarrollo de habilidades en todo el personal de la empresa, abarcando desde los cargos ejecutivos hasta los niveles más básicos. Aunque no se trata de un principio absoluto, resulta beneficioso atender a diversos aspectos (Pérez, 2021):

- Esclarecer el intervalo temporal previsto para dicha planificación.
- Identificar con claridad la división, área o departamento objeto de la planificación.
- Incluir ciertos requisitos tales como la precisión y la exactitud, la adaptabilidad al entorno, la coherencia con la información examinada, la viabilidad y la facilidad de implementación, junto con todas las perspectivas tanto cuantitativas como cualitativas.
- Asegurar la participación de todos los estratos de la estructura directiva.
- Es crucial que exista un compromiso genuino, respaldo, participación activa y responsabilidad a lo largo de todos los estamentos de la dirección.

Por otro lado, programar implica estructurar una serie de tareas o actividades que se deben llevar a cabo en un orden cronológico y en momentos específicos. En el contexto del mantenimiento industrial, este proceso se basa en seguir una secuencia para realizar las labores tal como se han recomendado o propuesto, teniendo siempre en cuenta la frecuencia necesaria. Este ordenamiento se apoya en criterios como la prioridad, la disponibilidad de equipos y personal, la ubicación, las herramientas, el transporte y los materiales necesarios, incluyendo los repuestos. La programación del mantenimiento se establece en función de las características de los equipos y las inspecciones realizadas en las organizaciones, pudiendo adoptar una frecuencia diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral o anual. Así también en relación a las características de la programación, se puede precisar que estas son (Pérez, 2021):

- Aspectos de la planificación en el mantenimiento.
- La incertidumbre es una constante en las solicitudes de trabajo debido a su naturaleza impredecible.
- La diversidad de las tareas de mantenimiento impide, en ocasiones, la estandarización de los procesos.
- La efectividad de estos planes de mantenimiento se sustenta en una comunicación y coordinación eficaces entre los distintos departamentos o áreas implicados en estos procedimientos dentro de la empresa.
- Planificar adecuadamente puede reducir los periodos de inactividad del personal de mantenimiento y proporciona una base para justificar la existencia y el presupuesto del departamento ante la dirección empresarial.
- La asignación eficiente de recursos al departamento de mantenimiento es clave para la optimización de costos y esfuerzos.
- Mantener un equipo de trabajo competente en la planta que responda a las necesidades de producción y mantenga estándares de alta calidad.
- Organizar y preparar meticulosamente las órdenes de trabajo.
- Mantener actualizado el inventario de materiales, repuestos y componentes necesarios para el mantenimiento.

2.2.3 Control del Mantenimiento

Sin medición no hay control de un proceso, y sin control, es imposible mejorar. La evaluación puede efectuarse mediante la aplicación de indicadores de gestión, los cuales ofrecen una imagen clara del grado de desviación con respecto a los objetivos establecidos. Los datos recopilados de estos indicadores son fundamentales para proporcionar retroalimentación y así mantener bajo control el proceso de mantenimiento. Para realizar análisis comparativos eficaces, es esencial contar con un modelo de referencia. A partir de los datos obtenidos se puede determinar la magnitud de la desviación en la consecución de las metas de la organización. Debe considerarse que previo a la medición de cualquier variable es crucial determinar el punto

exacto de implementación del control. En el esquema presentado como "Caso genérico" en la Figura 3, el control se ejerce a través de un patrón que influye en los insumos y procedimientos para alterar los resultados finales. Los estándares o criterios de inspección pueden categorizarse en tres tipos de controles diferenciados (Pérez, 2021):

- Aquellos que evalúan qué tan bien el mantenimiento logra sus objetivos.
- Aquellos que calibran la economía del mantenimiento en términos de recursos.
- Aquellos que juzgan la totalidad del impacto del mantenimiento.

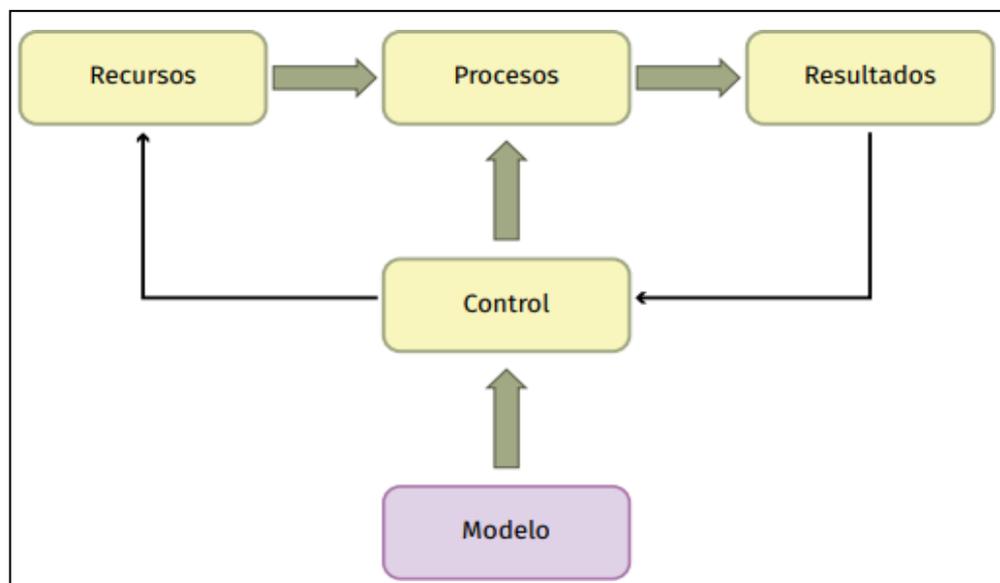


Figura 3. Proceso de control - caso genérico.
Fuente: (Pérez, 2021)

En situaciones donde el foco está en la eficacia, la supervisión se concentra en los resultados obtenidos, generando acciones correctivas sobre los recursos y procesos si los resultados difieren de lo previsto. Esto se ilustra en la Figura 4, donde se emplean indicadores específicos para evaluar aspectos como la disponibilidad o la capacidad de mantenimiento (Pérez, 2021).

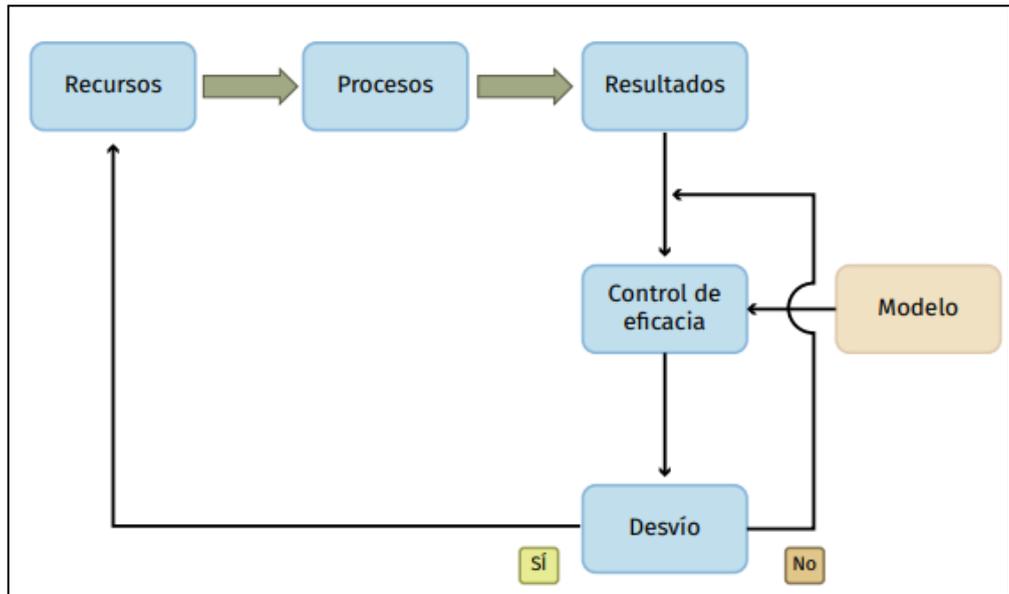


Figura 4. Proceso de control de la eficacia del mantenimiento.
Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.4 Indicadores de gestión de mantenimiento

Cada sector industrial, dependiendo de su magnitud, esfera económica, la complejidad de sus operaciones, posición geográfica, infraestructura, y la variedad de su maquinaria y equipo, genera indicadores de rendimiento ajustados a sus necesidades específicas. Estos indicadores sirven para evaluar y comprender el grado de alineación con sus objetivos estratégicos y, por ende, ajustar sus acciones para alcanzar las metas establecidas. La meta principal es establecer indicadores de rendimiento precisos y personalizados para cada entidad, los cuales son cruciales para la mejora y la optimización de los procedimientos de planificación y de gestión de las actividades de mantenimiento. Un propósito concreto de los indicadores es facilitar la identificación de áreas con potencial de mejora y la comparación con las metas definidas, así como reconocer y conservar los resultados que ya se ajustan a los estándares óptimos. Para sostener un proceso de mejora constante, se recomienda efectuar evaluaciones de rendimiento con una periodicidad que la organización estime conveniente, sea semanal, bisemanal, mensual o trimestral, para gestionar prontamente cualquier desajuste (Montilla, 2019).

En el contexto de un proceso de enriquecimiento continuado, es imprescindible examinar de forma regular tanto los logros como las variaciones respecto a lo planeado, enfatizando que el monitoreo de cualquier operación industrial implica el análisis de variables que influyen en la calidad del producto final y la eficacia operativa. Mediante los indicadores de rendimiento se facilita la detección de áreas de mejora y la interpretación de los resultados en relación con las metas establecidas, así como el mantenimiento de los elementos que ya cumplen con los ideales. Quienes tienen la responsabilidad de asegurar la consecución de objetivos deben intervenir activamente en estos aspectos. Por tanto, se deben seleccionar indicadores de gestión apropiados para los procedimientos de planificación y programación que se quieren supervisar. A pesar de ello, existen ciertos indicadores globales, ya establecidos, que pueden servir de modelo para alcanzar estos fines, tales como el cumplimiento del cronograma, el porcentaje de tareas urgentes o emergentes y el volumen de trabajo pendiente (Montilla, 2019).

Los Indicadores clave de Rendimiento, conocidos por su acrónimo en inglés KPI, miden la eficacia de un proceso al centrarse en su capacidad de generar resultados que contribuyan a alcanzar las metas establecidas. Estos indicadores cuantitativos son fundamentales para evaluar los objetivos que deben manifestarse en el desempeño empresarial. Los KPI actúan como mensajeros desde los altos ejecutivos hasta aquellos niveles de la organización responsables de implementarlos para lograr los objetivos planteados. Para ser efectivos, estos indicadores han de ser: Precisos, Medibles, Realizables, Pragmáticos, y Oportunos (Montilla, 2019).

Cada sector industrial establece metas para sus indicadores basándose en sus propias circunstancias operativas, recursos disponibles, habilidades especializadas y conocimiento técnico. Los valores objetivos para cada indicador suelen ser sugerencias proporcionadas por especialistas en el campo. A continuación, se

presentan varios indicadores de gestión significativos aplicables en distintos ámbitos industriales, sin importar la naturaleza de sus procesos de producción (Montilla, 2019).

- Indicador de edad de las OT

Su propósito es determinar los motivos y administrar las acciones correspondientes a las órdenes de trabajo antiguas que aún permanecen abiertas en el sistema. Se busca limitar el máximo de órdenes de trabajo (OT) abiertas a no más del 20% del total, enfocándose en aquellas con una antigüedad superior a 90 días desde su fecha de creación (Pérez, 2021).

$$\text{Edad O. T's.} = (\text{O. T's.} > 90\text{días} / \text{O. T's. Total abiertas}) \times 100\% \dots (2)$$

- Indicador de mantenimiento planeado

Su propósito es definir la proporción en porcentaje (%) de las órdenes de trabajo que están en espera de planificación y que aún necesitan ser asignadas a una programación. Su meta es conservar como límite superior el 10% del conjunto de órdenes de trabajo (OT) pendientes en el sistema que aún requieren programación.

$$\text{Mtto. Planeado} = (\sum \text{O. T's. Planeadas} / \sum \text{O. T's. Total abiertas pendientes por programar}) \times 100\% \dots (3)$$

- Indicador de OT en atraso

Su propósito es localizar las órdenes de trabajo que han excedido el plazo de inicio de ejecución estipulado en la matriz de priorización correspondiente a cada tipo de OT. Su meta es lograr que al menos el 95% de las órdenes de trabajo en el sistema inicien su ejecución en un periodo igual o inferior al estipulado en la matriz de prioridades para cada tipo de OT.

$$\text{Atraso O. T's} = (\sum \text{O. T's. Atrasadas} / \sum \text{O. T's. Total abiertas}) \times 100\% \dots (4)$$

- **Indicador de OT aplazadas**

Su propósito es detectar aquellas órdenes de trabajo que han excedido el plazo de arranque establecido en la matriz de prioridades específica para su categoría. La meta asociada es asegurar que el 95% de las OT registradas en el sistema comiencen su ejecución en una fecha que no sobrepase el tiempo asignado en dicha matriz de priorización, basado en la clasificación de la OT.

$$\text{Aplazamiento O. T's} = (\Sigma \text{ O. T's. Aplazadas} / \Sigma \text{ O. T's. Total abiertas}) \times 100\% \dots (5)$$

2.2.5 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo**

La práctica del mantenimiento preventivo se basa en un conjunto de tareas programadas ejecutadas en intervalos establecidos, diseñadas para asegurar que los bienes de una empresa operen eficazmente dentro de su entorno de trabajo y contribuir a la eficiencia de los procesos. Este enfoque busca anticiparse a posibles defectos en partes, componentes o maquinaria, y puede incluir una variedad de medidas como sustituciones, ajustes, restauraciones, revisiones y evaluaciones, que se realizan regularmente según un programa basado en el tiempo o el uso de los activos (Pérez, 2021).

