



FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA
FLOTA DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA TRANSYDISA, S.A. DE C.V.,
MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)”**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO/A INDUSTRIAL

Presentado por:

Br. Santiago Solís Vigil

Br. Alejandro Vega Vásquez

Br. Carlos Iván López Bonilla

SANTA TECLA, 25 DE MARZO DE 2023



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS

RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA

VICE-RECTOR

ING. ROOSEL VET ADOLFO OSORIO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ

FISCAL

ING. MAURICO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS

DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTA TECLA, 25 DE MARZO DE 2023



ASESOR

ING. EDGAR OSWALDO GARCÍA PARADA

JURADO EVALUADOR

ING. JOSÉ MAURICIO MEJÍA ALAS

ING. JOAQUIN MIGUEL HERNANDEZ RODRIGUEZ

ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRÁN

SANTA TECLA, 25 DE MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS TRES

A las ocho horas del sábado veintitrés de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por ALEJANDRO VEGA VASQUEZ en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA TRANSYDISA, S.A DE C.V., MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de **SIETE PUNTO CERO (7.0)**, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOAQUIN MIGUEL HERNANDEZ RODRIGUEZ


ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS


ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN


ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CINCO

A los ocho horas del sábado veintitrés de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por SANTIAGO SOLIS VIGIL en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA TRANSYDISA, S.A DE C.V., MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

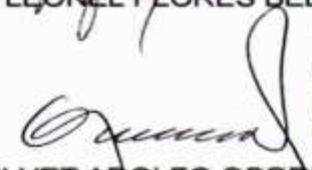
De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de **SIETE PUNTO NUEVE (7.9)**, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOAQUÍN MIGUEL HERNANDEZ RODRIGUEZ


ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS


ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN


ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CUATRO

A las ocho horas del sábado veintitrés de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por CARLOS IVAN LOPEZ BONILLA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA TRANSYDISA, S.A DE C.V., MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

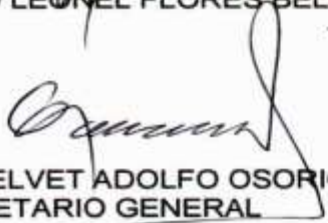
De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de **SIETE PUNTO NUEVE (7.9)**, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOAQUIN MIGUEL HERNANDEZ RODRIGUEZ


ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS


ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN


ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



RESUMEN

El siguiente trabajo presenta un estudio de la mejora de la gestión de mantenimiento de la flota de transporte. El proyecto tiene como fin proponer una mejora en la gestión de mantenimiento a través de la implementación del (TPM) para incrementar la rentabilidad del negocio en el cual se divide en cinco capítulos.

Capítulo I Se encuentran los objetivos y planteamiento del problema en estudio.

Capitulo II. Presenta la parte teórica del TPM, LAS 5 'S' y los pilares que son la base del estudio.

Capitulo III muestra toda la metodología de investigación, diagrama de árbol, los 5 porque, recolección de la información (observación, encuesta, diagnóstico)

Capitulo IV En esta etapa se habla del historial de la empresa en el cual cómo ha evolucionado desde sus inicio. Además muestra el organigrama como está constituida la empresa y los tres rubros donde más invierte para poder dar el servicio de transporte.

Atraves de la investigación se pudo determinar que se realizan más mantenimiento correctivos q preventivos y esto permite que ocasioné contratiempo en las entregas.

El tiempo operativo, el tiempo de reparación y la disponibilidad de los equipos, son cada una de estas variables puede ser medida a través de indicadores conocidos, estas se aplicarían por medio de dos variables, las cuales son conocidas en las siguientes siglas:

$MTBF = \text{Tiempo total de operaciones} / \text{Numero de fallas}$

$MTTR = \text{tiempos total de reparación} / \text{Número de reparaciones.}$

Disponibilidad: $MTBF / (MTBF + MTTR)$

Capítulo V La propuesta de implementación de las 5 "S", mantenimiento enfocado a confiabilidad, registro y seguimiento, implementación de los pilares del TPM y la rentabilidad de la implementación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido llegar a este momento importante en mi vida profesional. Por cada uno de los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a ser más fuerte y valorar lo que se tiene.

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional, que me han brindado a mi madre, que, asido mi principal apoyo en todo, por querer siempre lo mejor para mi vida. Por apoyarme en todo los momentos gloriosos y difíciles de mi carrera y de mi vida cotidiana. por sus oraciones en todo momento, para darme ánimo y de esa forma salir adelante en todos mis proyectos de mi vida.

Agradezco a mi novia Tatiana, por comprenderme y apoyarme en cada etapa de mi profesión y por enseñarme a ser mejor persona cada día.

A los catedráticos de la universidad, como nuestro asesor de tesis Ing. Edgar García paradas gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional y por ser parte de esta gran aventura.

Santiago Solis

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios quien hace posible el caminar de cada persona y la inteligencia y la sabiduría que nos regala a través de su espíritu. Para poder lograr los propósitos personales.

Asesor, Rector, Vice-rector, Decano de la Facultad de Ingeniería y catedráticos. Por la paciencia que tuvieron para explicar contenidos que sirven para desarrollarse como profesional y el conocimiento que compartieron a través de los años de estudio

La familia que estuvo pendiente para que terminara la meta de ser profesional y sin la motivación no hubiese sido posible de lograr el objetivo que me propuse cuando inicie la carrera.

A la Universidad y a todo el personal que labora en la misma, que contribuyeron de una forma u otra que este logro fuese posible.

Contenido

Introducción.....	1
Capítulo I: Formulación del problema	3
1.1 Título descriptivo del proyecto	4
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.2.1 Planteamiento del problema en forma de pregunta	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación	5
1.5 Alcance y Limitaciones.....	6
1.5.1 Alcance	6
1.5.2 Limitaciones del proyecto	7
1.6 Delimitación del proyecto.....	7
Capítulo II: Marco de referencia y teórico conceptual.....	8
2.1 Fundamento teórico sobre la metodología del TPM	9
2.2 Antecedentes del TPM.....	9
2.2.1 Evolución del TPM	11
2.2.2 Concepto de TPM	12
2.2.3 Fases de implementación del TPM.....	14
2.2.4 Los 12 pasos del programa TPM.....	14
2.2.5 Primera Fase: Preparación. (pasos 1-5).....	15
Paso 1. La alta dirección anuncia su decisión de introducir el TPM.	15
Paso 2. Educación sobre el TPM introductoria y campaña de publicidad.....	15
Paso 3. Crear una organización para promoción interna del TPM.....	16

Paso 4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM.	17
Paso 5. Diseñar un plan maestro TPM.....	18
2.2.6 Segunda Fase: Introducción. (Paso 6).....	19
Paso 6. “Saque inicial” del proyecto TPM.....	19
2.2.7 Tercera Fase: Implantación. (Pasos 7-11)	19
Paso 7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción.	19
Paso 8. Gestión temprana de nuevos equipos y productos.....	23
Paso 9. Mantenimiento de calidad.	23
Paso 10. TPM en departamentos administrativos y de apoyo.....	24
Paso 11. Gestión de seguridad y el entorno.....	25
2.2.8 Cuarta Fase: Consolidación (paso 12).....	25
Paso 12. Sostener la implantación del TPM y elevar sus niveles.....	25
2.2.9 Estructura del TPM.....	26
2.3 Indicadores de Gestión de Mantenimiento.....	28
2.3.1 Productividad.....	29
2.3.2 Evaluación Financiera	30
2.4 Metodología 5´S	31
2.4.1 Pasos para la implementación de las 5´S.....	31
2.5 Pilares del TPM	32
2.6 Cinco ¿Por qué?	37
2.7 Diagrama de árbol	38
2.8 Pareto	39
2.9 Marco conceptual	40
Capítulo III: Metodología de Investigación	44
3.1 Método de la investigación	45
3.2 Población.....	45

3.3 Diagrama de árbol	46
3.4 Cinco ¿Por qué?	46
3.5 Recolección de Información	46
3.5.1 Técnicas de recolección de datos	46
3.5.1.1 Método de Observación	47
3.5.1.2 Metodología para la obtención y llenado de las encuestas.....	48
3.5.1.3 Metodología para la obtención y llenado de un “Check list” de mantenimiento 49	
Capítulo IV: Situación actual de la empresa y diagnóstico	50
4.1 Historia de inicio de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.	51
4.2 Organigrama de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.....	54
4.3 Componentes principales de la flota de transporte de combustible de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.....	55
4.3.1 Tipos de camiones de carga y clasificación	56
4.4 Servicios que brinda la empresa.....	57
4.5 Descripción de los procesos establecidos a la flota de camiones.....	58
4.6 Diagrama de operaciones actuales en la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.	59
4.6.1 Definición de cargos principales del proceso	60
4.7 Datos Internos de la Empresa	62
4.7.1 Costos operativos	62
4.7.2 Demanda de viajes mensuales	64
4.7.3 Datos de mantenimientos correctivos y preventivos	65
4.8 Diagnóstico.....	66
4.8.1 Motivo de tercerizar viajes	66
4.8.2 Aplicación del diagrama de árbol.....	68
4.8.3 Aplicación del cinco ¿Por qué?	70
4.8.4 Observación de campo.....	70

4.8.4.1 Conclusión de la observación de campo.....	72
4.8.5 Encuestas.....	72
4.8.5.1 Conclusión de las encuestas	98
4.8.6 Check list de mantenimiento	99
4.8.6.1 Pareto de causas de las actividades enfocadas a graves deficiencias.....	¡Error!
Marcador no definido.	
4.9 Identificación de la causa raíz	107
4.10 FODA	109
Capítulo V: Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de la flota de transporte de la empresa TRANSYDISA, S.A. de C.V.	
5.1 Desarrollo de la propuesta	111
5.2 Política de mantenimiento y objetivos del área de mantenimiento	113
5.3 Propuesta de implementar el TPM en la empresa TRANSYDISA.....	114
5.3.1 Anuncio del director de la decisión de implementación del TPM	114
5.3.2 Designación de coordinador TPM.....	115
5.3.3 Conformación del equipo piloto TPM.....	115
5.3.4 Desarrollo de capacitaciones	116
5.4 Desarrollo de la Propuesta de gestión de mantenimiento mediante TPM	116
5.4.1 Diseño de estrategias TPM específicas para la gestión de mantenimiento de la flota	117
5.5 Implementación de las estrategias propuestas	118
5.6 Mantenimiento enfocado en la confiabilidad.....	121
5.7 Propuesta de la programación de mantenimiento.....	122
5.8 Aplicación de la estrategia para la propuesta.....	122
5.8.1 Mantenimiento Preventivo	123
5.10 Plan de mantenimiento para los vehículos de la flota	124
5.11 Actividades de mantenimiento preventivo	128

5.12 Plan de mantenimiento preventivo	131
5.12.1 Formato del plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de la flota	132
5.12.2 Control para la operatividad de vehículos en base al plan de mantenimiento preventivo	133
5.12.3 Formato para programar mantenimiento preventivo por vehículo de la flota.	134
5.13 Mantenimiento Correctivo	135
5.14 Aspectos a considerar en la propuesta	138
5.14.1 Mantenimiento Correctivo	139
5.14.2 Formato del programa de mantenimiento	141
5.15 Aplicar las 5'S a nivel practico	142
5.15.1 Formato de auditoría de las 5'S.	142
5.16 Consideraciones de recursos del área de mantenimiento	149
5.16.1 Repuestos o insumos para mantenimiento	150
5.16.2 Plan de capacitación	152
5.16.3 Método de control de actividades	153
5.16.3.1 Formatos adecuados	154
5.17 Ejecución.....	162
5.17.1 Procedimiento Mantenimiento Correctivo	162
5.17.2 Flujo de mantenimiento correctivo de emergencia	169
5.18 Verificación	176
5.18.1 Inspecciones de mantenimiento	176
5.18.2 Reportes	177
5.18.2.1 Formato de Informe de Mantenimiento.	178
5.19 Propuesta del plan de respuestas	181
5.19.1 Reuniones tácticas	184
Cronograma de implementación de TPM	185
5.22 Costo beneficio de la propuesta	186

Conclusión.....	188
Recomendación.....	190
Bibliografía.....	190
Anexos.....	192
Anexo A. Auditoria 5S elaborada para la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.....	193
Anexo B. Hoja de diagnóstico de RCM para TRANSYDISA, S.A. DE C.V.....	194
Anexo C Herramienta de análisis.....	202

Índice de imágenes

Ilustración 1 Mapa de ubicación de TRASYDISA, S.A. DE C.V.	7
Ilustración 2 - Camión Clase 8 con tren de potencia de 5 ejes, 18 llantas, mostrando la flota bajo estudio	57
Ilustración 3 - Diagrama de flujo de operación de la empresa TRANSYDISA	59
Ilustración 4 - Demanda de kilómetros ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 5 - Diagrama de árbol	69
Ilustración 6 - Identificación de causa la causa raíz.....	
Ilustración 7- Actividades de pequeños grupos, tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 1995).....	16
Ilustración 8 - Ejemplo de política y objetivos TPM básicos, tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 95)	17
Ilustración 9 - Pilares del TPM	37
Ilustración 10 - Combinación de metodologías de mantenimiento y mejora continua según Tokutaro Suzuki vice presidente del JIPM (BRASIL, 2017)	
Ilustración 11 - Pareto de costo promedio por kilómetro por año en flotas de camiones en USA 2019.....	
Ilustración 12 - Diagrama de árbol	

Ilustración 13 - Análisis de graves deficiencias.....	
Ilustración 14 - Flujo de información para el sistema de gestión de mantenimiento	112
Ilustración 15 - Esquema de mejoras	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 16 - Registro de programación de mantenimiento correctivo	138
Ilustración 17 - Formato de orden de servicio	155
Ilustración 18 - Formato de verificación de materiales.....	157
Ilustración 19 - Ejemplo de diagrama de espina de pescado.....	
Ilustración 20 -Histograma – Cantidad de clases por población	207

Índice de Tablas

Tabla 1 - Tabla de viajes realizados actualmente por la empresa TRANSYDISA y terceros.	64
Tabla 2 - Análisis de indicadores de mantenimiento.....	67
Tabla 3 - Definición del TPM, Tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 1995)	14
Tabla 4 -, Los 12 pasos del programa TPM, tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 95).....	14
Tabla 5 - Registro de auditorías de mantenimiento.....	99
Tabla 6 - Cuadro de variables	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7 - Guía de criticidad	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8 - Plan de mantenimiento para vehículos	124
Tabla 9 - Programación de Mantenimiento Preventivo para Vehículos	134
Tabla 10 - Formato de programa de mantenimiento	141
Tabla 11 - Escala de medición de las 5'S	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12 - Cuadro de cantidad por repuestos utilizados en mantenimiento	150
Tabla 13 - Cantidad de servicio de alineación de eje y balanceo de llanta	151
Tabla 14 - Plan anual de capacitación del área de mantenimiento	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 15 - Plan de acción estado del indicador.....	181
---	-----

Introducción

En el presente trabajo se presenta la propuesta de un plan de mantenimiento para el sistema de flota de transporte de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., para incrementar la vida útil de los equipos del proceso productivo, personal a cargo del proceso, haciendo énfasis en brindar acciones de mejora en los procesos de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo al sistema. Este documento se desarrolló en cuatro capítulos de los cuales se consideró el enfoque y análisis de la empresa de TRANSYDISA, S.A. DE C.V., y buscando solucionar la problemática sobre el tema de mantenimiento de los equipos de transporte, la falta de estandarización de procesos y mantenimiento programado de los equipos, los tiempos muertos en la entrega del servicio y la ausencia de una estructura de proceso de mantenimiento de TPM o proceso para agilizar la gestión y reducir los tiempos de entrega del servicio y seguimiento de la red de distribución.

Los capítulos desarrollados se presentan a continuación en un contexto referencial de los diferentes capítulos propuestos para esta investigación.

El capítulo I: En este capítulo se abordan las generalidades de la investigación, que incluyen el planteamiento del problema, la justificación actual, los objetivos generales y específicos, los alcances y limitaciones.

El capítulo II: En este capítulo se fundamenta la parte teórica de la metodología del TPM, sus antecedentes y evolución a través del tiempo, también se plantea un concepto del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para su mejor comprensión. Incluye una descripción detallada de las Fases y pasos para su implementación.

Se muestran indicadores de mantenimiento, productividad, financieros, la metodología 5'S y los ocho pilares fundamentales del TPM.

El capítulo III: Se detalla la metodología empleada en la investigación, incluyendo el tipo de investigación realizada, el diseño utilizado y la técnica de recolección de datos seleccionada. Incluye el abordaje de la definición de la población y muestra de estudio, así como el marco metodológico que guiará el desarrollo del trabajo investigativo.

El capítulo IV: Se explora la situación actual de la empresa, histórico, y conceptual de la metodología TPM, organigrama de la empresa, así como las herramientas TPM y la relación que tiene la empresa con mantenimiento productivo total (TPM).

El capítulo V: Se expone la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de la flota de transporte de la empresa TRANSYDISA, S.A. de C.V., detallando los pasos necesarios para su aplicación y los beneficios anticipados en el contexto específico. Se proporciona un diseño de formatos que ilustran el uso de cada herramienta de la metodología TPM, junto con la comunicación de las expectativas del proyecto. Asimismo, se desarrollan proceso de mejoras de los equipos de trabajo, resaltando los beneficios del mantenimiento productivo total TPM. Se elabora un plan de capacitación de TPM, que incluye guías de aplicación de las herramientas y un cronograma de actividades. Se lleva a cabo una evaluación de costo-beneficio de la implementación propuesta.

Capítulo I: Formulación del problema

1.1 Título descriptivo del proyecto

Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de la flota de transporte de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., mediante el mantenimiento productivo total (TPM).

1.2 Planteamiento del problema

En El Salvador actualmente encontramos que las empresas de transporte presentan la gran necesidad de volverse más eficientes en sus procesos de distribución, para tener una mayor rentabilidad y poder ser competitivo en el mercado actual, ya que el transporte de carga es de gran importancia en el desarrollo del país.

La empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., es una empresa dedicada al traslado y entrega de productos derivados del petróleo en camiones tanque, cada uno de los equipos de trabajo de la flota de transporte, se enfrenta constantemente a condiciones extremas de trabajo, ya sea por el clima, programaciones inesperadas, alta demanda del producto que se transporta, mala operación o manipulación del piloto, etc. Lo anterior conlleva a un gran desgaste de todo el camión, desde el motor, sistemas eléctricos, neumáticos, hidráulicos y todo lo relacionado con la operatividad del camión y por consecuencia fallas en el funcionamiento de éste.

El problema surge cuando las fallas en los camiones afectan la red de distribución, es decir, retrasos en la entrega del producto, ya que una falla en el camino puede desencadenar un sin fin de eventos catastróficos para la empresa y terceros.

Es esta la razón por la que se necesita un plan de mejora de la gestión de mantenimiento a través de una propuesta de implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para disminuir tiempos muertos por mantenimiento en la flota de transporte y a su vez incrementar la rentabilidad del negocio.

1.2.1 Planteamiento del problema en forma de pregunta

¿Podría la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) reducir los tiempos muertos en la flota de camiones tanque y aumentar la rentabilidad del negocio en el transporte de productos derivados del petróleo en la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer una mejora en la gestión de mantenimiento de la flota de camiones de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la rentabilidad del negocio.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar y analizar la gestión actual de mantenimiento de la flota de camiones de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.
- Diseñar una propuesta para implementar un plan de TPM adaptado a las necesidades y características de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.
- Determinar y enfocarse en la solución de las oportunidades de mejora que impliquen el 80% de los costos operativos en el 20% de los procesos en la flota de transporte de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

1.4 Justificación

La empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., debe garantizar la disponibilidad, confiabilidad y el desempeño de la red de distribución, evitando fallas en el funcionamiento de la flota de camiones.

El proyecto tiene como fin proponer una mejora en la gestión de mantenimiento a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la rentabilidad del negocio. Las empresas que ponen en práctica el TPM logran muy buenos resultados, particularmente en la reducción de averías de los equipos, la minimización de los tiempos muertos y pequeñas paradas, incrementar la rentabilidad, reducción de inventarios, y en la promoción y motivación de los empleados.

Por lo tanto, esta propuesta dará a conocer a las jefaturas, colaboradores, gerentes administrativos y operativos, la implementación de una metodología de desarrollo de un plan de mantenimiento programado, además, se transmitirá la filosofía de trabajo a través del TPM para obtener resultados clave como los análisis de indicadores de rendimiento, costos de mantenimiento, reducción de fallas, etc.

Esta iniciativa es influenciada por la necesidad que tiene la empresa de crecer en eficiencia y reducir costos para mayor rentabilidad, para mantenerse competitiva ante mercados nacionales, y consolidarse como una de las primeras opciones para la prestación del servicio de distribución de productos derivados del petróleo ante todos los contrastadores del servicio.

1.5 Alcance y Limitaciones

1.5.1 Alcance

La presente investigación será dentro de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.; en el departamento de mantenimiento de flotas de camiones que distribuyen combustible “limpio”.

1.5.2 Limitaciones del proyecto

Limitación temporal: El plazo para llevar a cabo este trabajo de investigación es de ocho meses.

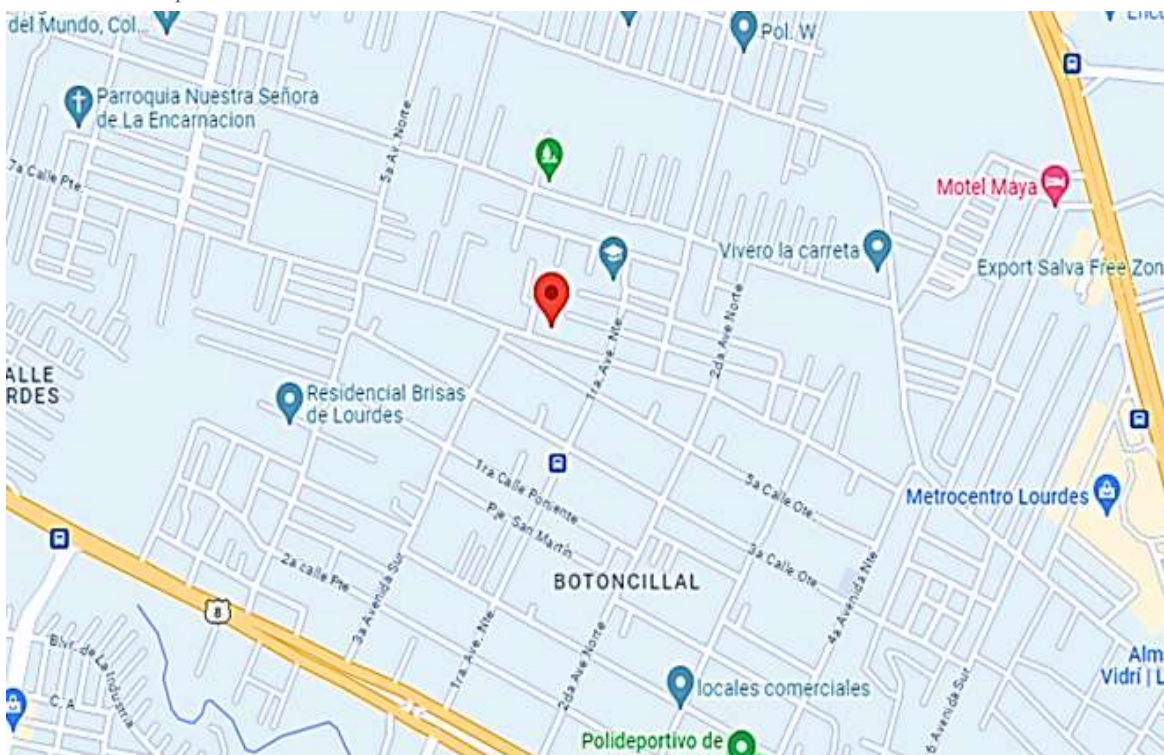
1.6 Delimitación del proyecto

Limitación espacial:

Tabla 1, Dirección, población y localización de TRASYDISA, S.A. DE C.V.

Dirección	7ª Calle Poniente No 2-16 Lourdes Colon La Libertad
Población	Administrativos: 15 / Operativo: 43
Localización	https://www.google.com/maps/place/13%C2%B043'52.7%22N+89%C2%B022'11.9%22W/@13.7236472,-89.3783359,15.21z/data=!4m4!3m3!8m2!3d13.7313059!4d-89.3699615?hl=es&entry=ttu

Ilustración 1 Mapa de ubicación de TRASYDISA, S.A. DE C.V.



Capítulo II: Marco de referencia y teórico conceptual

2.1 Fundamento teórico sobre la metodología del TPM

Según la norma UNE-EN 13306:2011, define mantenimiento como la “combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizada durante el ciclo de vida de un elemento, destinado a conservarlo o devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida.

Aplicando los Tipos de mantenimientos; correctivo, preventivo y predictivo, enlazados con la metodología del mantenimiento programado total (TPM), contesta cuestiones que se han estado planteando los lectores del texto básico, “Programa de desarrollo del TPM”, que se publicó en idioma inglés en 1989. Por ejemplo, ¿los tipos de pérdidas que se producen en las industrias de proceso difieren de forma notable de las que se encuentran en las industrias de manufactura y ensamble?

Surgen en ocasiones preguntas sobre métodos de categorización, medición y evaluación de pérdidas en las industrias de proceso, la aplicación de la filosofía y estrategias para reducir pérdidas en un entorno de procesos, enfocada en los fallos que ocurre dentro de las instalaciones de control de la distribución.

2.2 Antecedentes del TPM

Las industrias de proceso japonesas de componentes electrónicos de Toyota introdujeron el mantenimiento preventivo (PM) relativamente porque los volúmenes y tasas de producción, calidad, seguridad, y entorno dependen casi enteramente del estado de la planta y el equipo.

Los sistemas de mantenimiento preventivo y productivo, introducidos por las industrias de proceso japonesas han tenido un papel muy importante en la mejora de la calidad del producto y en la productividad. Han contribuido significativamente al progreso global en la gestión y al

esparcirse en áreas tales como el mantenimiento especializado, la creación de sistemas de gestión de los equipos, la mejora de la tecnología de equipos, y la elevación de la productividad del mantenimiento.

Sus inicios radican en 1950 donde el mantenimiento era conocido como mantenimiento post falla o mantenimiento de ruptura. Las empresas comenzaron a notar que este tipo de mantenimiento no era el más eficiente y optimo, dado que presentaban grandes pérdidas de tiempo en sus procesos productivos; por ende, optaron por desarrollar el PM “Preventive Maintenance”, lo que se traduce como mantenimiento preventivo, el cual tenía como principal objetivo prevenir fallas futuras y con ello aumentar los niveles de productividad.

En 1957 se habló del mantenimiento denominado como mantenimiento por mejora, el cual consiste en realizar inversiones en un elemento el cual aumente la capacidad del servicio o de producción, mejore su productividad y alargando la vida útil.

En 1960 se habló de mantenimiento preventivo, es aquel que combina los métodos TBM (base en tiempo), y CBM (base en condiciones) para mantener en funcionamiento el equipo, controlando componentes, ensambles, sub-ensambles, accesorios, fijaciones, etc. Se ocupa también de mantener el rendimiento de los materiales estructurales y de prevenir la corrosión, fatiga, y otras formas de deterioro; dice Suzuki.

En 1971 es introducido el término mantenimiento productivo total (TPM), como se había mencionado anteriormente. Nakajima considera el TPM como “Mantenimiento productivo Total”, realizado por los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Como el TQC, que es el control de calidad total de toda la compañía, el TPM es un mantenimiento realizado sobre una base de toda la compañía.

Para 1986 el TPM es introducido en Brasil por Nakijama, quien expone sus ventajas principales, trae como principal ejemplo la ejecución de este en la multinacional Toyota. Para la década de 1990 este se instaura en las principales organizaciones de américa y 1996 se hace el primer congreso internacional latinoamericano de TPM.

2.2.1 Evolución del TPM

Con respecto a la evolución que ha sufrido el tema del TPM se puede asociar a las antiguas sociedades la cual no pudieron llevar a cabo edificaciones técnicas con las que se cuenta hoy en día. Es así como la evolución de la sociedad también desarrollo técnicas y las máquinas por lo que se generó una actualización a nivel Industrial para con toda la humanidad.

Para fines del siglo XVII, gran parte de las labores se realizaban básicamente por aquellas personas que se ubicaban en un primer plano de la industria mientras que un segundo plano se encontraba las máquinas que no eran vistas como herramientas significativas. Luego a finales del siglo XX en Europa, las máquinas que requerían de reparaciones esporádicas debido a la baja frecuencia de los trabajadores. Es así como el mantenimiento que se llevaba a cabo con un tipo de maquinaria que era utilizada hasta el año de 1914, siendo una solución de cada falla presentada, esto demostraba que el mantenimiento aún era visto en el plano secundario. Cuando surgió la primera guerra mundial y la implantación de producción en serie, establecida por el fabricante de vehículos Ford-Motor Company, y es así como las fábricas tuvieron la necesidad de crear grupos de trabajo para realizar mantenimiento a los equipos, debido a su incremento de la producción.

Todos los tipos de mantenimiento que se habían hecho hasta la década de los años 30 son ahora conocidos como mantenimiento correctivo.

Durante la segunda guerra mundial las fábricas se vieron en la necesidad de producir con una alta rapidez mucho más que en los tiempos previos. Esto hizo que la industria no sólo le importara realizar correcciones de sus fallas, sino evitar que estas ocurran. Pasando así a desarrollar y desempeñar actividades preventivas y correctivas de mantenimiento para las máquinas. Es para el año de 1950, en el periodo post-guerra, se desarrolló en la industria para sobreponer los estragos causados por la guerra. Al evolucionar la aviación comercial y la industria electrónica. La identificación de fallas era demorada y esto generaba ineficiencias en los procesos donde se utilizaba equipos o maquinarias, las cuales fueron reduciéndose cada vez más para el año 1966 con los criterios de predicción o previsión de fallas.

En el año 1970 hasta nuestra actualidad la tecnología tubo un alto apogeo logrando así provocar cambios importantes en el área de mantenimiento, como se conoce ahora. El mantenimiento pasó por tres periodos que se encuentran.

Tabla 2, Evolución del TPM, Tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 1995)

2.2.2 Concepto de TPM

El Mantenimiento productivo total (TPM) es el proceso de mejora continua, donde

TPM Primera Generación	TPM Segunda Generación	TPM Tercera Generación	TPM Nueva Generación
• 5 pilares: Mantto. Autónomo (MA), Mantto. Planeado (MP), Mejora Especifica (ME), Educación y Entrenamiento (ET) y CI • Foco en la producción • OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicador de Eficacia General del Equipo • Ceros fallas	• 8 pilares • OEE • Toda la empresa • Ceros perdidas	• 8 pilares • 5's + satisfacción global • OEE + reducción de costos	• 8 pilares • 5's + satisfacción global • OEE + reducción de costos • Árbol de pérdidas y oportunidades • Logística

involucra todas las áreas de la compañía; incluyendo las áreas administrativas conocido como TPM en la administración o TPM en las oficinas. Por otra parte, ayuda a los procesos productivos mejorando las máquinas y herramientas de trabajo, mejorando su rendimiento y alargando su vida útil.

Las actividades del TPM fueron contempladas primeramente en el entorno de los departamentos de producción, el TPM se definió originalmente por el “Japan Institute of Plant Maintenance” (JIMP) incluyendo las siguientes cinco estrategias:

1. La eficacia global que cubra la vida entera del equipo.
2. Establecer un sistema PM (productive Maintenance) global que cubra la vida entera del equipo. Involucrar a todos los departamentos que planifiquen, usen y mantengan equipos.
3. Involucrar a todos los empleados desde la alta dirección a los operarios directos.
4. Promover el PM (Productive Maintenance) motivando a todo el personal, promoviendo las actividades de los pequeños Maximizar grupos autónomos.

El mantenimiento productivo total permite corregir todos aquellos problemas o dificultades que limiten y entorpezcan la operación correcta de máquinas y equipos. Buscando sacar el mejor desempeño de estas, mejorando su vida útil y repotenciando cuando estas se lo permiten.

Tabla 3 - Definición del TPM, Tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 1995)

Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Son todos los esfuerzos o actividades enfocados en prolongar y mantener un factor de disponibilidad necesario para la compañía, referente a sus equipos e instalaciones. El foco de mejora activa de productividad de los equipos e instalaciones. Sinergia de todas las partes involucradas en la consecución de los objetivos.
---	--

2.2.3 Fases de implementación del TPM.

El TPM se implanta normalmente en cuatro fases (preparación, introducción, implantación, y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos.

2.2.4 Los 12 pasos del programa TPM

Tabla 4 -, Los 12 pasos del programa TPM, tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 95)

Pasos	Fase	Descripción
1	Preparación	Anuncio formal de la alta dirección de introducir el TPM.
2		Educación sobre el TPM introductoria y campaña de publicidad.
3		Crear una organización para promoción interna del TPM.
4		Establecer los objetivos y políticas básicas TPM.
5		Diseñar un plan maestro para implementar el TPM. (Pilares)
6	Introducción	Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM.
7	Implantación	Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción.
8		Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos.
9		Crear un sistema de mantenimiento de calidad.
10		Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos
11		Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno
12	Consolidación	Consolidar la implementación del TPM y mejorar las metas y objetivos legales

2.2.5 Primera Fase: Preparación. (Pasos 1-5)

Paso 1. La alta dirección anuncia su decisión de introducir el TPM.

Todos los empleados deben comprender el porqué de la introducción del TPM en la institución, y deben estar convencidos de su necesidad de implementar. La elevación de los costes de producción, materias primas y los materiales intermedios, la caída de los precios de los productos o servicios, y otros factores negativos del entorno, fuerzan a las industrias a organizarse más eficazmente.

Muchas empresas están adoptando el TPM como un medio para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas.

No es necesario explicar, que la alta dirección debe considerar cuidadosamente estos puntos antes de anunciar su decisión de introducir el TPM, Sin embargo, cuando la alta dirección formule este compromiso, se debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. Esto informa a todos los empleados y órganos empresariales que la dirección comprende, el valor estratégico del TPM que facilitará el apoyo físico y organizacional necesario para resolver los diversos problemas que inevitablemente surgirán durante la implantación.

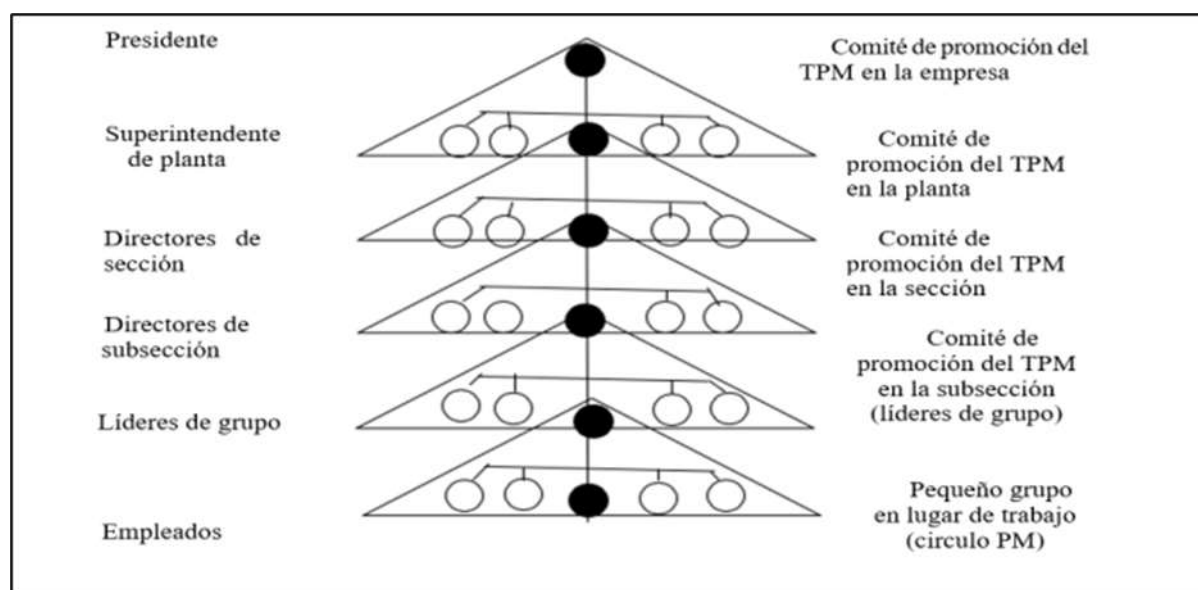
Paso 2. Educación sobre el TPM introductoria y campaña de publicidad.

Antes de poner en práctica un programa TPM se debe garantizar que todos comprendan las características del TPM, y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, se planifican seminarios externos y planes de formación internos adecuados para cada nivel.

Paso 3. Crear una organización para promoción interna del TPM.

El TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización. Como muestra la figura 3, en este sistema, los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado. También la alta dirección constituye en sí misma un pequeño grupo. Este sistema es extremadamente eficaz para desplegar las políticas y objetivos de la alta dirección por toda la organización.

Ilustración 2- Actividades de pequeños grupos, tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 1995)



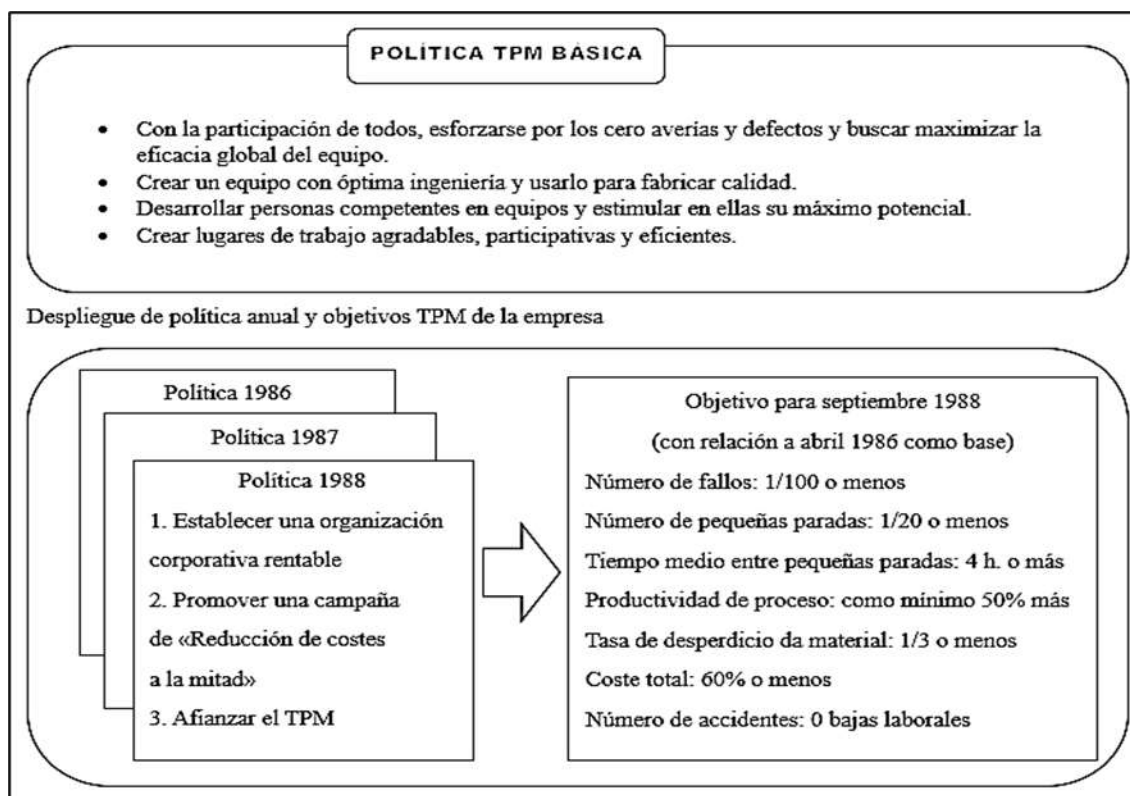
Se debe establecer una oficina de promoción del TPM que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción del TPM. Para ser eficaz, la oficina debe funcionar con personal permanente, de plena dedicación, ayudado por varios comités y subcomités. Sus funciones incluyen tareas tales como preparar el plan maestro TPM y coordinar su promoción, crear pautas para mantener las diversas actividades TPM en el camino previsto, dirigir campañas sobre temas específicos, diseminar información, y organizar la publicidad.

La oficina de promoción juega un papel especialmente importante en la gestión de la implantación del mantenimiento autónomo y en centrar las actividades de mejora.

Paso 4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM.

Hay que expresar objetivos numéricos en el máximo grado posible, al establecer objetivos, se debe empezar por establecer bases de referencia claras. Estas deben facilitar una medición instantánea de la situación existente y expresarse parcialmente de modo cuantitativo y parcialmente cualitativo, establecer un objetivo significa contemplar un nivel deseable de logro por encima de una línea de fondo particular. La cuestión más difícil es siempre decidir cuánto más hay que situar el objetivo por encima de la base de referencia. Los objetivos deben ser desafiantes, pero alcanzables.

Ilustración 3 - Ejemplo de política y objetivos TPM básicos, tomado de libro de SUZUKI, Tokutaro en industrias del proceso (Tokutaro, 95)



Paso 5. Diseñar un plan maestro TPM.

Para formular el plan maestro de implantación, primero hay que decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos TPM. Este es un paso importante; Cada empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida, los objetivos y las bases de referencia.

Las ocho actividades nucleares TPM (sus pilares tradicionales) son:

1. Mejoras orientadas
2. Mantenimiento autónomo
3. Mantenimiento planificado
4. Formación y adiestramiento
5. Gestión temprana de los equipos
6. Mantenimiento de calidad
7. Actividades de departamentos administrativos y de apoyo
8. Gestión de seguridad y entorno

Otras actividades particularmente importantes en plantas de proceso específicas incluyen:

- Diagnósticos y mantenimiento predictivo
- Gestión del equipo
- Desarrollo de productos y diseño y construcción de equipos

Estas actividades necesitan presupuestos y orientaciones claras. Asimismo, deben supervisarse apropiadamente. Debe prepararse un programa con hitos claramente visibles para cada actividad, integrando todos ellos en el plan maestro.

2.2.6 Segunda Fase: Introducción. (Paso 6)

Paso 6. “Saque inicial” del proyecto TPM.

Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el llamado saque inicial del TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral e inspire dedicación a todos los involucrados en la mejora, debe consistir en una reunión continua de todo el personal a la que se invitan clientes, filiales y subcontratistas, donde la alta dirección confirma su compromiso de implementar el TPM e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación.

2.2.7 Tercera Fase: Implantación. (Pasos 7-11)

Durante la fase de implantación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro.

Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7-11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división, o planta. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente.

Paso 7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción.

Las organizaciones deben mantenerse a la vanguardia firmemente en la cultura corporativa haciéndose cada vez más eficaces, la corporación crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez más elevados; objetivos que reflejen una visión de lo que la corporación cree que debe llegar a ser.

Los programas TPM deben apoyarlas en este esfuerzo.

En la actualidad más corporaciones están percibiendo la importancia de no contentarse con las mejoras aportadas por su programa TPM inicial.

Paso 7-1. Mejoras orientadas.

Las mejoras orientadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos inter funcionales compuestos por personas tales como ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios, estas actividades están orientadas para minimizar las pérdidas que se buscan erradicar, que se han medido y evaluado cuidadosamente.

Además de las siete pérdidas principales que se experimentan en las industrias de manufactura y ensamble, las industrias de proceso tienen tres tipos adicionales de pérdidas: pérdidas relacionadas con el personal producidas por una operación deficiente; pérdidas de primeras materias relacionadas con el rendimiento, consumo unitario y el reciclaje de productos; y pérdidas de gestión tales como las relacionadas con el consumo de energía y el mantenimiento con parada general.

En las industrias de proceso, las actividades de mejora orientada se dirigen a temas específicos tales como un proceso, una unidad de la instalación, o un procedimiento operativo. Por ejemplo, el diseño del proceso debe ser parte integral del desarrollo y mejora del producto.

Un proyecto de mejora orientada puede tratar temas vitales tales como establecer criterios para seleccionar procesos y sus condiciones, descubrir deficiencias en las condiciones del proceso, y localizar y cubrir desfases entre las condiciones de proceso ideales y las actuales.

Cuando la atención se centra estrictamente en el equipo, los equipos de proyecto siguen un procedimiento similar al desarrollado en las industrias de manufactura y ensamble. Es decir,

documentan y analizan las pérdidas principales relacionadas con los equipos, y entonces estudian cuidadosamente el equipo para identificar las condiciones que se requieren en el proceso para asegurar que se satisfacen esas condiciones.

Paso 7-2. Mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo, es una de las actividades más características del TPM después de que se introdujo en el Japón, procedente de Estados Unidos, el mantenimiento preventivo separó formalmente las funciones de operación y las de mantenimiento, así como los operarios perdieron responsabilidades con respecto al equipo, gradualmente perdieron sensibilidad con respecto a su mantenimiento. El mantenimiento autónomo practicado en el TPM invierte esta tendencia. Los operarios se involucran en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación, y ayudan a mejorar las condiciones del equipo.

Cuando se planifica el mantenimiento autónomo para entornos individuales de proceso, se debe:

- Considerar cómo pueden realizarse más eficazmente las acciones de mantenimiento autónomo en los diferentes tipos de equipos.
- Investigar la importancia relativa de los diferentes elementos del equipo y determinar los enfoques de mantenimiento apropiados.
- Priorizar las tareas de mantenimiento.
- Asignar apropiadamente responsabilidades entre el personal de producción y el de mantenimiento especializado.

Paso 7-3. Mantenimiento planificado.

El mantenimiento planificado o programado, abarca tres formas de mantenimiento:

- Mantenimiento de averías.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.

La creación de un sistema de mantenimiento planificado debe hacerse sistemáticamente superando un paso a la vez, la finalidad de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, pero incluso cuando se realizan prácticas de mantenimiento sistemáticas siguen ocurriendo fallos inesperados, tales fallos revelan elementos inapropiados contenido en los planes de mantenimiento y ponen a la luz que hay medidas ineficaces de prevención de fallos.

Las actividades de mantenimiento planificado en el TPM resaltan la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos (MTBF) y de usar ese análisis para especificar los intervalos de las tareas (calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc.).

Paso 7-4. Formación y adiestramiento.

La fuerza laboral de una empresa es un activo de gran valor, todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Los trabajadores de las industrias de proceso son cada vez más escasos ya que forman parte de una élite y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser una parte vital del sistema de recursos humanos. Hay que visualizar el tipo de personas que se desea formar y los programas apropiados, en otras palabras, hay que identificar los conocimientos específicos, capacidades, y habilidades de gestión que se desea tener y entonces programar la formación para lograr tal visión.

La formación debe también ajustarse para servir necesidades individuales. Hay que evaluar a cada persona para medir su grado de asimilación de los conocimientos y capacidades requeridas e identificar sus debilidades, y con todo ello programar más eficazmente la formación.

Paso 8. Gestión temprana de nuevos equipos y productos.

La finalidad de estas actividades es lograr rápida y económicamente productos que sean fáciles de fabricar y equipos de fácil utilización. La gestión temprana del equipo concierne a los usuarios de los equipos, a las empresas de ingeniería y los fabricantes de equipos, se hacen uso de las siguientes etapas:

- Planificación de la investigación de equipos.
- Diseño de procesos.
- Proyectos de equipos, fabricación e instalación.
- Someter a “test” la operación.
- Gestión del arranque.

Paso 9. Mantenimiento de calidad.

El mantenimiento de calidad (QM) es un método para fabricar con calidad y evitar los defectos a través de los procesos y equipos.

En el mantenimiento de calidad, la variabilidad de las características de calidad de un producto se controla en la condición de los componentes del equipo que les afectan, las características de calidad están influenciadas principalmente por los cuatro inputs de la producción: equipos, materiales, acciones de las personas (habilidad), y métodos

El primer paso en el mantenimiento de calidad es clarificar las relaciones entre estos cuatro factores y las características de calidad de un producto analizando los defectos de calidad.

En las industrias de proceso, es particularmente importante el efecto del equipo sobre las características de calidad.

En las industrias de proceso, el proceso determina el tipo de equipo necesario. Por tanto, hay que centrarse primero en el proceso, y después en el equipo. En otras palabras, hay que clasificar primero las relaciones entre calidad del producto y las condiciones de proceso y determinar así las condiciones precisas de proceso que se requieren para producir un producto perfecto.

El equipo es un medio para ejecutar un proceso. Por tanto, al aplicar un enfoque QM al diseño del equipo, se debe empezar identificando los componentes que afectarán a las características de calidad del producto. Estos elementos se denominan «componentes de calidad».

Paso 10. TPM en departamentos administrativos y de apoyo.

Los departamentos administrativos y de apoyo juegan un papel importante como soporte de la producción. La calidad y oportunidad de plazo de la información que aportan estos departamentos tienen un gran efecto sobre las actividades de producción.

Las actividades TPM realizadas por los departamentos administrativos y de apoyo no deben solamente apoyar al TPM en la planta sino también reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura, sin embargo, en comparación con producción, no es fácil para los departamentos administrativos medir los efectos de sus actividades.

Un programa TPM en el entorno administrativo debe intentar crear una fábrica de información y aplicar el análisis de procesos para regularizar el flujo de información. Hay que pensar que los departamentos administrativos y de apoyo son plantas de proceso cuyas tareas principales son recoger, procesar y distribuir información.

Paso 11. Gestión de seguridad y el entorno.

La seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias de proceso. Los estudios de operatividad combinados con la formación para prevenir accidentes y el análisis de fallos son medios eficaces para tratar estos asuntos, la seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades TPM, las actividades de seguridad se realizan también con el sistema paso a paso.

2.2.8 Cuarta Fase: Consolidación (paso 12)

Paso 12. Sostener la implantación del TPM y elevar sus niveles.

Hay varias claves para mantener los niveles TPM una vez logrados, por ejemplo, crear fuertes grupos TPM en cada nivel y dotar a una organización de promoción que ayude a integrar el TPM en el trabajo diario. El procedimiento paso a paso sistemático que se recomienda para las actividades TPM es eficaz para lograr resultados. Resulta muy útil un enfoque de mejora continua mediante el ciclo CAPD, revisando continuamente hacia arriba los objetivos, y aceptando nuevos desafíos, ninguna de estas acciones será eficaz sin el apoyo de mediciones continuas, cuidadosas y concretas, hay que arrancar con claras líneas de fondo y documentar regularmente y en detalle los resultados de las mejoras. Hay que utilizar indicadores de gestión que muestren a cada uno (en cada nivel) los progresos concretos que se hacen, fomentando la

motivación e implicación de todos, que expone un detallado resumen de los indicadores de gestión claves usados para graficar y estimular el progreso de las actividades TPM.

2.2.9 Estructura del TPM

Para el caso del TPM está se conforma por medio de 8 pilares y son la base fundamental de esta metodología. Estos son la ruta que debe seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas las cuales pueden ser fallas de los equipos, falla de los procesos, pérdida de producción y defectos de calidad.

Procesos Fundamentales TPM (8 Pilares)

Mejora Continua: Se considera que al realizar trabajos de mantenimientos correctivos y preventivos considerando la efectividad del personal capacitado, el cual a efectuando los trabajos con criterio, evaluación y la pro-actividad que se requiere para brindar un servicio de calidad.

Mantenimiento Autónomo: Los operadores tienen capacitación teórica y práctica la cual es importante lograr realizar la conservación de equipos y maquinarias en buen estado para poder realizar inspecciones preventivas y anticiparse a una posible falla.

Mantenimiento Preventivo: Este es un tipo de mantenimiento de revisión y conservación el cual garantiza el funcionamiento y confiabilidad, rigiéndose de los controles de repuestos para su cambio.

Anticipación de Fallas: Para este punto se debe de utilizar la experiencia acumulada y los datos estadísticos para predecir la vida útil de los equipos y maquinarias, aplicando el mantenimiento predictivo, mediante la medición de ciertos parámetros (vibraciones, temperaturas, sonidos, etc.) el cual permite determinar el estado de los componentes críticos.

Mantenimiento de Calidad: Para este tipo de mantenimiento se busca orientar el cuidado y mejoras de los equipos y maquinarias, para prevenir los defectos empleando acciones correctivas y preventivas. Para su funcionamiento se cuenta con la realización de herramientas y tecnologías para garantizar el funcionamiento seguro cumpliendo así con la producción.

Trabajo Administrativo: Es la planificación de mantenimiento preventivo, teniendo una base de datos estadísticos el cual debe ser verificando para identificar la vida útil de los repuestos a través de las horas recomendadas por el fabricante, el desarrollo de los indicadores de gestión de mantenimiento, así mismo, los requerimientos de repuestos y reducción de costos.

Capacitación y Entrenamiento: la mano de obra calificada con habilidades, criterio, creatividad y destrezas para realizar los diagnósticos de fallas, brindando soporte de calidad durante las intervenciones.

Seguridad y Entorno: Se refiere a un sistema de gestión integrado enfocado en las mejoras de seguridad. Este debe de buscar prevenir los peligros y riesgos aplicando acciones correctivas, se realiza el mapeo de peligros más latentes dentro del ambiente de trabajo y aplicar controles adecuados.

Ilustración 4 -TPM Enfocado



2.3 Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Los indicadores de gestión de mantenimiento son herramientas clave utilizadas en el ámbito industrial para medir, evaluar y optimizar el desempeño de las actividades de mantenimiento en una organización. Estos indicadores proporcionan datos cuantitativos y cualitativos sobre diversos aspectos del mantenimiento, como la eficiencia operativa, la disponibilidad de equipos, la confiabilidad de los activos y los costos asociados.

La gestión eficaz del mantenimiento es fundamental para garantizar la operación segura, confiable y rentable de los equipos y activos industriales. Los indicadores de gestión de mantenimiento permiten a los responsables de la toma de decisiones monitorear el rendimiento del mantenimiento, identificar áreas de mejora, prevenir fallos inesperados y optimizar los recursos disponibles. A continuación, se presenta algunos indicadores importantes para la investigación.

a) Disponibilidad mecánica (DM)

Es el tiempo real donde equipos y maquinarias operan durante el periodo de trabajo.

HL = Horas laborales de la empresa mensual.

PP = Paradas programadas para mantenimiento proactivo, también se incluyen las reparaciones programadas.

PR = Paradas por mantenimiento reactivo (no programadas)

También se tiene la disponibilidad inherente, depende del diseño del equipo.

$$\mathbf{DM = (HL - PP - PR) / HL}$$

b) Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF)

Empleado en sistemas en los que el tiempo de reparación es significativo con respecto al tiempo de operación. Se emplea para sistemas reparables.

$$\text{MTBF} = \text{No de horas de operación} / \text{No de paradas correctivas}$$

c) Tiempo Promedio para la Reparación (MTTR)

Mide el tiempo para la reparación de equipos y maquinarias siendo un indicador de efectividad para poner operativo.

Tiempo Promedio Para Reparar (MTTR), depende en general de:

- La facilidad de los equipos y maquinarias o sistema para realizarle mantenimiento preventivo o correctivo.
- La eficacia del profesional que realiza la intervención.
- Las características de la organización y la planificación del mantenimiento.

$$\text{MTTF} = \text{No de hora de operación} / \text{No de fallas}$$

2.3.1 Productividad

La productividad permite medir la eficiencia de la producción por cada cantidad considerando la producción obtenida y la cantidad de recursos utilizados siendo este un factor utilizado. También la eficiencia es parte del concepto de maximizar el rendimiento utilizando los mínimos recursos. Cuanto menos recurso se emplea y se produce la misma cantidad, mayor será la productividad y con esto se lograría una mayor mejor eficiencia.

La fórmula de la productividad es: $\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Horas de trabajo}$

2.3.2 Evaluación Financiera

Con el fin de establecer que tan importante es realizar una evaluación financiera para cualquier propuesta se presenta a continuación los aspectos que decidirían si el proyecto es rentable o no.

a) Valor actual neto (VAN)

Este factor se refiere a la suma de los flujos futuros en diferentes periodos de tiempo, los cuales comparan en un solo periodo, y estos son valores actualizados o descontándolos a través de una tasa de interés. En el caso del criterio del VAN este utiliza el flujo de efectivos descontados permitiendo así toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, la evaluación de la inversión señalada en donde el VAN es mayor o igual que 0, y así lograr que el proyecto sea aceptado.

b) Tasa de interés de retorno (TIR)

El TIR es un criterio que toma en consideración el valor del dinero a través del tiempo, según la consideración del TIR, es el tipo de descuento al cual sería el caso del VAN de un proyecto, y este sería igual a 0. Ahora bien, según el TIR, considera que la máxima tasa de interés que puede pagarse al que gana el capital no amortiza un periodo de tiempo y que conlleva a la recuperación o consumo del capital.

c) Relación beneficio – costo (R B/C)

La relación entre los beneficios y los costos de un proyecto generalmente buscan valores actuales. Este requiere el uso de una tasa de actualización para descontar los flujos de efectivo,

estos según esta relación es el valor actual de los flujos de tesorería previstos divididos entre la inversión inicial. Se aceptará aquel proyecto de inversión que tenga una R B/C mayor a 1. Considerando que esta relación es mayor que 1, entonces el VAN, es mayor que la inversión inicial y por lo tanto el proyecto debe tener un VAN positivo.

d) Periodo de recuperación del capital

Este concepto es enfocado al índice de la aceptación para comparar los resultados obtenidos por las empresas de un año a otro con relación de una meta, este no se recomienda para decidir inversiones. Evalúa el tiempo en el cual las inversiones realizadas son recuperadas.

2.4 Metodología 5'S

La metodología 5'S es la base del TPM, pues en ella deben estar las condiciones básicas para el desarrollo de este.

Es una herramienta de calidad que permite implementar un sistema para mantener organizada, limpia, segura y productiva un área de trabajo, casa o cualquier lugar.

Surge a partir de la segunda guerra mundial, que fue sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e ingenieros como parte de un movimiento de la mejora de la Calidad. El creador de dicha metodología fue Shigeo Shingo (Ingeniero mecánico industrial). Se implantó por primera vez en los años 60 dentro de una fábrica de producción de Toyota.

2.4.1 Pasos para la implementación de las 5'S

Seiri (Clasificación): Esta etapa consiste en la selección y clasificación los elementos o las herramientas en dos categorías principales, los elementos útiles y los elementos poco usados o considerado inútiles en el lugar de trabajo.

Seiton (Ordenar): Se debe ordenar cada elemento en el lugar que corresponda, teniendo en cuenta la frecuencia de uso, es decir, si tiene un elevado uso, debe ubicarse cerca a la persona, de tal forma que sea fácil de retirar y visible.

Seiso (Limpieza): Una vez depurado y establecido cada elemento en su lugar, se debe limpiar para eliminar todo tipo de fuentes de suciedad, lo que significa “limpieza Consiste en identificar y 41 eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud”.

Seiketsu (Estandarización): En este punto debe centrarse en mantener la organización, el orden y la limpieza; mediante manuales de procedimientos, tableros de información y normas de apoyo, esto significa “control visual Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos”.

Shitsuke (Disciplina): Para finalizar, se debe tener una cultura de respeto por los parámetros establecidos y por los logros alcanzados en las etapas anteriores. Por ende, es necesario implementar una hoja de verificación, con el objetivo de llevar un control y seguimiento sobre la metodología.

2.5 Pilares del TPM

La metodología de TPM se basa en la aplicación de una serie de pilares fundamentales que permiten mejorar la calidad, reducir pérdidas y garantizar un entorno de trabajo seguro. A continuación, se detalla cada pilar y una breve explicación de este.

Primer pilar: Mejora orientada.

Este primer pilar tiene como objetivo aumentar la eficacia general del equipo. “Como Suzuki lo manifiesta las actividades deben estar orientadas a maximizar la eficiencia de los equipos, procesos y plantas; obligatoriamente eliminando cualquier foco de pérdidas.

Estas actividades surgen debido a que no se efectúan las actividades de mejora día a día, es ahí donde radica la diferencia entre mejora orientada y mejora continua.

La implementación de las mejoras enfocadas son procesos sistemáticos, los cuales buscan romper los círculos viciosos que obstaculizan el correcto funcionamiento de las mejoras implementadas en los lugares de trabajo. Para ello Suzuki define las siguientes etapas:

1. Seleccionar un tema.
2. Formar un equipo de proyecto.
3. Registrar el tema.
4. Investigar, definir y poner en práctica la mejora.
5. Evaluar los resultados.

Con la correcta implementación del pilar de mejoras enfocadas se buscan eliminar todo tipo de pérdidas, las cuales impactan directamente en el resultado de los principales indicadores del mantenimiento. Resaltando que la implementación es directamente proporcional al tamaño de esta, aunque en la práctica los pequeños cambios traen grandes resultados.

Segundo pilar: Mantenimiento autónomo.

La participación y pro-actividad de todos los miembros involucrados en el proceso de TPM ayuda fácil y rápida implementación. En palabras de SUZUKI, “El mantenimiento

autónomo incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción”, para nadie es un secreto que la persona que más conoce el equipo es el operario y el mecánico del área. Este mantenimiento está conformado por actividades básicas que están al alcance de todo el personal que este en la operación del equipo. Las actividades básicas son lubricación, limpieza inicial y final, reporte de condiciones anormales y propuestas de mejora.

Tercer pilar: Mantenimiento planificado.

El mantenimiento planificado es los más importantes, por su objetivo de mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en coste. En la implementación de este tipo de mantenimiento existen tres factores que tienen una gran influencia, las características únicas de los equipos, estado de los procesos, averías de los entornos, las competencias y funciones del personal responsable de mantenimiento.

Las características del equipo dentro de las plantas son estáticas como columnas, paredes y tanques los cuales emplean equipos rotativos como válvulas rotativas o válvulas mariposa y a su vez estos contienen equipos de instrumentación los cuales monitorean condiciones fisicoquímicas.

Cuarto pilar: Gestión temprana (Control inicial).

La competencia crece diariamente y ningún sector económico está exento de ellos, las empresas han optado por emplear nuevas estrategias enfocadas con mejorar la eficacia, eficiencia, productividad y producción, en algunos casos se repotencian los equipos

(Mantenimiento de actualización) o se compran equipos con mayor capacidad de producción. Resaltando el objetivo del TPM es “reducir drásticamente el plazo desde el desarrollo inicial a la producción en gran escala y lograr un arranque en vertical (un arranque rápido, libre de dificultades y correcto desde el principio)”.

La gestión temprana es de vital importancia porque se invierten cantidades de dinero en líneas o equipos que se encuentren en el proceso y cual funcione una determina cantidad de años necesarios.

Para ello es necesario conocer el concepto costes del ciclo de vida (LCC) y la JIMP lo define: Como una técnica para la toma de decisiones sistemática que incorpora los costes del ciclo de vida como un parámetro en la fase de diseño, realizando todos los cálculos de balance posibles para asegurar unos costes del ciclo de vida eficientes económicamente del diseño o sistema del usuario.

Quinto pilar: Mantenimiento de calidad.

Aunque el concepto de calidad está directamente ligado a productos o servicios, en los procesos los equipos intervienen directamente en la fabricación de los productos y con ello puede alterar “la calidad de estos”, pues estos deben tener unas condiciones específicas (Temperatura, presión, niveles de dosificación y etc.); con la llegada de la automatización de procesos se ha evidenciado un notable crecimiento hacia los mantenimientos de calidad, convirtiéndose este es el corazón del TPM.

Sexto pilar: Educación y entrenamiento.

Este pilar también es conocido como “Promoción de técnicas de operación y mantenimiento”. Las empresas crecen y se tornan más competitivas cuando invierten en su capital humano, con esto aseguran un pleno desarrollo de su potencial, el objetivo de este pilar es brindar la capacidad de adaptación a los cambios venideros de la unidad de negocio o entorno socioeconómico.

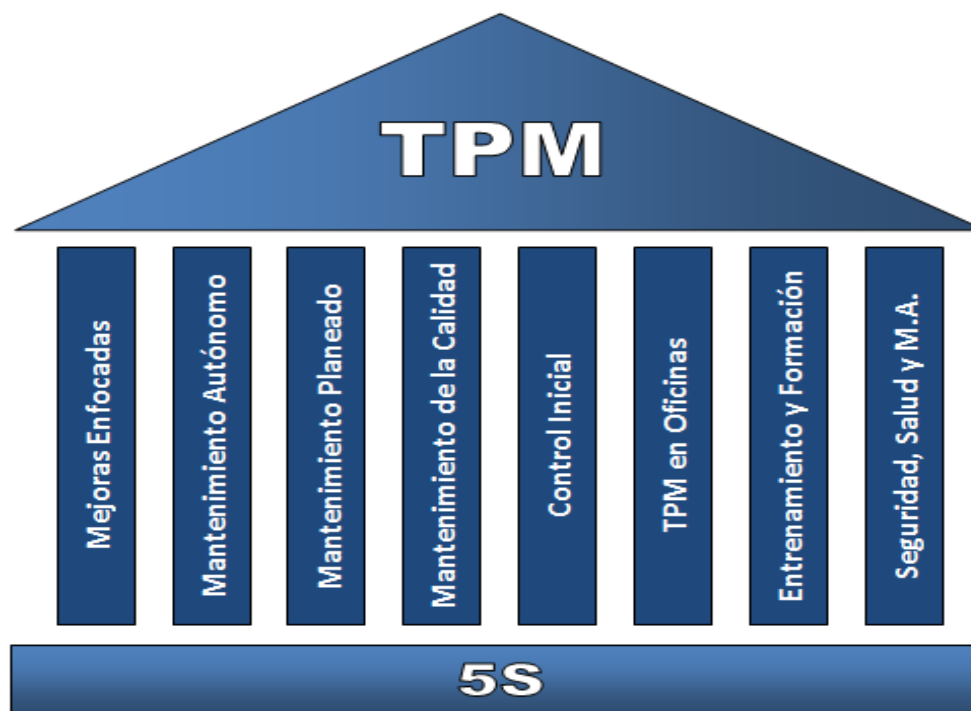
Séptimo pilar: Departamentos administrativos y de apoyo.

En este pilar se toma como objetivo disminuir las grandes pérdidas que se puede producir en las oficinas. “Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información y no involucran el equipo de producción directamente, por lo que se encargan de aumentar la productividad documentando los sistemas administrativos y disminuyendo los desperdicios y pérdidas.

Octavo pilar: Gestión de seguridad y entorno.

Asegurar la fiabilidad del equipo, evitar los errores humanos, eliminar los accidentes y polución, la gestión de la seguridad y el entorno es una actividad clave en cualquier programa TPM, no es solo centrarse en las actividades de producción o de mantenimiento, sino, de velar por la seguridad de su capital humano, tomando acciones desde la forma de diseñar sus procesos evitando lugares de difícil acceso hasta la reducción de riesgos por maquinaria insegura. La cual puede presentar riesgos como atrapamiento, quemaduras o derrame de sustancias que afecten la salud.

Ilustración 5 - Pilares del TPM



Fuente: tomado de <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/que-es-el-mantenimiento-productivo.html>

2.6 Cinco ¿Por qué?

Los 5 ¿Por qué? es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar sus posibles causas principales.

La técnica requiere que se pregunte “por qué” al menos cinco veces, o se trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil responder al “por qué”, la causa más probable habrá sido identificada.

A continuación, se muestra un ejemplo de como elaborar un cinco ¿Por qué?:

Retrasos constantes en la entrega de proyectos.	¿Por qué hay retrasos en la entrega de proyectos?	¿Por qué la carga de trabajo no está bien distribuida?	¿Por qué no hay un seguimiento y asignación de tareas eficiente?	¿Por qué no hay un sistema de gestión de proyectos efectivo?	¿Por qué no se ha capacitado al personal en el uso de herramientas de gestión de proyectos?	Soluciones
	La carga de trabajo no está bien distribuida.	Falta de seguimiento y asignación de tareas eficiente.	La falta de un sistema de gestión de proyectos efectivo.	No se ha capacitado al personal en el uso de herramientas de gestión de proyectos.	Falta de recursos y planificación para la formación.	1. Implementar un sistema de gestión de proyectos. 2. Asignar tareas de manera más equitativa. 3. Capacitación del personal.

Ilustración 6 –Ejemplo de los 5 ¿Por qué?

2.7 Diagrama de árbol

Esta herramienta se define como una representación gráfica utilizada para mostrar datos que siguen un modelo jerárquico. Tanto en entornos académicos como profesionales, ayudas visuales como los diagramas de árbol simplifican temas intrincados, facilitando la comprensión y el compromiso de las partes interesadas con el contenido.

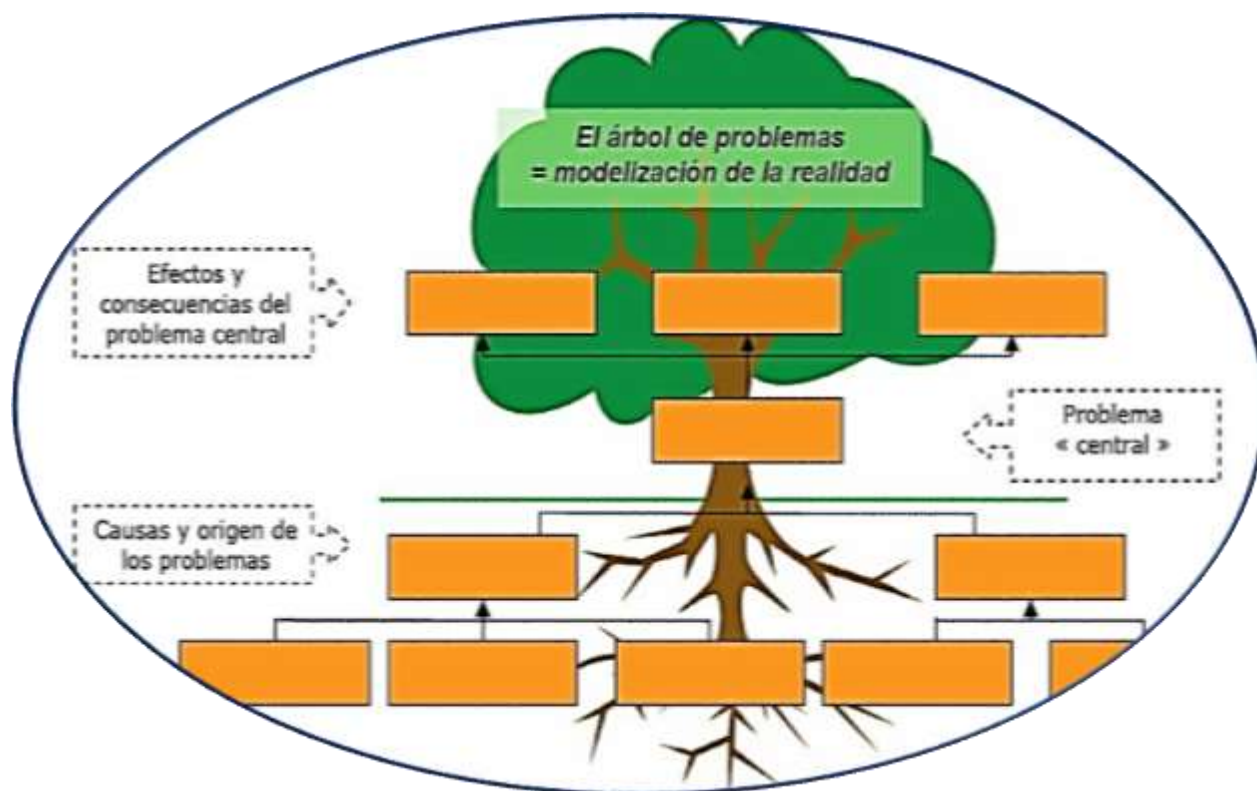


Ilustración 7 – Ejemplo de Diagrama de árbol

2.8 Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica se colocó los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado. El principal uso que tiene el elaborar este tipo de

diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarla.

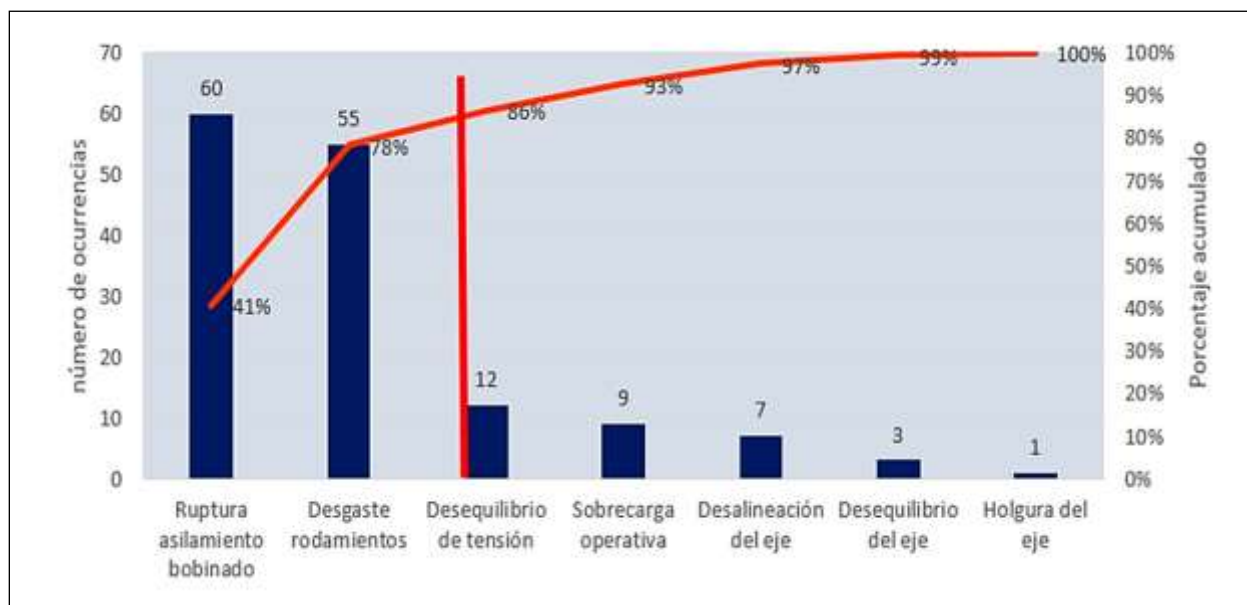


Ilustración 8 – Ejemplo de un Pareto

2.9 Marco conceptual

Mantenimiento: Procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos por daño o deterioro, o se hace el cambio del bien, no afectando circunstancias exteriores no lo afecten. El mantenimiento es especialmente importante en los bienes requeridos para la producción de bienes y servicios. Así, todos aquellos elementos necesarios como parte de un proceso de producción económica serán testeados con regularidad para llegar a una conclusión en lo que respecta a su mantenimiento.

Mantenimiento autónomo: Se busca que el operario cuide del mantenimiento e incluso mejora de la máquina que utiliza. De este modo, puede ayudar a su conservación y anticiparse a las potenciales averías. El proceso se basa en limpiar, lubricar y revisar, para evitar así desgaste, rupturas y errores de manipulación.