El objetivo principal de este tipo de mantenimiento es evitar fallas en las operaciones de producción mediante la realización regular de actividades específicas como observación, inspección, calibración, ajuste, sustitución, lubricación y reparación, entre otras, que se llevan a cabo a intervalos establecidos y están alineadas con el ciclo de producción de cada empresa. Estas actividades pueden revelar la necesidad de realizar mantenimientos adicionales planificados, tales como reparaciones correctivas, mejoras o revisiones generales (Montilla, 2019). En la Figura 5 se ilustra los aspectos importantes a considerar al establecer un mantenimiento preventivo eficaz.



Figura 5. Implementación del mantenimiento preventivo.
Fuente: (Pérez, 2021)

- **Mantenimiento correctivo**

El término mantenimiento correctivo se refiere a una estrategia de mantenimiento también conocida como mantenimiento reactivo, la cual es ampliamente adoptada en la industria de nuestro país, así como en Latinoamérica y en varias naciones en desarrollo. Este enfoque se implementa cuando un equipo cesa su funcionamiento debido a una falla o malfuncionamiento. La finalidad es restaurar la operatividad del equipo con el mínimo impacto en la producción, procurando que la reparación o sustitución de las piezas afectadas se realice de la manera más rápida posible. Hay compañías que centran sus esfuerzos de mantenimiento principalmente en acciones correctivas debido a la falta de conocimientos especializados, herramientas adecuadas, trabajadores con la formación necesaria, presupuestos designados o tecnología avanzada para llevar a cabo distintos métodos de mantenimiento. La administración de este tipo de mantenimiento se pone en marcha como resultado de no haber identificado a tiempo una potencial avería en la maquinaria. Es crucial establecer las razones de la falla para poder implementar las soluciones correspondientes.

Dos variantes del mantenimiento correctivo son comúnmente reconocidas: Mantenimiento Correctivo Imprevisto: Este se pone en marcha tras la manifestación de un defecto en la maquinaria, que resulta en una detención imprevista del equipo. La acción inmediata implica remover la parte dañada y sustituirla por una nueva o reacondicionada; y el Mantenimiento Correctivo Planeado: Este se efectúa cuando se identifica que un componente de la máquina está en riesgo de fallo. En previsión de esto, se organiza una intervención de mantenimiento para prevenir el mal funcionamiento anticipado. Generalmente, el enfoque exclusivo en el mantenimiento correctivo inesperado puede llevar a soluciones rápidas y poco profundas. Esto podría deberse a la escasez de repuestos, a la insuficiencia de tiempo para efectuar una reparación exhaustiva o a la falta de personal cualificado. Tales reparaciones apresuradas a menudo resultan en averías más serias a futuro (Pérez, 2021). En la Tabla 1 se muestra las ventajas y desventajas de este tipo de mantenimiento (Pérez, 2021).

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Extiende la vida útil de los equipos mediante la sustitución o arreglo de partes dañadas. • Difícil predecir el fallo antes de que ocurra. • No implica costos recurrentes. • Se realiza únicamente cuando es evidente su necesidad. • A corto plazo, puede resultar más económico. • Existen sistemas y equipos para los cuales el mantenimiento preventivo no tiene impacto, como es el caso de algunos dispositivos electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo podría fallar en momentos críticos o inesperados. • Las fallas no detectadas a tiempo pueden derivar en daños más extensos y costosos. • Requiere de un stock de repuestos y puede resultar en paradas de producción imprevistas. • La producción se torna inestable y poco confiable. • Una falla o comportamiento anómalo puede comprometer la seguridad del personal y la calidad del producto.

Fuente: (Pérez, 2021)

- Mantenimiento predictivo

Hay diversas maneras de definir el mantenimiento predictivo; una interpretación es que se trata de una modalidad de mantenimiento que vincula ciertos parámetros físicos con el nivel de desgaste o la condición actual de una máquina. Este tipo de mantenimiento toma en consideración la medición, el seguimiento y la supervisión continua de parámetros operativos y condiciones de funcionamiento de maquinaria o sistemas. Dentro de este proceso, se establecen y se manejan umbrales para alertas tempranas y para la intervención basados en todas aquellas variables consideradas importantes para medir y controlar. El mantenimiento predictivo puede ser visto como un método que anticipa el momento en que un componente de una máquina puede experimentar una falla o anomalía. La idea es que este componente se pueda cambiar de manera planificada, justo antes de que ocurra la falla. De esta manera, se reduce al mínimo el tiempo de inactividad del equipo y se extiende la vida útil del componente en cuestión. Incluye una gama de evaluaciones no invasivas orientadas a monitorear la operatividad de los equipos para detectar señales tempranas de mal funcionamiento. El aspecto más valioso de este monitoreo es la capacidad de observar tendencias en los datos, que permite realizar estimaciones para predecir posibles fallas dentro de un margen de error aceptable. Estos procedimientos se conocen como técnicas predictivas. Mediante la implementación de este mantenimiento basado en horas de operación o tiempo transcurrido desde el último chequeo, el mantenimiento predictivo ofrece la ventaja significativa de evitar en su mayoría el desarme completo de los equipos y, en muchos casos, permite realizar las intervenciones sin necesidad de detener la maquinaria (Pérez, 2021). En la Figura 6 se muestra las técnicas predictivas.



Figura 6. Técnicas predictivas.
Fuente: (Pérez, 2021)

Existen también otras estrategias predictivas fáciles de aplicar, que pueden no parecer equivalentes, pero en realidad lo son, como las inspecciones visuales y la monitorización de indicadores. La implementación del mantenimiento predictivo se basa inicialmente en el análisis histórico de cómo una variable específica se correlaciona con la durabilidad del componente. Esto se logra recolectando datos de esa variable (como la vibración en un rodamiento) a intervalos regulares hasta que ocurra el fallo del componente (Pérez, 2021). En la Figura 7 se muestra la gráfica de tendencia de un valor de amplitud de vibración de un cojinete.

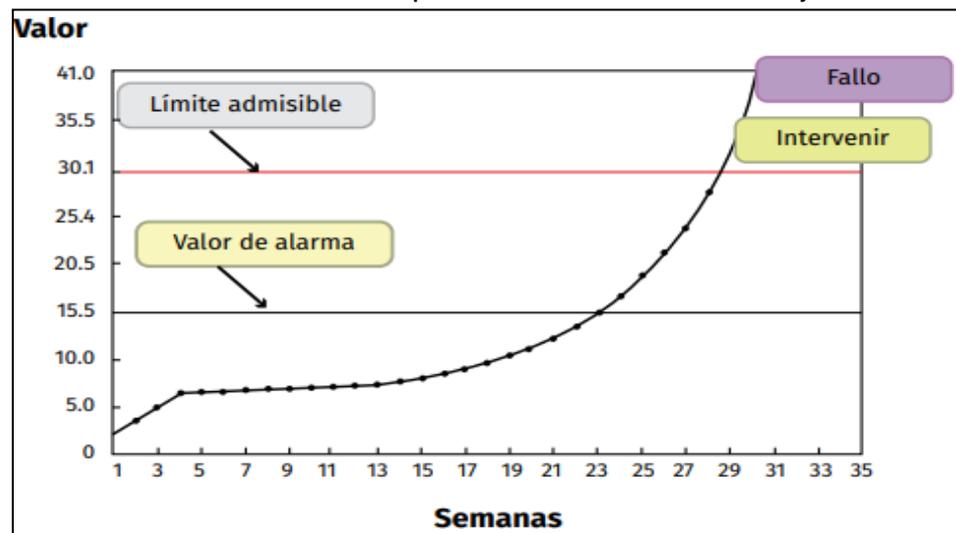


Figura 7. Tendencia de un valor de amplitud de vibración de un cojinete.
Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.6 Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) representa una estrategia de mantenimiento integral que implica la participación activa y conjunta de todos los estratos de la empresa, desde la administración hasta el personal operativo, para elevar al máximo la eficiencia productiva. La productividad, en este contexto, se define como la optimización de la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y los insumos utilizados, buscando la mayor producción posible con los menores recursos y sin sacrificar la calidad. Al igual que el Mantenimiento Predictivo, el TPM evolucionó del Mantenimiento Preventivo y analiza cómo cada uno de sus elementos contribuye al aumento de la productividad. El TPM se distingue de otros enfoques de mantenimiento tales como el correctivo, el programado, el preventivo y el predictivo, al poner énfasis inicial en el desarrollo humano, promoviendo la concienciación y formación del personal, y fomentando un cambio positivo en su perspectiva laboral y existencial. En etapas posteriores, el foco se traslada a mejorar la eficiencia de las instalaciones y los procesos, buscando una mayor productividad y competitividad a nivel individual y corporativo. Con el tiempo, el TPM se convierte en una mentalidad extendida más allá del ámbito laboral, como es evidente en la cultura japonesa. El TPM se rige por una filosofía de mantenimiento que se apoya en cinco pilares esenciales (Sacristán, 2001):

- Involucramiento integral de los empleados, abarcando desde los ejecutivos hasta el personal de operaciones, es fundamental para asegurar la realización de los objetivos.
- Establecimiento de una cultura de empresa que se concentre en lograr la eficiencia óptima en el manejo y operación del equipo y maquinaria, con el fin de alcanzar un rendimiento global efectivo.
- Desarrollo de procedimientos de administración para las instalaciones de producción que ayuden a prevenir fallos y lograr las metas establecidas.

- Adopción del mantenimiento preventivo como estrategia clave para eliminar fallos, a través de la cooperación en equipos y el fortalecimiento del Mantenimiento Autónomo.
- Extensión de prácticas de gestión a todas las ramas de la empresa, incluyendo el diseño, fabricación, innovación, comercialización, servicio al cliente y administración general.

El TPM, que tiene sus raíces en Japón durante los años 60, fue desarrollado bajo la guía del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). Esta estrategia de mantenimiento industrial mejora el mantenimiento preventivo existente y tiene como meta erradicar las seis pérdidas principales en maquinaria y equipo. Esto establece la base para una producción Just in Time, enfocada en la reducción continua de residuos. Las seis pérdidas significativas están asociadas con las operaciones de maquinaria y equipo en el sector industrial y afectan la eficiencia productiva en tres áreas clave (Sacristán, 2001):

- Interrupciones operativas y periodos de ajuste que resultan en inactividad.
- Operaciones subóptimas y períodos de no producción que conducen a reducciones en la rapidez del proceso.
- Merma en la calidad y re-trabajo debido a productos y procesos fallidos.

Al enfocarse en la mejora de estas áreas se mejoran directamente los indicadores de Disponibilidad, Rendimiento de Producto Aceptable, Confiabilidad y Mantenimiento. El TPM, que fundamenta su filosofía en la mejora constante del Kaizen, se aplica al mantenimiento y administración de equipos. Antes del advenimiento del TPM en los años 60, el Mantenimiento Productivo ya existía como una extensión del Mantenimiento Preventivo, añadiendo un plan completo de mantenimiento para el ciclo de vida del equipo y medidas para optimizar la fiabilidad y el mantenimiento. Su uso se expandió en Japón en la década de 1970 e incluye la participación de todos los niveles de empleados y la integración de herramientas de mejora y prevención.

Las empresas antes del TPM, que operaban con producción en masa y variedad limitada de productos, se vieron obligadas a transitar hacia métodos más flexibles y económicos, mejorando tiempos de entrega, costes y calidad para aumentar su competitividad. Esto llevó a la adopción de una producción en serie corta, tiempos operativos reducidos, empleados con habilidades diversas y un enfoque en la calidad del proceso que asegura aciertos desde el primer intento, característico de la manufactura flexible (Montilla, 2019).