Protocolo de Pruebas: Conjunto de operaciones y registros a realizar en la recepción de equipos o sistemas, con definición de alcance, datos de los resultados obtenidos, registro de fecha y firma del responsable, para su entrega a una responsable del mantenimiento de la empresa por otra responsable de su realización.

Criterios de límites permisibles: Este se basa en establecer valores, generalmente resultados de pruebas, que indican cuando el equipo se acerca a una condición límite y que esta sea peligrosa, una reparación o reposición se hace necesaria.

Criterio de datos del fabricante: Este procedimiento permite información sobre límites de vida esperada, periodos de tiempo para efectuar pruebas y dar mantenimiento en función del servicio del equipo.

Equipo No crítico: Aquel equipo que su falla no tenga serias consecuencias sobre el sistema, será considerado no crítico.

Red de abastecimiento de flota de transporte de gasolina y diésel: Es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar gasolina y diésel hasta los clientes como son las gasolineras de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa.

El plan maestro: Es un documento en el que los responsables de una organización (empresarial, institucional, no gubernamental, deportiva.) reflejan cual será la estrategia para seguir por su compañía en el medio plazo. Por ello, un plan maestro se establece generalmente con una vigencia que oscila entre 1 y 6 años.

Presupuesto: Es un plan integrador y coordinador que se expresa en términos financieros respecto a las operaciones y recursos que forman parte de una empresa para un periodo determinado, con el fin de lograr los objetivos fijados por la alta gerencia.

Las mejoras enfocadas: Son actividades desarrolladas con el propósito de mejorar la eficiencia global de los equipos, operaciones y del sistema en general. Dichas mejoras, incrementales y sostenibles, se llevan a cabo a través de una metodología específica, orientada al mantenimiento y a la eliminación de las limitantes de los equipos.

Mantenimiento planificado: también conocido con el nombre de mantenimiento programado o preventivo, es el tercer pilar del TPM, y corresponde al mejoramiento incremental y sostenible de los equipos, instalaciones y el sistema en general, con el propósito de lograr el objetivo de cero averías.

El mantenimiento de calidad: Es uno de los pilares del TPM y tiene como principal objetivo mejorar y mantener las condiciones de los equipos y las instalaciones en un punto óptimo donde sea posible alcanzar la meta de cero defectos, es decir, cero no conformidades de calidad.

El mantenimiento correctivo: Es aquel encaminado a reparar una falla que se presente en un momento determinado. Es el modelo más primitivo de mantenimiento, o su versión más básica, en el que el equipo quien determina las paradas. Su principal objetivo es el de poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el mínimo costo que permita la situación.

El mantenimiento preventivo: Consiste en evitar la ocurrencia de fallas en las máquinas o los equipos del proceso. Este mantenimiento se basa un plan en el cual contiene un programa de actividades previamente establecido con el fin de anticiparse a las anomalías.

Mantenimiento periódico: Este mantenimiento se efectúa luego de un intervalo de tiempo que ronda los 6 y 12 meses. Consiste en efectuar grandes paradas en las que se realizan reparaciones totales. Esto implica una coordinación con el departamento de planeación de la producción, el cual deberá abastecerse de forma suficiente para suplir el mercado durante los tiempos de parada.

Mantenimiento de mejora: Es el mantenimiento que se hace con el propósito de implementar mejoras en los procesos. Este mantenimiento no tiene una frecuencia establecida, es producto de un trabajo de rediseño que busca optimizar el proceso.

AMFE¹: Es una técnica que requiere, principalmente, identificar los sistemas y las fallas que estas presentan para luego analizar el cumplimiento de las expectativas mediante el Análisis de los Modos de Falla y de Efectos (AMFE), para identificar aquellos eventos que están produciendo las fallas. Para este caso se identifican tres etapas, que se observan a continuación, por la que se tiene que pasar para la aplicación del RCM:

- **Análisis RCM:** identificación de componentes críticos y selección de estrategias de mantenimiento.
- **Implantación de estrategias:** incorporación de estrategias y programas de mantenimiento.
- **Recopilación de datos y retroalimentación:** adquisición de datos para indicadores de desempeño, cambios al proceso y retroalimentación.

¹ Safety Culture, (2024), <https://safetyculture.com/es/temas/amfe/>

Capítulo III: Metodología de Investigación

3.1 Método de la investigación

La investigación se centra en el análisis del costo operativo del consumo de combustible de los diez camiones marca KENWORTH de la flota de camiones de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., ya que es el costo más alto de los tres costos principales de la empresa (combustible, mantenimiento y llantas), según afirma dicha empresa, por lo que, para la presente investigación se utilizara el método cuantitativo.

Cuantitativo: Los métodos cuantitativos, metodologías o investigaciones cuantitativas son el conjunto de estrategias de obtención y procesamiento de información que emplean magnitudes numéricas y técnicas formales y/o estadísticas para llevar a cabo su análisis, siempre enmarcados en una relación de causa y efecto.

En otras palabras, un método cuantitativo es todo aquel que utiliza valores numéricos para estudiar un fenómeno. Como consecuencia, se obtienen conclusiones que pueden ser expresadas de forma matemática.

Los métodos cuantitativos de investigación son útiles cuando existe en el problema a estudiar un conjunto de datos representables mediante distintos modelos matemáticos. Así, los elementos de la investigación son claros, definidos y limitados. Los resultados obtenidos son de índole numérica, descriptiva y, en algunos casos, predictiva.

3.2 Población

El tamaño de la población en estudio considerado en proceso de mantenimiento, transporte, bodega y sus respectivos supervisores, de los cuales son un total de 45 colaboradores y en el caso de los camiones son 10 unidades marca KENWORTH, Clase 8 como parte de la flota

de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., y debido a que es una población pequeña, no procede el cálculo de la muestra.

3.3 Diagrama de árbol

Se elaboró un diagrama de árbol tomando en cuenta que esta información se obtuvo por parte del área en mantenimiento y se orientó al personal involucrado del cómo usar este tipo de herramienta por medio de una reunión general y ayudas visuales de parte del grupo que elaboramos esta investigación.

3.4 Cinco ¿Por qué?

Se utilizó esta herramienta para busca lograr una dinámica que es de preguntar ¿por qué? frente a cualquier afirmación; sin embargo, primero se identifica el problema ya que sobre ella se realiza la pregunta y al igual que la aplicación del diagrama de árbol se realizó una orientación al personal de mantenimiento que fueron los seleccionados para este método.

3.5 Recolección de Información

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas utilizadas para obtener información útil para esta investigación son:

- Método de observación
- Cuestionarios, Check list o encuestas
- Datos e información interna de la empresa

El método de observación: Trata de observar el objeto de estudio de forma directa, hacer una observación es una de las mejores metodologías, pues es una forma discreta y sencilla de inspeccionar datos sin depender de un intermediario. Este método se caracteriza por no ser intrusivo y requiere evaluar el comportamiento del objeto de estudio por un tiempo continuo, sin intervenir.

Cuestionarios, Check list o encuestas: Consiste en obtener datos directamente de los sujetos de estudio (personal operativo) los cuales viven el día a día los problemas que se presentan en la empresa, así mismo pueden dar su opinión de las mejoras que puedan observar para el proceso, toda esta información servirá para el análisis de las principales causas de los problemas, se deben sacar las conclusiones para identificar las principales hipótesis de solución para mejorar.

Datos e información interna de la empresa: Comprende la recolección de datos que se consideren necesarios para la investigación, estos pueden ser informes de mantenimiento, bitácoras, hojas de check list de vehículos, indicadores de mantenimiento, consumos de repuestos, costos operativos y toda la información que exista y que pueda proporcionar la empresa.

3.5.1.1 Método de Observación

En la presente investigación fue necesaria la visita a la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V. para poder utilizar la metodología de observación de campo, esto es muy importante ya que ayuda a poder entender cómo funcionan los diferentes procesos de mantenimiento, este método también es importante para poder identificar las oportunidades de mejora que se presentan y a su

vez poder establecer una relación de buena comunicación para la obtención de datos necesarios en esta investigación.

3.5.1.2 Metodología para la obtención y llenado de las encuestas

1. Elaboración de encuesta en un procesador de texto de Microsoft Word, dichas preguntas fueron desarrolladas con el objetivo de mostrar y conocer la situación de la empresa y sus colaboradores en materia de conocimientos y aspectos de mejoras que se observan en la organización en el área de mantenimiento de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

2. Establecer los objetivos de cada encuesta.

3. Impresión de las encuestas en papel bond.

4. En colaboración del contacto de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V y compañero de grupo del trabajo de investigación (supervisor de mantenimiento), se coordinó una reunión general con todo el personal que conforma el área de mantenimiento para el llenado de la encuesta. Lo anterior programado en grupos de 4 a 5 personas y en un total de 10 a 15 jornadas, con el objetivo de no entorpecer las funciones de cada puesto de trabajo.

5. Tabulación de datos obtenidos. (Gráficos de pastel)

6. Análisis de los datos obtenidos.

7. Conclusiones del análisis realizado.

3.5.1.3 Metodología para la obtención y llenado de un “Check list” de mantenimiento

1. Elaboración del chek list en un programa de hojas de cálculo de Microsoft Excel, el desarrollo de este, fue con el objetivo de clasificar las deficiencias que se puedan observar en el área de mantenimiento de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

2. Llenado del check list, lo anterior se programó paralelamente con el llenado de la encuesta para poder hacer uso eficiente del tiempo de todo el personal.

3. Tabulación de datos obtenidos. (Gráficos de barra y Pareto)

4. Análisis de los datos obtenidos.

5. Conclusiones del análisis realizado.

Capítulo IV: Situación actual de la empresa y diagnóstico

4.1 Historia de inicio de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

La Empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., fue fundada en el año de 1988 por Don José Adán Molina Chávez, una persona muy dedicada a sus principios familiares y con una alta trayectoria de experiencia en el rubro de transporte de producto derivado del petróleo.

Don José Adán Molina Chávez, trabajo en el área de operaciones por más de 35 años con la empresa ESSO STANDARD OIL S.A. LTD DE EL SALVADOR. Una empresa con altos estándares de seguridad y disciplina para realizar sus operaciones tanto dentro como afuera de la empresa.

Fue así como surgió la idea de fundar una empresa de transporte, se lo propuso con insistencia hasta que lo logro y a dicha empresa la llamo TRANSPORTES Y DIVERSOS S.A DE C.V. Se inició con un capital de doscientos mil colones, moneda de curso legal en el país, cuando ya se tenía el capital, se inició a buscar un lugar que tuviera accesibilidad a la entrada y salida de los camiones; fue así como se ubicó la empresa sobre la 7ª Calle Poniente No 2-16 Lourdes Colon La Libertad, luego, se empezó a trabajar en lo que fue la infraestructura para poder llevar a cabo las operaciones de logística, administrativas y mantenimiento de los equipos.

Después de trabajar en toda la logística de lo que es el asentamiento de la empresa y la parte legal ante las entidades gubernamentales y estatales, se presentó toda la documentación necesaria para trabajar con compañía ESSO STANDARD OIL S.A. LTD DE EL SALVADOR y que esta aprobara la distribución de su producto. Después de toda la evaluación y una visita a la empresa, la compañía ESSO STANDARD OIL S.A. LTD DE EL SALVADOR, aprobó en octubre de ese mismo año los permisos correspondientes.

En febrero del año de 1989 se gestionó el primer equipo con la compañía ESSO STANDARD OIL S.A. LTD DE EL SALVADOR, iniciando las operaciones como empresa de transportes.

Ese mismo año en el mes de mayo, se tuvo un accidente, teniendo una perdida cuantiosa; el equipo quedo fuera de operaciones, esto fue como un reto para la empresa, sin embargo, en el año de 1990 en el mes de febrero, se adquirió otro equipo con una capacidad de 7,000 galones, de la compañía STANDARD OIL S.A. LTD DE EL SALVADOR.

Se inició de nuevo la operación, a finales del año de mil novecientos noventa, se finalizó la reparación del equipo que se había accidentado, ya eran dos equipos con que la empresa contaba. Y esto vino a mejorar los ingresos de la empresa en el cual se contrató más personal para realizar los mantenimientos correctivos y preventivos.

En el año de mil novecientos noventa y dos, se adquirieron tres equipos más, para entonces la empresa ya había crecido al doble, en mil novecientos noventa y tres, la empresa se expande a Centro América y se empezó a transportar químicos.

En mil novecientos noventa y cuatro se adquirió otro camión y otra cisterna (pipa) con el sistema de carga por bajo, facilitando las operaciones de carga.

Con la misma experiencia que se iba adquiriendo, sobre todo en el traslado y las entregas a tiempo, los clientes empezaron a solicitar servicios para Belice y Nicaragua.

A finales del año 1996 surgió una nueva idea, de premiar al conductor con cero accidentes y el eslogan se hizo llamar “CONDUCTOR SEGURO”, esto hizo una mejora en la parte de seguridad ya que los conductores se esmeraban para realizar bien el trabajo.

En el año de 1997 se solicitó a la compañía ESSO reemplazar unos equipos para mejorar las operaciones y fue así como se cambiaron 2 cabezales Internacionales traídos desde Carolina del Norte, Ciudad de Charlotte, USA. En 1998 se pone en práctica el sistema de ALERTA, que era utilizado por la compañía ESSO, para hacer más énfasis a los motoristas y lograr uno de los objetivos como es, cero incidentes. Además, se entró en vigor el sistema SMIT, para tecnificar más a los conductores en el manejo de camión cisterna.

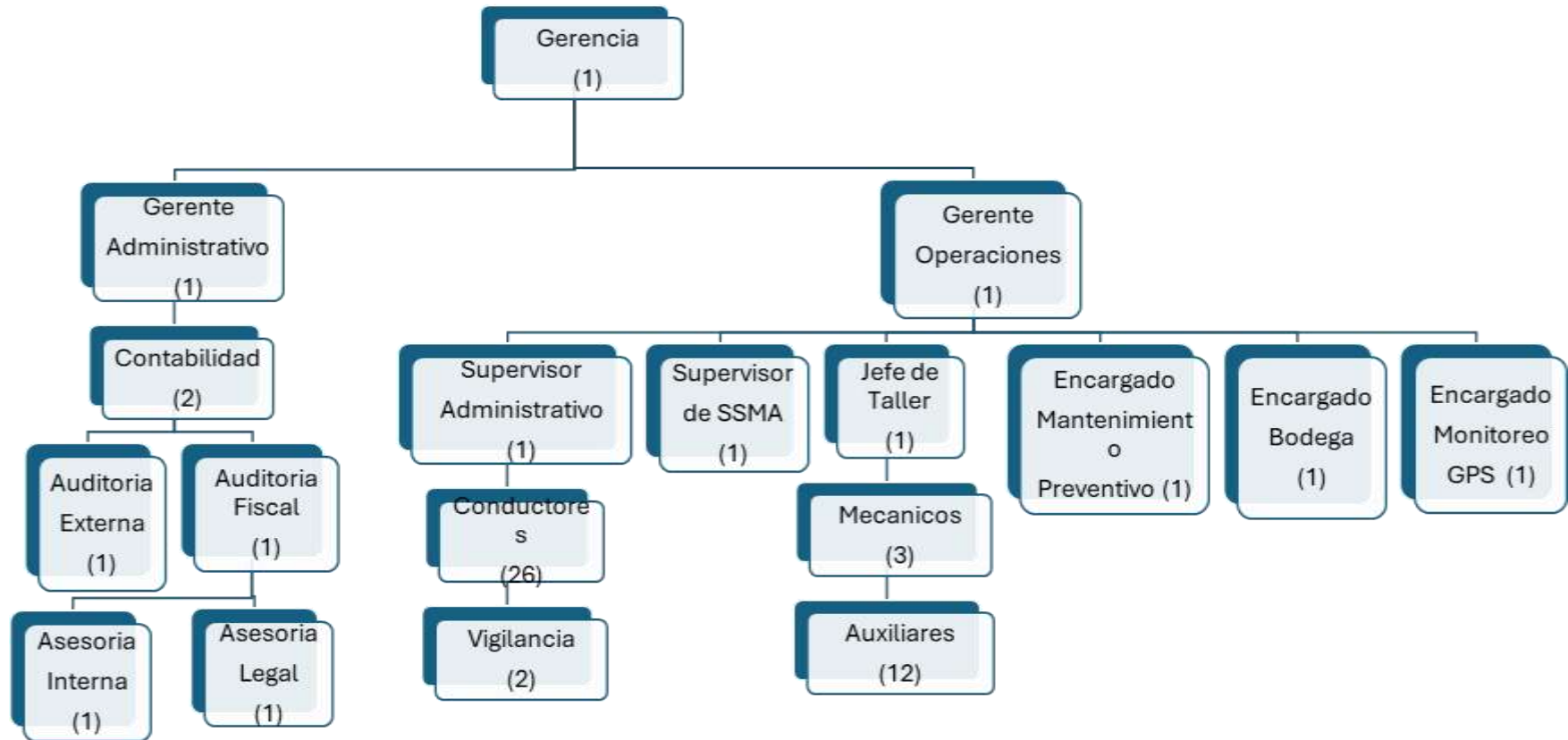
En 1999, la empresa abre un contrato con la compañía TEXACO, para el traslado de productos limpios. Este mismo año se compró un tanque con una capacidad de 6,000 galones, que se ocupa para el almacenamiento de combustible diésel, producto que se ocupa para los abastecimientos de consumo de los camiones. Este mismo año se comprometió mucho más la empresa, adquiriendo un remolque de emergencia, que contiene (arena, mantas absorbentes, rollos absorbentes, palas escobas azadón, aserrín, wiper, extintores, detergente, estacas, martillos de hule, etc.) que servirá de emergencia ante cualquier incidente que se diera en carretera.

En el año 2000 en la reunión del comité de seguridad surgió la idea de resguardar los equipos, instalándoles GPS. Se tomó en serio la idea y se llevó a reunión con la gerencia y en común acuerdo se aprobó la idea y fue así como se protegieron a los equipos instalándoles GPS, también se estudió la probabilidad de asegurar los equipos, en el cual se realizó un contrato con la Aseguradora Salvadoreña.

En base al historial de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V., se puede identificar la evolución a tal grado que se cuenta con un contrato estratégico con la compañía UNO EL SALVADOR.

4.2 Organigrama de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

Ilustración 9 - Organigrama de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.



Fuente: TRANSYDISA

Nota: el valor colocado por cada cargo en el organigrama se refiere a la cantidad de personas que labora en la empresa

4.3 Componentes principales de la flota de transporte de combustible de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

Flota de transporte: es un conjunto de vehículos que son propiedad de la empresa o son alquilados por otra empresa, gobierno u otra entidad, que se utilizan para fines comerciales.

Flota de transporte de carga: es el conjunto de vehículos destinados a transportar todo tipo de mercancías, suelen diferenciarse del resto de los vehículos ya que cuentan con una estructura (chasis) monocasco especialmente pesada para aprovechar al máximo la capacidad de carga.

Flota de transporte logístico: es el conjunto de vehículos con los que cuenta una empresa para realizar la distribución de las mercancías, ya sea para traslados de larga distancia o para entregas última milla.

Flota de transporte de combustible diésel y gasolina: son vehículos destinados al transporte de líquidos inflamables, tales como su nombre lo indican, a través de camiones cisterna.

Camión cisterna: es un vehículo de motor que ha sido diseñado para transportar cargas líquidas o gases a través de las carreteras de forma segura, las características principales son: el tanque es semi-ovalado y hecho de acero de carbono o aluminio. El cuerpo del tanque utiliza técnicas avanzadas de soldadura. Tablillas anti onda se instalan en ellos para garantizar la seguridad. Para la detección de fugas del tanque se introduce gas a alta presión. Estos pueden estar divididos en uno, dos o tres compartimientos para almacenamiento de combustible, productos químicos o agua, de acuerdo con las necesidades. Utilizan un sistema de carga, donde el líquido ingresa por la parte inferior del tanque, de esta manera no se genera electricidad

estática y se recuperan los gases que se encuentran dentro evitando que sean liberados a la atmósfera.

Componentes principales de un camión cisterna:

- Camión (unidad tractora, cabezal, cabeza tractora): cabina, chasis, motor, dirección, transmisión, sistemas neumáticos, sistemas hidráulicos, llantas (neumáticos), sistema eléctrico, sistema de luces, etc.
- Cisterna: chasis, válvulas de descarga, compartimentos de almacenaje, tubería de ventaneo de vapores, tapas de compartimentos, tuberías de carga y descarga, sensores de llenado, escaleras de acceso, sistema de luces, extintor, conos, etc.
- Llantas: Debido a la influencia que tiene el tren de potencia y la presión nominal de las llantas en el consumo de combustible se deja el grafico siguiente para denotar la relación con el número de ejes y que el mayor costo es el consumo de combustible diésel y el tercero es las llantas, 18 en total (Heavy-Duty, 2010).

4.3.1 Flota de camiones

La empresa cuenta con 10 camiones, marca KENWORTH Clase 8: Estos son los más grandes y robustos. Se utilizan para transportar cargas pesadas y largas distancias. Tienen una capacidad de carga superior a las 33,000 libras (aproximadamente 15,000 kg). Tienen tres o más ejes y se utilizan en aplicaciones como transporte de carga general, transporte de combustible y transporte de contenedores.



Ilustración 10 - Camión Clase 8 con tren de potencia de 3 ejes, mostrando la flota bajo estudio

4.4 Servicios que brinda la empresa

Actualmente la empresa posee la labor de operador logístico, y esta brinda el servicio de transporte local. Sin embargo, en la actualidad la empresa TRANSYDISA se encuentra desarrollando estrategias para brindar el servicio de transporte. La empresa cuenta un local el cual lleva a cabo las actividades operativas respectivas de la organización, en estas instalaciones se encuentran sus oficinas administrativas y funciona como centro de las operaciones para el servicio de transporte mientras se cuenta con los ambientes necesarios para brindar el servicio de almacenaje.

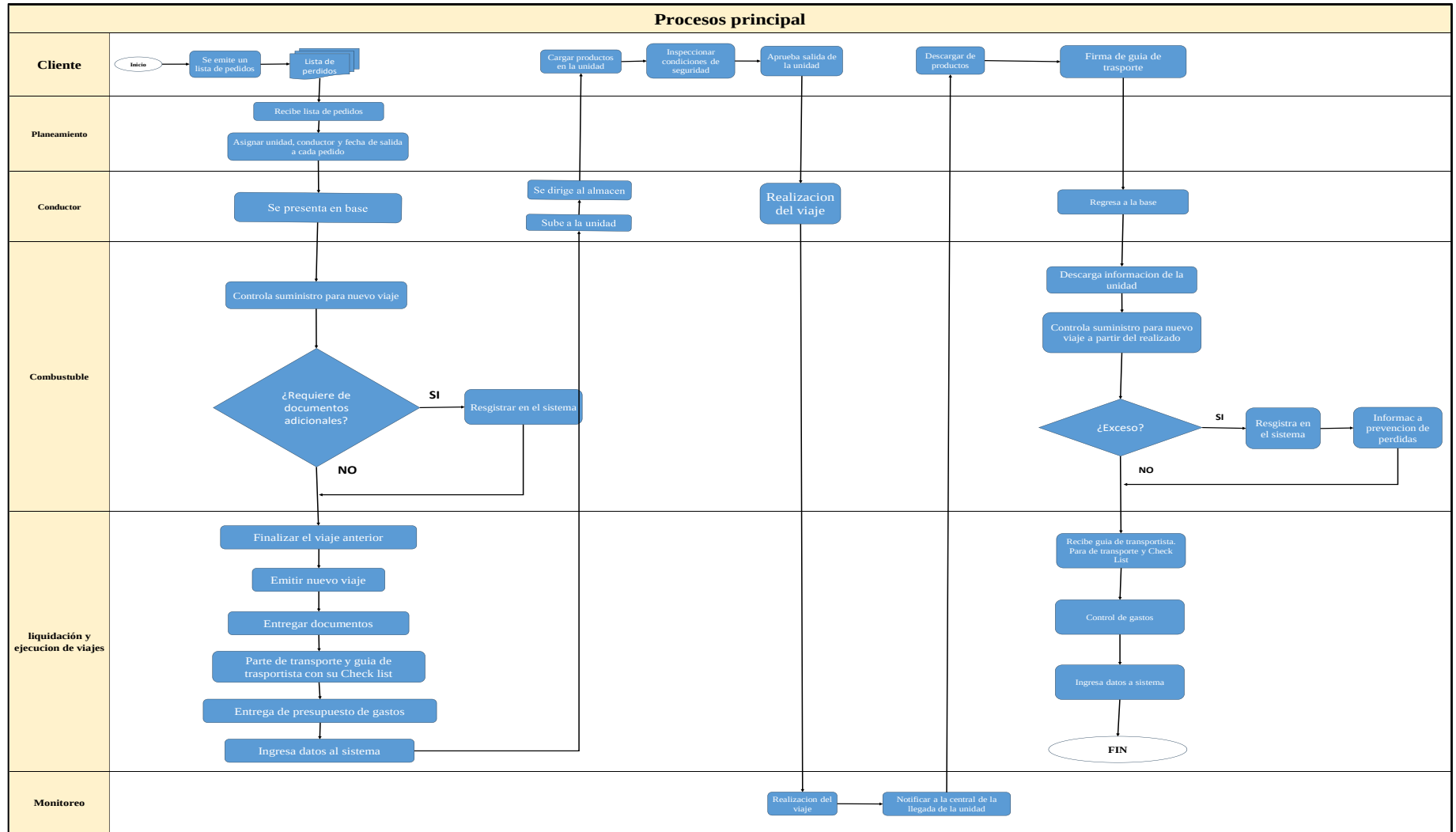


4.5 Descripción de los procesos establecidos a la flota de camiones

La empresa TRANSYDISA cuenta con el área de operaciones, finanzas, recursos humanos y mantenimiento. El área de operaciones posee diferentes puestos de trabajo que se encargan de controlar las actividades identificadas como la liquidación, planificación, supervisión, monitoreo, prevención, combustible y lavado. Para fines del proyecto de este estudio, se explica las funciones generales de cada uno de los puestos que conforma el área de las operaciones.

4.6 Diagrama de operaciones actuales en la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

Ilustración 11 - Diagrama de flujo de operación de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.



Fuente: TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

El diagrama de flujo anterior se representa cómo los puestos de trabajo de La empresa investigada interactúan para lograr el cumplimiento con la programación y alcance de los objetivos de la demanda. El cumplimiento de la demanda a nivel de viajes emitidos o solicitados por el cliente, la empresa de transportes cuenta con una flota de 10 camiones.

Se considera a cada uno de los camiones son importantes ya que este es el medio principal con el que se ejecuta el servicio y se cumple con la demanda permitiendo así los ingresos en la empresa. Por lo tanto, se analiza el desempeño del área de mantenimiento dentro de las actividades cotidianas de la empresa. En esta área se encarga de asegurar y mejorar el estado de las unidades mediante el mantenimiento de las unidades, lo cual es posible con diferentes puestos de trabajo que atienden a toda la flota de transporte.

El área de mantenimiento está conformada por 16 personas, de los cuales, tres son responsables del sistema mecánico, luego, se encuentran doce auxiliares los cuales son: dos encargados del sistema eléctrico, dos encargados de los neumáticos, dos encargados de carrocería y pintura, seis personas de apoyo del área y finalmente el jefe de mantenimiento. A continuación, se presentan las funciones generales de cada puesto en el área.

4.6.1 Definición de cargos principales del proceso

En el ámbito empresarial contemporáneo, la eficaz gestión de mantenimiento de activos, especialmente en sectores como el transporte, es fundamental para garantizar la continuidad operativa, la seguridad y la rentabilidad de las organizaciones. Es así como la empresa TRANSYDISA, S.A. de C.V., enfrenta el desafío de mejorar la gestión de mantenimiento de su flota de transporte para optimizar su rendimiento y reducir costos operativos. Para abordar este

desafío es fundamental comprender en detalle la estructura organizativa y los roles clave dentro del proceso de investigación y propuesta de mejora.

Por lo tanto, en esta sección introductoria, se abordarán las definiciones de los cargos principales involucrados en el proceso de investigación, estableciendo así las bases para una comprensión más profunda de la propuesta de mejora.

Jefe de mantenimiento

Este es aquel que monitorea y controla la frecuencia de mantenimiento de las unidades mediante la administración de los colaboradores del área, el cual es asignado para atender o reparar posibles fallas presentadas según corresponda. Así mismo, se encarga de verificar y coordinar la compra de insumos y/o piezas necesarias para la atención de los vehículos de la flota.

Mecánicos

Son quienes revisan el sistema mecánico y realiza el mantenimiento preventivo y correctivo de la flota de transporte. Así mismo, se encarga de comunicar los diagnósticos realizados en cada intervención, así como las piezas que requeridos.

Auxiliares

La existencia de este es solucionar fallas que se presentan en sistema eléctrico, en neumáticos, carrocería, limpieza, etc.; en las unidades programadas dentro del mantenimiento correctivo o preventivo.

Si alguna unidad ha tenido fallas durante la realización de un viaje y se encuentra relativamente cerca a la base esta deberá de solicitar el apoyo de este puesto para dar el auxilio mecánico y eléctrico.

4.7 Datos Internos de la Empresa

4.7.1 Costos operativos

Se presentan los datos internos de la empresa relacionados con los tres mayores costos operativos de la flota, los cuales son: 1. Combustible, 2. Mantenimiento y 3. Llantas.

COSTO OPERATIVO DE COMBUSTIBLE AÑO 2023			
No	Placa de camiones KENWORTH	Consumo de combustible diésel en galones por un año	Costo operativo de combustible (US\$)
1	C 74523	8,573.88	\$31,294.66
2	C 103546	8,400.00	\$30,660.00
3	C 90106	8,343.12	\$30,452.39
4	C 103547	7,873.60	\$28,738.64
5	C 91864	6,866.50	\$25,062.73
6	C 103548	6,816.50	\$24,880.23
7	C 106734	6,643.40	\$24,248.41
8	C 93063	6,270.70	\$22,888.06
9	C 66399	5,899.44	\$21,532.96
10	C 95884	5,763.01	\$21,034.99
TOTAL		71,450.15	\$260,793.05

Nota. El combustible se adquirió a un costo promedio de \$3.65

Tabla 5 – Consumo y costo operativo de combustible diésel de los 10 camiones marca KENWORTH, fuente: TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

COSTO OPERATIVO DE MANTENIMIENTO AÑO 2023		
No	Placa de camiones KENWORTH	Costo operativo de mantenimiento en un año (US\$)
1	C 95884	\$11,619.25
2	C 103548	\$9,757.33
3	C 66399	\$9,126.87
4	C 103546	\$6,970.47
5	C 93063	\$5,529.63
6	C 106734	\$5,312.23
7	C 103547	\$5,234.43
8	C 91864	\$4,096.37
9	C 74523	\$3,900.38
10	C 90106	\$3,413.16
TOTAL		\$64,960.12

Tabla 6 – Costo operativo de mantenimiento de los 10 camiones marca KENWORTH, fuente: TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

COSTO OPERATIVO DE LLANTAS AÑO 2023			
No	Placa de camiones KENWORTH	Cantidad de llantas sustituidas en un año (nuevas y reencauche)	Costo operativo de llantas (US\$)
1	C 103547	8 LLANTAS	\$2,802.40
2	C 103548	10 LLANTAS	\$2,791.10
3	C 91864	10 LLANTAS	\$2,712.00
4	C 103546	7 LLANTAS	\$2,119.60
5	C 90106	6 LLANTAS	\$2,022.70
6	C 106734	6 LLANTAS	\$2,000.10
7	C 95884	4 LLANTAS	\$1,966.20
8	C 74523	8 LLANTAS	\$1,048.64
9	C 93063	3 LLANTAS	\$909.65
10	C 66399	3 LLANTAS	\$593.24
TOTAL		65 LLANTAS	\$18,965.63

Nota. Se utilizaron 22 llantas rencauche y 43 llantas nuevas

Tabla 7 – Consumo y costo operativo de llantas de los 10 camiones marca KENWORTH, fuente: TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

4.7.2 Demanda de viajes mensuales

A continuación, se presenta una tabla en la cual se muestra que el 30% de los viajes realizados durante un mes fueron concedidos al servicio de solicitudes de transporte; sin embargo, esta variable no seguía el comportamiento de la demanda de viajes totales. Dando a entender que en un mes determinado la demanda puede incrementar, siendo los viajes para realizados por parte de la flota de la empresa de transportes y el servicio de transporte deberían crecer.

Por lo que se muestra en la siguiente tabla se observa que en promedio la empresa de transporte ha realizado 390 viajes mensuales promedio de los cuales 273.27 son realizados con su propia flota actual y los 117 restantes se realizaron por el servicio solicitado a terceros los cuales funcionan debido a la necesidad de ofrecer a los clientes un mejor servicio. Al examinar cómo y en qué proporción se realizan.

Tabla 8 - Tabla de viajes realizados actualmente por la empresa TRANSYDISA y terceros.

AÑO	MES	Total	Viajes	Porcentaje	Viajes	Porcentaje
			TRANSYDISA		Terceros (empresa de apoyo)	
2023	1	335	258	77%	77	23%
	2	430	288	67%	142	33%
	3	337	266	79%	71	21%
	4	381	280	73%	101	27%
	5	333	249	75%	84	25%
	6	375	264	70%	111	30%
	7	451	277	61%	174	39%
	8	395	259	66%	136	34%
	9	407	278	68%	129	32%
	10	462	314	68%	148	32%
	11	384	273	71%	111	29%
	Promedio	390	273	70%	116.73	30%

Fuente: TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

La información de costos fue obtenida por parte de la empresa, esta información es confidencial por lo tanto se obtuvo de parte del supervisor del mantenimiento, y con valores aproximados, a partir de este punto se consideró que al tercerizar los viajes el costo de oportunidad perdido por cada viaje realizado por un tercero, según el periodo de un año 2023 de enero a noviembre, serían un promedio de \$134 mensuales si hubiera realizado todos los viajes demandados. Por lo tanto, se considera la posibilidad de controlar y reducir el costo operativo para que las utilidades de la empresa de transporte puedan incrementar.

4.7.3 Datos de mantenimientos preventivos

Los siguientes datos fueron ofrecidos por la empresa para ser presentados en esta investigación.

Actividades principales de mantenimiento	Cantidad	Cumplimiento	Fuera de tiempo
Cambio de aceite de caja de cambios	10	3	7
Cambio de aceite de motor	40	12	28
Mantenimiento de diferenciales	10	4	6
Cambio de filtro primario	40	16	24
Cambio de filtro secundario	40	0	40
Mantenimiento del Sistema de dirección	10	2	8
Total		37	113

Tabla 9 – Actividades principales de mantenimiento

Los resultados del análisis de los registros de mantenimiento preventivo son parte de las evidencias, donde se obtuvo un 28% del total de las principales actividades de mantenimiento preventivo en estos se han realizado un tiempo planificado e intervalo de kilometraje aceptable por la empresa.

Para el caso de los mantenimientos correctivos se obtuvo la siguiente información por parte de la empresa.

Como se puede observar en la tabla anterior se tiene un 72% de las intervenciones programadas para el mantenimiento preventivo de los cuales no se realizaron, ocasionado que se vuelva un mantenimiento correctivo, ya que se tuvo que atender en ruta. Dicho incumplimiento del programa de mantenimiento preventivo afecta a los diferentes sistemas que poseen los equipos, motivo por el cual se incrementa la frecuencia de paradas por mantenimiento correctivo y disminuye la vida útil de las unidades y algunas piezas de recambio, elevando los costos del mantenimiento.

4.8 Diagnóstico

4.8.1 Motivo de tercer izar viajes

El tiempo operativo, el tiempo de reparación y la disponibilidad de los equipos, son cada una de estas variables puede ser medida a través de indicadores conocidos, estas se aplicarían por medio de dos variables, las cuales son conocidas en las siguientes siglas MTTR y MTTB.

Para el caso del indicador Mean Time To Repair (MTTR) permite medir el tiempo promedio operativo del equipo sin interrupciones dentro de un periodo determinado y el indicador Mean Time Between Failures (MTBF) mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado, y considerando al tiempo de fallo igual al tiempo para reparar.

El cálculo de dichos indicadores se procede a detallar a continuación:

- $MTBF = \text{Tiempo total de operaciones} / \text{Numero de fallas}$
- $MTTR = \text{tiempos totales de reparación} / \text{Número de reparaciones.}$
- Disponibilidad: $MTBF / (MTBF + MTTR)$

A continuación, se presenta un análisis de indicadores de mantenimiento, este permitiría mostrar con datos como se encuentra actualmente dichos indicadores.

Tabla 10 - Análisis de indicadores de mantenimiento

AÑO	MES	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
2023	1	82	4.57	95%
	2	54	12.31	81%
	3	45	16.00	74%
	4	45	8.89	84%
	5	54	8.89	86%
	6	50	4.57	92%
	7	48	4.57	91%
Total, general		54	9	86%

Según lo presentado en el cuadro anterior las unidades de transporten presentan fallas, en promedio, cada 54 horas de operación y el tiempo promedio de reparación de los equipos es de 9 horas por cada intervención. También se calcula la disponibilidad de los equipos al dividir el tiempo promedio de operación de los equipos entre el tiempo promedio entre fallas (MTBF). Como resultado de dicho análisis, la flota de transporte de la empresa tiene una disponibilidad del 86% en promedio. Sin embargo, dicha disponibilidad se encuentra 1% arriba del valor promedio aceptable, el cual es como mínimo 85% de acuerdo con lo planteado en el libro "Plant Engineer's Reference Book" editado por Dennis Snow, y debajo de lo deseado por la empresa ya

que su planeamiento indica un 90% de operatividad, por dicho motivo se concluye que existe indisponibilidad de unidades.

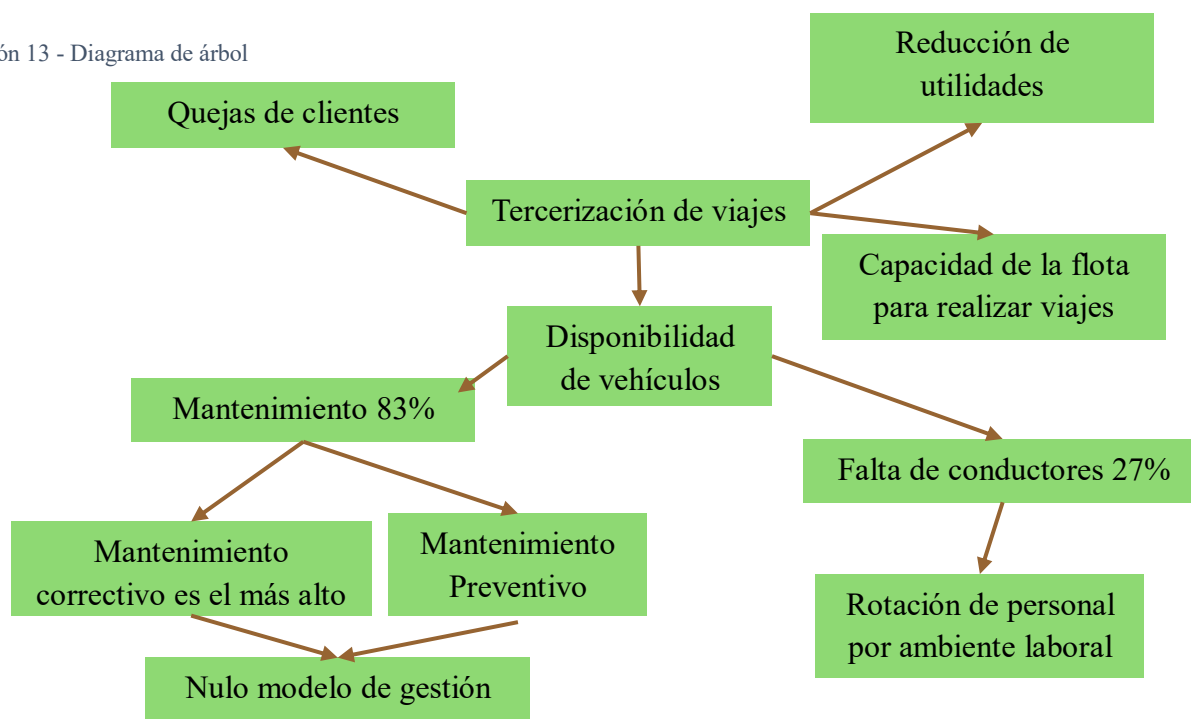
Para el caso del MTBF el valor objetivo sería de 82 siendo ejecutado en el mes 1 y el más bajo sería 45 puntos.

Para el caso del MTTR el valor objetivo sería en el mes 3 con 16 puntos y el valor más bajo 4.57.

4.8.2 Aplicación del diagrama de árbol

El resultado del análisis con la herramienta del diagrama del árbol se identifica que la oportunidad de mejora que se basa en la indisponibilidad de unidades que posee la empresa. Como partes de los efectos identificados se consideraron la reducción de utilidades, las quejas que presenta el cliente por el servicio de transporte y el incremento de servicio de tercerización en los que incurre en la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V, para cumplir el contrato establecido con los clientes en materia de transporte.

Ilustración 13 - Diagrama de árbol



Como se puede observar en el diagrama de árbol, el problema u oportunidad de mejorar identifica en la empresa es el incremento de tercerización, utilización de mantenimientos correctivos, alta rotación del personal, estas situaciones se encuentran directamente relacionada con la capacidad de la flota de vehículos de la empresa y la indisponibilidad de las unidades. Esta indisponibilidad de unidades a su vez es ocasionada por paradas que tienen las unidades dónde el 83% de las paradas son por mantenimiento y el 27% por faltas de conductores.

Por otro lado, la rotación del personal se debe al ambiente laboral que se presenta actualmente en la empresa y que ha sido identificado por los responsables del área de dicha empresa. Adicional a lo antes descrito las paradas por mantenimiento son por intervenciones correctivas y por intervenciones preventivas. Ambos casos de mantenimiento no cumplen con las solicitudes del cliente para salir adelante con las operaciones de forma significativa.

El diagrama anterior permite identificar las causas y los efectos de manera gráfica, sin embargo, se procede para obtener los datos es empírico ya que la organización no posee información histórica por descuido de esta y de sus responsables.

4.8.3 Aplicación del cinco ¿Por qué?

A continuación, se representa las preguntas planteadas y las respuestas obtenidas:

Ilustración 14 – 5 ¿Por qué?

	¿Por qué se tiene muchos tiempos muertos en la flota de camiones?	¿Por qué se tienen fallas en carretera?	¿Por qué no se realizan los mantenimientos preventivos correctamente?	¿Por qué se realizan más mantenimientos correctivos que preventivos?	¿Por qué no cuenta con un modelo de gestión de mantenimiento?
Planteamiento del problema: Tiempos muertos en la flota de camiones tanque y baja rentabilidad en el negocio	Por muchas fallas ocurridas en carretera al momento de realizar los viajes programados	Porque el mantenimiento preventivo no se está llevando de la mejor manera y las inspecciones mecánicas rutinarias de los equipos no se están ejecutando	Cuando se programa un mantenimiento preventivo no se ejecuta correctamente (ya sea según los km o tiempo) y las actividades rutinarias de lubricación, regulación, etc.; provocan mucho desgaste en los equipos, esto al ser así, hace que el mantenimiento preventivo se convierta en un mantenimiento correctivo	Porque el mantenimiento preventivo no se está ejecutando correctamente, ya que no existe un modelo de gestión de mantenimiento	Porque se considera un gasto innecesario, no hay el nivel técnico dentro de la empresa para implementar una gestión de ese tipo

4.8.4 Observación de campo

A continuación, se muestran oportunidades de mejora en el área de mantenimiento:

- 1- No se utiliza el equipo de protección personal adecuado al ingresar a las instalaciones.



2- Equipos sin atención.



3- Desorden en el área de trabajo.





Ilustración 15 – Fotografías del taller de TRANSYDISA

4.8.4.1 Conclusión de la observación de campo

Del desarrollo del método de observación se puede concluir lo siguiente:

Hay oportunidades de mejora en cada uno de los procesos, si se busca una solución a cada una de estas problemáticas se podría impactar directamente a los costos operativos (Ver 4.7.1) y mejorar el porcentaje de viajes de la flota propia (Ver 4.7.2)

Para estas oportunidades de mejora se buscará aplicar El Mantenimiento productivo total (TPM) con base en las 5'S.

4.8.5 Encuestas

Como parte de la investigación se presenta a continuación la encuesta realizada a los 45 colaboradores de la empresa TRANSYDISA, esta tiene la función de mostrar y conocer la situación de la empresa y sus colaboradores en materia de conocimientos y aspectos de mejoras que se observan en la organización.

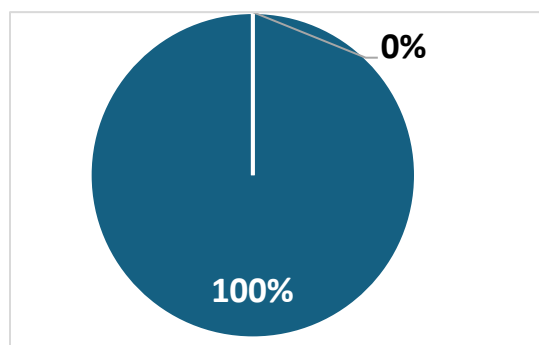
La información obtenida con esta herramienta permitirá obtener algunos aportes necesarios para la creación del plan de mantenimiento y gestión de mantenimiento para la flota de la empresa.

Nota: para el caso de las preguntas de TPM, se le dio a los encuestados la información breve sobre el tema, para que tengan un punto de vista de las facultades de dicho tema.

1. De los vehículos de transporte que utiliza en sus actividades ¿conoce su funcionamiento?

Objetivo: Evaluar el nivel de conocimiento sobre el funcionamiento de los vehículos de transporte utilizados en las actividades de la empresa.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	26	100%
NO	0	0%
Total	26	100%

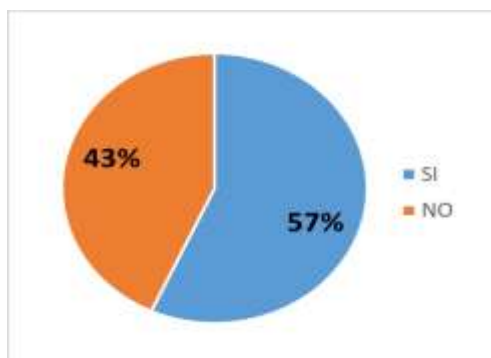


Análisis: Según la información obtenida en la encuesta para esta pregunta todos los implicados menos los conductores los cuales ya poseen un conocimiento de los vehículos utilizados.

2. ¿El mantenimiento realizado es el necesario y de calidad para mantener su funcionamiento de los vehículos?

Objetivo: Determinar la percepción sobre la adecuación y calidad del mantenimiento realizado en los vehículos para mantener su funcionamiento.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	25	57%
NO	19	43%
Total	44	100%

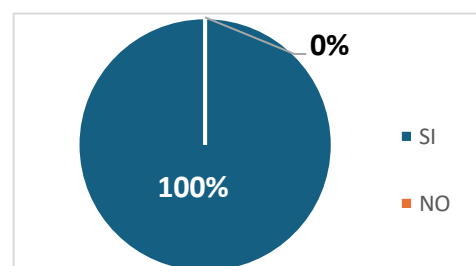


Análisis: según los datos obtenidos la división casi equilibrada entre mantenimiento adecuado e inadecuado sugiere deficiencias significativas en el programa de mantenimiento actual y presenta una oportunidad significativa para mejora por medio de un sistema de mantenimiento más robusto el cual podría llevar a una mejor utilización de recursos.

3. ¿A la hora de realizar cambios de aceite y engrase de los vehículos sabe en donde se realizará?

Objetivo: Identificar si existe conocimiento sobre el lugar donde se realizan los cambios de aceite y engrase de los vehículos, lo que puede afectar la calidad del mantenimiento.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	43	100%
NO	0	0%
Total	43	100%

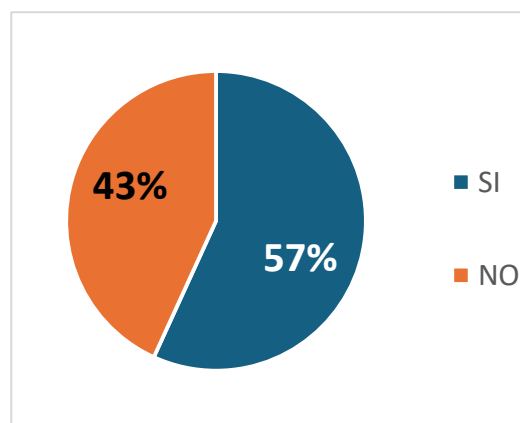


Análisis: para el caso de esta pregunta todos los colaboradores estarían conocedores de saber en donde se realizan los mantenimientos.

4. ¿El taller que posee la empresa actualmente realiza ejecuta pequeñas soluciones ante averías o reparaciones mayores con calidad?

Objetivo: Evaluar la calidad y eficacia de los servicios de mantenimiento proporcionados por el taller de la empresa, especialmente en lo que respecta a la resolución de averías o reparaciones mayores.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	32	57%
NO	12	43%
Total	44	100%



Análisis: según los datos presentados estos revelan un panorama significativo sobre la eficacia del taller interno de la empresa, el cual indica una capacidad satisfactoria para ejecutar tanto reparaciones menores como mayores con calidad adecuada, mientras hay un valor menor que sugiere deficiencias en este aspecto.

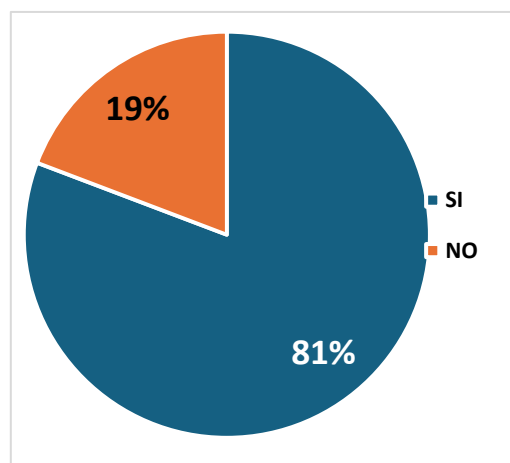
Desde lo antes descrito el punto de vista de la gestión de mantenimiento sugiere la necesidad de un análisis de capacidad detallado, posiblemente enfocado en identificar las limitaciones que afectan a la parte negativa de los casos insatisfactorios, que podrían estar relacionados con restricciones de equipamiento, habilidades técnicas del personal, procedimientos de trabajo o gestión de repuestos.

Por lo tanto, la implementación de un sistema de gestión de calidad más robusto, junto con un programa de mejora continua basado en TPM puede ayudar a este punto.

5. En el caso de averías ¿Usted podría determinar de manera precisa cual es la falla del vehículo a su cargo?

Objetivo: Determinar si los conductores tienen la capacidad de diagnosticar con precisión las averías en los vehículos que manejan.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	21	81%
NO	5	19%
Total	26	100%



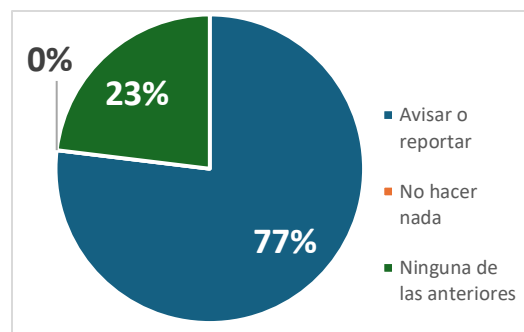
Análisis: Según los datos obtenidos se reflejan un nivel significativamente alto de competencia diagnóstica entre los operadores de vehículos, capaces de identificar con precisión las fallas en sus unidades asignadas. Este alto porcentaje sugiere una fuerza laboral bien capacitada y familiarizada con sus equipos, lo cual es fundamental para un mantenimiento proactivo y una gestión eficiente de la flota.

Desde el punto de vista de la gestión del mantenimiento, este nivel de conocimiento técnico entre los operadores puede ser aprovechado para implementar un programa robusto de mantenimiento autónomo como parte de una estrategia la cual puede ser implementar TPM (Mantenimiento Productivo Total), lo que podría mejorar aún más la eficiencia operativa y reducir los tiempos de inactividad no planificados.

6. ¿Cuál es su acción al detectar alguna falla en el funcionamiento de su vehículo?

Objetivo: Identificar las acciones tomadas por los conductores al detectar fallas en el funcionamiento de los vehículos, lo que puede indicar el nivel de responsabilidad y participación en el mantenimiento preventivo.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Avisar o reportar	20	77%
No hacer nada	0	0%
Ninguna de las anteriores	6	23%
Total	26	100%



Análisis: Según como se presento las acciones tomadas por los conductores ante la detección de fallas en el funcionamiento de los vehículos, lo cual es crucial en términos de mantenimiento preventivo. De acuerdo con los datos, el 78% de los conductores optan por avisar o reportar las fallas, lo que indica un nivel significativo de responsabilidad y compromiso con el cuidado del vehículo y la seguridad operativa. Este alto porcentaje sugiere una cultura favorable hacia la gestión proactiva del mantenimiento.

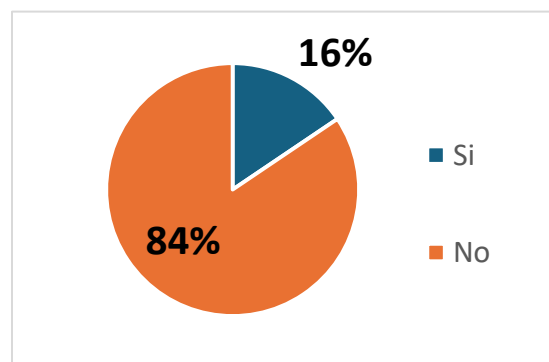
En contraste, el 22% de los encuestados no selecciona ninguna de las opciones anteriores, lo que podría sugerir una oportunidad para implementar estrategias de concientización o protocolos más específicos que involucren a este grupo. El 0% de respuestas en la opción "no hacer nada" es un indicio positivo, ya que parece no haber conductores que ignoren las fallas por completo. Este comportamiento se alinea con la importancia del mantenimiento preventivo, contribuyendo a la optimización de la vida útil de los activos y a la reducción de costos operativos por reparaciones inesperadas o accidentes.

7. ¿Está usted familiarizado con el concepto de Mantenimiento Productivo

Total?

Objetivo: Evaluar el grado de familiaridad de los encuestados con el concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM), lo que permitirá entender el nivel de conocimiento inicial sobre esta metodología de gestión de mantenimiento en la empresa TRANSYDISA.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	7	16%
No	38	84%
Total	45	100%



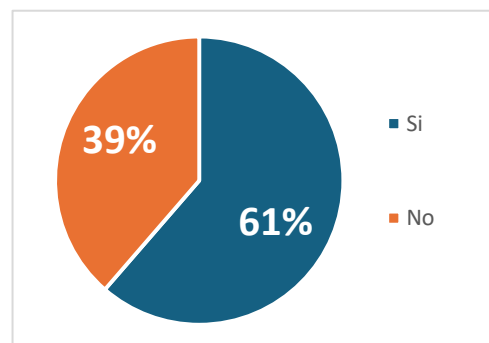
Análisis: según lo presentado en los datos refleja que el 84% de los encuestados no está familiarizado con el concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM), mientras que solo el 16% tiene conocimiento de esta metodología. Este resultado revela una brecha significativa en el nivel de conocimiento dentro de la empresa TRANSYDISA, lo cual representa un desafío para la implementación efectiva del TPM. Dado que esta metodología es clave para la mejora continua en la gestión de mantenimiento, la falta de familiaridad podría dificultar la participación activa y el éxito de su implementación.

Es crucial diseñar programas de formación y sensibilización enfocados en educar a los empleados sobre los principios del TPM, asegurando que comprendan su importancia en la reducción de tiempos de inactividad, mejora de la eficiencia y optimización del rendimiento de los equipos. Este paso será fundamental para que la organización pueda aprovechar al máximo los beneficios que ofrece el TPM.

8. ¿Considera que la gestión actual de mantenimiento de la flota de transporte de TRANSYDISA es eficiente?

Objetivo: Evaluar la percepción de los encuestados sobre la eficiencia de la gestión actual de mantenimiento de la flota de transporte de TRANSYDISA, lo que proporcionará información crucial sobre las áreas de mejora identificadas por el personal operativo.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	27	61%
No	17	39%
Total	45	100%



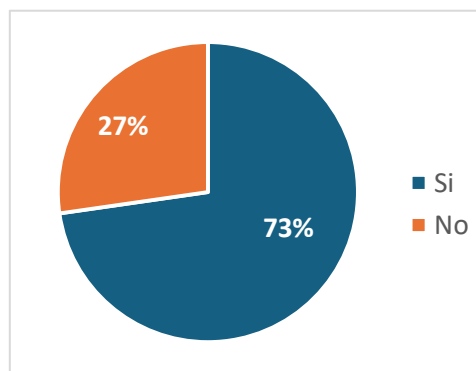
Análisis: la percepción de la eficiencia en la gestión del mantenimiento de la flota de transporte de TRANSYDISA indica que el 61% de los encuestados considera que la gestión actual es eficiente, mientras que un 40% opina lo contrario. Este resultado sugiere que, aunque la mayoría percibe una adecuada gestión, hay un porcentaje considerable que identifica áreas de mejora. Para una organización que depende fuertemente de la disponibilidad y confiabilidad de su flota, el 39% que no percibe la gestión como eficiente puede representar problemas relacionados con la planificación de mantenimiento, tiempos de inactividad, o incluso la falta de recursos.

Es recomendable realizar una evaluación más detallada para identificar las causas específicas de esta percepción negativa y, en consecuencia, implementar mejoras que optimicen los procesos, incrementen la efectividad del mantenimiento preventivo y correctivo, y aseguren una mayor satisfacción del personal operativo con el sistema de gestión de mantenimiento actual.

9. ¿Ha experimentado problemas de mantenimiento recurrentes en la flota de transporte de TRANSYDISA?

Objetivo: Identificar la frecuencia y gravedad de los problemas de mantenimiento recurrentes en la flota de transporte de TRANSYDISA, lo que permitirá priorizar las áreas críticas que requieren atención y posiblemente la implementación de TPM.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	32	73%
No	12	27%
Total	44	100%



Análisis: Desde una perspectiva de ingeniería industrial, los datos presentados sobre TRANSDYSA revelan un problema significativo de mantenimiento recurrente que afecta al 73% de la flota (32 de 45 unidades).

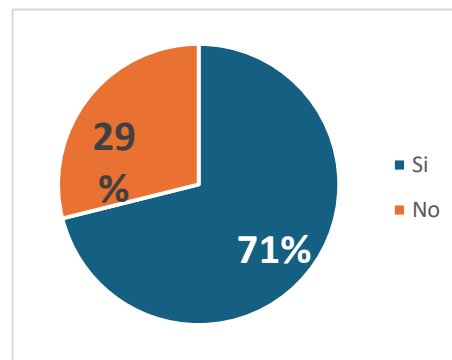
Esta alta tasa de incidencia sugiere deficiencias sistémicas en el programa de mantenimiento actual y justifica la implementación urgente de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM). La recurrencia de problemas en más de dos tercios de la flota indica potenciales ineficiencias operativas, incluyendo tiempos de inactividad no planificados, costos elevados de reparación y posible reducción en la vida útil de los vehículos.

El 27% de unidades sin problemas recurrentes podría servir como punto de referencia para identificar mejores prácticas.

10. ¿Cree que la implementación de TPM podría mejorar la gestión de mantenimiento en la empresa TRANSYDISA?

Objetivo: Evaluar la percepción de los encuestados sobre el potencial de mejora de la gestión de mantenimiento mediante la implementación de TPM en TRANSYDISA, lo que ayudará a determinar el nivel de apoyo y aceptación hacia esta metodología.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	32	71%
No	13	29%
Total	45	100%



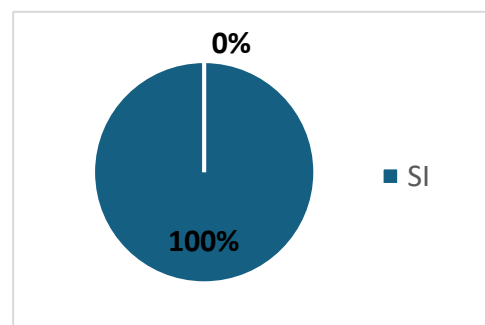
Análisis: Según los datos revelan una disposición favorable significativa hacia la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en TRANSYDISA, con un 71% de los encuestados (32 de 45) respaldando esta iniciativa.

Este nivel de aceptación representa una base sólida para el cambio organizacional necesario en la transición hacia un sistema TPM. El apoyo mayoritario sugiere que el personal comprende las deficiencias actuales y reconoce el potencial de mejora que ofrece el TPM. Sin embargo, el 29% que no respalda la implementación (13 encuestados) indica la necesidad de un plan de gestión del cambio robusto que aborde las preocupaciones y resistencias potenciales. Esta distribución de percepciones sugiere la oportunidad de implementar el TPM por fases, comenzando con pilotos en áreas donde el apoyo es más fuerte, y utilizando los éxitos tempranos para ganar la confianza del segmento escéptico.

11. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación sobre TPM para mejorar la gestión de mantenimiento?

Objetivo: Determinar la disposición del personal para recibir capacitación sobre TPM, lo que permitirá planificar y desarrollar programas de formación adecuados para garantizar una implementación exitosa de esta metodología.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	45	100%
No	0	0%
Total	45	100%



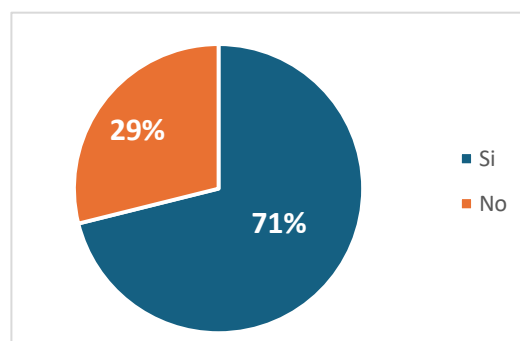
Análisis: los datos muestran un escenario ideal para la implementación de capacitación en Mantenimiento Productivo Total (TPM), con una aceptación unánime del 100% (45 de 45 empleados) dispuestos a recibir formación. Esta disposición universal representa una oportunidad excepcional para transformar la cultura de mantenimiento en la organización.

La ausencia total de resistencia a la capacitación sugiere un ambiente propicio para la introducción de nuevas metodologías y prácticas de trabajo. Este nivel de compromiso permite diseñar un programa de formación integral que puede incluir diversos niveles de profundidad, desde conceptos básicos hasta técnicas avanzadas de TPM, adaptados a diferentes roles y responsabilidades dentro de la organización.

12. ¿Considera que la implementación de TPM podría reducir los tiempos de inactividad de los vehículos de TRANSYDISA?

Objetivo: Evaluar la percepción sobre la capacidad de TPM para reducir los tiempos de inactividad de los vehículos de TRANSYDISA, lo que proporcionará una indicación de los beneficios potenciales en términos de productividad y eficiencia operativa.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	32	71%
No	13	29%
Total	45	100%

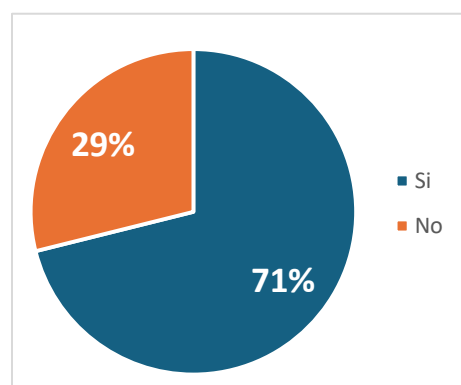


Análisis: Desde una perspectiva de ingeniería industrial, los datos indican una percepción predominantemente positiva sobre el impacto potencial del TPM en la reducción de tiempos de inactividad de la flota de TRANSDYSA, con un 71% de los encuestados (32 de 45) respaldando esta expectativa. Esta confianza mayoritaria en la metodología TPM sugiere un entendimiento generalizado de sus beneficios potenciales en términos de disponibilidad de equipos y eficiencia operativa. El 29% escéptico (13 encuestados) puede reflejar preocupaciones válidas sobre desafíos de implementación o experiencias previas, lo cual debe ser considerado en la planificación.

13. ¿Cree que la implementación de TPM podría aumentar la vida útil de los vehículos de TRANSYDISA?

Objetivo: Determinar la percepción sobre el impacto de TPM en la vida útil de los vehículos de TRANSYDISA, lo que ayudará a estimar el valor a largo plazo de la implementación de esta metodología en términos de costos de mantenimiento y reemplazo de activos.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	32	71%
No	13	29%
Total	45	100%

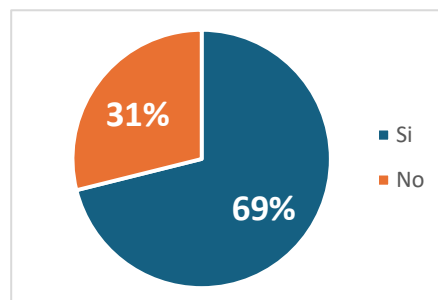


Análisis: a igual que la pregunta anterior se ve factible utilizar una herramienta como TPM para mejorar tanto el desarrollo de los mantenimientos, así como la vida útil de los vehículos de la flota.

14. ¿Considera que la implementación de TPM podría mejorar la planificación de mantenimiento en TRANSYDISA?

Objetivo: Determinar la percepción sobre la capacidad de TPM para mejorar la planificación de mantenimiento en TRANSYDISA, lo que proporcionará una indicación de los beneficios potenciales en términos de programación y asignación de recursos.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	31	69%
No	14	31%
Total	45	100%

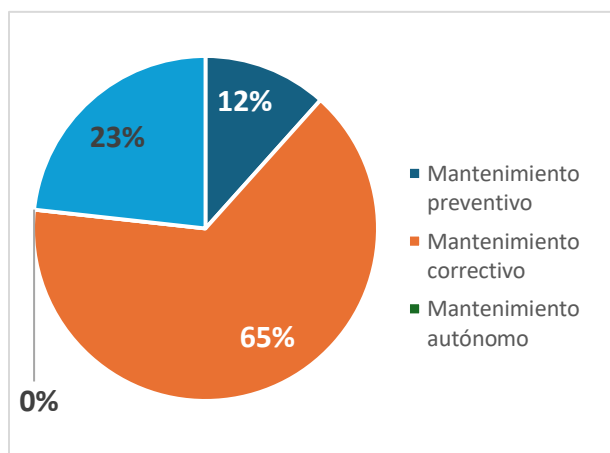


Análisis: Para el caso de la planificación se considera que TPM puede ser una herramienta de utilidad por parte de los colaboradores.

15. ¿Qué tipo de mantenimiento realiza?

Objetivo: Identificar los tipos de mantenimiento que se realizan actualmente en la empresa, lo que permitirá comprender las prácticas existentes y determinar cómo pueden integrarse con éxito con la implementación de TPM.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Mantenimiento preventivo	5	12%
Mantenimiento correctivo	28	65%
Mantenimiento autónomo	0	0%
Ninguna de las anteriores	10	23%
Total	43	100%

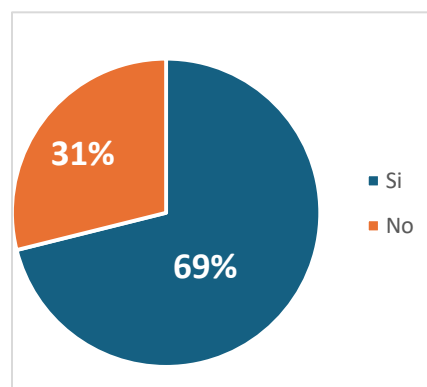


Análisis: según los datos, revelan de los perfiles de mantenimiento en la empresa, con un predominio significativo del mantenimiento correctivo (65% o 28 unidades). Solo el 12% (5 unidades) recibe mantenimiento, hasta que destaca la ausencia total de mantenimiento autónomo (0%). Un 23% (13%) no recibe ningún tipo de mantenimiento sistemático. Esta distribución sugiere una gestión de mantenimiento insuficiente, con un enfoque principalmente reactivo que puede en los costos mayores operativos, tiempos de actividades no planificados y una vida útil reducida de los equipos. La ausencia de mantenimiento autónomo representa una oportunidad significativa para la implementación de TPM, que podría transformar la cultura real hacia un enfoque más proactivo.

16. ¿Cree que la implementación de TPM mejoraría la disponibilidad de la flota de transporte de TRANSYDISA?

Objetivo: Evaluar la percepción sobre el potencial de mejora en la disponibilidad de la flota de transporte de TRANSYDISA mediante la implementación de TPM, lo que ayudará a determinar si esta metodología puede contribuir a una mayor eficiencia operativa y menor tiempo de inactividad de los vehículos.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	31	69%
No	14	31%
Total	45	100%



Análisis: Según los datos presentados es mayoritariamente favorable al impacto potencial del TPM en la disponibilidad de la flota de TRANSYDISA, con un 69% (31 de 45) encuestados respaldando esta expectativa. Este nivel de confianza se da a la comprensión sugiere un senador de los beneficios que el TPM podría aportar en términos de reducción de tiempos de inactividad

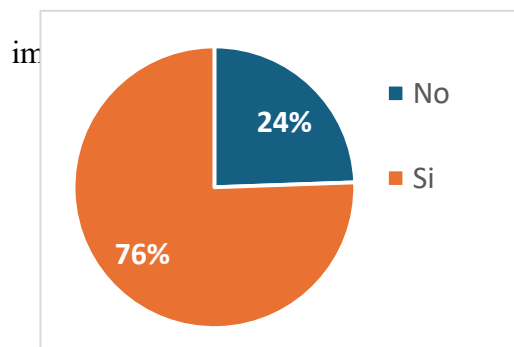
y mejora de la eficiencia operativa. Sin embargo, el 31% escéptico (14) indica la necesidad de un plan de implementación robusto que incluya a las demostraciones tangibles de la mejora.

Para maximizar el éxito, crucial era establecer una línea base de disponibilidad real de la flota utilizando métricas como OEE (Eficiencia General de los Equipos Implementación), un sistema de seguimiento de KPIs relacionados con la disponibilidad, y desarrollar un programa piloto en un subconjunto de la flotación para resultados concretos que demostrar pueden convencer al segmento escéptico y justificar una implementación más amplia de TPM.

17. ¿Considera que la implementación de TPM podría reducir los costos de mantenimiento en TRANSYDISA?

Objetivo: Determinar la percepción sobre la capacidad de TPM para reducir los costos de mantenimiento en TRANSYDISA, lo que proporcionará información valiosa sobre los posibles beneficios financieros asociados con la

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
No	11	24%
Si	34	76%
Total	45	100%



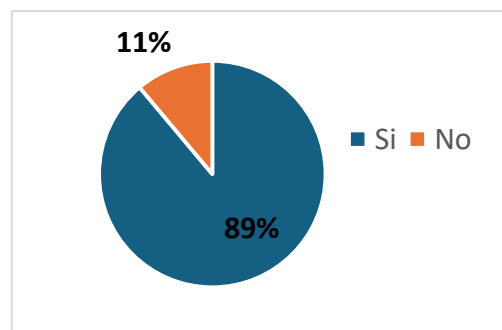
Análisis: Según los datos muestran una percepción predominantemente optimista sobre el impacto económico de TPM en TRANSYDISA, con un 76% de los encuestados (34 de 45) anticipando una reducción en los mantenimientos de costos. Esta expectativa Mayoritaria sugiere un acuerdo general de los beneficios financieros potenciales del TPM, como la reducción de mantenimientos corrigiendo costosos, optimización de inventarios de repuestos y mejora en la eficiencia del mantenimiento personal. El 24% escéptico (11 encuestados) podría reflejar los

costos iniciales de implementación o la percepción de que los potenciales no justifican la inversión. Para tratar esto, sería crucial desarrollar un detallado análisis de costo- que incluya el beneficio de métricas financieras como ROI, de período de recuperación y VAN, junto con el seguimiento de indicadores clave como costo por kilómetro recorrido, costo de mantenimiento por vehículo y costos de tiempo de inactividad, permite una objetiva de impacto del impacto económico del TPM.

18. ¿Estaría dispuesto a proporcionar una retroalimentación periódica sobre la eficacia de TPM después de su implementación en TRANSYDISA?

Objetivo: Identificar la disposición del personal a proporcionar retroalimentación continua sobre la eficacia de TPM después de su implementación, lo que permitirá monitorear y mejorar continuamente el proceso de implementación y ajustar las estrategias según sea necesario.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	40	89%
No	5	11%
Total	45	100%



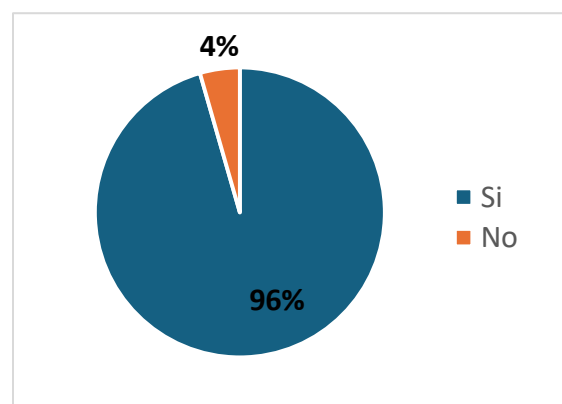
Análisis: Los datos revelan un escenario altamente favorable para la implementación y mejora continua del TPM en TRANSYDISA, con un 89% del personal (40 de 45 encuestados) dispuesto a proporcionar retroalimentación periódica sobre su eficacia. Esta disposición casi unánime representa una oportunidad excepcional para establecer un ciclo robusto de mejora continua (PDCA) en la implementación del TPM. El pequeño grupo del 11% (5 encuestados) que no está dispuesto a proporcionar retroalimentación podría abordarse mediante la implementación

de sistemas estructurados y eficientes de recolección de datos que minimicen la carga adicional sobre el personal. Para maximizar el valor de esta disposición, sería recomendable establecer un sistema formal de gestión del conocimiento que incluya reuniones regulares de revisión, tableros de control visual (dashboards) con KPIs relevantes, y un proceso estandarizado para la recopilación y análisis de retroalimentación, asegurando así que las lecciones aprendidas se incorporen efectivamente en la evolución continua del programa TPM.

19. ¿Cree que la implementación de TPM requeriría cambios significativos en los procesos de trabajo en TRANSYDISA?