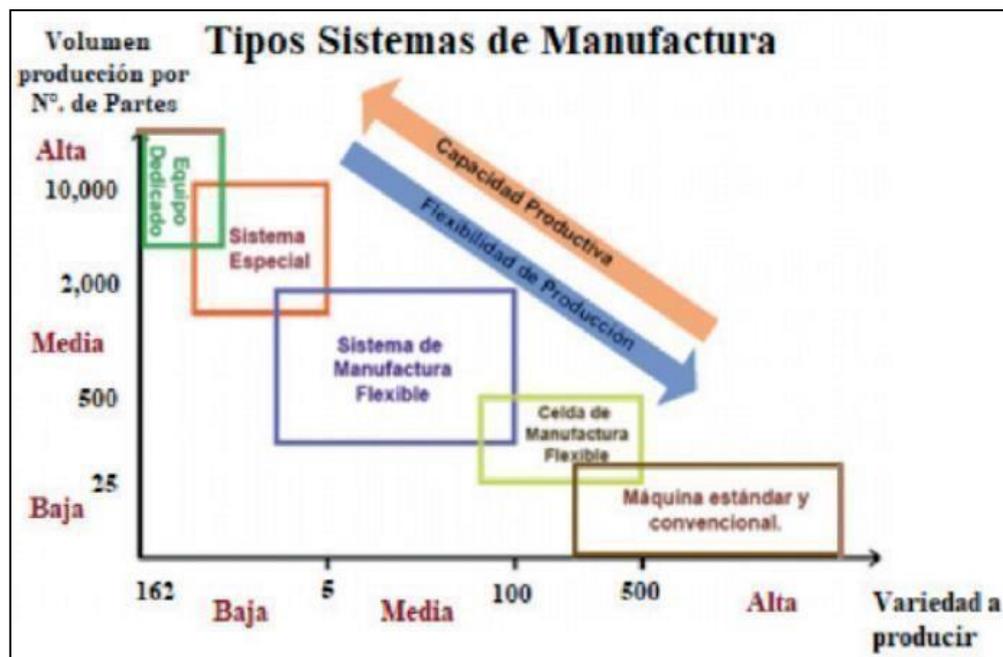


Figura 8. Interacción entre la diversidad de componentes y la cantidad de producción según el tipo de sistema de fabricación.
Fuente: (Montilla, 2019)

La competitividad se fortalece mediante tácticas como optimizar el mantenimiento de maquinaria, agilizar el intercambio de equipos, minimizar los periodos de ajuste, reorganizar la disposición de plantas y oficinas, incrementar la calidad, gestionar y recortar el uso de energía, y fomentar el compromiso de los trabajadores a través de grupos para la calidad y la productividad, así como sistemas de propuestas. Una ventaja de perfeccionar el mantenimiento es la posibilidad de disminuir los inventarios de productos en proceso y finalizados que actúan como reserva frente a posibles fallos. El objetivo de adoptar el TPM es la eficacia de los recursos productivos y la reducción del capital invertido, lo que conlleva a una mayor adaptabilidad en la producción. En un

entorno global y competitivo, el TPM es clave para lograr una eficiencia óptima, imprescindible para la competitividad absoluta. La tendencia a incrementar la competitividad exige excelencia en calidad, tiempo y costo, lo que requiere la implementación simultánea de TPM y TQM. Poner en práctica el TPM lleva a las empresas a mejorar la productividad de su equipamiento, a elevar su rendimiento corporativo, a promover una mejor formación del personal y a transformar el ambiente laboral. Los fines clave del TPM incluyen (Montilla, 2019):

- Minimizar los fallos en la maquinaria.
- Acortar los períodos de inactividad y configuración de la maquinaria.
- Maximizar el uso eficiente de la maquinaria disponible.
- Asegurar la exactitud operativa de herramientas y maquinaria.
- Fomentar el uso sostenible de recursos y la eficiencia energética.
- Capacitación y desarrollo continuo del equipo de trabajo.

En la aplicación cotidiana, el TPM aspira a alcanzar en un entorno de producción: ausencia total de fallos, tiempo de configuración nulo, cero defectos, cero residuos, ausencia de accidentes y nulo impacto ambiental. La filosofía subyacente a estas metas es la eliminación o reducción a cero de estas pérdidas. Para lograr la implementación efectiva y sostenida del TPM, es esencial adherirse a ocho pilares estratégicos delineados en la figura correspondiente (Montilla, 2019).

- Pilar 1: Mejoras Específicas. Este pilar se enfoca en erradicar las principales ineficiencias del proceso de fabricación aplicando técnicas para identificar y solucionar problemas en su origen, establecer y cumplir objetivos, y preservar y compartir el conocimiento ganado.
- Pilar 2: Auto-mantenimiento. Este paso involucra directamente al operador en la preservación y mejora de su equipo, capacitándolo para reconocer y prevenir posibles fallos y contaminación, y para que realice tareas básicas como limpieza, lubricación, y monitoreo.

- Pilar 3: Mantenimiento Programado. Se orienta a conservar y optimizar el funcionamiento de maquinaria y procesos con acciones meticulosas y planificadas, y capacita a los operarios para identificar y comunicar las fallas significativas a los técnicos especializados.
- Pilar 4: Formación Intensiva. La educación y el entrenamiento del operario son cruciales, dada su participación activa en la producción y la ampliación de sus responsabilidades, extendiendo el aprendizaje a todos los niveles de la organización para fomentar el autodesarrollo y preparar al personal para futuras demandas laborales.
- Pilar 5: Control de Equipamiento Nuevo. Este principio se concentra en minimizar el desgaste y los costos de mantenimiento desde la adquisición de la maquinaria, aplicando el conocimiento previo para la instalación y operación eficiente y segura de los nuevos equipos.
- Pilar 6: Fomento de la Calidad. Este pilar busca la perfección en la producción y en el estado de las máquinas, implementando medidas proactivas para evitar defectos en los procesos y en el equipo.
- Pilar 7: TPM en Funciones de Soporte. Con el fin de maximizar la productividad total, es necesario erradicar las deficiencias en los procesos administrativos de apoyo y mejorar su rendimiento, facilitando la coordinación con las operaciones principales de la empresa.
- Pilar 8: Seguridad, Salubridad y Ambiente. Las iniciativas en este ámbito apuntan a un entorno de trabajo seguro y libre de contaminación, previniendo las fallas de máquinas que pueden resultar de un entorno laboral inadecuado y los accidentes que pueden surgir por un mal arreglo o mantenimiento de las herramientas y el espacio de trabajo.

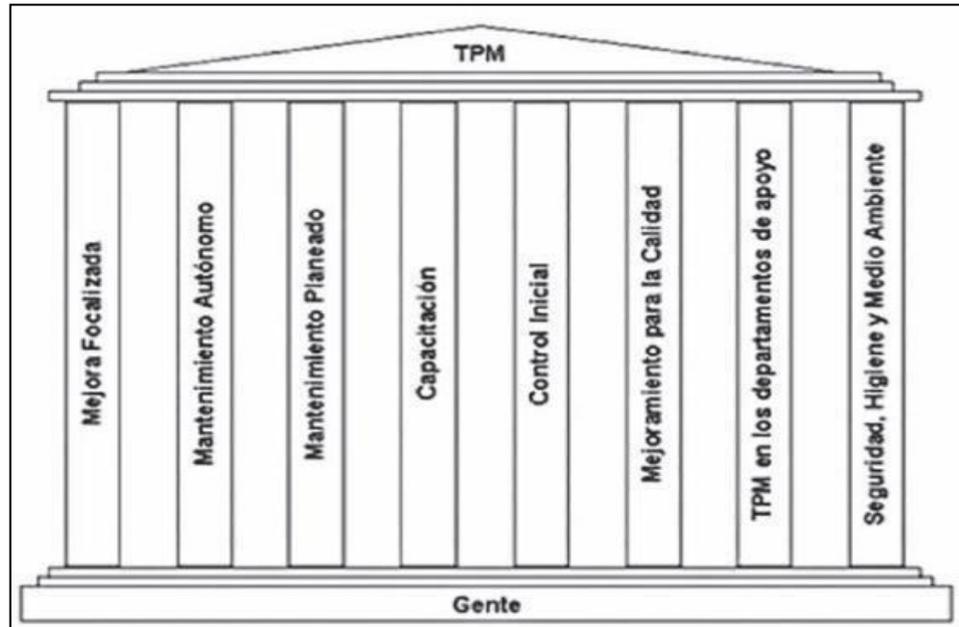


Figura 9. Pilares del TPM.
Fuente: (Montilla, 2019)

2.3 Definición de términos básicos

- **Ajuste:** La acción de calibrar o configurar una maquinaria para que funcione según las especificaciones.
- **Análisis de aceite:** Prueba del aceite de maquinaria para detectar contaminantes y determinar la condición del equipo.
- **Accesorio:** Se consideran accesorios a aquellos elementos adicionales que complementan y son parte integral de una máquina o sistema, tales como arandelas, tuercas y tornillos.
- **Calibración:** Asegurar que los instrumentos de medición y control estén produciendo resultados precisos.
- **Ciclo de vida:** Se refiere a la duración de servicio efectivo de un bien o activo, desde su adquisición hasta su reemplazo.
- **Componente:** Un componente es una parte que puede integrarse en sistemas eléctricos, electrónicos o mecánicos, como engranajes o rodamientos.

- **Diagnóstico de fallas:** Proceso de identificación de la causa raíz de un problema en el equipo.
- **Equipo:** Se refiere al conjunto de máquinas requeridas para alcanzar un propósito específico, como el conjunto de maquinaria para el transporte de cereales.
- **Evento de falla:** Un evento de falla es una anomalía técnica que ocurre en un equipo.
- **Falla:** Una falla se produce cuando un equipo o sistema no opera como se espera o deja de funcionar.
- **Fiabilidad:** La fiabilidad es la probabilidad de que un equipo o sistema funcione correctamente durante un tiempo establecido.
- **Función:** Es el conjunto de actividades que se espera que un equipo realice conforme a sus especificaciones de diseño.
- **Gestión de repuestos:** Mantenimiento de un inventario de piezas necesarias para reparaciones y mantenimiento.
- **Operatividad:** La operatividad describe la habilidad de un sistema para llevar a cabo las tareas para las que fue creado de manera efectiva.
- **Inspección:** Evaluación periódica del equipo para asegurar que está operando correctamente.
- **Lubricación:** Aplicación de lubricante a las partes móviles para reducir la fricción y el desgaste.

- **Mantenibilidad:** Hace referencia a la facilidad con la que se pueden llevar a cabo las tareas de mantenimiento en un equipo o máquina.
- **Mantenimiento en parada:** Son las actividades de mantenimiento que se realizan cuando la maquinaria está fuera de operación.
- **Máquina:** Una máquina es un conjunto de piezas resistentes diseñadas para realizar movimientos específicos y transmitir o transformar energía.
- **Mecanismos:** Los mecanismos son conjuntos de piezas que se mueven de manera restringida entre sí.
- **Planificación de Mantenimiento:** Proceso de organización y programación de actividades de mantenimiento.
- **Parada general:** Es el periodo designado para realizar inspecciones, reparaciones y mejoras en conjunto a varios activos, coordinado y programado con anticipación.
- **Pronóstico:** Es la evaluación de signos de deterioro para estimar la condición futura y el tiempo de servicio restante de un equipo.
- **Revisión de seguridad:** Verificaciones realizadas para asegurar que la maquinaria cumple con las normas de seguridad.
- **Reparación:** Proceso de restaurar la funcionalidad de un equipo o sistema, mediante el arreglo o sustitución de componentes dañados.
- **JIT:** es una metodología de gestión que busca reducir los niveles de inventario en todas sus formas - materias primas, productos en proceso y productos finales - entendiendo que el exceso de stock implica capital inmovilizado y oportunidades de ganancia perdidas.

- **Kaizen:** es una expresión japonesa que encapsula un enfoque empresarial y de vida, enfatiza la importancia de realizar mejoras diarias en todos los aspectos de la empresa para alcanzar un perfeccionamiento constante y calidad integral.
- **TQM:** se refiere a la Gestión de la Calidad Total, un enfoque que persigue la excelencia a través de la premisa de que la calidad significa realizar las tareas correctamente desde el primer intento.
- **Metodología AMEF** (Análisis de Modo y Efecto de Falla): es una metodología sistemática utilizada para identificar y evaluar potenciales fallas en un proceso, producto o sistema. El AMEF ayuda a establecer las causas de las fallas y sus posibles efectos, priorizando las acciones preventivas para mitigar o eliminar los riesgos asociados.
- **MTBF** (Mean Time between Failures): es una medida de fiabilidad que representa el tiempo promedio entre fallas de un componente o sistema. El MTBF es un indicador de la durabilidad y se utiliza para estimar la vida útil esperada y planificar las actividades de mantenimiento preventivo.
- **RCM** (Reliability Centered Maintenance - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad): es un enfoque de mantenimiento que se basa en la fiabilidad y se enfoca en identificar y establecer las estrategias de mantenimiento más efectivas basadas en la importancia crítica de los sistemas y sus modos de falla. El RCM busca garantizar que los sistemas funcionen de manera fiable dentro de su contexto operativo.
- **MTTR** (Mean Time To Repair): es un indicador de mantenimiento que representa el tiempo promedio necesario para reparar un componente o sistema tras una falla. El MTTR es crucial para la planificación del mantenimiento y para minimizar el tiempo de inactividad en los procesos productivos.
- **MDF** (Maintenance Downtime Frequency): se refiere a la frecuencia con la que un equipo o sistema se detiene para realizar mantenimiento. El

MDF puede ser programado para mantenimiento preventivo o no programado en caso de fallas. Es un parámetro importante para la planificación de la producción y la gestión de la capacidad de los equipos.

- **Sensores de Internet de las Cosas (IoT):** son dispositivos inteligentes que recogen y transmiten datos sobre el estado operativo de la maquinaria y equipos. Estos sensores pueden medir una variedad de parámetros físicos como temperatura, vibración, presión, o flujo, los cuales son indicativos de la condición actual y el rendimiento de los activos.

CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1 Determinación y análisis del problema

3.1.1 Determinación del problema

La elección de centrar la investigación en las excavadoras dentro de la Empresa San Martín Contratistas Generales S.A. se basa en varios factores clave. Primero, estas máquinas han sido un punto focal en la gestión del mantenimiento debido a que sus niveles de disponibilidad no cumplen con los estándares óptimos. Al analizar los equipos disponibles, se determinó que las excavadoras, especialmente el modelo CAT374, ofrecen una mayor productividad en comparación con otros equipos como los cargadores. Esto se debe a varios factores como la altura del banco, el factor de carga, y los requerimientos específicos de la chancadora en el proyecto de Atocongo. Además, desde una perspectiva de costos, una CAT374 resulta más económica que una CAT992, manteniendo un rendimiento y productividad similares. Sin embargo, es importante considerar que la eficiencia de las excavadoras también depende de múltiples factores como el giro, ancho de banqueta, equipo de acarreo, altura de banco, experiencia del operador, efectividad horaria, humedad, entre otros, que son cruciales al diseñar y costear un equipo de carguío en proyectos de esta índole.

Bajo ese análisis, es que se prestó particular atención los datos históricos del año 2021, las excavadoras CAT 374DL-A, 374DL-B y 374DL-C han mostrado tasas de disponibilidad anuales promedio del 80.3%, 80.6% y 79.1%, respectivamente. Aunque estas cifras superan el umbral del 75%, aún están lejos del 85% esperado en operaciones de alta eficiencia. La persistencia de estos valores no óptimos sugiere un patrón de deficiencias en las prácticas de mantenimiento con el modelo utilizado en aquel entonces, posiblemente debido a un enfoque preventivo inadecuado que no coincide con las exigencias operativas de las máquinas ni con la frecuencia de uso en condiciones de trabajo demandantes.

A lo largo del año, se observaron variaciones mensuales en la disponibilidad de las excavadoras, pero con una tendencia constante que no alcanza el ideal de rendimiento. Por ejemplo, la excavadora CAT 374DL-A tuvo un descenso en julio a 78.0%, lo que podría coincidir con un alto volumen de trabajo durante el pico de la temporada de extracción, exacerbando cualquier deficiencia en el mantenimiento preventivo. Además, la excavadora CAT 374DL-C mostró la disponibilidad más baja promedio, lo que indica problemas específicos de esa unidad o posiblemente un plan de mantenimiento que no se ajusta a sus necesidades particulares.

En el caso de la excavadora CAT 374DL-B ha mostrado una preocupante tendencia en su nivel de disponibilidad, registrando un promedio anual de 80.6%. Este desempeño, aunque ligeramente mejor que sus contrapartes, enfrenta desafíos específicos. Se han reportados retrasos significativos en la adquisición de repuestos críticos, lo que ha provocado un aumento en el Tiempo Medio Para Reparar (MTTR) y, como resultado, una disponibilidad reducida. Además, la excavadora B ha sufrido fallos recurrentes en sus sistemas hidráulicos, un componente vital para su operación, lo que sugiere que el mantenimiento preventivo existente no está abordando adecuadamente las áreas de alto desgaste.

Estos problemas recurrentes de disponibilidad son indicativos de un plan de mantenimiento preventivo que no está alineado con los requerimientos técnicos y operativos de la flota. Además, es importante señalar que la operación intensiva a la que se ha sometido a estas 3 excavadoras, dada su alta demanda en proyectos clave, ha exacerbado la situación, llevando a una aceleración en la frecuencia de los fallos. La necesidad de mantener el ritmo de producción ha obligado a menudo a postergar el mantenimiento programado, lo que ha tenido un efecto negativo, aumentando aún más las probabilidades de fallos inesperados. Este círculo vicioso ha destacado la insuficiencia del plan de mantenimiento preventivo actual, que no ha

sido capaz de adaptarse al incremento en la carga operativa ni de prever problemas emergentes en los sistemas críticos de la máquina. En la Figura 10 se muestra la evolución de la disponibilidad de la excavadora CAT374DL-A, durante el año 2021.

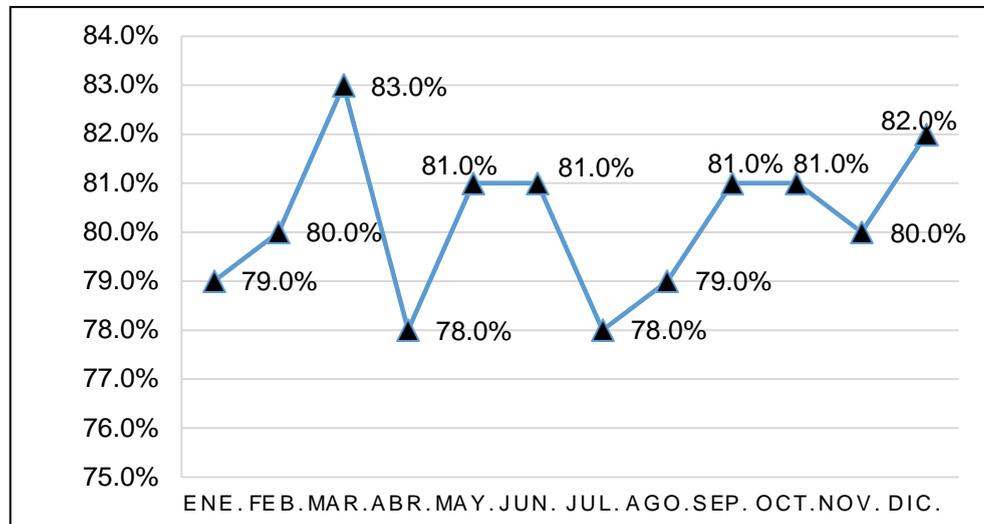


Figura 10. Disponibilidad de la excavadora CAT374DL-A, del Año 2021.

Dada esta situación, se hace imperativo revisar y rediseñar el plan de mantenimiento preventivo para la flota conformada por 3 excavadoras CAT 374DL. Por lo que la implementación de un modelo de mantenimiento ajustado que considere las especificaciones técnicas y las condiciones de operación reales es esencial. Tal enfoque no solo aumentaría la disponibilidad de las máquinas, sino que también optimizaría su rendimiento y fiabilidad. Por tanto, es crítico para San Martín Contratistas Generales S.A. tomar medidas para desarrollar e implementar un nuevo plan que garantice la operatividad continua y eficiente de su equipo, asegurando así su competitividad en el mercado y la satisfacción de sus clientes.

3.1.2 Análisis del problema

Se realizó el análisis de causa raíz (ACR) con la finalidad de identificar componentes críticos de la excavadora CAT 374DL utilizada por la empresa San Martín Contratistas Generales S.A., que justifique el desarrollo de un nuevo modelo de plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se muestran los criterios seguidos para la obtención del diagrama de Ishikawa.

- **Identificación del problema**
La disponibilidad operativa de las excavadoras CAT 374DL ha estado consistentemente por debajo del objetivo de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A., además las excavadoras sufren paradas no programadas con mayor frecuencia de la esperada, afectando la productividad y generando costos adicionales.
- **Recopilación de Datos:**
Se recolectaron datos históricos de los registros de mantenimiento, en el cual se identificó que estos muestran un aumento en el número de fallas, especialmente en los sistemas hidráulicos, el tren de rodaje y el motor. Además, se observó que los tiempos de reparación son más largos debido a la demora en la obtención de repuestos.
- **Análisis de componentes críticos**
Sistema Hidráulico: Los cilindros, las bombas y las válvulas hidráulicas son críticos para la operación y han mostrado una alta tasa de fallas. Las filtraciones y el desgaste excesivo en las juntas y sellos sugieren un mantenimiento insuficiente y la necesidad de una mejor limpieza y filtración del fluido hidráulico.

Tren de Rodaje: Las orugas y componentes asociados, como los rodillos y las ruedas guía, han fallado más de lo esperado, lo que podría estar relacionado con las condiciones severas del terreno de operación y la falta de limpieza y atención adecuada.

Motor: Fallas en el motor, tales como sobrecalentamiento y pérdida de potencia, han sido frecuentes. Estos problemas pueden estar vinculados a la antigüedad de las máquinas, a la calidad del combustible y a la acumulación de residuos en el sistema de refrigeración.

- Diagrama de Ishikawa
Utilizando esta herramienta se identificarán las posibles causas de las fallas en cada uno de los componentes críticos mencionados. Se consideran factores como métodos de trabajo, mano de obra, materiales y maquinaria.
- Evaluación de Causas y Efecto
Se determina que las fallas en los componentes críticos son consecuencia de:
 1. Mantenimiento Inadecuado: La falta de un mantenimiento preventivo basado en las condiciones específicas de cada componente ha llevado a un deterioro prematuro.
 2. Demora en Repuestos: La falta de un inventario adecuado y una gestión eficiente de la cadena de suministro han aumentado el MTTR.
 3. Operación Intensiva: La utilización de las excavadoras más allá de las especificaciones recomendadas ha exacerbado el desgaste natural.

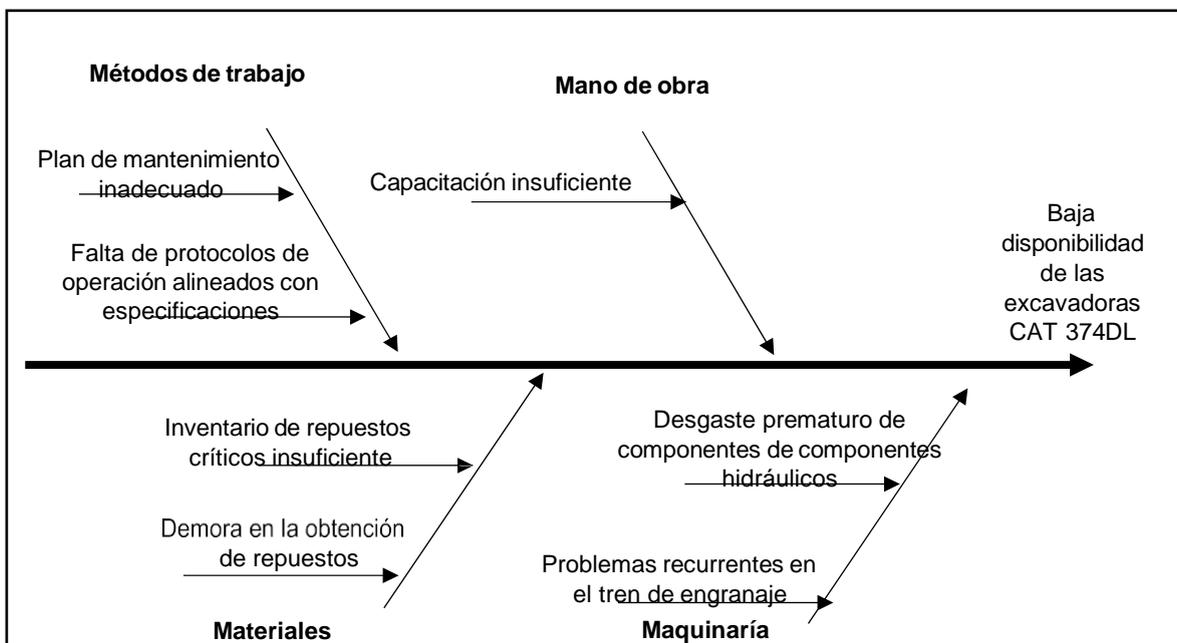


Figura 11. Diagrama de Ishikawa para la baja disponibilidad de excavadoras CAT374DL.

- Recomendaciones:
Desarrollar un nuevo plan de mantenimiento preventivo: Basado

en el análisis de los datos y en el ACR, se recomienda el desarrollo de un nuevo plan de mantenimiento preventivo que sea específico para cada componente crítico y que considere las condiciones reales de operación.

Mejora en la Gestión de Inventarios: Implementar un sistema de gestión de repuestos que garantice la disponibilidad y reduzca los tiempos de espera.

Capacitación y Operación: Ofrecer formación continua al personal para asegurar el uso adecuado de las máquinas y ajustar los protocolos de operación para alinearlos con las especificaciones del fabricante.

3.2 Modelo de solución propuesto

Considerando lo descrito en la identificación del problema, así como en base a los aspectos identificados en el análisis causa raíz, se procedió a estructurar un nuevo modelo de plan de mantenimiento preventivo, en el que se tenga en cuenta etapas relevantes, como la planificación, supervisión y seguimiento y control, así como una etapa de mejora continua.

A. Etapa de Planificación:

En esta etapa se generan las ordenes de trabajo (OT), se estiman las Horas-Hombre (H-H) necesarias para el trabajo y se recogen los materiales requeridos para las tareas de mantenimiento. A su vez esta etapa se conforma por las siguientes actividades:

- Generar OT: Creación de órdenes formales de trabajo que detallan las tareas a realizar.
- Estimar H-H: Cálculo del tiempo de trabajo que se prevé para completar las tareas de mantenimiento.
- Recoger materiales: Consiste en asegurar que todos los materiales y

herramientas necesarias estén disponibles y listos para su uso.

- Revisar plan con horómetro: Se verifica el plan de mantenimiento con las lecturas del horómetro de los equipos, que miden el tiempo total de funcionamiento, para programar el mantenimiento basado en horas de uso.

B. Preparar informes OT iniciales: Se redactan informes preliminares que documentan el estado y los detalles de las OT antes de la ejecución del trabajo.