Objetivo: Evaluar la percepción sobre la necesidad de cambios significativos en los procesos de trabajo en TRANSYDISA como resultado de la implementación de TPM, lo que ayudará a anticipar y planificar las posibles modificaciones operativas necesarias para adaptarse a esta metodología.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	43	96%
No	2	4%
Total	45	100%



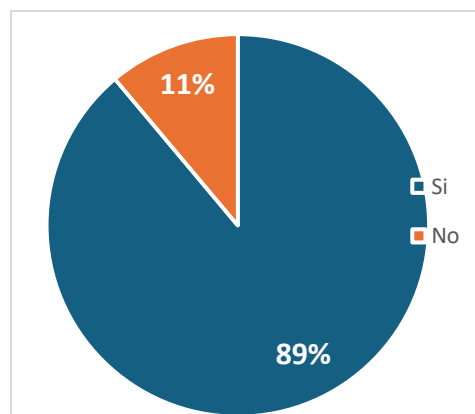
Análisis: Los datos revelan una comprensión casi unánime (96%, 43 de 45 encuestados) de que la implementación de TPM requiere cambios significativos en los procesos de trabajo de TRANSYDISA. Esta generalización indica una conciencia realista de la magnitud de la transformación necesaria para una implementación del TPM. Solo un 4% (2 encuestados) sin anticipaciones significativas, lo que sugiere una posible subestimación del alcance del TPM.

Este alto nivel de anticipación de la justificación de la necesidad de desarrollar un plan de gestión del cambio integral que: incluya mapeo detallado de procesos actuales versus futuros, análisis de brechas de habilidades, programa de capacitación, plan de comunicación efectivo y una estrategia de implementación gradual que permita la adaptación progresiva a los nuevos procesos de trabajo. La clara expectativa de cambio significativo también sugiere la necesidad de establecer un equipo de liderazgo fuerte y puede visible que guiar la transformación y abordar las preocupaciones y resistencias que pueden surgir durante la implementación.

20. ¿Considera que la implementación de TPM aumentaría la competitividad de TRANSYDISA en el mercado?

Objetivo: Determinar la percepción sobre el impacto de la implementación de TPM en la competitividad de TRANSYDISA en el mercado, lo que ayudará a entender cómo esta metodología puede influir en la posición de la empresa frente a la competencia y su capacidad para satisfacer las demandas del mercado.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	40	89%
No	5	11%
Total	45	100%



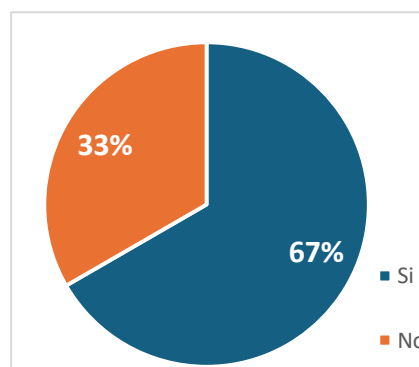
Análisis: Según los datos revelan una convicción predominante (89%, 40 de 45 encuestados) de que la implementación del TPM mejoraría significativamente la posición competitiva de TRANSYDISA en el mercado. Esta percepción mayoritaria sugiere un entendimiento claro de la correlación entre la excelencia operacional y la ventaja competitiva. El

pequeño segmento escéptico (11%, 5 encuestados) podría reflejar preocupaciones sobre los costos de implementación o el tiempo necesario para ver resultados tangibles. Esta expectativa de mejora competitiva justifica un enfoque estratégico en la implementación del TPM que incluya: establecimiento de benchmarks competitivos, desarrollo de KPIs alineados con factores críticos de éxito en el mercado, y un plan de comunicación externa para capitalizar las mejoras operativas en ventajas comerciales.

21. ¿Considera que la implementación de TPM requeriría una mayor inversión inicial, pero generaría ahorros a largo plazo para TRANSYDISA?

Objetivo: Evaluar la percepción sobre el balance entre la inversión inicial requerida para implementar TPM y los posibles ahorros a largo plazo, lo que ayudará a determinar la viabilidad financiera de esta iniciativa.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	30	67%
No	15	33%
Total	45	100%



Análisis: La viabilidad financiera de implementar TPM en la empresa TRANSYDISA. Según los resultados, el 67% de los encuestados considera que la implementación de TPM requeriría una inversión inicial significativa, pero que esta podría generar ahorros a largo plazo.

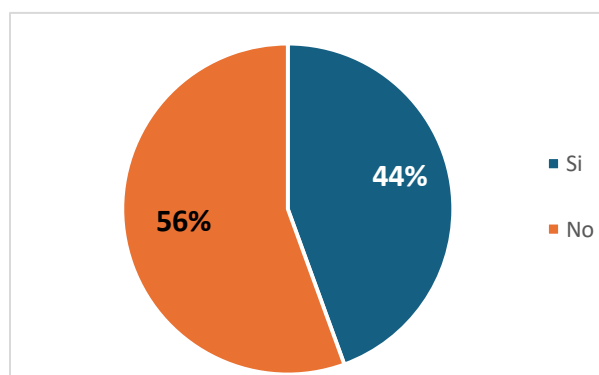
Desde el punto de vista, este tipo de inversiones son comunes en la mejora continua de los sistemas productivos, ya que el TPM busca maximizar la eficiencia operativa al reducir fallos, paros imprevistos y costos de mantenimiento a través de estrategias sistemáticas.

El análisis de la percepción de la inversión inicial es crucial, ya que su éxito depende no solo de los ahorros proyectados, sino también de la adecuada planificación, ejecución y monitoreo continuo del programa de TPM, alineado con la gestión de costos y beneficios a largo plazo.

22. ¿Los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento en los vehículos son entregados a tiempo?

Objetivo: Determinar si la entrega puntual de repuestos es un problema en la gestión de mantenimiento actual, lo que permitirá identificar posibles deficiencias en la cadena de suministro y proponer soluciones para mejorar la eficiencia del proceso.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	8	44%
No	10	56%
Total	18	100%



Análisis: El análisis de los datos y la gráfica presentados muestra que el 56% de los encuestados considera que los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento en los vehículos no son entregados a tiempo.

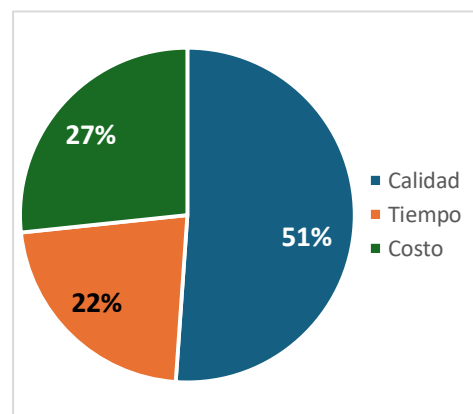
Esta percepción refleja un problema en la gestión de la cadena de suministro, lo cual impacta directamente en la eficiencia operativa del taller de mantenimiento. Desde la perspectiva de un ingeniero industrial, la falta de entrega puntual de repuestos puede generar tiempos muertos, aumentar costos por retrasos y afectar la disponibilidad de la flota. Es crucial

implementar un sistema de gestión de inventarios más eficiente, que permita optimizar el flujo de repuestos y garantizar su disponibilidad en el momento requerido.

23. ¿Qué factor considera que es más importante a la hora de realizar un mantenimiento?

Objetivo: Identificar los criterios o aspectos prioritarios que los encuestados consideran más importantes al realizar el mantenimiento en los vehículos, lo que proporcionará información valiosa para priorizar y mejorar los procesos de mantenimiento.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Calidad	23	51%
Tiempo	10	22%
Costo	12	27%
Total	45	100%



Análisis: El análisis de la información revela que el 51% de los encuestados considera que la calidad es el factor más importante al realizar un mantenimiento, seguido por el costo (27%) y el tiempo (22%). Desde el punto de vista de un ingeniero industrial, esto sugiere que los usuarios priorizan la confiabilidad y efectividad del mantenimiento sobre otros factores.

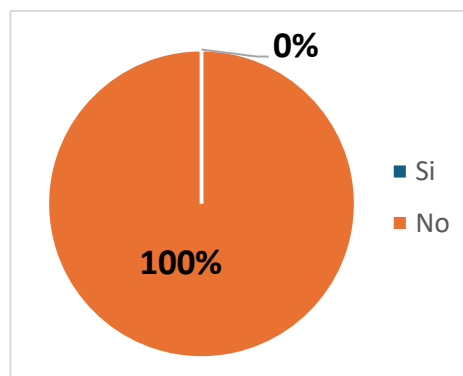
La calidad del mantenimiento está directamente relacionada con la durabilidad y funcionamiento óptimo de los equipos, lo cual reduce el riesgo de fallas repetitivas y paradas no programadas. Sin embargo, es importante no descuidar los aspectos de tiempo y costo, ya que una gestión eficiente debe buscar un equilibrio que permita optimizar los recursos sin comprometer la calidad. Implementar metodologías como TPM puede ayudar a alinear estos

factores, mejorando la calidad mientras se gestionan adecuadamente los tiempos y costos del proceso de mantenimiento.

24. ¿Conoce sobre algún plan de mantenimiento para los vehículos de la empresa, donde indica las fechas y tiempos de ejecución?

Objetivo: Determinar el grado de conocimiento sobre la existencia y contenido de planes de mantenimiento formalizados para los vehículos de la empresa, lo que permitirá evaluar la estructura y efectividad de los procesos de mantenimiento actuales.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	0	0%
No	18	100%
Total	18	100%

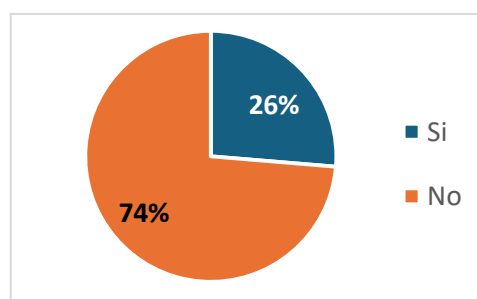


Análisis: El análisis técnico de los datos presentados revela una preocupante falta de conocimiento sobre los planes de mantenimiento de los vehículos de la empresa, ya que el 100% de los encuestados indicó no estar al tanto de tales planes. Esta falta de conocimiento sugiere una posible deficiencia en la comunicación interna y documentación de procedimientos críticos que pueden afectar la eficiencia y seguridad operativa. Para un ingeniero industrial, es esencial abordar este problema mediante la implementación de estrategias que mejoren la difusión y capacitación sobre estas prácticas, asegurando que todos los involucrados comprendan y accedan a la información necesaria para un mantenimiento adecuado.

25. ¿Existe una priorización de repuestos de mantenimiento urgentes?

Objetivo: Identificar si existe un sistema de priorización para los repuestos de mantenimiento urgentes, lo que ayudará a garantizar una respuesta rápida y eficiente a las necesidades críticas de mantenimiento.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	5	22%
No	14	78%
Total	19	100%



Análisis: El análisis de la información presentada indica que la mayoría de los encuestados, un 78%, considera que no existe un sistema de priorización para los repuestos de mantenimiento urgentes, mientras que solo un 22% opina que sí existe.

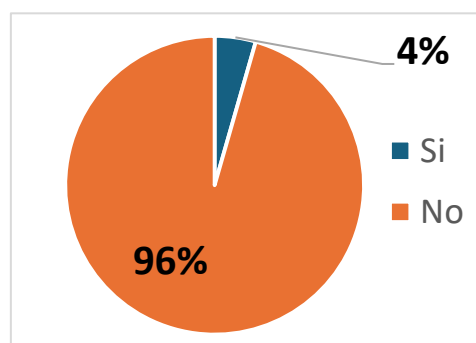
Este resultado sugiere una significativa oportunidad de mejora en los procesos de gestión de repuestos críticos, ya que la falta de un sistema de priorización puede afectar negativamente la eficiencia y rapidez en la respuesta a las necesidades de mantenimiento.

26. ¿Para el requerimiento de repuestos sabe cuántos proveedores se poseen actualmente?

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	2	4%
No	43	96%
Total	45	100%

Objetivo: Obtener información sobre el número de proveedores utilizados para adquirir repuestos de mantenimiento, lo que permitirá evaluar la diversidad de fuentes de suministro e identificar oportunidades para

optimizar la cadena de suministro.



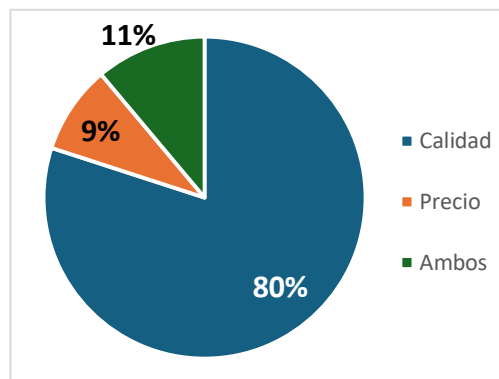
Análisis: los datos revelan una deficiencia crítica en la gestión de la cadena de suministro de TRANSDYSA, donde el 96% del personal (43 de 45 encuestados) desconoce el número de proveedores de repuestos que posee la empresa. Esta falta generalizada de conocimiento sobre la base de proveedores sugiere la ausencia de un sistema estructurado de gestión de proveedores y podría resultar en ineficiencias significativas en la adquisición de repuestos, tiempos de entrega inconsistentes, posible sobre costos y riesgos en la continuidad del suministro.

El pequeño porcentaje (4%, solo 2 encuestados) que sí conoce esta información indica una centralización excesiva de este conocimiento crítico. Esta situación justifica la implementación urgente de un sistema de gestión de proveedores que incluya: categorización de proveedores, evaluación de desempeño, estrategias de negociación y un sistema de información accesible que permita una gestión más eficiente y transparente de la cadena de suministro de repuestos.

27. ¿Qué aspecto considera importante a la hora de seleccionar algún repuestos o material para la realización el mantenimiento?

Objetivo: Identificar los criterios o factores considerados por los encuestados al seleccionar repuestos o materiales para el mantenimiento, lo que ayudará a garantizar la calidad y la adecuación de los componentes utilizados en los procesos de mantenimiento.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Calidad	36	80%
Precio	4	9%
Ambos	5	11%
Total	45	100%

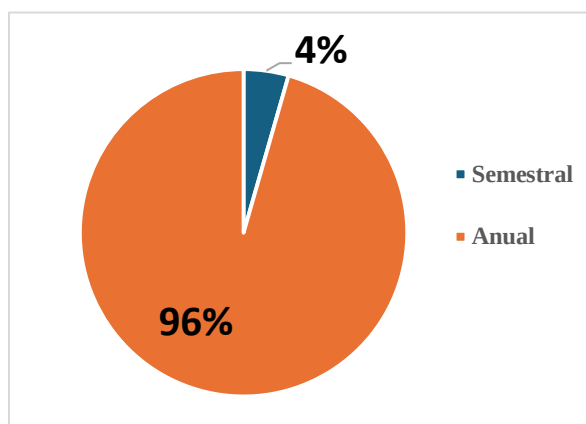


Análisis: los datos muestran una clara priorización de la calidad sobre el precio en la selección de repuestos para mantenimiento en TRANSDYSA, con un 80% (36 de 45 encuestados) enfocándose exclusivamente en la calidad, mientras que solo un 9% (4 encuestados) prioriza el precio y un 11% (5 encuestados) considera ambos factores. Esta fuerte inclinación hacia la calidad sugiere una cultura organizacional que valora la confiabilidad y durabilidad de los componentes sobre el costo inmediato, lo cual es consistente con las mejores prácticas de mantenimiento preventivo y TPM. Sin embargo, la baja consideración del factor precio podría indicar oportunidades perdidas para optimizar costos sin comprometer la calidad. Se recomienda implementar un sistema de evaluación más holístico que incluya análisis de costo total de propiedad (TCO), evaluación de ciclo de vida de los componentes y estrategias de abastecimiento que equilibren efectivamente calidad y costo, posiblemente mediante la implementación de un sistema de categorización de repuestos basado en criticidad.

28. ¿Conque frecuencia se realiza un inventario en la bodega de repuestos?

Objetivo: Determinar la frecuencia con la que se realiza el inventario en la bodega de repuestos, lo que permitirá evaluar la eficiencia de la gestión de inventario y garantizar un suministro adecuado de repuestos para las operaciones de mantenimiento.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Semestral	2	4%
Anual	43	96%
Total	45	100%

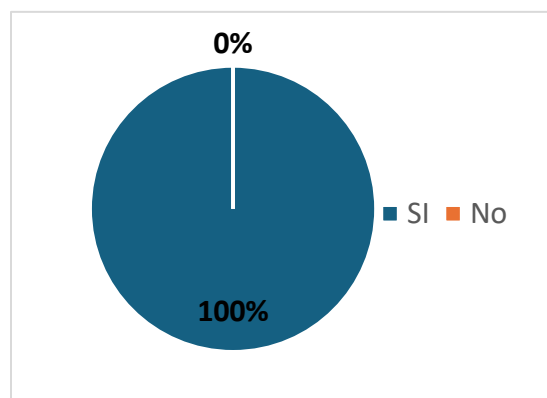


Análisis: los datos revelan una práctica de gestión de inventarios altamente subóptima en TRANSDYSA, donde el 96% (43 de 45) realiza inventarios únicamente de forma anual, mientras que solo un 4% (2) lo hace semestralmente. Esta baja frecuencia de control de inventario sugiere deficiencias significativas en la gestión de la cadena de suministro y podría resultar en múltiples ineficiencias operativas, incluyendo: desabastecimientos inesperados, exceso de inventario en algunos ítems, discrepancias no detectadas, y potenciales pérdidas financieras.

29. ¿Al solicitar disponibilidad de una unidad de transporte se tiene en cuenta los periodos de actividades de mantenimiento, y seguridad y estado óptimo de esta?

Objetivo: Evaluar si el proceso de solicitud de disponibilidad de una unidad de transporte considera adecuadamente los periodos de actividades de mantenimiento programadas, así como la seguridad y el estado óptimo de la unidad, lo que ayudará a garantizar la disponibilidad de vehículos en condiciones adecuadas para su uso.

Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
SI	45	100%
No	0	0%
Total	45	100%



Análisis: los datos revelan un cumplimiento absoluto (100%, 45 de 45 encuestados) en la consideración de los períodos de mantenimiento, seguridad y estado óptimo al momento de asignar unidades de transporte. Esta práctica universal indica una fuerte cultura de seguridad y mantenimiento preventivo en TRANSDYSA, alineada con las mejores prácticas de gestión de flotas. Este enfoque sistemático sugiere la existencia de procedimientos estandarizados para la asignación de vehículos, lo cual contribuye a maximizar la disponibilidad de la flota, minimizar interrupciones no planificadas y garantizar la seguridad operativa.

4.8.5.1 Conclusión de las encuestas

Considerando que, según los resultados de la encuesta presentado, se concluye que existe un amplio respaldo por parte de los colaboradores para aplicar la metodología de TPM, para llegar a ser implementado siendo esta una estrategia. Los datos recopilados reflejan una clara percepción de que el TPM puede contribuir significativamente a optimizar la eficiencia

operativa, reducir costos de mantenimiento y mejorar la disponibilidad de la flota, lo que se traduciría en beneficios tangibles para la empresa e incluso sus colaboradores. Además, se observa una disposición generalizada a participar activamente en el proceso de implementación y adaptación a esta metodología, lo que sugiere un alto grado de compromiso por parte del equipo hacia la mejora continua y la excelencia en la gestión del mantenimiento de la flota de transporte.

También se ha considerado la necesidad de capacitar al personal que no poseen conocimiento tecnificado enfocado a TPM.

4.8.6 Check list de mantenimiento

Considerando la información provista por parte de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V. se debe de evaluar los factores que se consideran más importantes para evaluar con la disponibilidad, el tiempo entre fallos, el número de mantenimiento emergente, el tiempo medio de reparación y el número de averías repetitivas que posee la flota.

A partir de lo antes descrito se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de cada uno de los puntos a ser evaluados y este se logró por medio de preguntas y respuestas la cual se presenta a continuación. Se aplicó un diagnostico con puntaje de 78 preguntas y con su categoría.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTAJE
Graves deficiencias: Situaciones o aspectos que presentan fallos críticos o carencias severas que comprometen significativamente la funcionalidad, seguridad o calidad del elemento evaluado. Requieren acción correctiva inmediata y prioritaria.	0
Deficiencias importantes: Aspectos que, aunque no son críticos, presentan problemas significativos que afectan negativamente al rendimiento, eficiencia o calidad. Requieren atención y mejora, aunque con menor urgencia que los puntos con graves deficiencias.	1
Susceptibles de mejora: Aspectos que, aunque funcionan de manera aceptable, tienen potencial para optimizarse y alcanzar un nivel superior de rendimiento o calidad. No representan problemas críticos pero su mejora aportaría valor añadido.	2
Resultado excelente: Aspectos que demuestran un rendimiento sobresaliente, superando las expectativas y estableciendo referencias de mejores prácticas.	3

Nota: Las preguntas del check list se basaron de la página www.renovetec.com

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
1	¿El organigrama de mantenimiento refleja la estructura organizacional con la que cuenta el departamento de mantenimiento?			x	
2	¿Hay personal que pueda considerarse imprescindible cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?			x	
3	¿La evaluación previa a la contratación que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?	X			
4	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	X			
5	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	X			
6	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la central mejoren?	X			
7	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la central (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?	X			
8	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?			x	

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
9	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?		x		
10	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?		x		
11	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas especializadas?		x		
12	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?	X			
13	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?		x		
14	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica/lógica estimable en que podrían realizarse los trabajos?		x		
15	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?			x	
16	¿El personal de mantenimiento conoce los objetivos de la empresa?	X			
17	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	X			
18	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del departamento de mantenimiento es agradable?		x		
19	¿El nivel de ausentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?				x
20	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?				x
SUB-TOTAL		8	6	4	2

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
ANÁLISIS PARA LOS MEDIOS TÉCNICOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO					
21	¿Las herramientas mecánicas, corresponden con lo que se necesita?		x		
22	¿Las herramientas eléctricas, corresponden con lo que se necesita?				x
23	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?		x		

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
24	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?	X			
25	¿Las herramientas de taller en general, corresponden con lo que se necesita?		x		
26	¿Los equipos de medición están calibrados?		x		
27	¿Existe un inventario de herramientas?		x		
28	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?	X			
29	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	X			
30	¿Está limpio y ordenado su interior?		x		
31	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan? Como radios, celulares, etc.		x		
32	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan? Como radios, celulares, etc.		x		
33	¿Se dispone de los medios de transporte para auxilios en carretera?			x	
34	¿Se dispone de los medios o equipos de elevación que se necesitan (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferenciales, etc.) para realizar las actividades de mantenimiento?			x	
SUB-TOTAL		3	8	2	1

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO Y PLAN DE MANTENIMIENTO					
35	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?		x		
36	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?		x		
37	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?		x		
38	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?		x		

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
39	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	X			
40	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	X			
41	¿El plan de mantenimiento se realiza?		x		
42	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	X			
43	¿El número de averías repetitivas es bajo?	X			
44	¿Se considera que el tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		x		
45	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	X			
46	¿Este sistema se utiliza correctamente?	X			
47	¿Se considera que el número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?		x		
48	¿La razón por la que hay averías pendientes está justificada?	X			
49	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?	X			
50	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?	X			
51	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?	X			
SUB-TOTAL		10	7	0	0

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN					
52	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?	X			
53	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?	X			
54	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?	X			

55	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	X			
56	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	X			
57	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	X			
58	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	X			
59	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes?	X			
60	¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?	X			
61	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?	X			
62	¿El sistema informático supone una carga burocrática importante?	X			
63	¿El sistema informático aporta información útil?	X			
64	¿El sistema informático aporta información fiable?	X			
65	¿Los mandos de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?	X			
66	¿Los operarios de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?	X			
67	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	X			
68	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	X			
SUB-TOTAL		17	0	0	0

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
ANÁLISIS PARA EL STOCK DE REPUESTOS					
69	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	X			
70	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	X			
71	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	X			

No	CHECK LIST DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE			
		0	1	2	3
72	¿Los movimientos del almacén se registran en un sistema informático?	X			
73	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	X			
74	¿El almacén está limpio y ordenado?		x		
75	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?		x		
76	¿Es fácil localizar cualquier repuesto?	X			
77	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	X			
78	¿Se realizan comprobaciones del material cuando se recibe?			x	
SUB-TOTAL		7	2	1	0

RESUMEN		
PUNTAJE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD OBTENIDA POR PUNTAJE
0	Puntos analizados con graves deficiencias	45
1	Puntos analizados con deficiencias importantes	23
2	Puntos analizados susceptibles de mejora	7
3	Puntos analizados con resultado excelente	3
TOTAL		78

Tabla 11 - Registro de Check List de mantenimiento

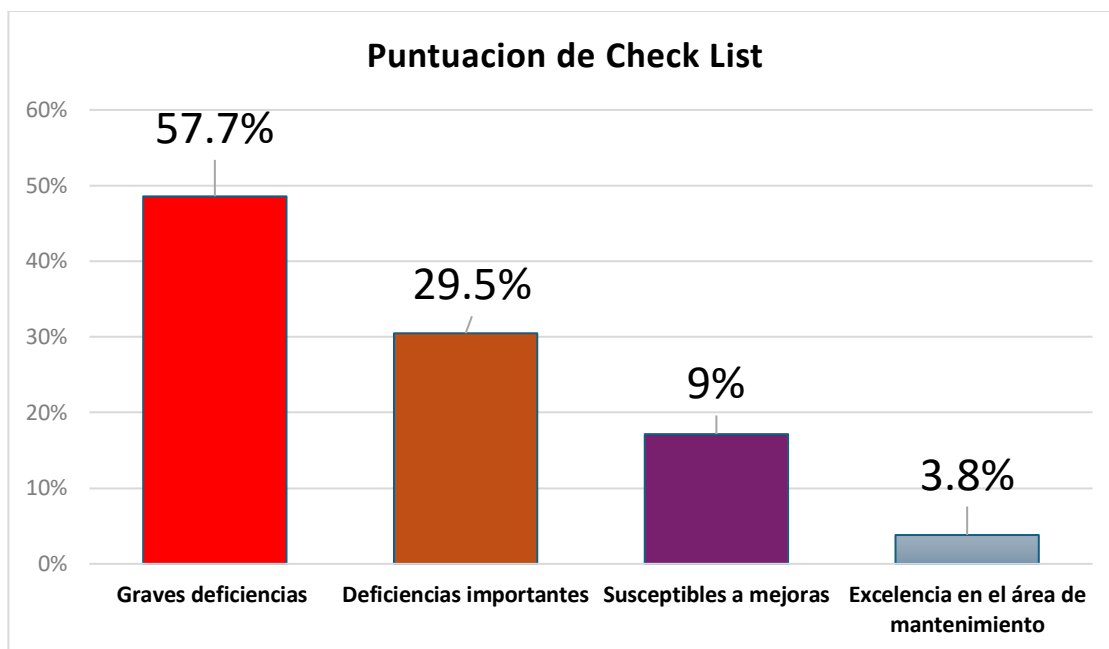


Ilustración 15 – Gráfico de puntuación de check list

Como se puede observar los resultados del Check list se obtuvo un 57.7% de las variables analizadas durante la realización de mantenimientos lo que refleja graves deficiencias en el área de mantenimiento, el 29.5% de las actividades del área son consideradas deficiencias importantes, mientras que un 9% de los puntos analizados son susceptibles a posibles mejoras y como último punto el 3.8% tuvo como resultado la excelencia en el área de mantenimiento.

Tomando en cuenta los valores porcentaje de graves deficiencias auditado se obtuvo como resultado que el 57.7% de las deficiencias se deben de buscar una coordinación de las actividades necesarias para realizar las intervenciones correctivas que requieren la empresa en materia de mantenimiento.

El análisis realizado anteriormente permite confirma lo que se enuncia en la herramienta de los cinco Por qué y el diagrama del árbol utilizado. La deficiencia en la gestión de mantenimiento se ve reflejada en la no planificación, no programación ni control en las actividades, preventivas y correctivas, las cuales se deben de ejecutar en el área, así como en la

reducción de las utilidades de la empresa por la relación directa que tiene dicha variable con la frecuencia de mantenimiento que se realiza actualmente en la empresa. Ahora bien, existen otras variables que se relacionan a esta reducción y de la cual la utilidad es el de lograr una estandarización de los procesos, permitiendo así la formación de los colaboradores y el stock de materiales que necesitan para la realización de los mantenimientos.

Por lo tanto, no se debe de perder de vista que cada uno de los puntos mencionados en el check list formaran parte de la propuesta para esta investigación, es así como se debe de evaluar y proponer un modelo de gestión de mantenimiento que sea de utilidad para la empresa y que considere todas las variables antes descritas.

4.9 Identificación de la causa raíz

Al identificar las posibles causas que originan las dificultades que posee la empresa investigada debido al mantenimiento, se utilizó el método de 5 ¿por qué?, diagrama de árbol, observación de campo, encuestas y check list.

Es así como, con la colaboración de los responsables y Jefaturas de la empresa, quienes saben de primera mano a cerca de los procesos de la operación que se dan en la empresa, se realiza el análisis correspondiente.

- **Tiempo de inactividad de los vehículos:** Identificar y reducir el tiempo de inactividad de los vehículos debido a reparaciones no programadas, lo que afecta la eficiencia operativa y los ingresos.
- **Falta de planificación de mantenimiento preventivo:** Implementar un sistema de programación de mantenimiento preventivo basado en TPM para evitar fallas inesperadas y garantizar la disponibilidad continua de la flota.

- **Costos de mantenimiento elevados:** Optimizar los costos de mantenimiento al identificar y eliminar actividades de mantenimiento innecesarias o redundantes, así como mejorar la eficiencia en la gestión de piezas y repuestos.
- **Capacitación del personal de mantenimiento:** Proporcionar capacitación adecuada al personal de mantenimiento en técnicas avanzadas de mantenimiento predictivo y preventivo para mejorar la capacidad de diagnóstico y reparación de problemas.
- **Gestión de inventario de repuestos:** Mejorar la gestión del inventario de repuestos mediante la implementación de prácticas de control de inventario just in time (JIT) para minimizar los costos de almacenamiento y reducir los tiempos de inactividad.
- **Falta de seguimiento de indicadores de desempeño:** Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) para monitorear la eficacia del TPM en términos de tiempo de actividad de la flota, costos de mantenimiento y satisfacción del cliente.
- **Gestión de la vida útil de los activos:** Implementar estrategias de prolongación de la vida útil de los vehículos mediante un mantenimiento proactivo y una gestión adecuada de los activos para reducir los costos de reemplazo y mejorar el retorno de la inversión.
- **Seguridad y cumplimiento normativo:** Garantizar el cumplimiento de las regulaciones de seguridad y ambientales a través de inspecciones regulares, mantenimiento preventivo y capacitación continua del personal.
- **Comunicación interna y externa:** Mejorar la comunicación entre los equipos de mantenimiento, operaciones y administración, así como con proveedores externos, para garantizar una respuesta rápida a las necesidades de mantenimiento y una coordinación efectiva de las actividades.

- **Cambio de cultura organizacional:** Promover una cultura de mejora continua y responsabilidad compartida en toda la organización, donde todos los empleados se sientan involucrados en la optimización de la gestión de mantenimiento y en la búsqueda de la excelencia operativa.

4.10 FODA

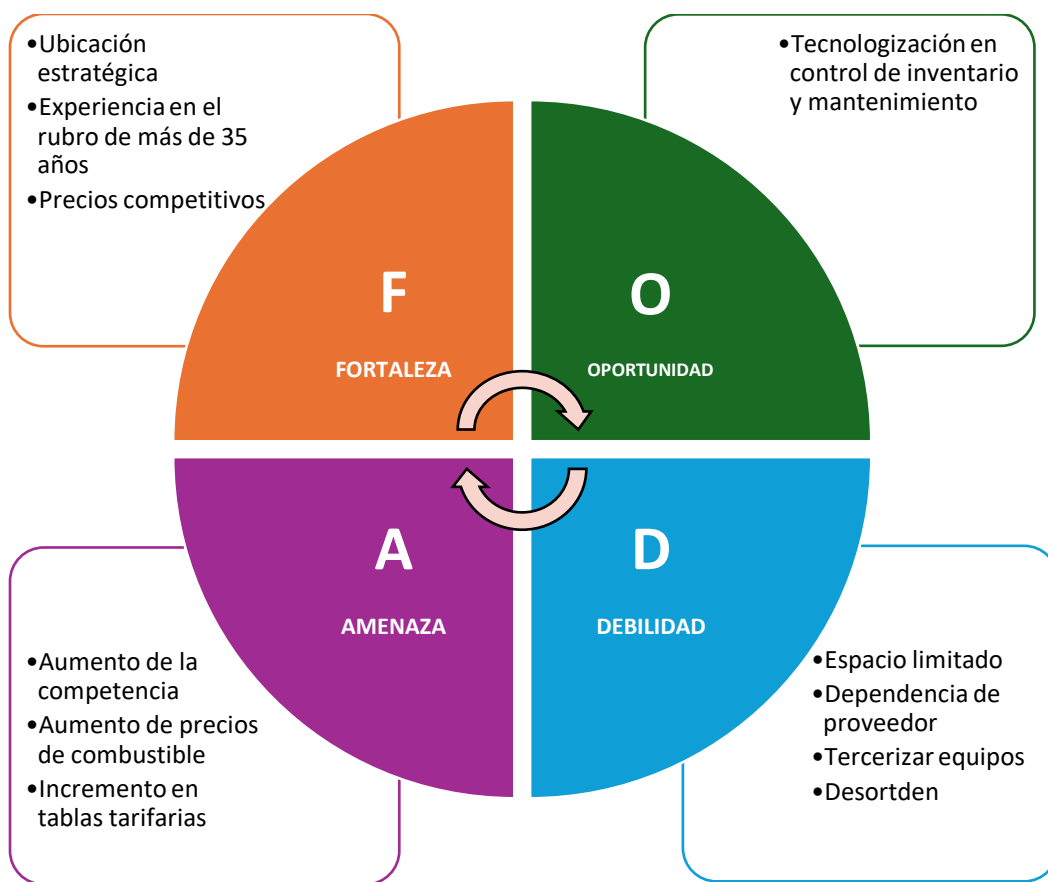


Ilustración 18 – FODA

**Capítulo V: Propuesta de
mejora de la gestión de
mantenimiento de la flota
de transporte de la
empresa TRANSYDISA,
S.A. de C.V.**

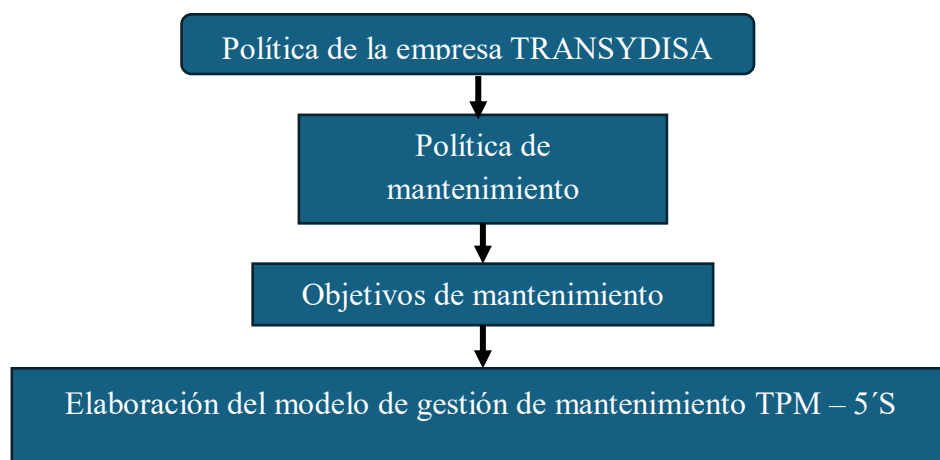
5.1 Desarrollo de la propuesta

La siguiente propuesta de solución requiere conocer las políticas, los objetivos generales y específicos que la empresa considere para el área de mantenimiento y a su vez la información que pueda ser estratégica en el ámbito de la realización de mantenimientos. A partir de lo antes mencionado se debe de establecer un modelo de gestión de mantenimiento, que se base en el TPM y 5'S, el cual debe detallar la planificación, la ejecución, la verificación y las medidas para actuar confrontar los problemas que se puedan presentar. Por lo tanto, el modelo propuesto contempla las variables que deben ser controladas o mejorar según lo antes analizado en el capítulo anterior.

A partir de lo antes descrito se puede decir que el modelo propuesto está basado en el TPM, el cual tiene cuatro fases importantes: Preparación, Introducción, Implementación y Consolidación. Para elaborar este sistema se requiere que las políticas de la empresa del área de mantenimiento, los objetivos generales y específicos se encuentren definidas, la relación de toda esa información a nivel visual se representa a continuación:



Ilustración 19 - Flujo de información para el sistema de gestión de mantenimiento



Fuente propia

Como se presenta el diagrama anterior toda la información debe definir políticas que sean de utilidad de la empresa es decir que la información requerida está relacionada entre sí.

5.2 Política de mantenimiento y objetivos del área de mantenimiento

En la actualidad la empresa no cuenta con políticas para el área de mantenimiento, por lo tanto, se presentan a continuación la propuesta de las políticas definidas para el área de mantenimiento:

- Implantar una cultura de mejora continua, que permita resolver los problemas, analizando causas y tomar acciones para mejorar la eficiencia del área de mantenimiento considerando el TPM para su sostenibilidad.
- Mejorar el desempeño de forma continua para con las actividades que se realizan para con los clientes internos.
- Realizar el mantenimiento preventivo de la flota con el fin de evitar accidentes que pongan en riesgo la vida y salud de los colaboradores y terceros.
- Política de contratación.
 - Igualdad de oportunidad sin discriminación por motivo de origen étnicos, nacionalidad, color, genero, estado civil, religión, preferencia sexual y cualquier tipo de condición física, personal o social.
 - Transparencia. Mantendremos una comunicación abierta y honesta con todos los candidatos.
 - Experiencia. Debe contar con experiencia mecánica de equipos pesados, estudios en el área, conocimiento de KPIs y habilidades en el área informática.

Dentro de las cosas que también se deben definir son los objetivos generales y específicos del área. La empresa actualmente no ha definido dichos objetivos que debe alcanzar el área de

mantenimiento. Por lo tanto, los objetivos mostrados a continuación se proponen en base a las políticas definidas.

Objetivo general de mantenimiento.

Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos de transporte para satisfacer las necesidades de los clientes.

Objetivos específicos de mantenimiento.

- Cumplir con el plan de mantenimiento preventivo.
- Reducir la frecuencia de avería presentada en los equipos.
- Reducir la frecuencia de mantenimiento correctivos de emergencia.
- Reparar las averías al mínimo tiempo y costo.
- Incrementar la disponibilidad de unidades.

5.3 Propuesta de implementar el TPM en la empresa TRANSYDISA

La siguiente propuesta de implementación del TPM, buscara apoyarse de los recursos actual con que cuente la empresa y la necesidad de mejorar los procesos de mantenimiento en la empresa investigada.

5.3.1 Anuncio del director de la decisión de implementación del TPM

Las personas encargadas de convencer a los gerentes de operaciones y financiero serán: encargado de SSO y jefe de mecánico. Se presentará una propuesta de costo/beneficio y la cultura para el personal de trabajar con sistema garantizado por el TPM.

Para lograr un alcance completo de implementación en la empresa será necesario contar con el apoyo de: Gerente de Operaciones y el Gerente Administrativo, la cual deberán estar dispuestos a implementar el TPM, es por eso que se debe tomar como primer paso el anuncio oficial, tomando en cuenta a todos los empleados. También se debe de considerar el involucramiento de colaboradores directos e indirectos, proveedores, clientes y agentes indirectos.

Lo anterior se hace por los medios de comunicación tales como: reuniones, pancartas, correos, memorándum y banner.

Para el caso de gerente administrativo y el gerente de operaciones, estos deberán realizar un escrito para establecer el lanzamiento del TPM, para luego pasar a una implementación con su adecuada programación y un presupuesto que sea aprobado por ambos gerentes, luego poner en marcha la capacitación de los colaboradores sobre los temas esenciales como son: las 5 "S", mantenimiento y TPM.

5.3.2 Designación de coordinador TPM

La gerencia de operaciones de la empresa TRANSYDISA SA de CV deberá de asignar al coordinador del equipo del taller, debido a que dicha empresa cuenta con pocos empleados, por lo tanto, la persona idónea para ocupar el puesto será el jefe de mecánico.

5.3.3 Conformación del equipo piloto TPM

El desarrollo de un equipo piloto será de utilidad para establecer una estrategia para la gestión del TPM y posicionar un factor de obligación de tal manera que responsabilice a los empleados que están directos con las operaciones. Las personas que conformaran el equipo son:

jefe de mecánico, un mecánico, un conductor y encargado de SSO. Esta elección se hace directamente ya que se busca personal comprometido con la empresa.

5.3.4 Desarrollo de capacitaciones

Cuando los Gerentes aprueben la implementación del programa TPM, y el equipo este conformado, se deberá capacitar al personal; dándole una introducción de lo que se quiere hacer para mejorar los procesos, implementando el TPM. Se debe explicar que es el TPM, que significa y lo que se pretende lograr con la implementación del TPM. Posteriormente se iniciaría aplicando herramientas de las 5S" como una herramienta enfocada al orden y limpieza de las áreas trabajo.

Ya que el desorden es considerablemente alto, lo anterior ayudara a tener más orden en el taller. La misma capacitación que va a recibir el área de mantenimiento se utilizará para el equipo de motoristas y los colaboradores administrativos.

5.4 Desarrollo de la Propuesta de gestión de mantenimiento mediante TPM

El diseño de estrategias específicas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la gestión de mantenimiento de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V. se presenta como un componente crítico en la optimización de la operatividad y la rentabilidad. Es así como se debe de establecer o diseñar estrategias de TPM que sean adaptadas a las necesidades específicas de la empresa y su flota de transporte. A continuación, se presentan aspectos que deben ser construidos para una buena gestión de mantenimiento.

5.4.1 Diseño de estrategias TPM específicas para la gestión de mantenimiento de la flota

El diseñar las estrategias específicas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la gestión de mantenimiento de la flota de transporte, es necesario considerar una serie de información clave, la cual se presenta a continuación:

- a) Historial o registros de los mantenimientos: Sera necesario obtener un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas de la flota, hasta la fecha; en la cual incluyen el mantenimiento preventivo, correctivo, inspecciones y reparaciones mayores, con esta información se podrá identificar patrones, tendencias y áreas de mejora.
- b) Análisis de Fallas y Problemas Actuales: La empresa deberá trabajar en puntos críticos como lo son: sistema eléctrico, sistema de rodaje, sistema de dirección, sistema de freno y sistema de la quinta rueda; estos puntos son críticos porque una falla de estas genera una perdida cuantitativa. Además, es necesario estudiar los tipos de fallas para poder atacar de raíz el problema y reducir los tiempos muertos.
- c) Disponibilidad y Uso de Repuestos: Se deberá crear un sistema en cual determine las entradas y salidas de repuestos, que ayude a identificar qué tipo de repuesto se utiliza más, para mantener un stop en bodega adecuado. Esta Información sobre la disponibilidad de repuestos ayudara a mejorar el servicio de los mantenimientos correctivos y preventivos. También se debe tomar en cuenta las consignas para cubrir alguna emergencia.
- d) Recursos Humanos y Capacitación: El personal debe capacitarse continuamente, no solo con TPM, sí no que también con las nuevas tecnologías que van surgiendo: La empresa TRANSYDYSA SA DE CV. En algún momento tendrá que renovar su flota

y debe de estar preparada para los cambios, la misma competencia le exigirá la renovación. Esto exigirá que el personal de mantenimiento debe adquirir nuevos conocimientos sobre suspensión, motores y sistemas electrónicos.

- e) Normativas y Regulaciones: El personal deberá tener claro el compromiso con el Cumplimiento de las normativas y regulaciones pertinentes en materia de seguridad, medio ambiente y mantenimiento de vehículos de transporte, tanto a nivel nacional como internacional.
- f) Presupuesto y Costos de Mantenimiento: Información detallada sobre el presupuesto asignado para el mantenimiento de la flota, así como los costos históricos y proyectados asociados con el mantenimiento preventivo y correctivo y además se incluirá el presupuesto de la capacitación de la persona sobre la implementación del TPM.

5.5 Implementación de las estrategias propuestas

Al desarrollar estrategias de mejora para la gestión de mantenimiento se consideró definir la metodología de acción para ser utilizada siendo en este caso aplicar TPM.

Para la aplicación de TPM, este tendrá el propósito de utilizar su metodología para con la empresa con el fin de establecer los pasos que se deben de llevar a cabo y así identificación las barreras existentes, acondicionamiento para con la empresa y las herramientas que se aplican para complementar la metodología.

Para TPM lo que busca es eliminar diferentes perdidas en las empresa tales como: paradas o averías, cambio o ajustes en mantenimiento, tiempo no usado, paradas breves, perdidas

de velocidad y defectos. Considerando lo anterior, todo se resume en tiempos muertos de los equipos.

Al desarrollar estrategias de mejora para la gestión de mantenimiento se considera definir la metodología de acción para ser utilizada siendo estas las siguientes:

- a) Historial o registros de los mantenimientos: Se entrevistará al supervisor de mantenimiento para verificar la acción de los mantenimientos preventivos y correctivos. Posteriormente se va a destacar los puntos de mejora. Se dispondrá de una computadora para que el jefe del taller y los mecánicos tengan acceso a la información del historial del mantenimiento de los equipos, se llevará un cuadro en el cual se visualizara el número del equipo, nombre del repuesto, trabajo realizado, ubicación del repuesto, persona que cambio el repuesto, fecha en que se cambió el repuesto, código y marca del repuesto, proveedor y precio del repuesto. Esta información ayudara a identificar la causa raíz.
- b) Análisis de Fallas y Problemas Actuales: Un día a la semana se reunirá el equipo piloto y los mecánicos para analizar las fallas más frecuentes y los problemas que se dan en el día a día en la operación. Para esto se utilizarán las herramientas como son los 5 porque, diagrama de Pareto y la espina de pescado, esto facilitará analizar los problemas de fallas continuas y repetitivas, lo anterior se analizará a través de graficas que nos servirán como parámetros para ir mejorando cada vez más, atacando el problema de raíz y tener resultados a corto plazo.
- c) Disponibilidad y Uso de Repuestos: Se contratara a una persona que conozca de repuestos automotrices para que lleve un registro de las entradas y salidas de repuestos, se capacitara a esta persona para tenga un conocimiento sobre inventarios;

se le proporcionara una software para facilitar el proceso del manejo de los repuesto; a través de esta herramienta se manejara un inventario bastante exacto a tal grado que fácilmente identificara que repuesto se utilizan con frecuencia, por lo tanto deberá mantenerlo en existencia, los beneficios que se lograrían son los siguientes:

1. Mantener una bodega bien limpia y ordenada.
2. Llevar un registro de las entradas y salidas de los repuestos
3. Manejo y control de stock
4. Mejor control de inventarios
5. Facilidad para dar respuesta de solicitud de repuesto
6. Conocimiento y entrega con facilidad

d) Recursos Humanos y Capacitación: El departamento de recursos humanos deberá capacitar al personal y lo hará de la siguiente manera: El departamento RH deberá de comunicarse con los proveedores para que una persona perita en la materia, pueda capacitar al personal de mantenimiento con conocimiento acerca de motores, suspensión, transmisión, sistema eléctrico entre otros. Esto ayudara para que el personal mantenga sus habilidades y su base de conocimiento a la vanguardia de la industria de equipos pesados. De esta manera aseguramos tecnificar a los empleados de mantenimiento asegurando que los equipos recibirán un mantenimiento con una garantía, reduciendo auxilios en carretera. Además, el departamento de RH deberá de capacitar al personal con los temas de gestión del tiempo, motivación personal, trabajo

en equipo y temas de higiene y seguridad industrial. El personal se sentirá comprometido con la empresa ya que es tomado en cuenta.

- e) Normativas y Regulaciones: En las mismas capacitaciones se dejará bien claro el reglamento interno de la empresa y el compromiso con la compañía para cual se trabaja. El departamento de Recursos Humanos se encargará de difundir el reglamento y las normas a seguir para buen funcionamiento de la empresa. Entre los compromisos que se deben de cumplir es. La higiene y seguridad industrial, la persona que va a realizar el trabajo de alto riesgo deberá de presentar un permiso, avalado por la persona encargada de Seguridad Industrial.
- f) Presupuesto y Costos de Mantenimiento: Como toda empresa para hacer un presupuesto necesita una buena planificación, en base a esto se hará un presupuesto exhaustivo tomando en cuenta cada detalle sin dejar afuera ningún rubro, en cual se tenga que tomar más capital para cubrir necesidades que surgen en el día a día, se debe tomar en cuenta los materiales, insumos, mano de obra, maquinaria y equipo. Es necesario tener una caja chica para cubrir imprevistos. Todo lo anterior se realizará basado en el historial financiero de la empresa en gastos relacionados a mantenimiento y en las proyecciones que se tengan para proyectos, inversiones futuras, expansiones, reducciones, mercado actual y pronósticos.

5.6 Mantenimiento enfocado en la confiabilidad

En la actualidad existe una alta competitividad a nivel del mercado, a su vez al cambio de expectativas, patrones y nuevas técnicas que influyen y logran generar diferente tipo de requerimientos, por lo tanto, se debe de innovar por medio de estrategias o enfoques que sean en función del mantenimiento. Por lo antes descrito en los últimos años la ejecución de

mantenimientos han contado con aportes que le han permitido desarrollar una confiabilidad en su utilización y de los cuales permiten realizar estrategias, siendo el caso del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) el cual en su definición se presenta como una técnica de organización de las actividades y la gestión de mantenimiento para el desarrollo de programas organizados, que se basan en la confiabilidad de los equipos en función del diseño y la construcción de ellos mismos.

5.7 Propuesta de la programación de mantenimiento

La operatividad de los 10 camiones se inicia cuando realizan su respectivo pre-viaje y posteriormente salen de la empresa a realizar su respectivo viaje programado, se dirigen a la terminal a cargar el producto y posteriormente a la estación de servicio. Por lo tanto existe la probabilidad de falla en carretera y luego las intervenciones de mantenimiento correctivo.

Cuando una unidad transporta el producto al lugar programado y por cualquier motivo existe una falla mecánica, el conductor debe de comunicarse inmediatamente con la persona que monitorea las unidades y el deberá comunicar al jefe del taller para que puedan solventar el problema mecánico de inmediato.

Se puede decir que es importante señalar que para el mantenimiento preventivo y correctivo se cuente con el personal idóneo, quienes serán responsables de intervenir a las unidades según corresponda.

5.8 Aplicación de la estrategia para la propuesta

La estrategia de mantenimiento se determinó en base a la función que cumple el mantenimiento dentro de la empresa. Será una estrategia que permitirá ofrecer un impacto

operativo el cual debe de dar un rendimiento de los equipos para con la empresa. Por lo tanto, la estrategia utilizada para elaborar una Gestión de Mantenimiento ha sido seleccionada aplicando los siguientes temas:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo (programado)
- Planificación
- Control.
- Gestión de activos.
- Auditorías de desempeño y la estrategia

5.8.1 Mantenimiento Preventivo

En el plan de mantenimiento preventivo se ha propuesto algunas recomendaciones por el fabricante, por lo que se debe diferenciar la marca del camión, la marca y modelo del motor de las unidades y también las fichas técnicas de los mismos.

Teniendo presente lo antes mencionado en este documento, el plan de mantenimiento de los camiones con los que cuenta la empresa TRANSYDISA. Las actividades que se debe realizar durante el mantenimiento preventivo, así como los kilómetros en el que se debe realizar. Para mayor claridad se puede decir que un camión cuando es nuevo y que no ha recorrido ningún kilómetro debe realizarse cada 25,000 km cambio de aceite de motor, cambios de filtros entre otras actividades; sin embargo, existen actividades que van a tener que realizar como correctivos, antes que llegue al kilometraje 50000, 75000, 100000 y 125000. Una vez que el equipo nuevo llega al kilómetro 125000 el mantenimiento se vuelve cíclico, es decir que en el kilómetro

150,000 se llevaran a cabo una actividad registrada según el kilómetro 25,000 y así sucesivamente como se presenta en la siguiente tabla.

5.10 Plan de mantenimiento para los vehículos de la flota

El siguiente cuadro resume la propuesta del plan de mantenimiento el cual se ha estimado aspectos generales de los camiones y en qué momento se debería de ejecutar el mantenimiento según los kilómetros recorridos para estos.

Tabla 13 - Plan de mantenimiento para vehículos

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actividad	25000	50000	100000	125000
CABINA				
Inspeccionar asiento y cinturón de seguridad	X	X	X	X
Limpiar ventanas y cabina	X	X	X	X
Limpiar filtro(s) de aire (sopletear), cambiar si es necesario	X	X	X	X
Revisar mecanismo de sube vidrio de las puertas	X	X	X	X
Comprobar acumulador del control de amortiguación	X	X	X	X
Llenar depósito de lavaparabrisas	X	X	X	X
Inspeccionar limpiaparabrisas, cambiar si es necesario	X	X	X	X

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Actividad	25000	50000	100000	125000
MOTOR				
Revisar sistema aire del intercooler	X	X	X	X
Limpiar elemento secundario del filtro de aire, cambiar si es necesario	X	X	X	X
Tomar muestra de aceite (análisis de laboratorio)	X	X	X	X
Cambiar aceite	X	X	X	X
Cambiar filtro(s) de aceite, diesel, Agua y Aire	X	X	X	X
Inspeccionar fajas transmisión, ajustar y/o cambiar si es necesario	X	X	X	X
Revisar radiador si existen fuga de refrigerante	X	X	X	X
Revisar sistema de escape	X	X	X	X
Drenar sedimentos del tanque de combustible			X	X
Limpiar tapa y colador del tanque de combustible		X		X
Verificar luz de válvulas (Regular si es necesario)				X
Verificar nivel de refrigerante (rellenar si es necesario)	X	X	X	X
Tomar muestra de refrigerante (nivel 1)		X	X	X
Revisar posibles fuga de aire y aceite el turbo	X	X	X	X

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actividad	25000	50000	100000	125000
MOTOR				
Cambiar refrigerante		X		X
Reemplazar termostato del agua del sistema de enfriamiento			X	
SISTEMA DE TRANSMISIÓN				
Revisar crucetas y yugos	X	X	X	X
Verificar presión de aire de llantas (Cada 1200 kilómetros)	X	X	X	X
Verificar nivel de aceite	X	X		
Tomar muestra de aceite (análisis de laboratorio)		X	X	X
Cambiar aceite			X	X
Engrasar crucetas y diferencial	X	X	X	X
Verificar nivel de aceite de diferencial (rellenar si es necesario)	X			
Tomar muestra de aceite de diferencial y mandos finales		X	X	X
Cambiar aceite de diferencial				X
Verificar nivel de aceite de mandos finales (rellenar si es necesario)	X	X	X	
Cambiar aceite de mandos finales				X
Lubricar cojinetes de oscilación del eje	X	X	X	X

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actividad	25000	50000	100000	125000
SISTEMA HIDRÁULICO				
Verificar nivel de aceite	X	X	X	X
Tomar muestra de aceite (análisis de laboratorio)		X		X
Cambiar aceite				X
Cambiar filtro(s) de aceite		X		X
Inspeccionar válvula(s) de alivio, limpiar				X
SISTEMA DE DIRECCIÓN				
Lubricar cojinetes del cilindro de dirección	X	X	X	X
Limpiar rejilla del aceite de la dirección piloto, cambiar si es necesario			X	X
Lubricar eje de dirección				X
FRENOS				
Verificar funcionamiento adecuado de los freno verificando fuga de aire	X	X	X	X
Comprobar funcionamiento del indicador de desgaste de las fricciones y tambores.				X
Verificar las mangueras y conexiones que llevan las válvulas de servicio y de parqueo	X	X	X	X
Verificar los bushing y las levas de freno	X	X	X	X
Verificar el funcionamiento adecuado del rash y los maxi frenos que tengan el vástago a 90°	X	X	X	X

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actividad	25000	50000	100000	125000
SISTEMA ELÉCTRICO				
Inspeccionar baterías (base, guardas y terminales)	X	X	X	X
Limpiar terminales de la batería (borneras)	X	X	X	X
Verificar cableado en general			X	X
Revisar motor de arranque	X	X	X	X
Tomar voltaje de baterías y alternador	X	X	X	X
Cambiar fusibles	X	X	X	X
Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	X	X	X	X
Revisar luces y conectores en general	X	X	X	X

Fuente propia

Es de tomar en cuenta que dentro del cuadro de mantenimiento preventivo se consideran las actividades para las cuales se requiere el servicio de terceros. El tipo de mantenimiento se estableció según el kilometraje indicado.

5.11 Actividades de mantenimiento preventivo

A continuación, se detalla las actividades de mantenimiento preventivo correspondiente al proceso que involucran a la flota de transporte de la empresa TRANSYDISA.

CUANDO SEA NECESARIO
Tanque de grasa de la lubricación automática-llenar
Baterías-Reciclar
Batería o cable de batería - inspeccionar/ reemplazar.
Quinta rueda - inspeccionar/reemplazar
Revisión de bushing de suspensión
Revisión de muñones y brazo de dirección
Bendix del auxiliar de arranque reemplazar si necesario
Sistema de combustible-cebar.
Fusibles-Reemplazar
Revisar chimbo de aire, secadora y compresor
Revisar las bufas y retenedores
Revisar fugas de aire válvula gemela
Acumulador del control de amortiguación-comprobar
Revisar niveles en general (agua, aceite, combustible)
Apreté de pernos en general

AL REALIZAR EL VIAJE
Alarma de retroceso-probar
Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento-comprobar
Nivel de aceite del motor-comprobar
Filtro primario del sistema de combustible
Agua y sedimentos del tanque de combustible-drenar
Nivel del aceite del sistema hidráulico-comprobar
Acoplador rápido-comprobar
Cinturón de seguridad-inspeccionar
Sistema de luces
Ventanas limpias y parabrisas
Verificación de espejos en general
Inflado de los neumáticos-comprobar.

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del cinturón de seguridad se deben cambiar cada 4 años y en el caso de refrigerantes del sistema, termostato del agua y prolongador de refrigerantes se debe de cambiar cada 6 años, según indicaciones del proveedor.

5.12 Plan de mantenimiento preventivo

Para el caso de la planificación del mantenimiento preventivo para los vehículos de la flota investigada en la cual se registraría por medio de un formato que es el presenta a continuación. En este cuadro se detalla las principales actividades que se deben de llevar a cabo por el mantenimiento preventivo las cuales son marcadas según el mantenimiento preventivo que corresponda al vehículo en base al kilometraje recorrido.

Continuando el desarrollo del uso del formato como parte de las medidas que se deben tomar para prevenir que las unidades tengan intervenciones correctivas se contempla un campo en la parte inferior del formato el cual deberá ser registrado con “X” en el campo correspondiente, las fallas que pueden presentar los equipos antes que estos salgan en ruta. Esta sección funciona como un check list para las unidades y en base al peso definido que tiene cada sistema del vehículo, se procede a tomar medidas correspondientes de manera que no se afecte las horas estimadas de operación ni la programación de viajes. Si al marcar “X” en más de tres secciones y como parte de los resultados se obtiene valores mayores a 70, entonces se procede a comunicar al área de operaciones que la unidad en cuestión debe ser intervenida preventiva.

En el cuadro también registraría la operación realizada por las unidades en base al tiempo que se planificó tener, para luego registrar dicha información en este formato a ser presentado, esto permitiría que en paralelo se controle las operaciones que tienen los vehículos a diario, asegurando así que el registro de dicha información sea preciso y refleje actividades a tiempo real bajo. Así mismo, como se observa en el cuadro a continuación, el formato utilizado para el mantenimiento preventivo tiene una hoja resumen que consolida la operatividad de cada unidad por mes logrando con esto permitir que el responsable de Mantenimiento logre identificar aspectos de importancia.

5.12.1 Formato del plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de la flota

[illegible]

5.12.2 Control para la operatividad de vehículos en base al plan de mantenimiento preventivo

EVALUACION DIARIA															
COD EQUIPO	EQUIPO			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
01	"Descripción del equipo "														
	ESTIMADO OPERTAVIDAD DIA	12	Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			% Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	ESTIMADO OPERTAVIDAD NOCHE	10	Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			% Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
% Eficiencia Maquina Dia			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
02	"Descripción del equipo "														
	ESTIMADO OPERTAVIDAD DIA	12	Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			% Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	ESTIMADO OPERTAVIDAD NOCHE	10	Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
			% Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
% Eficiencia Maquina Dia			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
03	"Descripción del equipo "														
	ESTIMADO OPERTAVIDAD DIA	12	Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			% Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	ESTIMADO OPERTAVIDAD NOCHE	10	Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
			% Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
% Eficiencia Maquina Dia			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
04	"Descripción del equipo "														
	ESTIMADO OPERTAVIDAD DIA	12	Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			% Operatividad Maquina Dia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	ESTIMADO OPERTAVIDAD NOCHE	10	Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
			% Operatividad Maquina Noche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
% Eficiencia Maquina Dia			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Fuente propia

5.12.3 Formato para programar mantenimiento preventivo por vehículo de la flota

Tabla 1 - Programación de Mantenimiento Preventivo para Vehículos

Formato Programación de Mantenimiento Preventivo para Vehículos																					
N°	Vehiculo		Carreta		Fecha	Hora de Inicio	Código de Mantenimiento	Observaciones	Estado	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Código	Placa	Código	Placa						1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												

Elaboración Propia

5.13 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo tiene una clasificación programada y de emergencia, es en base a esto que los procedimientos se desarrollan según esta sección para la atención de las unidades consideran esta clasificación. Para ejecutar mantenimiento correctivo en los vehículos se debe de utilizar el procedimiento que se presenta a continuación como una propuesta, la cual se presenta a continuación y en este se contempla el procedimiento y lineamientos que ayuden a la realización de actividades que se deben seguir para cada tipo de intervención.

Evaluación inicial:

- Se debe de realizar una revisión detallada de la flota de vehículos para identificar el estado actual de cada uno de estos.
- Analizar el historial de mantenimiento previo, si está disponible.
- Identificar los problemas recurrentes o las áreas que requieren mejoras.

Definir objetivos:

- Establecer metas claras para el mantenimiento correctivo, como minimizar el tiempo de inactividad, mejorar la vida útil de los vehículos o reducir los costos de reparación.

Elaborar un plan de mantenimiento:

- Determinar las estrategias de mantenimiento correctivo, como la reparación inmediata de fallas o problemas detectados durante las operaciones diarias.
- Definir los tipos de servicios necesarios y sus intervalos (por ejemplo, reparación de frenos, cambio de aceite, ajustes de motor, etc.).
- Identificar los repuestos y suministros necesarios para las reparaciones.

Asignación de recursos:

- Asignar personal capacitado para realizar el mantenimiento correctivo.
- Establecer acuerdos con proveedores de repuestos y servicios externos, si es necesario.

Registro y seguimiento:

- Implementar un sistema para registrar todas las reparaciones realizadas, incluidos los detalles de la reparación, las piezas utilizadas y el tiempo empleado.
- Realizar un seguimiento de los costos asociados con el mantenimiento correctivo.

Programación de reparaciones:

- Desarrollar un programa de reparaciones basado en las necesidades y prioridades de la flota.
- Establecer procedimientos para programar las reparaciones de manera eficiente y minimizar el tiempo de inactividad.

Monitoreo y evaluación:

- Establecer mecanismos para monitorear el desempeño de la flota después de implementar el mantenimiento correctivo.
- Evaluar los resultados para determinar si se están logrando los objetivos establecidos.
- Realizar ajustes al plan de mantenimiento según sea necesario.

Comunicación y capacitación:

- Comunicar claramente las políticas y procedimientos de mantenimiento correctivo a todos los empleados y conductores de la empresa.
- Proporcionar capacitación continua a los técnicos de mantenimiento para asegurar la calidad de las reparaciones.

Revisión y mejora continua:

- Revisar periódicamente el programa de mantenimiento correctivo para identificar áreas de mejora.
- Implementar cambios en el programa según sea necesario para optimizar la eficiencia y reducir costos.

A parte de los procedimientos antes descritos se debe utilizar el formato de mantenimiento antes presentado como apoyo a esta iniciativa. Así mismo, los vehículos que requieren intervenciones correctivas deben ser programados en la medida que sea posible. Como se puede observar en la siguiente figura, se requiere de llenar un registro de programación de mantenimiento correctivo.

En este documento se debe colocar la información del código y placa del vehículo según corresponda. Así mismo, la fecha en la que se procede a programar la intervención al vehículo, según carga de trabajo del área, la hora de inicio, el o los responsables, el detalle de las actividades y las observaciones que se hayan presentado antes o después de la intervención.

Ilustración 2 - Registro de programación de mantenimiento correctivo

Registro de programación de mantenimiento correctivo para Vehículos																					
N°	Vehículo		Carreta		Fecha	Hora de Inicio	Sistema afectado	Observaciones	Estado	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Código	Placa	Código	Placa						1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												
									Prog												
									Real												

Elaboración Propia

5.14 Aspectos a considerar en la propuesta

A continuación, se presenta algunos puntos a considerar en la propuesta con el fin de ser tomadas en cuenta para con la empresa.

5.14.1 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento busca clasificar en dos puntos los cuales serían programado y de emergencia. El método para aplicar como parte de los procedimientos es desarrollado y utilizar un formato que permita darle una atención a las unidades considera una clasificación. Para ejecutar este tipo de mantenimiento los responsables de las unidades deben llenar paso a paso los siguientes formatos como parte de un procedimiento del mantenimiento correctivo que se presentara a continuación y en el cual dentro del formato se contemplan los lineamientos y actividades a seguir para cada tipo de intervención.

Así mismo, los vehículos que requieren intervenciones correctivas deben ser programados en la medida que sea posible, por lo tanto, presenta un formato que permita el llenado de registro semanales y la frecuencia con la que son intervenidos los vehículos de la flota.

En el formato a presentar muestra el procedimiento estándar de mantenimiento y del cual se requiere llenar de información como el código y placa del vehículo según corresponda. Así mismo, la fecha en la que se procede a programar la intervención al vehículo, según su utilización, la hora de inicio, el o los responsables, el detalle de las actividades y las observaciones que se hayan presentado antes o después de la intervención.

También se deberá de explicar que cuando se hace referencia a una programación de mantenimiento correctivo, se considera que todos los vehículos que se encuentra dentro de las instalaciones requieren que se le asigne a un técnico que realice la intervención y que, en base a su carga de trabajo, procederá a ejecutar el mantenimiento en una hora determinada al mismo día en el que se presentó la falla.

El registro de información actualizada según el formato presentado permitirá identificar el cumplimiento de la programación realizada dentro del área de mantenimiento para las intervenciones correctivas.

A continuación, se presenta el formato que podrá utilizar la empresa de forma estándar en sus operaciones de mantenimiento.

5.14.2 Formato del programa de mantenimiento

Tabla 2 - Formato de programa de mantenimiento

Programacion de mantenimiento correctivo																															
N°	Vehiculo		Fecha	Hora de Inicio	Código de Mantenimiento	Observaciones	Estado	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	Código	Placa						1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								
							Programado																								
							Real																								

Fuente Elaboración propia

5.15 Aplicar las 5'S

Como parte de las actividades que se desarrollan como parte de la planificación de la Gestión de Mantenimiento se debe estar acompañada de una metodología la cual es de las 5'S.



Es así que como parte las mejoras que se propone en el modelo propuesto de gestión en mantenimiento se desarrolló una serie de lineamientos que se deben seguir a nivel de las actividades que realiza todos los colaboradores de la empresa TRANSYDISA. Por lo tanto, se inició con la realización de una auditoria enfocada a las 5'S en las instalaciones correspondiente para este proyecto por lo que se realizó un check list adecuada a las 5'S y durante las visitas se logró identificar diferentes aspectos ponderados en el formato que se presenta a continuación.

5.15.1 Formato de auditoría de las 5'S.

El siguiente formato de auditoria se utilizó dentro de las instalaciones de la empresa TRANSYDISA, con el fin de evaluar la situación actual de esta con respecto a las 5'S, la calificación se estableció considerando lo visto durante las visitas en dicha empresa, siendo 0 que

no es aplicada en lo absoluto y 4 que es utilizado de forma estándar y adecuada a mejora continua.

Formato de auditoria de las 5´S en la empresa TRANSYDISA							
5s	Nº	CRITERIO DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	Existencias y trabajo en proceso innecesarios				3	
	2	Todas las máquinas y partes de equipo están regularmente en uso				3	
	3	Todas las herramientas de mecánicas, eléctricas, etc., están regularmente en uso			2		
	4	Todo lo que es innecesarios en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista	0				
	5	Hay estándares claros para eliminar excesos		1			
ORGANIZAR	6	Rótulos que identificaban todas las áreas de almacenamiento			2		
	7	Todas los anaqueles y artículos almacenados están claramente rotulados					4
	8	Hay claras indicadores de stocks máximos y mínimos			2		
	9	Están las áreas señalizadas mediante líneas divisoras blancas en los pisos		1			
	10	Instrumentos y herramientas están organizadas, de modo que facilite su localización y retorno		1			
LIMPIAR	11	Está el piso limpio y sin ningun tipo de basura			2		
	12	Se mantienen las máquinas limpias			2		
	13	Limpieza e inspección de mantenimiento son conceptos indistintos			2		
	14	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza	0				
ESTANDARIZAR	15	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad			2		
	16	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza		1			
	17	Ver físicamente secuencia de registros de auditorías realizadas		1			
	18	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos como incentivo por cumplimiento a 5's		1			
	19	Agenda de reuniones realizadas como evidencia de seguimiento de asuntos relacionados a las 5's		1			
	20	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores		1			
DISCIPLINAR	21	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas			2		
	22	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?				3	
	23	¿Hacen todo esfuerzo por ser puntuales?					4
	24	Regularmente dejan encendidas, sumadoras, computadoras, luces			2		
	25	Comer, beber y/o fumar en áreas no destinadas a tales fines			2		
Puntaje X Calificación			0	8	20	9	8
Puntaje total (Medicion total)			45				

Escala aplicada en la medición de la evaluación se tomó como referencia de parte del libro "5S: Evaluación de la Organización del Trabajo" del autor A. Fernández-Arévalo, el cual se presenta a continuación.

ESCALA DE MEDICIÓN		
A	91 a 100	Excelente
B	71 a 90	Muy bueno
C	51 a 70	Promedio
D	31 a 50	Por debajo del promedio
E	0 a 30	Insatisfactorio

Considerando el puntaje obtenido de la evaluación realizada para evidenciar aplicación de la metodología de 5''s en las actividades de mantenimiento, que realizan los colaboradores del área de mantenimiento es 45. Este puntaje se encuentra en la escala de medición D por lo tanto se considera que el puntaje obtenido se encuentra debajo del promedio, siendo una muestra de la deficiencia en materia de las 5'S.

Por lo antes mencionado se propone la aplicación de la metodología de las 5''S para el área de mantenimiento. El uso de esta metodología tendría el objetivo de mejorar las condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente en la operatividad de mantenimiento actual. Es así que a continuación se detalla a la aplicación de cada una de las 5'S en el desarrollo dentro de la empresa.

1- Seiri: Clasificar y eliminar

En el área de trabajo se cuenta con dos turnos de trabajo conformado por dos grupos de trabajo para ejecutar la primera "S". Cada trabajador de mantenimiento es responsable de clasificar las herramientas que usa, así como los documentos que controla. También se busca identificar los materiales que se tiene en el área y luego separar aquellas cosas que se encuentran

en buenas condiciones o almacenar de forma correcta y en un lugar autorizado, sin olvidar la información documentaria que es utilizada en el día a día de las actividades. Esta actividad se realiza en las oficinas, en el taller de mantenimiento y en cualquier punto donde los colaboradores del área realicen actividades de mantenimiento. Será el responsable de verificar que los colaboradores cumplan con dichas actividades, siendo el jefe de Mantenimiento. Para esto, se sugiere que la revisión del cumplimiento sea una vez al mes, deben realizarse al final de cada semana y reportar el cumplimiento en las reuniones semanales del área.

Como ejemplo, se presenta a continuación una fotografía del taller de mantenimiento actual donde se puede visualizar, que hay un desorden y falta de limpieza observando que hay espacio, pero el desorden no deja colocar las herramientas o los equipos de uso para con la empresa y la flota. La falta de clasificados y desechos son evidentes, las piezas de metal pueden ser vendidas como chatarra.

Fuente: empresa
TRANSYDISA



Con los materiales que se encuentran en buen estado y de los cuales no serían desechados se tendría una base en la clasificación, se ingresan al almacén identificando las cantidades de productos que existe en el área de almacén. Por otro lado, se puede consolidar las piezas que se

puedan utilizar, para que los colaboradores del área de mantenimiento deban seguir los siguientes lineamientos:

- Revisar las instalaciones y materiales que presentan en el área de mantenimiento.
- Separar los elementos que pueden ser utilizados a futuro.
- Desechar elementos que no se encuentran en buen estado o no pueden ser utilizados.
- Dicha clasificación la realizan los trabajadores una vez a la semana por todos los trabajadores que conformen el área.
- La verificación del cumplimiento de clasificación de materiales lo realiza el jefe de Certificaciones una vez al mes.

2 - Seiton: Ordenar

Para el caso de esta S, considerando el área de mantenimiento sería posible que los materiales y las herramientas de uso en el mantenimiento se han clasificado tomando en cuenta la siguiente forma:

Herramientas de trabajo: identificar las herramientas pequeñas y/o grandes utilizadas para reparar los vehículos de la flota. Por lo que algunas de estas herramientas llegan a pertenecer a los juegos de llaves, por lo tanto, se utilizará estuches dónde se deben guardar. Y en el caso de las otras herramientas pueden guardarse en un cajón, en una repisa o colgar en las paredes del taller de forma ordena para ser visualmente identificable, en el caso del tamaño sería por cada tipo de herramienta.

Máquinas de trabajo: Para el caso de los equipos de trabajo que se pueden mover con facilidad, se deben de ubicar dentro del área del taller de mantenimiento y los equipos grandes,

pesados o que tengan un desplazamiento complicado se les habilita un espacio adecuado y señalizado en un espacio del taller.

Desechos: Para este punto se considera primeramente mencionar que las llantas, los aros de llanta, los cartones sucios o usados serían los principales desperdicios y de los cuales son un gran volumen que se encuentran en el área de mantenimiento. Estos desecho o desperdicios deben eliminarse de manera adecuada reduciendo en la medida posible y no ocasionando un daño al medio ambiente.

Ropa y equipo de seguridad: en el área de mantenimiento se asignaran casilleros para que los colaboradores deben guarden la ropa de trabajo y el equipo de seguridad que se usan en sus actividades como requisitos de Seguridad de Salud ocupacional en el Trabajo.

En conclusión, todos los trabajadores son responsables de ordenar cada día y también supervisar que el área de mantenimiento se encuentre ordenada es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento, Por lo tanto, se sugiere que se debe constantemente presentar los resultados obtenidos de parte de los supervisiones quienes realizan cada mes la inspección y los cuales deben ser compartidos en las reuniones de forma mensuales.