C. Etapa de Ejecución de Mantenimiento:

Es la fase donde se lleva a cabo físicamente el mantenimiento según lo planificado.

- Realización del mantenimiento: Incluye todas las actividades prácticas de mantenimiento, como inspecciones, reparaciones, y ajustes.
- Cierre OT Correctivas: Finalización de trabajos que involucran reparaciones no programadas que surgen de fallos o averías.
- Cierre OT Preventivas: Conclusión de trabajos de mantenimiento programados para prevenir fallas antes de que ocurran.

D. Etapa de Supervisión y ajustes: Consiste en monitorear y ajustar las tareas de mantenimiento para asegurar la calidad y eficacia del trabajo realizado.

- Control de Costos: Revisión y gestión de los gastos asociados con las actividades de mantenimiento para asegurar que se mantengan dentro del presupuesto.
- Actualizar registros: Mantenimiento de registros precisos y

actualizados de todas las actividades de mantenimiento realizadas.

- Reporte de seguimiento: Se prepara y envía un informe de seguimiento sobre el estado del mantenimiento a las partes interesadas.

E. Etapa de Seguimiento y Control:

Evaluación continua del proceso de mantenimiento para asegurar que las actividades se alineen con los objetivos establecidos y para identificar áreas de mejora.

F. Reportes y Análisis:

Se realiza la recolección y análisis de datos sobre el mantenimiento realizado para evaluar la eficacia del plan de mantenimiento y para informar decisiones futuras.

G. Mejora Continua:

Consiste en que tomando en cuenta los datos y análisis de los reportes, se identifican y se implementan mejoras en el proceso de mantenimiento.

Adicionalmente en la Tabla 2 se precisa los indicadores a identificar en cada una de las etapas y de los procedimientos que forman parte de las actividades desarrolladas en el mantenimiento preventivo.

Tabla 2. Indicadores a identificar en cada etapa del mantenimiento preventivo.

Etapas del mantenimiento	Procedimiento	Indicadores
Planificación	- Generación de Órdenes de Trabajo	- Número de OT generadas - Horas-Hombre (H-H) por semana
	<u>(OT) semanales</u>	
	- Verificación del plan de mantenimiento	- Cumplimiento del plan de mantenimiento
	- Revisión y carga de horas trabajadas	- Exactitud en la carga de horas trabajadas
	- Actualización de Stock de filtros, aceites y repuestos	- Nivel de stock de inventario de mantenimiento
Ejecución	- Realizar mantenimiento	- Reportes de ejecución de la cartilla de tareas de mantenimiento.
	- Cierre de OT correctivas y preventivas	- Tiempo de cierre de OT - Horómetro al cierre.
Supervisión y ajustes	- Control de costos	- Tiempo de entrega de pedidos - Costo de adquisición
	- Realizar reporte de seguimiento	- Precisión y puntualidad de los reportes semanales
	- Reporte y análisis	- Indicadores de desempeño (KPIs) como tiempo entre fallos, costo de mantenimiento, etc.
Seguimiento y control	- Revisión de blacklogs y gestión de pedidos.	- Actualización y eficiencia en la gestión de blacklogs.
	Mejora continua	- Revisión de procesos y propuesta de mejora

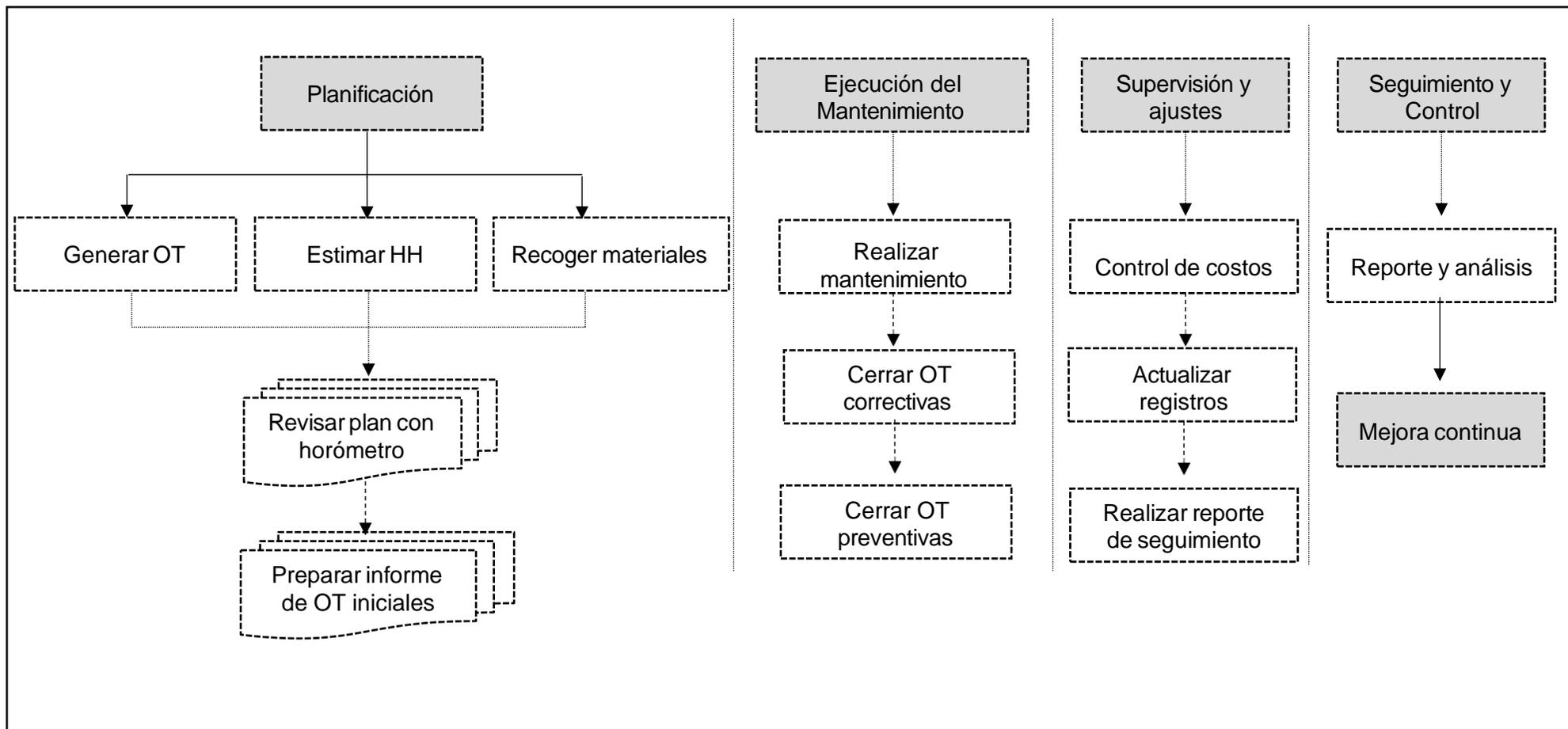


Figura 12. Modelo de plan de mantenimiento preventivo

3.3 Resultados

La empresa San Martín Contratistas Generales S.A. durante los meses del año 2022 procedió con la implementación del modelo de mantenimiento preventivo descrito para sus tres excavadoras CAT 374DL, denominadas como 374DL-A, 374DL-B, y 374DL-C. Cada excavadora presentó diversos problemas que abordar, la excavadora 374DL-A se le identificó un uso intensivo, mientras que la excavadora 374DL-B se le identificó que tuvo problemas recurrentes en su sistema hidráulico, y en el caso de la excavadora 374DL-C enfrentó el desgaste acelerado de su tren de rodaje.

Este escenario es descrito con el propósito de establecer un punto de referencia para evidenciar en qué medida el modelo de mantenimiento preventivo descrito mejoró la precisión y eficiencia en el mantenimiento de las máquinas excavadoras, al introducir dentro de este modelo un proceso en el que se realiza un registro detallado de horas trabajadas en las OT.

Durante los primeros meses del año 2022, el equipo de mantenimiento empezó a registrar cuidadosamente las horas-hombre (HH) dedicadas a cada tarea de mantenimiento, a nivel preventivo. Esta práctica revela que la excavadora 374DL-B requería más horas de tiempo en mantenimiento en comparación con las otras dos, principalmente debido a la complejidad de los problemas en su sistema hidráulico. Las OT detalladas también muestran que las intervenciones en la 374DL-C son más frecuentes, pero de menor duración, lo que indica problemas menores pero constantes.

Con estos datos, el equipo de mantenimiento ajustó el plan para cada excavadora. La 374DL-A recibe un mantenimiento más frecuente pero menos intensivo, centrado en prevenir el desgaste debido a su uso intensivo. Para la 374DL-B, se incrementó el enfoque en el sistema hidráulico, incluyendo la capacitación específica del personal en este componente y la mejora en la gestión de inventario de repuestos. Mientras que en el caso de la 374DL-C, se decidió aumentar las inspecciones del tren de rodaje y realizar ajustes menores de forma más regular. En la Tabla 3 se muestra los valores de MTTR correspondientes a los años 2021 y 2022.

Tabla 3. Valores de MTTR correspondientes a los años 2021 y 2022.

Equipos en análisis	Promedio de	Promedio de	% de mejora
	MTTR (Hrs.)	MTTR (Hrs.)	
	2021	2022	
Excavadora CAT 374DL-A	42.4	25.7	39.4%
Excavadora CAT 374DL-B	48.9	30.5	37.6%
Excavadora CAT 374DL-C	46.8	27.3	41.7%
	Porcentaje de mejora promedio		39.6%

El porcentaje de 39.56% evidencia de como la precisión en el registro de horas trabajadas en las OT contribuye a mejorar significativamente la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo, particularmente en el contexto de las excavadoras CAT 374DL en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

Así también en relación con mejorar del MTBF, al aplicar el nuevo plan de mantenimiento que se centró en la precisión en la carga de horas en las OT, la gestión eficiente de inventarios, y la capacitación del personal en tareas de mantenimiento específicas.

Después de su implementación del nuevo plan, el MTBF mejoró significativamente para las tres excavadoras. La 374DL-A alcanzó un MTBF de 70 %, la 374DL-B de 65 %, y la 374DL-C de 75 %. Estas mejoras fueron el resultado directo de un mantenimiento más efectivo y oportuno, una mejor gestión de repuestos, y una operación más alineada con las especificaciones del fabricante.

La mejora en el MTBF, junto con la reducción del MTTR discutida anteriormente, resultó en un aumento significativo en la disponibilidad promedio de las excavadoras. Anteriormente, la disponibilidad promedio estaba alrededor del 80.6% para las tres máquinas. Con las mejoras

implementadas, la disponibilidad promedio aumentó a aproximadamente un 92.9%. Esta mejora en la disponibilidad significa menos tiempo de inactividad para las excavadoras, mayor eficiencia operativa, y una mayor capacidad para cumplir con las demandas de los proyectos. En la Tabla 4 se muestran los resultados de la disponibilidad de cada excavadora después de aplicar el nuevo modelo de plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 4. Disponibilidad de las excavadoras CAT 374DL después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo.

Meses	Disponibilidad CAT 374DL-A	Disponibilidad CAT 374DL-B	Disponibilidad CAT 374DL-C
Ene. 2022	93.0%	97.0%	93.0%
Feb. 2022	94.0%	97.0%	92.0%
Mar. 2022	95.0%	95.0%	93.0%
Abr. 2022	90.0%	91.0%	93.0%
May. 2022	95.0%	91.0%	93.0%
Jun. 2022	93.0%	94.0%	91.0%
Jul. 2022	90.0%	95.0%	91.0%
Ago. 2022	91.0%	93.0%	91.0%
Sep. 2022	93.0%	95.0%	93.0%
Oct. 2022	93.0%	96.0%	90.0%
Nov. 2022	92.0%	93.0%	92.0%
Dic. 2022	94.0%	92.0%	91.0%
Promedio	92.8%	94.1%	91.9%

Finalmente, la implementación de este plan de mantenimiento preventivo detallado y específico para cada máquina demuestra generar un impacto significativo en la reducción de fallas y en la mejora de la disponibilidad de las excavadoras CAT 374DL, en un promedio de 12.3%. Esta estrategia de mantenimiento no solo mejora la confiabilidad de las máquinas, sino que también contribuye a la eficiencia operativa y a la rentabilidad general de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