3 - Seiso: Limpieza permanente

Es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento el de definir, difundir e inspeccionar la responsabilidad de mantener la limpieza en el área de mantenimiento, siendo realizado por cada colaborador. Por lo tanto, la inspeccionar de las actividades a nivel de la limpieza seria realizada por el Jefe del área, el cual deberá de revisar la limpieza de cada punto considerado por cada turno, logrando así identificar que cada colaborador cumpla con su responsabilidad.

También cada trabajador del área ejecutará las siguientes actividades básicas de limpieza establecidas para el área de mantenimiento y establecidas en esta propuesta:

- Limpiar el lugar de trabajo.
- Retirar los desperdicios del área de trabajo.
- Colocar las herramientas en orden.

4 - Seiketsu: Estandarizar

Para esta S, se debe considerar que los colaboradores del área de mantenimiento deben encontrarse alineados con la metodología de las 5“S, por lo tanto se plantean las siguientes políticas que permitiría ayudar a desarrollar las conductas de los colaboradores y lograr una adaptabilidad al ser utilizadas, por lo que los siguientes puntos ayudaría a estandarizar las actividades, estas serían:

- Las áreas de oficinas y el taller de mantenimiento se encuentran correctamente señalizadas.
- La ubicación de los equipos físicos y herramientas se encuentran señalizadas según el espacio y señalización en el área.
- Al finalizar cada día, en donde corresponda los escritorios deben encontrarse limpios, ordenados y sin ningún documento encima.
- En el caso de los desperdicios orgánicos deben ser arrojados en contenedores de basura que no se encuentren ubicados dentro de las áreas de las oficina y taller.
- Cada colaborador debe contar con su propio Locker para almacena únicamente cosas personales como ropa, utensilios de limpieza personal y otros.

- Cada colaborador debe exponer, una vez al mes, las mejoras que se han obtenido desde que se implementó la metodología.
- Los colaboradores que no cumplan con el uso de los equipos de seguridad deberán ser reportados con el HSSE
- El colaborador que no cumpla con mantener o contribuir con el orden dentro del área sería amonestado.
- Se debe de programar capacitaciones para el equipo de colaboradores del área de mantenimiento.

5 - Shitsuke: Disciplina

Para esta S, las reglas propuestas para esta área se deben dirigir a los operarios de mantenimiento, siendo las siguientes:

Todo trabajador que tiene tres amonestaciones por no cumplir con la metodología es suspendido con la respectiva comunicación al área de Recursos Humanos.

Se debe de identificar la cantidad de colaboradores que cumplen con la metodología de las 5“S. Esto debido a que cuando el porcentaje de colaboradores que incumplen con la metodología se mantiene o incrementa por lo que se realizarían capacitaciones semanales de sensibilización al cambio.

5.16 Consideraciones de recursos del área de mantenimiento

A continuación, se presenta otras mejoras que son propuestas para la empresa TRANSYDISA, la cual puede ser de ayuda para lograr mejorar la situación actual del mantenimiento realizado en esta.

5.16.1 Repuestos o insumos para mantenimiento

La cantidad de repuestos que son utilizados está ligada al plan de mantenimiento que se ha propuesto para la gestión del área. La relación de repuestos requeridos para el mantenimiento preventivo de los vehículos los cuales debe tomar aspectos como la planificación por el sistema mecánico, el sistema eléctrico y también los neumáticos. A continuación, se presenta una lista de los repuestos y las cantidades que se requiere por cada mantenimiento preventivo.

Tabla 14 - Cuadro de cantidad por repuestos utilizados en mantenimiento

REPUESTOS	CANTIDAD
Aceite de motor	45.42 Lt
Filtro de aceite	1 uni
Filtro de combustible	1 uni
Aceite de diferencial	37.85 Lt
Aceite de caja de transmisión	15.14 Lt
Filtro de aire primario	1 uni
Filtro de aceite de dirección	1 uni
Aceite de caja de dirección	3.78 Lt
Filtro de aire secundario	1uni
Filtro de refrigerante	1uni
Grasa	1 Kg

Fuente empresa TRANSYDISA

Nota: las cantidades fueron proporcionada por parte de la empresa investigada.

Se debe mencionar que al requerir estos productos dependerá del recorrido, el kilometraje, de las unidades y se deberá de conocer el tipo de repuesto a ser utilizado y dependerá del tipo de mantenimiento a ejecutar según el plan de mantenimiento.

Para el caso del alineamiento y balance de llantas no la realiza los colaboradores de la empresa, pero en el caso de los trasportistas tercer izados este servicio se da por empresas con experiencia y especializadas. Pero para el caso de esta investigación se obtuvo información de las revisiones periódicas de los neumáticos utilizado por la flota, y donde se presenta la cantidad adecuada de servicio requerido por los vehículos. A continuación, se presenta dicha información.

Tabla 35 - Cantidad de servicio de alineación de eje y balanceo de llanta

Servicio para el vehículo	Cantidad
Alineación	2 x vehículo
Balanceo	10 x vehículo

Fuente la empresa TRANSYDISA

Para el caso de los repuestos o materiales que se requieren para realizar mantenimientos correctivos, se debe de consultar el inventario del área de mantenimiento. Si se tiene la pieza deseada en el almacén se procederá a realizar el mantenimiento a la unidad siguiendo el procedimiento que aplique, en caso contrario se tendría que enviar la solicitud de compra al área responsable.

Indiferente de qué el repuesto y/o insumo se requiera para llevar a cabo una determinada actividad en el área de mantenimiento debe ser comunicada al responsable de logística para que este proceda a realizar la compra en base a los lineamientos establecidos del proceso de compra con el que cuenta la empresa.

Esto implicará constante comunicación entre el área de mantenimiento, de compras, administración y finanzas para comprar la cantidad requerida con la debida anticipación de manera que lo indisponibilidad de estos recursos no afecte la operatividad de los equipos.

5.16.2 Plan de capacitación

Para lograr trasladar los conocimientos necesarios a los colaboradores sobre las propuestas presentadas, se requiere de un plan de capacitación; debido a que este concepto se encuentra contemplado dentro de las estrategias que permitirán ejecutar las gestiones del área de mantenimiento. La capacitación de personal es una actividad que no sólo debe ser considerada en un momento específico planificado, sino que la empresa debe considerar que las personas que laboran en la empresa deben sentirse bien, en todo momento y de manera constante, y esta debe ser apoyada por una cultura y un ambiente donde cada día pueda representar una nueva oportunidad para saber, conocer y aprender, y en donde además se tenga presente la obtención de diversos beneficios para la empresa y sus colaboradores.

Para que sea funcional esta iniciativa, es necesario llevar a cabo capacitaciones para dar a conocer las herramientas de mantenimiento que se encuentren alineadas a las estrategias, que permitirán gestionar las actividades del área y en base al conocimiento que vaya adquiriendo el trabajador pueda identificar qué control se debe llevar continuamente del área. Los temas de capacitación elegidos buscan responder a los problemas actuales y reales con su solución la cual debe buscar y tomar en cuenta a través de diversas opciones para instruir. A continuación, se presenta la relación de temas y costos a ser considerados en el plan de capacitación para los colaboradores, los costos se consideran parte de la cotización de la consultora Causa y Soluciones de EL Salvador, como referencia.

Al revisar las competencias, de conocimientos técnicos y experiencia que tienen los colaboradores del área de mantenimiento, se evidenció que estos no poseen formación técnica en mantenimiento, siendo el 50% de estos del área pueden evidenciar que cuentan con experiencia en actividades de mantenimiento antes de ingresar a la Empresa. El modelo de gestión para el área de mantenimiento busca hacer uso de los recursos y con los que cuenta actualmente la empresa para ejecutar las actividades del área; sin embargo, esto no deja de lado que se propongan mejoras para ser consideradas de un plan de capacitación para los colaboradores que se encuentra en la empresa. La capacitación a todos los niveles es una de las mejores inversiones que puede hacer una organización en sus recursos humanos y una de las principales fuentes de bienestar para toda la organización ya que esto podría garantizar que la fuerza sea necesaria para desarrollar cualquier actividad a través del conocimiento considerada como la fuente de poder actualmente.

Para elaborar el programa de capacitación se tendrá que considerar la carga actual de trabajo del equipo de mantenimiento y la disponibilidad de los cursos en la institución que se elija. Dicho programa deberá ser revisado y aprobado por el jefe de Mantenimiento para luego ser presentado a la Gerencia de la empresa para que lo apruebe o modifique.

Una vez se tenga el programa de capacitación y haya sido aprobado debe ser comunicado a todos los miembros del área de mantenimiento.

5.16.3 Método de control de actividades

Con el fin de lograr un control de las actividades que se consideren planificadas primeramente se identifica la información que se desea medir. Para esto se han elaborado

formatos para recolectar la información y las fichas de indicadores propuestos para la gestión de mantenimiento.

5.16.3.1 Formatos adecuados

Considerando que el plan de gestión de mantenimiento requiere información que le permita controlar y verificar que las actividades planificadas estén realizando adecuadamente, se propone manejar los siguientes formatos: orden de servicio, orden de trabajo y verificación de salida de materiales.

Orden de servicio

Como un modelo de trazabilidad que es posible utilizar es el uso de las órdenes de servicio para los trasportes y el requerimiento de mantenimiento, es así como a continuación se presenta un formato que sería posible usarlo como una solicitud de atención a nivel internos para los mantenimientos y por esto todos los campos deben ser llenados para que posean información actual y precisa de las actividades de mantenimiento.

Ilustración 20 - Formato de orden de servicio

TRANSYDISA	Orden de servicio de mantenimiento
Nombre del conductor: _____ Codigo: _____ Placa: _____ Fecha: _____ Hora de inicio: _____	
Ingreso de unidad al área de mantenimiento	
Problema identificado por el conductor	
Personal responsable	
Conductor	
Resposnable	
Jefe de mantenimiento	Fuente elaboración propia

Orden de trabajo

El formato de orden de trabajo tiene como propósito registrar y planificar las actividades de mantenimiento que se realizarían a cualquier unidad. Este documento es emitido exclusivamente por parte del jefe de mantenimiento ya que es responsable de definir las actividades que se realizarán y asignar al técnico para la ejecución. No se debe de olvidar que, este formato controla el tiempo en que se tendría la unidad en mantenimiento y por tal motivo el tiempo en que se tardaría en ponerse operativo el vehículo.

TRANSYDISA	Orden de servicio de trabajo		
Placa de vehiculo: _____ Fecha de ingreso: _____ Fecha de salida: _____ Hora de inicio: _____ Hora de final: _____			
Mantenimiento correctivo programado		Mantenimiento preventivo	
Personal responsable: _____ _____			
Respuesto utilizado: _____ _____			
Observación: _____ _____			
Personal responsable: _____ _____			
Respuesto utilizado: _____ _____			
Observación: _____ _____			
Personal responsable: _____ _____			
Respuesto utilizado: _____ _____			
Observación: _____ _____			
Observaciones generales			
Personal responsable		Jefe de mantenimiento	

Elaboración propia

Verificación de salida de materiales

Este formato permite registrar todos los insumos o repuestos que serían requeridos para las unidades cuando se le realizan mantenimiento. Es de vital importancia controlar y cuántos insumos se requieren para el mantenimiento permitirá calcular el costo en el que se incurre por cada intervención de mantenimiento.

Ilustración 21 - Formato de verificación de materiales

TRANSYDISA	Verificación de salida de materiales					
Encargado del almacén						
Solicitante						
Fecha de salida:_____ Hora de salida:_____ N de orden de trabajo:_____						
Código	Descripción de Items			Cantidad	Marca	Estado
Responsable de almacén			Jefe de mantenimiento			

Elaboración propia

Indicadores de gestión

Para el caso de los indicadores se pueden proponer aquellos que ayuden al sistema de gestión de mantenimiento, para este caso se utilizara para controlar el modelo de gestión propuesto para el área de mantenimiento por lo cual, se proponen el uso del indicador porcentaje de mantenimiento correctivo, disponibilidad, porcentaje de presupuesto utilizado, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación y operatividad. Estos indicadores se ha elaborado una ficha técnica dónde se define el objetivo, la fórmula para calcular el indicador, el responsable de la medición, el estado deseado, la frecuencia de medición y la frecuencia con la que se reporta a gerencia. Se debe de señalar que el objetivo deseado de cada indicador varía, por lo tanto, se presentará a continuación cómo se determinan dichos valores y como se detalla la definición operacional de los indicadores para con la empresa.

Porcentaje de Mantenimiento Correctivo

Este presenta al estado deseado que debe alcanzar por la gerencia de la empresa la cual desea que el porcentaje de mantenimiento correctivo no exceda el 30% y según lo aceptable. Por lo tanto, se establece como estado deseado que la frecuencia con la que se realizan intervenciones correctivas se reduzca hasta el 30%.

Disponibilidad

Como parte de las estrategias de la empresa para apoyar en su crecimiento, la Gerencia ha establecido como aceptable que la disponibilidad de las unidades debe ser igual o mayor al 90%.

Porcentaje de Avance Mantenimiento Preventivo

Como parte de la propuesta del modelo de gestión, los mantenimientos preventivos programados se tienen que ejecutar en la fechas e intervalos correspondientes, para que de esta manera las intervenciones correctivas se reduzcan. Por lo tanto, la explicación va en función del único valor aceptable para este indicador el cual sería del 100%.

Porcentaje de presupuesto utilizado

En el caso del porcentaje de presupuesto se ha considerado también la opinión de la gerencia General de la empresa, con el fin de espera que el presupuesto asignado a la gestión de mantenimiento sea suficiente para que la operatividad del área no sea afecta por no contar con el flujo de dinero. Sin embargo, por variaciones en la gestión se es consciente de que mensualmente no se puede asegurar que sea el 100% del presupuesto por lo que se espera que dicha cifra sea respetada trimestralmente.

Tiempo medio de reparación

Para este caso se considera la cantidad de horas operativas que deberían tener las máquinas para alcanzar un 90% de disponibilidad, se determina la cantidad de horas que se pueden tomar para intervenir a los vehículos. Obteniendo así el objetivo deseado de 44 horas como máximo para la reparación, este dato obtenido también por parte de la gerencia.

Tiempo medio entre fallas

Considerando que la empresa desea alcanzar el 90% de disponibilidad y un tiempo ideal de reparación el cual sería de 44 horas como máximo, por lo que se procede a calcular cada cuánto tiempo los vehículos podrían fallar. Como resultado de dicho análisis se determina que los vehículos deben estar operando sin interrupción hasta las 390 horas como mínimo, considerado un tiempo adecuado debido a las necesidades y demandas actuales.

Operatividad

Las unidades deben encontrarse operativas durante el total de horas estimadas para que de esta manera no se ve afectado el cumplimiento de la programación de viajes. Así mismo, bajo definición unánime por la gerencia se determinar que el estado deseado de operatividad de la empresa es el 100%.

Para cada indicador mencionado se han desarrollado fichas que se detalla su funcionalidad y aplicado a continuación.

Porcentaje de mantenimiento correctivo.
Objetivo: Lograr reducir hasta llegar al 30% las intervenciones correctivas que se realizan a los vehículos críticos de La Empresa.
Fórmula de Cálculo: Cantidad de horas de mantenimiento) x 100%
Estado deseado: 30% de mantenimiento correctivo.
Responsable de Gestión: jefe de Mantenimiento.
Fuente de Información: Registro de Mantenimiento
Frecuencia de Medición: Mensual.
Frecuencia de Reporte: Trimestral (Al final del tercer mes).
Responsable del Reporte: Asistente de Mantenimiento.
Usuarios: jefe de Operaciones y Gerente General.

Tiempo medio para reparar (MTTR).
Objetivo: Gestionar la capacidad de reparación de las unidades para incrementar el tiempo en que los mismos se encuentren operativos.
Fórmula de Cálculo: Cantidad de horas de reparación / Número de fallas atendidas en el periodo.
Estado deseado: 44 horas al mes.
Responsable de Gestión: Asistente de Mantenimiento.
Fuente de Información: Registro de Mantenimiento.
Frecuencia de Medición: Mensual.
Frecuencia de Reporte: Trimestral.
Responsable del Reporte: jefe de Mantenimiento.
Usuarios: jefe de Operaciones y Gerente General.

Porcentaje de avance de mantenimiento preventivo.
Objetivo: Ejecutar el 100% de los mantenimientos programados en el Plan de Mantenimiento Preventivo.
Fórmula de Cálculo: (Cantidad de intervenciones preventivas ejecutados por completo al periodo / Cantidad de intervenciones preventivas programados al periodo) x100%
Estado deseado: 100% de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.
Responsable de Gestión: jefe de Mantenimiento.
Fuente de Información: Registro de Mantenimiento, Programa de Mantenimiento Preventivo.
Frecuencia de Medición: Semanal.
Frecuencia de Reporte: Trimestral.
Responsable del Reporte: Asistente de Mantenimiento.
Usuarios: jefe de Operaciones y Gerente General.

Porcentaje de presupuesto utilizado.
Objetivo: Utilizar el 100% del presupuesto asignado en el periodo correspondiente.
Fórmula de Cálculo: (Costo de mantenimientos ejecutados al periodo / Costo de mantenimientos planificados al periodo) x 100
Estado deseado: 100% del presupuesto asignado para el periodo.
Responsable de Gestión: Asistente de Mantenimiento.
Fuente de Información: Registro de Mantenimiento.
Frecuencia de Medición: Mensual.
Frecuencia de Reporte: Trimestral.
Responsable del Reporte: jefe de Mantenimiento.
Usuarios: jefe de Operaciones y Gerente General.

Operatividad.
Objetivo: Asegurar la máxima operatividad de los vehículos de manera tal que se pueda cumplir con la programación de viajes y las intervenciones de mantenimiento requeridas.
Fórmula de Cálculo: $(\text{Cantidad de horas operadas} / \text{Total de horas estimadas de operación}) \times 100\%$.
Estado deseado: 100%
Responsable de Gestión: Asistente de Mantenimiento.
Fuente de Información: Registro de Mantenimiento.
Frecuencia de Medición: Diario.
Frecuencia de Reporte: Mensual.
Responsable del Reporte: jefe de Mantenimiento.
Usuarios: jefe de Operaciones y Gerente General.

5.17 Ejecución

Para un sistema de gestión que se establece a nivel de ejecución se encuentra contemplado en el procedimiento del mantenimiento preventivo y la ejecución de mantenimiento correctivo, sin olvidar las posibles emergencias que pueden ser contemplados en el procedimiento del mantenimiento Correctivo.

La ejecución de los antes mencionados deben realizarse con los lineamientos y la secuencia de actividades contempladas en los procedimientos a ser presentado a continuación.

5.17.1 Procedimiento Mantenimiento Correctivo

A continuación, se presenta un procedimiento de la ejecución del mantenimiento correctivo, el cual será de ayuda para con la empresa, con el fin de dejar establecido el propósito.

Objetivo: Asegurar una correcta atención ante cualquier tipo de falla que presenten los equipos considerados como críticos sin afectar el transporte.

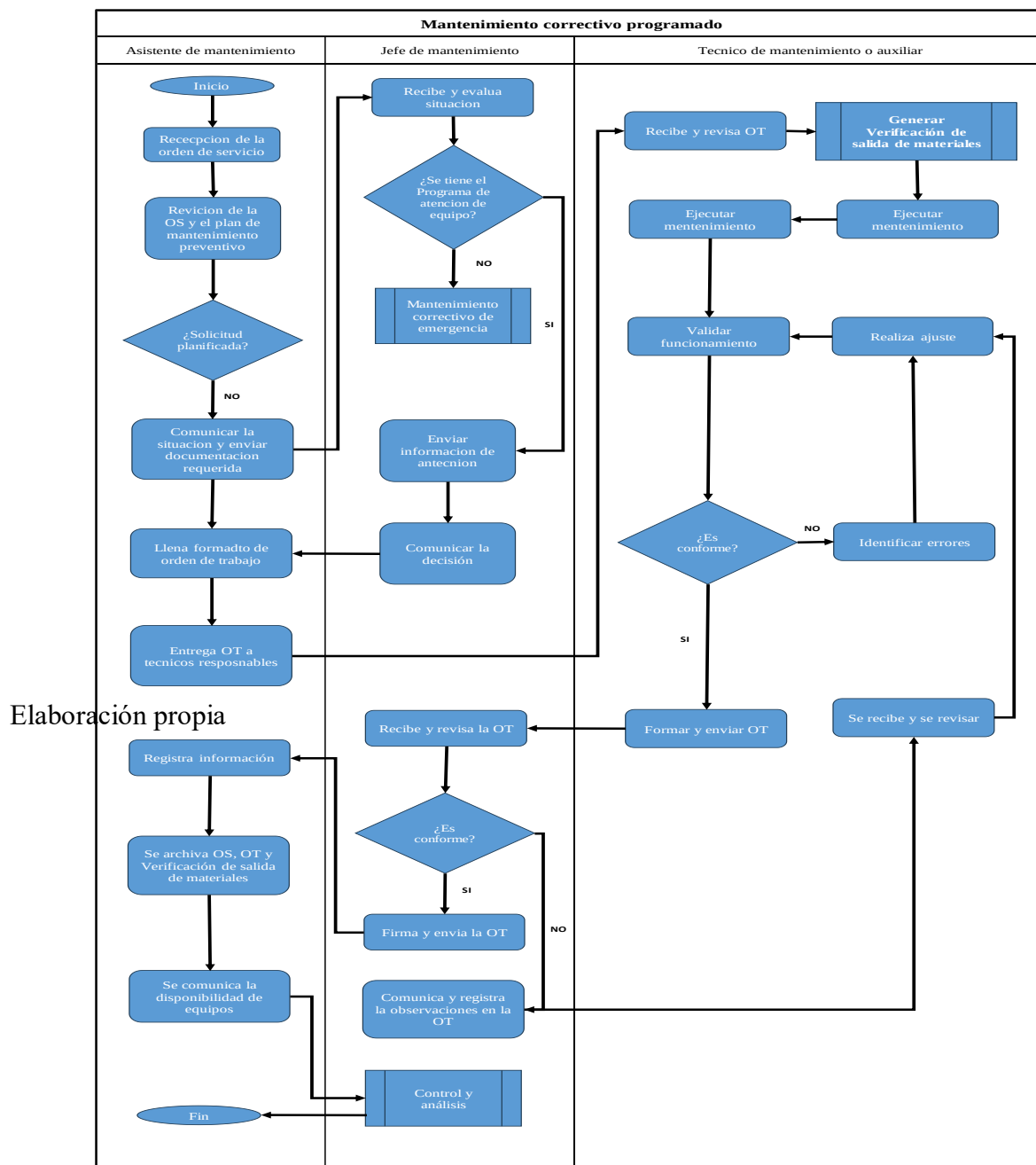
Alcance: desde la recepción de la orden de servicio hasta solucionar las fallas presentada por los equipos, considerando los equipos críticos de la empresa.

Líder del Proceso: jefe de Mantenimiento.

Políticas:

- Toda atención se realizará únicamente si es presenta la orden de Servicio (OS).
- Toda intervención o atención por el personal de mantenimiento debe ser registrada en la Orden de Trabajo (OT).
- La intervención que sea requerida por piezas de respuestas o insumos se debe de registra en el formato verificación de Salida de Materiales.
- Se deberá de utilizar los formatos vigentes y autorizados por la empresa

Flujo de actividades del mantenimiento correctivo programado



Descripción del flujo, Responsables y actividades

Asistente de Mantenimiento

- Revisa OS y Plan de Mantenimiento Preventivo.

- Revisa la información contenida en el formato OS luego, revisa si el equipo involucrado se encuentra programado en el Plan de Mantenimiento Preventivo identificando cuando se realizó el último mantenimiento.

Asistente de Mantenimiento

- Comunica la situación y envía documentación relacionada.
- Envía por correo electrónico al jefe de Mantenimiento con la información obtenida por la revisión en la actividad anterior, la OS y el Plan de Mantenimiento Preventivo.

Jefe de Mantenimiento

- Recibe y evalúa situación.
- Recibe información y evalúa, en base a la experiencia y las competencias que posee para ocupar el puesto, si la atención debe realizarse junto con el mantenimiento preventivo, programar el mantenimiento correctivo o seguir con el procedimiento de mantenimiento correctivo de emergencia.
- ¿Programa atención de equipo?
- Sí: Actividad.
- No: Mantenimiento Correctivo de Emergencia.

Jefe de Mantenimiento

- Envía información de atención.

- Envía información referente a la decisión tomada y determina el o los técnicos responsables de la atención en base a las actividades programadas para el mantenimiento.

Jefe de Mantenimiento

- Comunica decisión.
- Comunica la programación de atención al jefe de Operaciones, al responsable de Compras y Monitoreo.

Asistente de Mantenimiento

- Llena formato Orden de Trabajo (OT).
- Los campos del formato que llena el asistente del mantenimiento serian placa del vehículo, fecha de inicio, fecha de salida, hora de inicio, hora de fin y marca el tipo de mantenimiento a ejecutar. El registro del personal responsable se realiza en base a la disponibilidad de los Técnicos en el área.

Técnico de Mantenimiento

- Coordina la atención.
- En base a la programación de atención se coordina el ingreso de equipo a mantenimiento, así como la secuencia de intervenciones que se realizará en caso se tenga una asignación a más de un especialista en la OT.

Técnico de Mantenimiento

- Ejecuta mantenimiento.

- Identifica cuáles son las fallas que presenta el equipo e interviene el sistema afectado.

Técnico de Mantenimiento

- Valida el funcionamiento.
- El técnico de mantenimiento puede hacer las pruebas de funcionamientos de manera individual siempre que cuente con licencia de conducir requerida. En caso de que no tenga la licencia, se puede solicitar el apoyo de un conductor a través del jefe de Operaciones, para movilizar el equipo y validar que las fallas reportadas fueron solucionadas.

Técnico de Mantenimiento

- Realiza ajustes.
- Interviene el equipo y ejecuta los cambios requeridos según lo identificado en la actividad anterior.

Jefe de Mantenimiento

- Recibe y revisa OT.
- Revisa qué intervención se ha realizado en base a las fallas que presentaba el equipo y juzga, por la experiencia en mantenimiento, si la intervención ejecutada es una solución temporal o definitiva.
- ¿Es conforme? Sí – Firma y envió
- No: comunica y registra la observación

Asistente de Mantenimiento

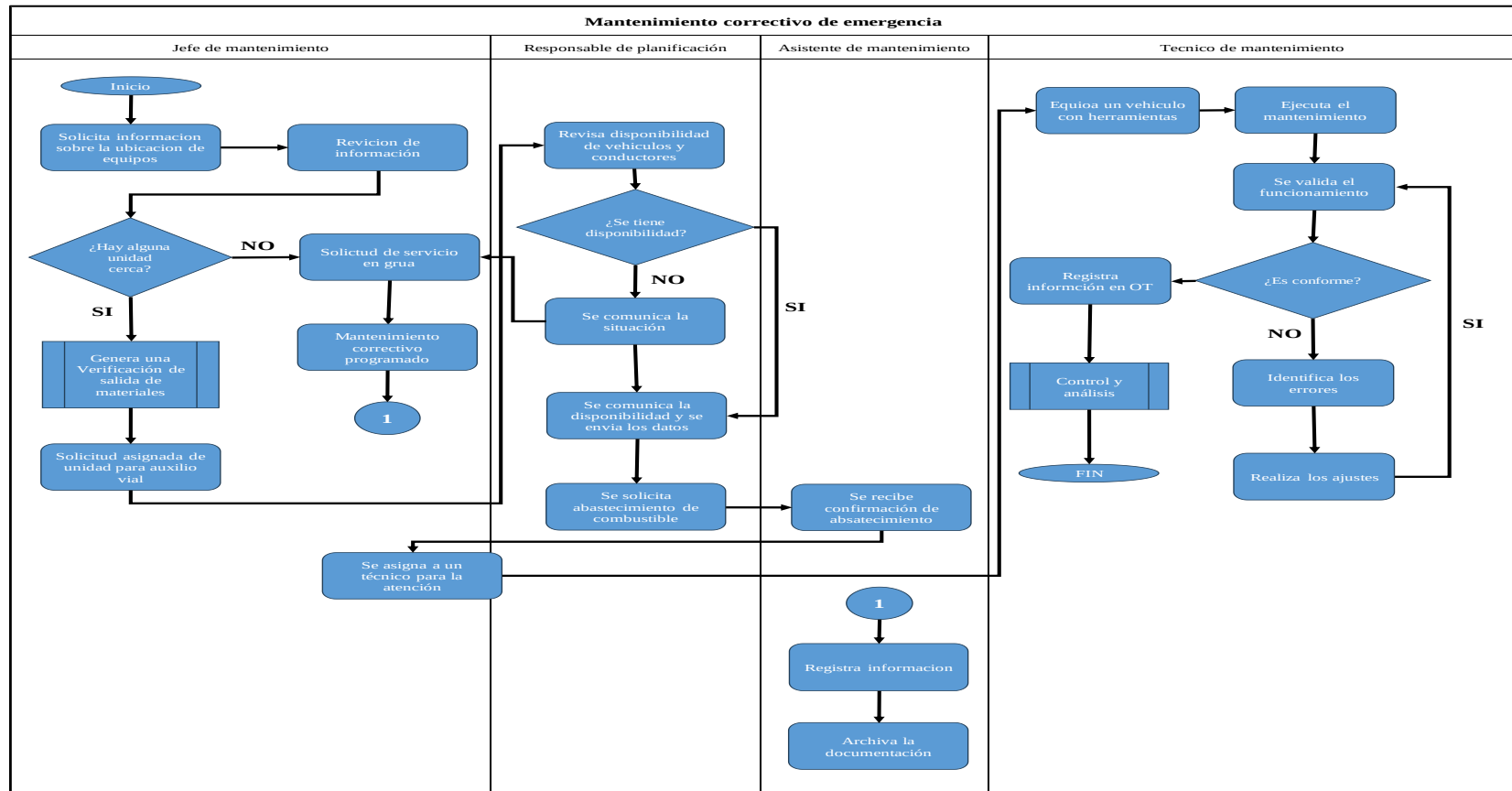
- Registra información.
- Registra toda la información contenida en el formato OT y la verificación de salida de materiales.

Asistente de Mantenimiento

- Comunica disponibilidad de equipo.
- Comunica la disponibilidad de la unidad al jefe de Operaciones, responsable de Monitoreo y al conductor involucrado.

5.17.2 Flujo de mantenimiento correctivo de emergencia

En el caso se tenga al gran contratiempo en el proceso de ejecución del mantenimiento se presenta a continuación el mantenimiento correctivo de emergencia el cual sería de ayuda para con situaciones que no pueden ser realizadas, es por esto por lo que se presenta el flujo bajo este tipo de situaciones.



Elaboración propia

Descripción del flujo de emergencia, Responsables y actividades

Jefe de Mantenimiento

- Solicita información sobre ubicación de equipo.
- Solicita al responsable de Monitoreo la ubicación GPS de equipo reportado con problemas.

Jefe de Mantenimiento

- Revisa información.
- Revisa la información brindada por el responsable de Monitoreo en base a la OS y para definir la ubicación del equipo define la atención.
- ¿La unidad cerca a la base? Sí.
- No, se solicita servicio de GPS.

Jefe de Mantenimiento

- Solicita el servicio de Grúa.
- Solicita el servicio de Grúa a través del responsable de compras o jefe de Operaciones dependiendo de la situación del equipo y la urgencia con la que se desea movilizar.

Responsable de Planificación

- Comunica situación.
- Se contacta con el jefe de Mantenimiento y le explica las razones por las que no se puede asignar un equipo o un conductor.

Responsable de Planificación

- Comunica disponibilidad y envía datos.
- Envía al jefe de Mantenimiento el número de placa del vehículo y los datos del conductor asignado. Así mismo, entrega personalmente la tarjeta de propiedad del vehículo.

Responsable de Planificación

- Solicita abastecimiento de combustible.
- Solicita de suministro de combustible para utilizar el auto asignado del auxilio vial. Para esto se confirma la ubicación del equipo.

Asistente de Mantenimiento

- Recibe confirmación de abastecimiento.
- Recibe confirmación de abastecimiento de combustible al auto asignado por correo electrónico de parte de responsable de Abastecimiento de Combustible.

Técnico de Mantenimiento

- Equipa auto con herramientas e insumos.
- Coloca las herramientas e insumos básicos para la atender y restablecer el equipo que ha sido reportado.

Técnico de Mantenimiento

- Ejecuta mantenimiento.
- Una vez que ubica al equipo en ruta se ejecutan mantenimiento que permitan restablecer el equipo reportado al ejecutar una solución temporal en el lugar donde se encuentra ubicado el equipo.

Técnico de Mantenimiento

- Valida funcionamiento.
- Valida, mediante una serie de pruebas y con la ayuda de conductor, si el mantenimiento ejecutado soluciona la o las fallas presentadas en el equipo.
- ¿Es conforme? Sí: se registra la información en la OT.
- No: se identifica los errores.

Técnico de Mantenimiento

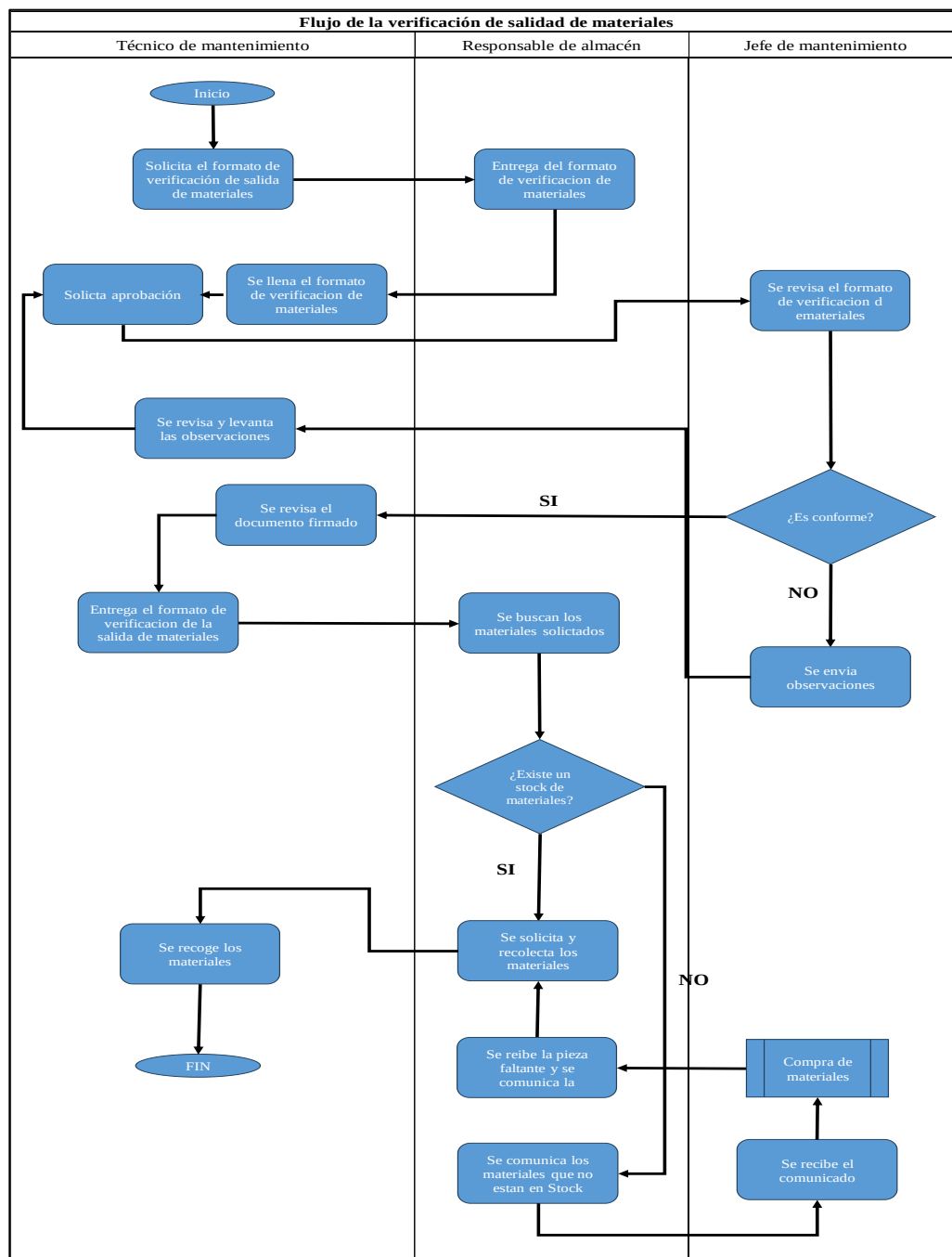
- Realiza ajustes.
- Interviene el equipo ejecutando los cambios, identificados en la actividad anterior, que requiere el equipo.

Asistente de Manteamiento

- Registra información
- Registra toda la información contenida en el formato OT y la verificación de la Salida de Materiales para ser registrado el Mantenimiento.

Verificación de salida de materiales

Para el caso del uso de este formato se presenta a continuación el flujo correspondiente como parte de los procedimientos a desarrollar en la propuesta.



Elaboración propia

Descripción del flujo de emergencia, Responsables y actividades

Técnico de Mantenimiento

- Se llena el formato de verificación de salida de materiales.
- En la sección de responsable de almacén se debe colocar el nombre del responsable de turno que se encuentra cuando se solicita los materiales y del técnico a cargo de la atención. Así mismo, es importante que se coloque el número de la OT y en la descripción de materiales se registra el nombre de los productos que se requieren, así como las cantidades.

Técnico de Mantenimiento

- Se solicita la aprobación.
- Se solicita que el jefe de Mantenimiento firme el formato de verificación de salida de materiales que ha llenado para proceder con la atención asignada.