CONCLUSIONES

- Se concluye que se logró determinar el nuevo modelo de plan de mantenimiento preventivo, el mismo que se fue desarrollado al partir de realizar el análisis causa raíz al proceso de mantenimiento anterior. Este nuevo modelo comprende etapas relevantes, como la planificación, supervisión y seguimiento y control, así como una etapa de mejora continua. Esto contribuirá a mejorar la disponibilidad de excavadoras CAT 374DL de 358 kW, en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.
- Se concluye que se logró determinar que la precisión en el registro de horas trabajadas en las OT contribuye a mejorar significativamente en la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo, en un 39.6%. Con lo cual se consiguió reducir el tiempo medio entre fallas (MTTR), de las excavadoras CAT 374DL de 358 kW, en la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.
- Se concluye que la mejora generada por la aplicación del nuevo plan de mantenimiento preventivo se evidencia en la reducción del tiempo medio entre fallas (MTBF), esto debido a que contribuyó a mejorar en 12.3% la disponibilidad promedio en las excavadoras CAT 374DL. Esta estrategia de mantenimiento no solo mejora la confiabilidad de las máquinas, sino que también contribuye a la eficiencia operativa y a la rentabilidad de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda integrar técnicas avanzadas de seguimiento en tiempo real para mejorar aún más las fases de planificación, control, seguimiento y control. Esto puede incluir el uso de sensores de Internet de las cosas (IoT) y software de análisis predictivo.
- Se recomienda establecer iniciativas de formación constante dirigidas a los empleados responsables del mantenimiento, con el propósito de perfeccionar y preservar la exactitud en la documentación respecto a las horas laboradas en las órdenes de trabajo. Asimismo, resulta crucial realizar revisiones periódicas de las metodologías empleadas para dicho registro, con el propósito de identificar posibles mejoras. Esto garantizará una recolección de datos fiable y uniforme.
- Finalmente dado los resultados de mejora en la disponibilidad promedio y el MTBF, es relevante establecer una gestión de repuestos más efectiva y colaboraciones estratégicas con proveedores. Esto podría incluir la creación de un inventario de repuestos basado en el análisis predictivo de las necesidades de mantenimiento y el establecimiento de acuerdos con proveedores para garantizar la disponibilidad rápida de componentes críticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, L., Pineda, B., Prieto, K., & Ríos, K. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 1(34), 11-26.
- Barrientos, G. (2017). *Mejora de la gestión de Mantenimiento de Maquinaria Pesada con la Metodología AMEF*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.
- Cangalaya, M., & Alcalá, M. (2023). Preventive Maintenance Management Proposal to Increase the Availability of Online Sealing and Packaging of Canned Tuna, Ancash 2022. 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, (págs. 1-9). Buenos Aires.
- Cárdenas-García, C., Guevara-Castro, J., Miñan-Olivos, G., Valderrama-Puscan, M., & Rivera-Ramírez, Y. (2023). Preventive maintenance to increase the availability of the production machines of Novagro-Ag S.A.C. Trujillo - Peru. 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, (págs. 1-7). Buenos Aires.
- Centeno, D. (2023). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado municipal del Cantón San Cristóbal de Patate*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Chávez, R. (2020). *Optimización de la gestión del mantenimiento de una Flota de maquinaria pesada, en la construcción de un tranque de relaves mineros*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- García, S. (2010). *Organización y gestión Integral de Mantenimiento*. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España.

- James, L. (2021). Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la alcaldía del municipio de la Esperanza. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Martínez, M., & Carbonell, D. (2020). Indicadores de Gestión de Mantenimiento en Empresas de servicio Petrolero. Ingeniería y sus alcances, Revista de Investigación, 4(9), 143-162.
- Medina, R. (2022). Estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre. Lima, Perú.
- Montilla, C. (2019). Mantenimiento Industrial y su Administración. Colombia: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira.
- Ortega, M., & Verona, E. (2014). Implementación de Indicadores de Mantenimiento en el Taller Industrial ADIFE LTDA. Tesis. Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de indias.
- Pérez, F. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Colombia: Editorial USTA.
- Prando, R. (2016). Manual de Gestión del Mantenimiento a la medida. Guatemala: Editorial Piedra Santa.
- Restrepo, A. (2021). Estrategia de Gestión de Mantenimiento para la empresa Máquinas y Máquinas S.A.S. Universidad de Pamplona, Pamplona, España.
- Roa, A. (2023). Propuesta plan de mejora para incrementar la disponibilidad de los cargadores Caterpillar en una empresa productora de concreto en la ciudad de Bogotá. Universidad ECCI, Bogotá, Colombia.

- Sacristán, F. (2001). *Mantenimiento Total de la producción TPM*. FC Editorial, Madrid, España.
- Santiago, A., Zeláda, C., & Macasi, I. (2023). Improvement proposal to increase performance by applying redesign of stations and work methods together with a preventive maintenance plan in a LPG bottling machine. 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering Education, and Technology, (págs. 1-7). Buenos Aires.
- Tacanga, T. (2020). *Técnicas de Gestión de Mantenimiento para incrementar la Disponibilidad Mecánica de los Equipos*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Trujillo, L. (2028). *Modelo Integral de Gestión de Repuestos para el Mantenimiento, en Intensivas en uso de capital*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Vásquez, J. (2019). *Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad a excavadoras Caterpillar 336D2L*. Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Zegarra, M. (2016). *Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados*. *Ciencia y Desarrollo*, 19(1), 25-37.

ANEXOS

VISTA FRONTAL DE LA EXACADORA CAT 374DL



ÁREA EN LA QUE SE REALIZA EL MANTENIMIENTO DE LAS EXCAVADORAS CAT 374DL



SISTEMA HIDRÁULICO DE LAS EXCAVADORAS CAT 374DL



FORMATO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL - 250HRS

SAN MARTIN		RE-32/RE-32 EXCAVADORA SOBRE ORUGAS				HOROMETRO ACTUAL: 37,261.30				Pág: 1 de 3 Fecha: 31.10.2023 Hora: 10:59:26			
Responsable Pto. Trabajo					SUP-TALL / ATOC								
Estado de Instalación													
Prioridad					3								
INFORMACIÓN DE LA ORDEN DE TRABAJO													
Sistema	Conjunto	Detalle	OT	Descripción	Tipo	Estado	Inicio		Fin		Horometro de Cierre	Horometro Programado	Fase
							Fecha	Hora	Fecha	Hora			
RE-32-SM	ENG1	SIS MOTOR DE EXCAVADORA 374DL	50962800	PM07 MANTTO 250 374DL-ENG1	PM02	LIB.						37406.40	LU
RE-32-SC		SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50962801	PM07 MANTTO 250 374DL-SC	PM02	LIB.						37500.00	MM
RE-32-SC	SEN	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50962802	PM07 MANTTO 250 374DL-SEN	PM02	LIB.						37406.40	LU
RE-32-SE		SIS ELÉCTRICO DE EXCAVADORA 374DL	50962803	PM07 MANTTO 250 374DL-SE	PM02	LIB.						37406.40	MM
RE-32-SL		SIS CARRILERA DE EXCAVADORA 374DL	50962804	PM07 MANTTO 250 374DL-SL	PM02	LIB.						37000.00	CA
OPERACIONES						MATERIALES							
OT	Nº	Descripción	Cantidad	Recurso	OT	Nº	Articulo	Nro.P.rptos	Descripción	Localizado	Req	Emitido	L.Disp. Abierto
50962800	0010	PM07 MANTTO 250 374DL-ENG1	2	MECLUB-A	50962800	0020	40002669	P551110	FUEL FILTER 326-1643 326-1644 FS20007		1.00		1.00
50962800	0020	C/ FILTRO COMBUSTIBLE PRIMARIO		SUP-TALL	50962800	0030	40000600	P551316	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0755 FF5317		1.00		2.00 1.00
50962800	0030	C/ FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO		SUP-TALL	50962800	0040	40002783	1R-1808	FILTER-ENGINE OIL ADVANCED EFFICIENCY	06D01A	1.00		27.00 1.00
50962800	0040	C/ FILTRO DE ACEITE		SUP-TALL	50962801	0020	21008220	N.A.	DESINCRUSTANTE BARRACUDA 10K (ENVx1GAL)	13B11A	1.00		246.00 1.00
50962800	0050	C/ ACEITE MOTOR		SUP-TALL	50962801	0020	13000130	N.A.	TRAPO INDUSTRIAL PUNTAS COLOR	07A09A	5.00		867.00 5.00
50962801	0010	PM07 MANTTO 250 374DL-SC	2	MECLUB-A									
50962801	0020	LAVADO DE EQUIPO		SUP-TALL									
50962801	0030	INSP. GNRL. DE EQUIPO		SUP-TALL									
50962802	0010	PM07 MANTTO 250 374DL-SEN	2	MECLUB-A									
50962802	0020	ENGRASE GENERAL/RELLENO TANQUE DE GRASA		SUP-TALL									
50962803	0010	PM07 MANTTO 250 374DL-SE	1	MECLUB-A									
50962803	0020	INSP. GNRL. DE SISTEMA ELECTRICO		SUP-TALL									
50962804	0010	PM07 MANTTO 250 374DL-SL		MECLUB-A									
50962804	0020	INSP FUGAS POR RODILLAS INF Y SUP		SUP-TALL									
50962804	0030	INSP FUGAS POR PINES		SUP-TALL									
50962804	0040	EJEC AJUSTE PERNOS DE ZAPATAS		SUP-TALL									
50962804	0050	INSP GUIAS CADENAS		SUP-TALL									
50962804	0060	EVAL TENSADO CADENA		SUP-TALL									
50962804	0070	EVAL MEDIDA GARRA DE ZAPATA		SUP-TALL									
50962804	0080	EVAL MEDIDA SPROCKETS		SUP-TALL									
50962804	0090	EVAL MEDIDA RODILLOS SUPERIORES		SUP-TALL									
50962804	0100	EVAL MEDIDA RODILLOS INFERIORES		SUP-TALL									

FORMATO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL - 500HRS

SAN MARTIN		RE-33/RE-33 EXCAVADORA SOBRE ORUGAS				HOROMETRO ACTUAL: 27,791.10				Pág: 1 de 3 Fecha: 08.08.2023 Hora: 08:47:32				
Responsable Pto. Trabajo						SUP-TALL / ATOC								
Estado de Instalación						Prioridad								
Estado de Instalación						3								
INFORMACIÓN DE LA ORDEN DE TRABAJO														
Sistema	Conjunto	Detalle	OT	Descripción	Tipo	Estado	Inicio		Fin		Horometro de Cierre	Horometro Programado	Fase	
							Fecha	Hora	Fecha	Hora				
RE-33-SH		SIS HIDRAULICO DE EXCAVADORA 374DL	50941665	PM02 MANTTO 500 374DL-SH	PM02	LIB.						27888.00	LU	
RE-33-SM	ENG1	SIS MOTOR DE EXCAVADORA 374DL	50941666	PM02 MANTTO 500 374DL-ENG1	PM02	LIB.						27871.00	LU	
RE-33-SL		SIS CARRILERA DE EXCAVADORA 374DL	50941667	PM02 MANTTO 250 374DL-SL	PM02	LIB.						28000.00	CA	
RE-33-SC	SEN	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50941668	PM02 MANTTO 250 374DL-SEN	PM02	LIB.						27750.00	LU	
RE-33-SC		SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50941669	PM02 MANTTO 500 374DL-SC	PM02	LIB.						28121.00	MM	
RE-33-SE		SIS ELÉCTRICO DE EXCAVADORA 374DL	50941670	PM02 MANTTO 500 374DL-SE	PM02	LIB.						27871.00	MM	
OPERACIONES						MATERIALES								
OT	Nº	Descripción	Cantidad	Recurso	OT	Nº	Artículo	Nro.P.Rptos	Descripción	Localizado	Req	Emitido	L.Disp.	Abierto
50941665	0010	PM02 MANTTO 500 374DL-SH	2	MECANIA	50941665	0020	42007602	095-1681	O-RING	06C03A	3.00	28.00	3.00	
50941665	0020	C/ SELLOS DE -FILTRO HIDRAULICO		SUP-TALL	50941665	0030	40000037	P571271	FILTRO HIDR 126-2131 179-9806 HF35440		3.00	25.00	3.00	
50941665	0030	C/ FILTRO ACEITE HIDRAULICO RETORNO		SUP-TALL	50941665	0040	40000116	P550388	HYDRAULIC FILTER 4T-6788 HF6710	06B01A	2.00	24.00	2.00	
50941665	0040	C/ FILTRO ACEITE HIDRAULICO DE BOMBA (DR		SUP-TALL	50941665	0050	40002962	185-0337	FILTRO HIDRAULICO		1.00	4.00	1.00	
50941665	0050	C/ FILTRO ACEITE HIDRAULICO PILOTAJE		SUP-TALL	50941666	0020	40000595	P551010	FILTRO COMBUSTIBLE SEP 326-1641 326-1642	06A01A	1.00	14.00	1.00	
50941666	0010	PM02 MANTTO 500 374DL-ENG1	1	SUP-TALL	50941666	0030	40000600	P551316	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0755 FF5317	11D03A	1.00	7.00	1.00	
50941666	0020	C/ FILTRO COMBUSTIBLE PRIMARIO		SUP-TALL	50941666	0040	40002783	1R-1808	FILTER-ENGINE OIL ADVANCED EFFICIENCY		1.00	62.00	1.00	
50941666	0030	C/ FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO		SUP-TALL	50941666	0050	40000387	P533882	FILTRO AIRE 1" 106-3969 132-7168 AF25262	06A03A	1.00	21.00	1.00	
50941666	0040	C/ FILTRO DE ACEITE		SUP-TALL	50941666	0060	20000420	N.A.	MOBIL DELVAC ELITE 15W40	LUB	7.00	389.20	7.00	
50941666	0050	C/ FILTRO DE AIRE PRIMARIO		SUP-TALL	50941668	0020	17000010	N.A.	MOBIL M-GREASE XHP 462 MOLY	LUB	5.00	4,224.50	5.00	
50941666	0060	C/ ACEITE ACEITE		SUP-TALL	50941669	0020	21008220	N.A.	DESINCRUSTANTE BARRACUDA 10K (ENVx1GAL)		1.00	94.00	1.00	
50941667	0001	PM02 MANTTO 250 374DL-SL		LLANTE-A	50941669	0020	13000090	N.A.	PANO IND WYPALL X-70 (ROLL)	01D03A	1.00	35.00	1.00	
50941667	0010	EJEC LAVADO TREN DE RODAMIENTO LH, RH	2	MECANIA	50941669	0020	13000130	N.A.	TRAPO INDUSTRIAL PUNTAS COLOR	13P10A	5.00	251.00	5.00	
50941667	0020	INSP FUGAS POR RODILLAS INF Y SUP		SUP-TALL										
50941667	0030	INSP FUGAS POR PINES		SUP-TALL										
50941667	0040	EJEC AJUSTE PERNOS DE ZAPATAS		SUP-TALL										

FORMATO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL - 1000HRS

SAN MARTIN		RE-33/RE-33 EXCAVADORA SOBRE ORUGAS				HOROMETRO ACTUAL: 28,276.50				Pág: 1 de 6 Fecha: 29.09.2023 Hora: 15:34:05											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Responsable Pto. Trabajo</td> <td style="width: 50%;">SUP-TALL / ATOC</td> </tr> <tr> <td>Estado de Instalación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prioridad</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>						Responsable Pto. Trabajo	SUP-TALL / ATOC	Estado de Instalación		Prioridad	3										
Responsable Pto. Trabajo	SUP-TALL / ATOC																				
Estado de Instalación																					
Prioridad	3																				
INFORMACIÓN DE LA ORDEN DE TRABAJO																					
Sistema	Conjunto	Detalle	OT	Descripción	Tipo	Estado	Inicio		Fin		Horometro de Cierre	Horometro Programado	Fase								
							Fecha	Hora	Fecha	Hora											
RE-33-SM	ENG1	SIS MOTOR DE EXCAVADORA 374DL	50955088	PM04 MANTTO 1000 374DL-ENG1	PM02	LIB.						28376.00	LU								
RE-33-SC	SEN	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50955089	PM04 MANTTO 250 374DL-SEN	PM02	LIB.						28500.00	LU								
RE-33-SC		SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50955090	PM04 MANTTO 250 374DL-SC	PM02	LIB.						28624.00	MM								
RE-33-SH		SIS HIDRÁULICO DE EXCAVADORA 374DL	50955091	PM04 MANTTO 1000 374DL-SH	PM02	LIB.						28365.00	LU								
RE-33-SC	CBN	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50955092	PM04 MANTTO 1000 374DL-CBN	PM02	LIB.						28388.00	LU								
RE-33-ST	RG2	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50955093	PM04 MANTTO 1000 374DL-RG2	PM02	LIB.						28388.00	LU								
RE-33-ST	RG1	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50955094	PM04 MANTTO 1000 374DL-RG1	PM02	LIB.						28388.00	LU								
RE-33-ST	MRH	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50955095	PM04 MANTTO 1000 374DL-MRH	PM02	LIB.						28388.00	LU								
RE-33-ST	MLH	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50955096	PM04 MANTTO 1000 374DL-MLH	PM02	LIB.						28388.00	LU								
RE-33-SE		SIS ELÉCTRICO DE EXCAVADORA 374DL	50955097	PM04 MANTTO 250 374DL-SE	PM02	LIB.						28376.00	MM								
OPERACIONES					MATERIALES																
OT	Nº	Descripción	Cantidad	Recurso	OT	Nº	Artículo	Nro.P.Rptos	Descripción	Localizado	Req	Emitido	L.Disp. Abierto								
50955088	0010	PM04 MANTTO 1000 374DL-ENG1	1	MECANI-A	50955088	0020	40000595	P551010	FILTRO COMBUSTIBLE SEP 326-1641 326-1642		1.00		5.00 1.00								
50955088	0020	C/ FILTRO COMBUSTIBLE PRIMARIO		SUP-TALL	50955088	0030	40000600	P551316	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0755 FF5317		1.00		5.00 1.00								
50955088	0030	C/ FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO		SUP-TALL	50955088	0040	40002783	1R-1808	FILTER-ENGINE OIL ADVANCED EFFICIENCY	09B01A	1.00		36.00 1.00								
50955088	0040	C/ FILTRO DE ACEITE		SUP-TALL	50955088	0050	40000387	P533882	FILTRO AIRE 1" 106-3969 132-7168 AF25262	06A03A	1.00		17.00 1.00								
50955088	0050	C/ FILTRO DE AIRE PRIMARIO		SUP-TALL	50955088	0060	40000485	AF25263	FILTRO AIRE SECUNDARIO 106-3973 P533884		1.00		7.00 1.00								
50955088	0060	C/ FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		SUP-TALL	50955088	0070	40002769	350-7735	FILTER KIT		1.00		8.00 1.00								
50955088	0070	C/ RESPIRADERO TK COMBUSTIBLE		SUP-TALL	50955088	0080	20000420	N.A.	MOBIL DELVAC ELITE 15W40		1.00		509.00 1.00								
50955088	0080	C/ ACEITE MOTOR		SUP-TALL	50955089	0020	17000010	N.A.	MOBIL M-GREASE XHP 462	LUB	5.00		5,638.00 5.00								
50955089	0010	PM04 MANTTO 250 374DL-SEN	1	MECLUB-A	50955090	0020	13000090	N.A.	PAÑO IND WYPALL X-70 (ROLLO)	05E01A	1.00		190.00 1.00								
50955089	0020	RELLENO GRASA A TANQUE, ENGRASE GRAL		SUP-TALL	50955090	0020	13000130	N.A.	TRAPO INDUSTRIAL PUNTAS COLOR	13P10A	2.00		1,032.00 2.00								
50955090	0010	PM04 MANTTO 250 374DL-SC	2	MECANI-A	50955091	0020	42007602	095-1681	O-RING	18C06J	3.00		20.00 3.00								

FORMATO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL - 2000HRS

SAN MARTIN		RE-33/RE-33 EXCAVADORA SOBRE ORUGAS		HOROMETRO ACTUAL: 27,309.20		Pág: 1 de 5 Fecha: 10.06.2023 Hora: 12:52:10											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Responsable Pto. Trabajo</td> <td style="width: 50%;">SUP-TALL / ATOC</td> </tr> <tr> <td>Estado de Instalación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prioridad</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>				Responsable Pto. Trabajo	SUP-TALL / ATOC	Estado de Instalación		Prioridad	3	INFORMACIÓN DE LA ORDEN DE TRABAJO							
Responsable Pto. Trabajo	SUP-TALL / ATOC																
Estado de Instalación																	
Prioridad	3																
Sistema	Conjunto	Detalle	OT	Descripción	Tipo	Estado	Inicio		Fin		Horometro de Cierre	Horometro Programado	Fase				
							Fecha	Hora	Fecha	Hora							
RE-33-SC	SEN	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50926207	PM08 MANTTO 250 374DL-SEN	PM02	LIB.						27500.00	LU				
RE-33-SE		SIS ELÉCTRICO DE EXCAVADORA 374DL	50926209	PM08 MANTTO 250 374DL-SE	PM02	LIB.						27382.00	MM				
RE-33-SM	ENG1	SIS MOTOR DE EXCAVADORA 374DL	50926210	PM08 MANTTO 2000 374DL-ENG1	PM02	LIB.						27382.00	LU				
RE-33-SC		SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50926211	PM08 MANTTO 2000 374DL-SE	PM02	LIB.						27618.00	MM				
RE-33-SH		SIS HIDRÁULICO DE EXCAVADORA 374DL	50926212	PM08 MANTTO 1000 374DL-SH	PM02	LIB.						27164.00	LU				
RE-33-SL		SIS CARRILERIA DE EXCAVADORA 374DL	50926213	PM08 MANTTO 250 374DL-SL	PM02	LIB.						27500.00	CA				
RE-33-SC	CBN	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50926214	PM08 MANTTO 1000 374DL-CBN	PM02	LIB.						27406.00	LU				
RE-33-ST	MLH	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50926215	PM08 MANTTO 1000 374DL-MLH	PM02	LIB.						27406.00	LU				
RE-33-ST	MRH	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50926216	PM08 MANTTO 1000 374DL-MRH	PM02	LIB.						27406.00	LU				
RE-33-ST	RG1	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50926217	PM08 MANTTO 1000 374DL-RG1	PM02	LIB.						27406.00	LU				
RE-33-ST	RG2	SIS TREN DE FZA DE EXCAVADORA 374DL	50926219	PM08 MANTTO 1000 374DL-RG2	PM02	LIB.						27406.00	LU				
RE-33-SC	TNZ	SIS CHASIS DE EXCAVADORA 374DL	50926220	PM08 MANTTO 2000 374DL-TNZ	PM02	LIB.						24928.10	LU				
RE-33-SM	RAD1	SIS MOTOR DE EXCAVADORA 374DL	50926222	PM08 MANTTO 2000 374DL-RAD1	PM02	LIB.						26744.42	LU				
OPERACIONES					MATERIALES												
OT	Nº	Descripción	Cantidad	Recurso	OT	Nº	Articulo	Nro.P.Rptos	Descripción	Localizado	Req	Emitido	L.Disp.	Abierto			
50926207	0010	PM08 MANTTO 250 374DL-SEN	1	SUP-TALL	50926207	0020	17000010	N.A.	MOBIL M-GREASE XHP 462 MOLY	10C01A	5.00		3,526.50	5.00			
50926207	0020	RELLENO GRASA A TANQUE, ENGRASE GRAL		SUP-TALL	50926209	0010	21006138	N.A.	LIMPIADOR DE CONTACTOS ELECTRICOS	13B02A	1.00		73.00	1.00			
50926209	0010	PM08 MANTTO 250 374DL-SE	1	SUP-TALL	50926209	0010	21003401	N.A.	CINTA AISLANTE 3/4"X20M NEGRO	TRAN00001	1.00		322.00	1.00			
50926209	0020	INSP. SIST. ELECTRICO		SUP-TALL	50926210	0020	40000595	P551010	FILTRO COMBUSTIBLE SEP 326-1641 326-1642	11C02C	1.00		29.00	1.00			
50926210	0010	PM08 MANTTO 2000 374DL-ENG1	1	SUP-TALL	50926210	0030	40000600	P551316	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0755 FF5317	11D01A	1.00		15.00	1.00			
50926210	0020	C/ FILTRO COMBUSTIBLE PRIMARIO		SUP-TALL	50926210	0040	40002783	1R-1808	FILTER-ENGINE OIL ADVANCED EFFICIENCY	08D01A	1.00		89.00	1.00			
50926210	0030	C/ FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO		SUP-TALL	50926210	0050	40000387	P533882	FILTRO AIRE 1" 106-3969 132-7168 AF25262	12C01A	1.00		25.00	1.00			

FORMATO DEL CHECK LIST – EXCAVADORA CAT 374DL

	CHECK LIST - EXCAVADORA						Código	038-EQO-FOR-008		
							Versión:	01		
							Fecha:	4/12/2022		
CODIGO										
DESCRIPCION			PROPIETARIO							
MARCA			FECHA DE INSPECCIÓN							
MODELO			LUGAR DE INSPECCIÓN							
SERIE MAQ.										
HOROMETRO			INGRESO DE EQ.					SALIDA DE EQ.		
DOCUMENTACIÓN		B	M	R	NO	OBSERVACIONES				
SEGURO TREC										
MANUAL DE OPERACIÓN										
CHECK LIST										
MOTOR		B	M	R	NO	OBSERVACIONES				
FILTRO(S) DE ACEITE										
FILTRO(S) DE COMBUSTIBLE										
FILTRO DE AIRE										
BOMBA DE INYECCIÓN REGULADA										
RADIADOR C/ANTICONGELANTE										
TURBO ALIMENTADOR										
FAJAS										
TANQUE Y CAÑERÍAS DE COMBUSTIBLE										
TUBO DE ESCAPE										
SILENCIADOR										

NIVEL DE ACEITE (CAMBIO)									
SEPARADOR DE AGUA									
SOPORTES DE MOTOR									
FILTRO DE REFRIGERANTE									
MULTIPLE DE EXC/ADMI									
SISTEMA ELÉCTRICO		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
ALTERNADOR									
ARRANCADOR									
BATERÍA(S)									
TABLERO DE CONTROL									
LUCES DEL/POST/INT									
FAROS NEBLINEROS									
LUCES DEL TABLERO									
LIMPIAPARABRISAS									
LUCES DE ALARMA									
TARJETA ELECTRÓNICA									
FUSIBLES									
SISTEMA DE FRENOS TRAS. Y GIRO		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
FRENO DE GIRO									
PRESIÓN HIDR. DE FRENOS									
FRENO DE PARQUEO									
NIVEL DE ACEITE DE ENGRANAJES DE GIRO									
SISTEMA HIDRÁULICO		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
NIVEL DE ACEITE									
TANQUE HIDRÁULICO									
FILTROS HIDRÁULICOS									
ENFRIADOR DE ACEITE									
MANGUERAS Y CONEX. HIDRÁULICAS									
RESPIRADOR DE TANQUE									
SISTEMA DE CARRILERIA		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
SPROCKET									
RODILLOS INFERIORES									
RODILLOS SUPERIOR									
ESLABONES									
PINES									

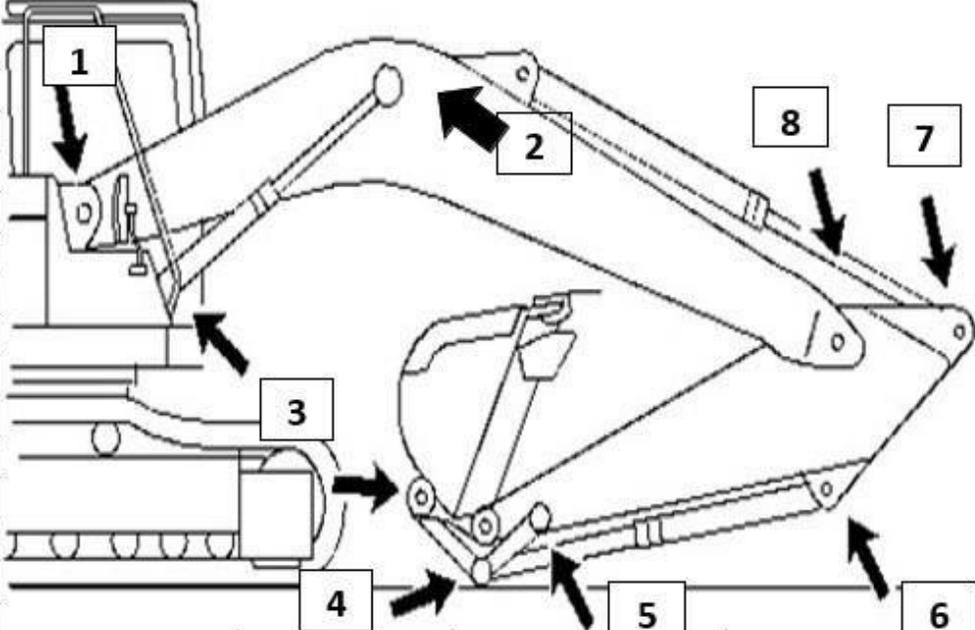
ZAPATAS									
TEMPLADOR DE CADENA									
RUEDA GUÍA									
BASTIDOR									
PERNOS DE ZAPATA									
PELDAÑOS									
VARIOS		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
CABINA ROP									
PARABRISAS Y LUNAS									
HOROMETRO									
AIRE ACONDICIONADO/CALEFACCIÓN									
EQUIPO DE COMUNICACIÓN - RADIO									
LIMPIEZA INTERIOR									
ASIENTO (S)									
CINTURÓN DE SEGURIDAD									
ESPEJO INT + 2 RETROVISORES									
CÓDIGO, LOGOTIPO									
PUERTAS Y MANIJAS									
NIVEL DE ACEITE / CAJA DE ENGRANAJE									
PINTURA GENERAL									
CAPOT DE MOTOR Y PISTONES DE GAS									
ACCESORIOS OBLIGATORIOS		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
CLÁXON O BOCINA									
ALARMA DE RETROCESO									
EXTINTOR PQS									
CONOS DE SEGURIDAD									
CIRCULINA AMBAR ESTROBOSCÓPICA									
BOTIQUÍN									
KIT ANTIDERRAME		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			
05 PAÑOS ABSORVENTES, 05 COSTALILLOS, 02 KG DE TRAPO, 01 GUANTES DE NEOPRENE, 05 BOLSAS NEGRAS Y ROJAS, 01 BANDEJA O BALDE DE 5 Lts.									
BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS		B	M	R	NO	OBSERVACIONES			

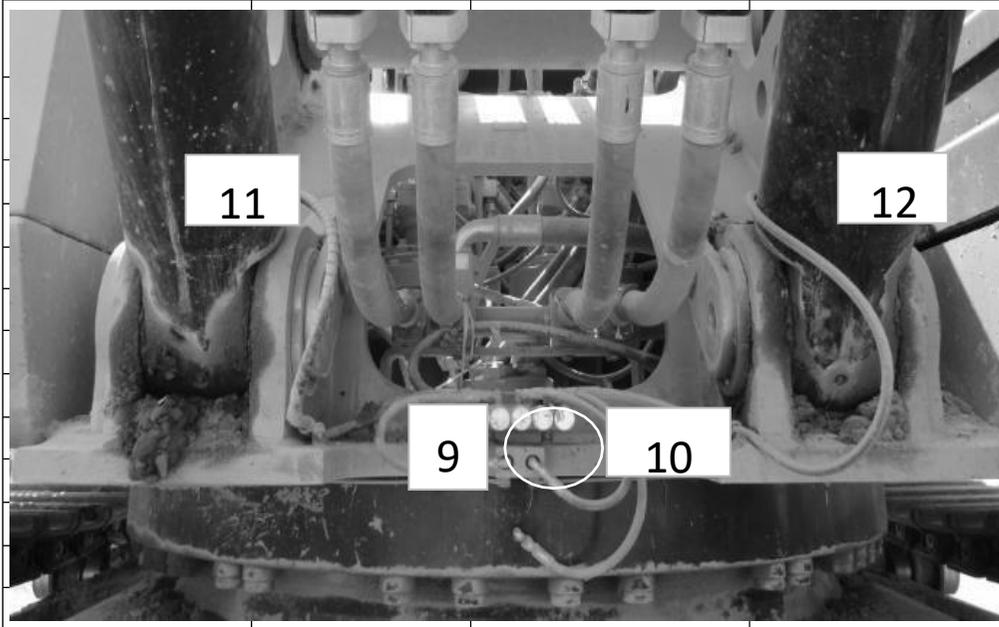
AGUA OXIGENADA 60 ml.									
ALCOHOL YODADO (ISODINE SOLUCION) 60 ml.									
ALGODÓN 25 gr.									
CREMA PARA QUEMADURAS – ANTIBACTERIANA.									
20 CURITAS									
ESPARADRAPO.									
03 GASA ESTÉRIL MEDIANA POR PAQUETE.									
02 GUANTES DE LATEX (Quirúrgicos Pares).									
TIJERA TRAUMA.									
02 VENDA ELÁSTICA 4".									
ACCESORIOS		B	M	R	NO			OBSERVACIONES	
BOON									
MANGUERAS DE BLOCK A BOON : 9									
4 MANGUERAS DE BOTELLAS DE BOON									
2 MANG. DE PUENTE BOTELLAS DE BOON									
BOTELLAS HIDR.									
ABRAZADERAS DE PLÁSTICO PARA MANG.									
CABLEADO ELÉCTRICO									
FAROS DE TRABAJO									
PINES CON SEGUROS Y PERNOS									
TUBERÍAS HIDRÁULICAS									
GRASERAS									
RETEN DE GRASA									
MANGUERAS DE LUBRICACIÓN DE PINES									
STICK									
ACOPLES PARA CUCHARÓN									
PIN DE ACOPLER CON TUERCA Y SEGURO									
BOTELLA HIDR									
BOCINAS									
MANGUERAS									
PINES CON SEGUROS Y PERNOS									

CARTILLA DE ENTREGA DE MUESTRAS DE ACEITE, CORTE DE FILTROS Y TAPONES MAGNETICOS

	ENTREGA DE MUESTRAS DE ACEITE, CORTE DE FILTROS Y TAPONES MAGNETICOS		Código: 100-EQO-FOR-043	
			Versión: 00	
			Fecha: 27/10/22	
EQUIPO:		MANTTO:		FECHA:
MUESTRA DE ACEITE		FILTROS DE ACEITE		TAPONES DE ACEITE
ENG		ENG		ENG
TRM		TRM		TRM
CON		CON		CON
SH		SH		SH
DIRECCION		DIRECCION		DIRECCION
DIFD		DIFD		DIFD
DIFP		DIFP		DIFP
BMLH		BMLH		BMLH
BMRH		BMRH		BMRH
DLH		DLH		DLH
DRH		DRH		DRH
MLH		MLH		MLH
MRH		MRH		MRH
RAD		RAD		RAD
EJE DEL. CIL. DE LEV.		EJE DEL. CIL. DE LEV.		EJE DEL. CIL. DE LEV.
EJE POST. CIL. DE LEV.		EJE POST. CIL. DE LEV.		EJE POST. CIL. DE LEV.
PLUMA LH		PLUMA LH		PLUMA LH
PLUMA RH		PLUMA RH		PLUMA RH
RG1		RG1		RG1
RG2		RG2		RG2
TNL		TNL		TNL
TNR		TNR		TNR
CMP		CMP		CMP
CRT		CRT		CRT
PTB		PTB		PTB
WPM		WPM		WPM
MALACATE		MALACATE		MALACATE
CLH		CLH		CLH
EJE PIVOTE		EJE PIVOTE		EJE PIVOTE
CIRCULO DE GIRO		CIRCULO DE GIRO		CIRCULO DE GIRO
MUESTRA DE		FILTRO DE		
COMBUSTIBLE		AIRE PRIMARIO		COMBUSTIBLE PRIM.
REFRIGERANTE		AIRE SECUNDARIO		COMBUST. SECUN.
DE:		PARA:		
MANTTO PREVENTIVO		MANTTO PREDICTIVO		

CARTILLA DE INSPECCIÓN DE SISTEMA DE ENGRASE – EXCAVADORA CAT 374DL

		INSPECCIÓN DE SISTEMA DE ENGRASE - EXCAVADORA			Código: 100-EQO-FOR-045	
				Versión: 00		
				Fecha: 27/06/2022		
EQUIPO			FECHA	TÉCNICO EVALUADOR		
HOROMETRO			SIST. DE ENGRASE	CENTRO MATIC		
PUNTOS A INPSECCIONAR DEL SISTEMA DE ENGRASE CENTRALIZADO						
TIPOS DE ESTADO	EXCESIVA GRASA	GRASA ADECUADA	POCA GRASA	FUGA DE GRASA POR SELLOS		NO INYECTA GRASA
				ITEM	PUNTO DE ENGRASE	ESTADO
				1	BOOM - CHASIS	
				2	CILINDRO PARTE VASTAGO RH CILINDRO PARTE VASTAGO LH	
				3	PIN DE H CON CUCHARON PIN DE STICK CON CUCHARON	
				4	CILINDRO PARTE VASTAGO CON H	
				5	VARILLAJE DE CUCHARON CON STICK	
				6	CILINDRO DE CUCHARON CON STICK	
				7	CILINDRO DE STICK PARTE VASTAGO	
				8	PIN DE BOOM CON STICK	



9	ENGRANAJE DE ROTACIÓN	
10	RODAMIENTO DE ROTACIÓN	
11	CILINDRO DE BOOM RH	
12	CILINDRO DE BOOM LH	
INYECTORES QUE REQUIEREN SER REGULADOS		
*		
*		
*		
TAPONES O PONCHOS QUE REQUIEREN SER CAMBIADOS		
*		
*		
FUGA POR EL TANQUE O BOMBA DE GRASA		
*		
*		

REPORTE DE INSPECCIÓN PARA MANTENIMIENTO DE LAS EXCAVADORAS CAT 374DL

	REPORTE DE INSPECCIÓN PARA MANTENIMIENTO	Código:	EQP-FOR-071
		Versión: Fecha:	

EQUIPO: <input style="width:50px; height:20px;" type="text"/>	FECHA: <input style="width:50px; height:20px;" type="text"/>	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th align="center" colspan="2">MOTIVO DE INSPECCION</th> <th align="center">ACCION</th> <th align="center">CRITICIDAD</th> </tr> <tr> <td style="width:50%;">PRE-USO (PU)</td> <td style="width:50%;">OPORTUNIDAD (OP)</td> <td>BACKLOG</td> <td align="center">1 </td> </tr> <tr> <td>PRE-PM (PR)</td> <td></td> <td>PROGRAMAR</td> <td align="center">2 </td> </tr> <tr> <td>PM (PM)</td> <td></td> <td>EVALUADO OPERATIVO EJECUTADO</td> <td align="center">3 </td> </tr> </table>	MOTIVO DE INSPECCION		ACCION	CRITICIDAD	PRE-USO (PU)	OPORTUNIDAD (OP)	BACKLOG	1	PRE-PM (PR)		PROGRAMAR	2	PM (PM)		EVALUADO OPERATIVO EJECUTADO	3
MOTIVO DE INSPECCION		ACCION	CRITICIDAD															
PRE-USO (PU)	OPORTUNIDAD (OP)	BACKLOG	1															
PRE-PM (PR)		PROGRAMAR	2															
PM (PM)		EVALUADO OPERATIVO EJECUTADO	3															
N° DE SERIE: <input style="width:50px; height:20px; background-color: #f0d0d0;" type="text"/>	HOROMETRO: <input style="width:80px; height:20px;" type="text"/>																	
MODELO: <input style="width:50px; height:20px;" type="text"/>	INSPECTOR : <input style="width:120px; height:20px;" type="text"/>																	
SUP. RESP: <input style="width:260px; height:20px;" type="text"/>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">TURNO:</td> <td style="width:20%;">DIA</td> <td style="width:50%;">NOCHE</td> </tr> </table>	TURNO:	DIA	NOCHE														
TURNO:	DIA	NOCHE																

ITEM	DESCRIPCIÓN	SISTEMA	M. INSP.	ACCIÓN	CRITICIDAD	TIEMPO (HORAS)	OT
1							
2							
3							
4							
5							

6							
7							
8							
9							
10							
14							
15							

Evidencias
Fotográficas

TÉCNICO

SUPERVISOR