Jefe de Mantenimiento

- Se revisa el formato de verificación de Materiales.
- Revisa que los materiales solicitados para la intervención del equipo, según OT, sean correctos y que las cantidades no se excedan. Se debe de considerar que se realizara la decisión del jefe de Mantenimiento la cual puede considerar diferentes variables y criterios, esto basado en su experiencia y competencias.

Técnico de Mantenimiento

- Se revisa y se levanta las observaciones.
- Revisa las observaciones que dio a conocer el jefe de Mantenimiento y procede a realizar las modificaciones en el formato de verificación de Salida de Materiales.

Técnico de Mantenimiento

- Entregar el formato y solicitar los materiales.
- Entrega el formato de verificación de materiales al responsable de Almacén, solicita los materiales indicados en el formato e indica la urgencia.

Responsable de Almacén

- Busca materiales solicitados.
- Busca en el stock físico que cada material ingresado en el formato, y se encuentre disponible.

Responsable de Almacén

- Comunica materiales que no están en stock.
- Comunica qué materiales no se encuentran disponibles o qué cantidades son las que se pueden entregar.
- Responsable de Almacén.
- Recibe pieza faltante y comunica disposición.
- Recibe piezas faltantes y comunica la disponibilidad de los materiales al Técnico y al jefe de Mantenimiento.

Cada uno de los procedimientos anteriormente presentados fue elaborado para el área de mantenimiento y permitirán busca estandarizar las actividades que realizan los colaboradores al intervenir a los vehículos. Es de vital importancia que se señalen que con estos procesos se deben cumplir tal como se mencionan.

5.18 Verificación

Para lograr verificar que las actividades se realicen según lo planificado, se debe hacer uso de los indicadores que se definieron en la planificación del sistema de gestión. Por lo que existen otras herramientas que contribuyen a la verificación de las mejoras en el área y como principal herramienta se tiene la realización de las inspecciones. Por lo antes mencionado existen diferentes formatos que miden por medio de preguntas para enfoque de una inspección y permita ajustan las áreas para darse a conocer.

5.18.1 Inspecciones de mantenimiento

La inspección de mantenimiento permite medir variables cualitativas sin dejar de lado la medición cuantitativa del área. Por lo que se presenta un formato de auditoría que evalúa siete variables en el área de mantenimiento, las cuales son:

- Personal del departamento de mantenimiento.
- Análisis de medios técnicos empleados por mantenimiento.
- Mantenimiento preventivo y plan de mantenimiento.
- La organización de mantenimiento correctivo.
- Análisis del sistema de información.
- Análisis del stock de repuestos.
- Análisis de resultados de mantenimiento,

Debido a que cada variable mide la inspección y por lo tanto, se requiere de cierta información cuantitativa por tal motivo se recomienda realizar dichas inspección con el apoyo de los encargados de la empresa, principalmente de aquellos que se encuentran dentro del proceso investigado.

También se debe de medir el estado de aplicación de la metodología de las 5'S en las actividades que realizan los colaboradores. Es por esto por lo que se debe de utilizar el formato de auditoría presentado en el documento, y realizar cada cierto tiempo.

5.18.2 Reportes

La reportaría es un factor que debe ser intuitivo y provocado pro necesidades de la organización, es así como en el caso del jefe de Mantenimiento, deberá de ser el responsable del Sistema de Gestión de Mantenimiento, y debe de elabora una reporte para ser compartido con la Gerencia General en base a la información recopilada durante las operaciones del área. Por lo tanto, se han diseñado dos formatos que son utilizados para todos los meses:

A continuación, se presenta un Informe de mantenimiento del cual será responsable de elaborar este informe al final de cada mes con el apoyo de los colaboradores. Este formato contempla las actividades planificadas dónde se detalla el cumplimiento de todo lo que se considere y planificarlo como parte de las actividades y las no Planificadas que se presentarían en el mes que se analizara.

Los resultados de los indicadores del sistema de gestión deben ser de ayuda análisis de datos, colocando gráficas del análisis de información presentado en el informe y el resultado de la inspección de mantenimiento cuando se ejecute.

Para el caso del formato, este de ser revisado y ajustado por el jefe de Mantenimiento para luego ser presentado a la Gerencia General y dicho formato debe informar a los responsables para q lo llenen cada vez que realice un mantenimiento correctivo a los equipos.

El formato se presenta a continuación y será la base a la intervención de mantenimiento, en el campo. Problema identificado y Causa raíz identificada se registra la información correspondiente en base al análisis de datos y/o el uso de las herramientas Análisis causa- efecto, Árbol de fallo y Diagrama de Espina de Pescado.

5.18.2.1 Formato de Informe de Mantenimiento.

A continuación, se presenta el formato que deberá ser utilizado para presentar reportes a la gerencia de la empresa este se creó conforme a las necesidades de la empresa y con una interpretación accesibles para ser utilizados por todos los colaboradores.

Formato de reportaría de mantenimiento

TRANSYDISA	FORMATO DE REPORTERIA DE MANTENIMIENTO		Código:	
			Versión:	
			Fecha:	
Responsable			Mes – Año	
Cumplimiento de planificación		Actividades no planificadas		
Cálculo de indicadores		Costos	Observaciones	
1				
2				
3				
4				
Análisis de datos (Gráficos, tablas dinámicas, etc.)				

Formato de reportes de análisis

TRANSYDISA	FORMATO DE REPORTERIA DE ANALISIS		Código:	
			Versión:	
			Fecha:	
Responsable				
Resposnables		OT relacionada	Placas de vehiculo	
Fallas presentadas				
Problemas identificado				
Causa raíz identificada				

5.19 Propuesta del plan de respuestas

A continuación, se detallan las acciones a ser consideradas como posibles respuestas a los incumplimientos según los indicadores propuestos para la Gestión de Mantenimiento. el objetivo es buscar que todas las acciones a tomar se ejecuten como se indica a continuación, según se vaya implementando y se controlen los indicadores, por lo que los planes de acción pueden ser modificado con la justificación respectiva a través del análisis de datos históricos a futuro.

Tabla 174 - Plan de acción estado del indicador

Indicador	Acciones para tomar
Disponibilidad	Al revisar el tiempo de atención registrada en las ordenes de Trabajo (OT) por los reportes de análisis deben estar en tiempo.
	Analizar información obtenida de las operaciones del mes y comunicar al jefe de Operaciones la situación. Se evalúa la tercerización del servicio de transporte para no incumplir con el programa de trasporte.
Porcentaje de avance de mantenimiento	Identificar las unidades que no han recibido el mantenimiento preventivo completo y se reprograma la ejecución de las actividades pendientes en la primera semana del mes siguiente al ser analizado.
	Identificar las unidades que no han recibido el mantenimiento preventivo y la cantidad de kilómetros recorridos en esas condiciones. De las unidades identificadas que se encuentren en ruta se programa el mantenimiento a su retorno y los equipos que se encuentren en el local son intervenidos antes de salir a la ruta programada.

Indicador	Acciones para tomar
Porcentaje de presupuesto utilizado acumulado en el periodo	Revisar los costos incurridos por mantenimiento en el mes e identificar cuáles son los costos que no se contemplaron en la planificación y/o fueron excedidos en el mes. Así mismo, el porcentaje de presupuesto excedido reducirá el porcentaje de la propuesta a usar en el mes siguiente.
	El presupuesto a utilizar en los próximos dos meses. El porcentaje de reducción del presupuesto dependerá del porcentaje de costos de mantenimiento que fueron excedidos en el mes de análisis.
Porcentaje de mantenimiento correctivo	Revisar las OT y las OS para identificar la frecuencia de intervención correctiva y los equipos involucrados. Elabora informe de resultados y lo comunica al jefe de Operaciones.
	Revisar las OT y las OS para identificar la frecuencia de intervención correctiva y los equipos involucrados. Comunica al jefe de Operaciones la situación y se considera la tercerización de algunos viajes programados.
Tiempo medio entre fallas	Se revisa el plan de Mantenimiento y se identifica el grupo de equipos que posee menos tiempo de operación. Con dicha relación se procede a mantener en observación lo que implica llevar un control por cada salida y retorno de las unidades con el apoyo del área de Operaciones.

Indicador	Acciones para tomar
(MTTB)	Se solicita a los responsables del monitoreo el apoyo para realizar seguimiento en intervalos de tiempo, definidos por el jefe de Mantenimiento, y llevar un registro detallado de los motivos y frecuencia con que las unidades que fallan en ruta. Así mismo, dicha situación debe ser comunicada al jefe de Operaciones para tomar en consideración el estado las unidades en la programación de viajes.
Tiempo medio para reparar (MTTR)	Revisa la información registrada en el formato Registro de Mantenimiento e identifica qué grupo de equipos tiene el mayor tiempo de reparación. Posteriormente, se procede a investigar las razones de las demoras en base a los registros de Orden de Trabajo y/o Solicitud de Atención según corresponda.
	Se identifica los equipos que tienen tiempos de reparación altos. Así mismo, se procede a identificar a los técnicos responsables de las intervenciones que se han realizado en el periodo analizado.

Elaboración propia

No se debe de olvidar que como parte de la mejora continua, que sufriría la empresa al aplicar una metodología como TPM sería el Modelo de Gestión de Mantenimiento, el que deberá ser retroalimentada por parte del equipo de trabajo. Esta retroalimentación debe ser liderada por el responsable o jefe de Mantenimiento y se llevaría a cabo en la primera semana del mes posterior al ser evaluado.

5.19.1 Reuniones tácticas

Para el caso de las reuniones periódicas en estas se debe de dar a conocer el estado del área, los incumplimientos del plan y las fallas presentadas en el periodo evaluado, luego se invitaría al equipo de mantenimiento a proponer mejoras, involucrándolos en el Modelo de Gestión, y estos deben de elaborar los planes de acción y el compromiso para que todos los trabajadores del área apoyen en su realización. Para la realización de esta actividad se presenta en los anexos el análisis que puede ser utilizado como herramientas que ayuden a desarrollar los planes de acción.

Se debe de considerar que se debe resaltar que todos los acuerdos y temas tratados en las reuniones deben ser registrados en un acta de reunión, para que; de esta manera se pueda hacer el seguimiento respectivo a los compromisos. Como documento adjunto al acta de reuniones el cual debe de considerar el análisis de causas del problema y la solución tentativa. En caso de que la solución implique la realización de cambios en el modelo de gestión de mantenimiento, se debe elevar el tema a la Gerencia y junto con los responsables o jefe de área se debe tomar una decisión.

[illegible]

5.22 Costo beneficio de la propuesta

Tomando en consideración que actualmente se maneja un presupuesto de \$336,000.00 en el año.

Se presentan los 3 rubros de mayor costo de la empresa TRANSYDISA S.A DE C.V.

Presupuesto versus lo ejecutado.

Rubro	Presupuesto anual	Ejecutado	Diferencia
Combustible	\$ 252,000.00	\$ 260,793.05	-\$ 8,793.05
Mantenimiento	\$ 60,000.00	\$ 64,960.12	-\$ 4,960.12
Llantas	\$ 24,000.00	\$ 18,965.63	\$ 5,034.37
Total	\$ 336,000.00	\$ 344,718.80	\$ 8,718.80

Beneficio con TPM.

Rubro	Beneficio
Combustible	\$ 52,158.61
Mantenimiento	\$ 12,992.02
Llantas	\$ 3,793.13
Total	\$ 68,943.76

Inversión de la propuesta.

Pago facilitador	\$ 25,500.00
Insumos	\$ 900.00
Refrigerio	\$ 828.00
Total	\$ 27,228.00

Fórmula para el cálculo de costo- beneficio:

Beneficios netos/Costo de inversión=Valor de costo-beneficio

Este cálculo es útil para determinar la viabilidad de un proyecto, Es necesario comparar los beneficios con los costos.

Pasos para calcular costo beneficio:

- 1- Calcular el valor actual neto de los costos y beneficios.
- 2- Dividir el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos.
- 3- Comparar el resultado con 1.

Interpretación de resultados

- Si $B/C > 1$, Los beneficios superan los costos y el proyecto es viable.
- Si $B/C = 1$, No hay ganancia, ya que los beneficios son iguales a los costos.
- Si $B/C < 1$, Los costos son mayores que los beneficios y el proyecto no es viable.

Cálculo del Costo-Beneficio:

$B/C = \text{BENEFICIO} / \text{INVERSION}$

$B/C = 68943.76 / 27,228.00 = 2.5$

CONCLUSION:

Los beneficios superan los costos, lo que significa que el proyecto es potencialmente rentable. Por lo que, es viable desde el punto de vista financiero

Conclusión

La propuesta de implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la gestión de la flota de transporte de la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V. representa un avance significativo hacia la optimización de los recursos y el incremento de la eficiencia operativa. A través de este enfoque integral, se espera lograr una mayor participación del personal, así como una cultura de mejora continua que impactará positivamente en el rendimiento de la flota y en la satisfacción de los clientes.

El análisis de la situación actual de la gestión de mantenimiento evidenció la necesidad de un cambio en los procedimientos y la integración de nuevas metodologías. Con la implementación de TPM, se optimizan aspectos clave como la prevención de fallos, la reducción de tiempos de inactividad, y el aprovechamiento del equipo humano, lo que contribuye a una mayor disponibilidad y confiabilidad de la flota. Este enfoque también permite anticipar problemas mediante mantenimientos planificados, reduciendo significativamente los costos por reparaciones inesperadas y garantizando la continuidad operativa.

Uno de los pilares fundamentales de TPM es la involucración de todos los niveles de la organización, desde los operarios hasta la alta dirección. Esto no solo fortalece la cohesión del equipo, sino que también promueve un sentido de pertenencia y responsabilidad compartida, lo que se traduce en una mejora del ambiente laboral y un mayor compromiso hacia los objetivos de la empresa. Este cambio cultural hacia el autocontrol y la mejora constante será clave para el éxito de esta propuesta.

Asimismo, la metodología 5S, complementaria del TPM, contribuirá a establecer un entorno de trabajo más ordenado, limpio y eficiente. La implementación de las 5S mejorará los procesos de mantenimiento y facilitará la detección de anomalías en los vehículos antes de que se conviertan en problemas mayores, lo que aumentará la vida útil de los mismos y garantizará una operación más segura y eficiente.

En términos financieros, se prevé una reducción significativa de los costos de mantenimiento a largo plazo. Al evitar fallos críticos y prolongar la vida útil de los vehículos, los gastos relacionados con reparaciones mayores y reemplazos de equipo serán minimizados. Este control sobre los costos de mantenimiento permitirá a TRANSYDISA destinar recursos a otras áreas clave del negocio, mejorando su competitividad en el mercado.

Finalmente, la implementación del TPM en la flota de transporte de TRANSYDISA no solo mejorará la eficiencia interna, sino que también tendrá un impacto directo en la calidad del servicio ofrecido a sus clientes. Al garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los vehículos, se logrará un mejor cumplimiento de los tiempos de entrega y una mayor satisfacción del cliente, lo que reforzará la reputación de la empresa en el sector.

Según la información presentada en este documento la propuesta de mejora buscara redefinir la frecuencia de atención preventiva para el mantenimiento de las unidades. Los intervalos de tiempo y/o kilometraje, indicado por el fabricante, permite aumentar las horas de funcionamiento de los vehículos de transporte reduciendo la frecuencia de ingreso de mantenimiento correctivo de operación de la flota de transporte con la que cuenta actualmente la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V. Actualmente, la disponibilidad de la maquinaria se encuentra en un 83% de su totalidad.

Recomendación

Se recomienda que en el área de mantenimiento se genere una base digital de información que permita registrar las fichas de control para poder analizarlas de manera sencilla y rápida. Sin embargo, es necesario que la empresa evalúe diferentes modelos de información que le permitan no solo cumplir los requisitos sino además se encuentre dentro de su alcance económico.

Se debe de realizar un estudio para identificar la distribución física óptima dentro del área de mantenimiento. Este estudio debería incluir, las señalizaciones y restricciones de seguridad que se presentaran durante la intervención de las unidades.

Debido a la alta tendencias en el mercado del uso de transporte, es recomendable que la empresa analice la carga laboral de sus trabajadores en área de mantenimiento buscando la posibilidad de contratación de nuevos integrantes que eviten el desabastecimiento por mano de obra y recurrir nuevamente a la tercerización del servicio.

Bibliografía

- Aichlmayr, M. (01 de Octubre de 2009). *Material handling and Logistics*. Obtenido de <https://www.mhlnews.com/facilities-management/article/22034313/tpm-healthcare-for-equipment>
- BRASIL, S. (13 de Febrero de 2017). *Palestra TPM - Tokutaro Suzuki*. Obtenido de <https://youtu.be/AJU-DjeHw0I?si=a1T4vmSGf6Sb86Pu>
- Duffy, G. W. (2019). *Fundamentals of Medium/Heavy Duty Commercial Vehicle Systems*.

- Factoro. (02 de Marzo de 2023). *Factoro*. Obtenido de <https://factoro.mx/blog/tipos-de-camiones-de-carga/>
- Heavy-Duty, C. t.-a. (2010). *Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles*. Washington, D.C.: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS. Obtenido de https://www.google.com/sv/books/edition/Technologies_and_Approaches_to_Reducing/xzRkAgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=truck+tires+underinflated+%25+fuel&pg=SA5-PA31&printsec=frontcover
- Lluís, C. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona, España: Profit Editorial. Obtenido de https://www.google.com/sv/books/edition/TPM_en_un_entorno_Lean_Management/n5qUDVbPA6wC?hl=es-419&gbpv=1&dq=tpm+lean+%25&pg=PA47&printsec=frontcover
- Moubray, J. (2001). *RCM II*. New York: Industrial Press Inc.
- Perret, R. (2021). *El Gen Exitoso*. México.

Anexos

Anexo A. Auditoria 5S elaborada para la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

Checklist de auditoria de Lean 5S											
Area auditada / Turno				Nota final							
Supervisor del área				Auditoria mensual							
Empleado entrevistado:				Auditoria trimestral							
Miembros del equipo auditor				Auditoria anual							
Fecha de realización						Ponderación					
						0	1	2	3	4	5
1	CLASIFICAR: ¿Hay partes o artículos no necesarios en el área?										
	Comentario # 1:										
2	ORDENAR: ¿Los artículos que se necesitan tienen una ubicación conveniente, lugares designados visualmente?, Cuando no están en uso, ¿son devueltos a su lugar?										
	Comentario # 2:										
3	LIMPIAR: ¿Están limpias las máquinas, las estaciones de trabajo, los pisos, las paredes y todos los artículos de la zona, libres de desorden y debidamente bajo mantenimiento?, ¿Se han postestado listas de verificación y están actualizados?										
	Comentario # 3:										
4	ESTANDARIZAR: El equipo ha establecido y documentado los estándares para clasificar, ordenar y limpiar (lista de verificación). ¿Se están siguiendo, revisando y mejorando las normas actuales?										
	Comentario # 4:										
5	MANTENER LA DISCIPLINA: ¿Se ha implementado y está funcionando correctamente el programa Clasificar- ordenar- limpiar-estandarizar? ¿Se han publicado y se han utilizado para mejorar las auditorías pasadas?										
	Comentario # 5:										
6	Controles Visuales: ¿Están las ayudas visuales en uso, actualizadas y efectivas para reportar cómo está funcionando el área, qué problemas están ocurriendo y qué mejoras se están haciendo?										
	Comentario # 6:										
7	Seguridad: ¿Están las prácticas seguras de trabajo en el lugar (decreto 254, ley de prevención de riesgos, normativa del fabricante) y se cumplen?										
	Comentario # 7:										
8	Trabajo estándar: ¿Existen instrucciones y estándares de trabajo para el área? Están impresos, en uso, cumplidos, entendidos y actualizados regularmente?										
	Comentario # 8:										
9	Flujo Continuo: ¿Se ha establecido flujo continuo donde ha sido posible? ¿Se mueve la línea a un ritmo constante basado en el tiempo Takt? ¿Se establecen y siguen los niveles de estándar WIP (trabajo en proceso)?										
	Comentario # 9:										
10	Entrenamiento cruzado - Rotación de trabajo: Los colaboradores son expertos en muchos trabajos o tareas diferentes en el área y fuera de ella. ¿Están documentadas estas habilidades en una matriz de habilidades? ¿Hay una programación de rotación en los puestos de trabajo?										
	Comentario # 10:										
11	Calidad: ¿Existen conceptos de control de calidad en el lugar? ¿Existe evidencia de seguimiento de defectos u otro registro de procesos? ¿Se han publicado las métricas? ¿Se abordan, comunican y dirige esfuerzo y atención a los defectos, no sólo se transfieren?										
	Comentario # 11:										
12	Flujo de Material: ¿Se reponen las piezas o partes cuando son necesarias, donde se necesitan, en las cantidades necesarias, y se presentan al operador según se requiera sin interrupción?										
	Comentario # 12:										
13	Liderazgo Lean: Es un sistema de gestión Lean que utiliza: 1. Trabajo estándar del líder 2. Controles visuales 3. Responsabilidad diaria 4. Disciplina.										
	Comentario # 13:										
14	Participación de los colaboradores: ¿Los colaboradores participan activamente en los esfuerzos de mejora continua (equipo de 5S, tablero de ideas, causa raíz de desviaciones, talleres de solución de problemas, etc.)?										
	Comentario # 14:										
15	¿Otras Herramientas Lean o Comentarios Generales? ¿Existen otros Conceptos Lean, principios o herramientas implementados en el área? ¿Cómo han mejorado el rendimiento estas herramientas?										
	Comentario # 15:										
						0	1	2	3	4	5
						Ponderación					

Anexo B. Hoja de diagnóstico de RCM para TRANSYDISA, S.A. DE C.V.

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

Aspectos Generales			
1	¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento?		
	Sí, es un departamento independiente con su propio Gerente	3	
	Si, está dentro de la estructura de Operaciones/Producción	2	
	No cuenta con área de mantenimiento	1	
2	¿Cuenta la organización con una área, grupo o departamento de Ingeniería/Proyectos?		
	Sí, es un departamento independiente con su propio Gerente	3	
	Si, está dentro de la estructura de Operaciones/Producción/Mantenimiento	2	
	No cuenta con área de Ingeniería/Proyectos	1	
3	¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Confiabilidad/Mejora Continua?		
	Sí, es un departamento independiente con su propio Gerente	3	
	Si, está dentro de la estructura de Operaciones/Producción/Mantenimiento	2	
	No cuenta con área de Confiabilidad	1	
4	¿La organización cuenta con un documento que describa los objetivos estratégicos, política, valores, misión, visión y se han derivado del mismo, las políticas o estrategias de mantenimiento?		

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

	Sí, es de conocimiento por parte de mantenimiento y se ha usado para construir las estrategias de mantenimiento y confiabilidad	3	
	Si se cuenta con eso, pero no es de amplio conocimiento por parte de mantenimiento	2	
	No se tiene	1	
5	¿La organización cuenta con una métrica estandarizada de criticidad, que haya sido validada por todas las partes interesadas (operaciones, mantenimiento, procura-compras, ingeniería, etc.)?		
	Si, se tiene un procedimiento estandarizado de análisis de criticidad validado transversalmente	3	
	Si se tiene una lista de criticidad, pero ha sido desarrollado por una persona o un departamento	2	
	No se tiene	1	
6	¿La organización cuenta con un cuadro de KPI's que sean comunes a todas las áreas?		
	Si, los KPI's comunes se han derivado de los objetivos estratégicos y son comunes para todas las áreas	3	
	Si se cuentan con KPI's, pero se dividen por departamentos	2	
	No se tienen KPI's	1	
7	¿Mide la organización el indicador OEE?		

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

	Si, se mide y se analiza regularmente. Se derivan de este análisis decisiones	3	
	Se ha medido, pero no regularmente	2	
	No se mide	1	
8	¿Se cuenta con un caso de negocio, que justifique técnica y económicamente las razones por las cuales, es necesario invertir recursos en implementar técnicas de mejora de la confiabilidad (RCM, FMECA, Análisis estadístico, monitoreo de condición, RCA, etc.)?		
	Si, se ha desarrollado una justificación técnica y económica	3	
	Se ha desarrollado una justificación técnica pero no económica	2	
	No se ha desarrollado un caso de negocio	1	
9	¿Se cuenta con una estrategia integral de mejora de desempeño de activos?		
	Si, se ha desarrollado una estrategia organizacional que involucra a TODAS las áreas	3	
	Se cuenta con una estrategia documentada, que es desarrollada por Mantenimiento	2	
	Hay iniciativa, pero no se ha definido una estrategia	1	

Gestión de Mantenimiento

10	¿La organización cuenta con un Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento?
----	---

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

	Si, está 100% implementado (sistema de OT, interfase con DB de almacén, KPI's)	3	
	Sí, pero está implementado parcialmente	2	
	No se cuenta con un CMMS	1	
11	¿La organización cuenta con un proceso implementado, y documentado de Planificación-Programación y ejecución del mantenimiento?		
	Sí, es un proceso maduro (toda OT es 100% planificada, con instrucciones de trabajo, recursos, materiales, repuestos, herramientas, etc.	3	
	Sí, pero no toda OT se planifica al 100% (solo se incluye una descripción, pero no hay detalle de protocolos, instrucciones, etc.)	2	
	No, la planificación es incipiente o nula. Se realizan muchos trabajos sin OT, o sin planificar	1	
12	¿La organización cuenta con un plan de tareas preventivas para sus activos críticos?		
	Sí, se tiene un balance de 70%-30% Preventivo a Reactivo	4	
	Sí, se tiene un balance de 50%-50 Preventivo a Reactivo	3	
	Sí, se tiene un balance de 30%-70% Preventivo a Reactivo, o menor	2	
	No se tiene un plan de mantenimiento preventivo, o no se ha podido implementar bien	1	
13	¿La organización cuenta con un programa de manejo de prácticas de lubricación?		

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

	Sí, se tiene un programa de lubricación (selección de lubricante, aplicación, control de contaminación, optimización de aplicaciones)	3	
	Sí, se tiene un programa de lubricación, pero con deficiencias. Se tienen muchos problemas de contaminación y fallos por falta de lubricación	2	
	No se tiene un programa de lubricación	1	
14	¿La organización cuenta con un programa de cuidado de activos basado en limpieza, calibración, ajustes?		
	Sí, se aplican rutinas de cuidado basado en el operador	3	
	Sí, pero es esporádico	2	
	No existe un programa de cuidado proactivo de activos	1	

Habilitadores de Analítica de Confiabilidad

15	¿El sistema de recolección de datos sobre fallos es adecuado. ¿Se registran todos los datos de fallo con precisión?		
	Sí, cada fallo que ocurre se registra de forma precisa, incluyendo tiempos, modo y causa de fallo, asociado al elemento taxonómico de manera correcta	3	
	Se recolectan datos de fallo, pero no se tiene mucha confianza en la información	2	
	No se recolectan datos o se recolectan solamente algunos	1	

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

16	¿Todo nuevo material, repuesto o activo, se revisa contra especificaciones o se realizan pruebas antes de aceptarlo?		
	Sí, hay protocolos para revisar nuevos repuestos o materiales o se hacen pruebas de aceptación cuando se va a recibir nuevos activos. Las pruebas son conducidas por expertos	3	
	Se hace una revisión breve y poco estructurada	2	
	No se tiene un protocolo definido, se hace lo que se puede, de acuerdo con el criterio de la persona a cargo	1	
17	¿Existe un procedimiento de gestión de cambios?		
	Si existe. Todo cambio o mejora, detona una serie de revisiones en la documentación (Lista Maestra de Activos, Manuales, bases de datos de repuestos, tareas de mantenimiento, etc.)	3	
	Se envían y mails o comunicados anunciando la mejora	2	
	No existe	1	
18	¿Existe entrenamiento sobre técnicas de monitoreo de condición?		
	Si, existe al menos una persona con conocimiento avanzado de monitoreo de condición, con certificaciones	3	
	Se han impartido entrenamientos introductorios esporádicamente	2	
	No hay entrenamiento ni experiencia en monitoreo de condición	1	

Diagnóstico de RCM, CBM Y Predictivo para TRASYNDISA, S.A. DE C.V.

Instrucciones:

Asigne un puntaje en respuesta a cada pregunta guiándose con el criterio indicado. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Cuenta la organización con un área, grupo o departamento de Mantenimiento? Si la respuesta es: "No cuenta con área de mantenimiento", asigne un 1 en la celda de la columna F (coloreada en amarillo).

*Tabla de ponderaciones y puntajes está al final de este formulario.

Elemento de Madurez	Puntaje asignado
---------------------	------------------

19	¿Existe entrenamiento sobre dispositivos de protección y/o redundantes?		
	Sí, existe al menos una persona experta en sistemas de protección y búsqueda de fallos ocultos	3	
	Se han impartido entrenamientos introductorios esporádicamente	2	
	No hay entrenamiento ni experiencia en sistemas de protección	1	

Evaluación:

Criterios	Base	Puntaje obtenido	Porcentaje obtenido
Aspectos generales	27		
Gestión de mantenimiento	16		
Habilitadores de analítica de confiabilidad	15		
Porcentaje de evaluación			

Porcentaje obtenido	Situación actual y recomendación
Puntaje general menor a 60%	Es necesario abordar el soporte permanente a la gestión de confiabilidad y consolidar prácticas de mantenimiento con el propósito de reducir el fallo infantil, error humano, y la eliminación de defectos antes de plantear metodologías de analítica de confiabilidad. No se recomienda RCM en la empresa TRANSYDISA, S.A. DE C.V.
Puntaje general entre 60%-80%	Es posible desarrollar un análisis piloto para que el grupo de confiabilidad tenga una primera toma de contacto con el desafío y las exigencias de una metodología de analítica del nivel de rigurosidad de RCM. Se recomienda identificar un sistema con cierto nivel de criticidad, del que el grupo tenga un profundo conocimiento de los "primeros principios".
Puntaje mayor a un 80%	La metodología RCM puede ser implementada con un nivel de riesgo razonablemente bajo, siempre y cuando la organización identifique y destine los recursos necesarios para el éxito.

Observaciones:

Nombre de quien elabora hoja	Fecha y hora	Firma

Anexo C Herramienta de análisis

Diagrama de flujo

Este es un proceso de una serie de acciones que se efectúan para producir un resultado específico. Un flujograma del proceso es una ilustración gráfica de éste, que revela la relación entre las tareas.

Propósito y Beneficio: Los flujogramas del proceso son herramientas de comunicación que ayudan a definir y comprender el proceso. Ayudan a identificar los puntos críticos en el proceso en los que ocurren los problemas y en los que es preciso recabar más información. En la presentación gráfica es más fácil de comprender un proceso que en uno escrito.

Pasos: La construcción de un flujograma del proceso supone varios pasos:

Identificar y dar nombre al proceso. Ser lo más específico que sea posible respecto al área que se desea mejorar o corregir. Por lo general, es mejor comenzar con un área amplia y luego orientarse en los pasos en particular a medida que se desarrolla el flujo.

Especificar el propósito, alcance, insumos y resultados del proceso. El propósito dice lo que se supone que deberá hacer el proceso. El alcance queda determinado por los puntos de inicio y terminación del flujo del proceso. Los insumos son la información sobre materiales que fluyen hacia el proceso en el punto de inicio. Los resultados son la información sobre los materiales que pasan más allá del punto de conclusión.

Determinar el nivel de detalle. Las claves para alcanzar el nivel correcto de detalle son la cuidadosa identificación del proceso y la razón para ejecutar el flujograma.

Determinar las bases del flujograma. Preguntar qué se desplaza través del proceso. Algunos ejemplos son materiales (partes, equipo), información (ideas, comunicaciones) y personas. Después, los demás encontrarán más fácil las relaciones del proceso.

Enumerar los pasos del proceso. Enumerar todos los pasos en orden cronológico. A veces más fácil hacerlo hacia atrás. Es posible enumerar los pasos en notas auto adheribles y colocarlas cuando se consideren los pasos intermedios. El primer flujograma del proceso deberá reflejar el proceso tal como es. Durante la fase de interpretación es posible rediseñar el proceso como debiera ser. Agregar símbolos, flechas y flujos múltiples. Los símbolos son útiles; pueden ayudar a las personas a percibir el tipo de actividad que ocurre.

Símbolo	Descripción
	Marca de inicio y fin de proceso
	Pasos del proceso
	Conectores
	Puntos de decisiones

Las flechas conectan cada actividad y deben apuntar en una sola dirección. Flujos múltiples ocurren los puntos de decisión. Si una condición se satisface, haga el siguiente paso. Si no satisface, haga un paso alternativo.

Verificar el nivel de detalle. Si el flujograma no ayuda a comprender los procesos lo bastante bien para mejorar el proceso o corregir el problema, entonces agregar más detalles. Tal vez sea necesario detallar sólo algunos pasos.

Identificar al titular, clientes y proveedores. Identificar al titular es importante, ya que este tiene la capacidad o la autoridad para hacer los cambios que requieran, además de dirigir el proceso de principio a fin para asegurar un desempeño global óptimo. Los requerimientos del cliente son la principal fuerza impulsadora del proceso. El cliente es quien recibe los resultados del diagrama. La identificación del proveedor permite detectar la fuente de información que se emplea en el proceso. El proveedor podrá ser interno o externo.

Dar un título al flujograma del proceso. El título de la gráfica será de especial utilidad para quienes revisen la gráfica.

Recolección de Datos

Este se refiere a un sistema de recolección de datos que se enfoca en obtener información de forma estructurada. Este permite trabajar como un sistema completo de recolección de datos proporcionando datos relevantes, precisos, comprensibles y completos, y que responda a las siguientes preguntas:

- ¿Por qué se recaban los datos?
- ¿Qué datos se deberán recabar?
- ¿En qué parte del proceso deberán recabarse los datos?
- ¿Cómo se realizarán las mediciones?
- ¿Cuándo, con qué frecuencia y durante cuánto tiempo se deberán recabar los datos?
- ¿Quién recabara e informara de los datos?
- ¿Qué forma se empleará para recobra los datos?
- ¿Se requiere algún tipo de capacitación?

Algunos formatos de recolección de datos pueden incluir hojas de verificación, gráficas y demás tipos de gráficas.

Propósito y Beneficio: Esta herramienta es utilizada como un método de recolección de datos para analizar los procesos, de modo que sea posible identificar, aclarar o corregir los problemas, medir los procesos para determinar la capacidad y controlar los procesos de manera que puedan operar en la forma que se espera.

Los pasos para utilizar la recolección de datos son los siguientes:

1. La creación de un sistema de recolección de datos supone varios pasos: Establecer la declaración del problema y el objetivo. Se debe responder a la pregunta, “¿Por qué se recolectan los datos?” Ser la más específico posible.
2. Enumerar las variables clave del proceso. Aquí se responde la pregunta, “¿Qué datos deberán recabarse?” Se identifican los aspectos del proceso que se desea medir. En este punto, las herramientas más útiles son el diagrama causa y efecto y el flujograma del proceso.
3. Revisar los datos disponibles. Buscar y evaluar cualquier data que pudiera estar disponible. Son posibles fuentes los registros previos, informes y personas conocedoras.
4. Determinar los datos adicionales que se requieren. En muchas situaciones, no se cuenta con los datos necesarios. Sin embargo, es posible obtener los datos de manera rutinaria durante las operaciones. Es posible desarrollar procedimientos sencillos para estas actividades rutinarias de recolección de datos. Cuando existen causas potenciales y es preciso determinar las específicas, entonces se pueden emplear experimentos controlados.

5. Diseñar procedimientos de recolección de datos. En este paso se decide el lugar, tiempo, frecuencia de la recolección de datos.

Diseñar formatos de recolección de datos

Al diseñar un formato de captura de datos debe de considera que posea las siguientes características:

- Título claro.
- Área de identificación.
- Instrucciones.
- Encabezados de hileras y columnas.
- Espacio adecuado para los títulos. Unidades de medición.
- Espacio para comentarios y totales.

Histograma

Esta es una herramienta que utiliza los gráficos de barras para presentar datos de variables continuas (es decir, para aquellos que pueden tomar cualquier valor dentro de un rango determinado) que se agrupan en clases.

Propósito y Beneficio: Es posible emplear histogramas para:

- Revelar una imagen de la distribución de datos que incluya el centro, la dispersión y la forma.
 - Comparar las distribuciones de datos con los requerimientos de especificación.
- Comparar las distribuciones de datos para distintos procesos, tiempos y equipos.

Los pasos para desarrollar un histograma son los siguientes:

- La construcción de un histograma implica varios pasos. Se supone que ya se tomaron decisiones respecto al problema, sus causas y categorías de defectos y que ya se recolectaron los datos con un sistema de recolección bien estructurado.
- Determinar el número de observaciones. Contar el conjunto de datos.
- Calcular el rango de los datos. Marcar los valores extremos, mayor y menor. Obtener la diferencia (rango) entre ambos.
- Calcular el número de clases (o barras). Una regla básica para el número de clases

es:

Ilustración 3 -Histograma – Cantidad de clases por población

Numero de Valores	Numero de Clases
20 – 50	5 – 7
50 – 100	6 – 10
100 – 250	7 – 12
250 – +	10 – 20

- Elegir la amplitud de cada barra. Después de determinar el número de clases, se divide el rango entre este número y se obtiene una amplitud provisional. Después, redondear dicha amplitud a un número conveniente: por ejemplo 1, 2, 5, 10 o 20.
- Elegir los límites de clase. Elegir los límites de clase de manera que no haya traslapes (por ejemplo, 1.00-1.99, 2.00-2.99, etc.) y que sean convenientes (clases coma 50-59, 60-69, etc., en vez de 46.5-56.4, 56.5-66.4, etc.)

- Determinar el número de observaciones para cada clase. Hacer anotaciones. Por la general es mejor anotar cada número en la lista en su clase en vez de tratar de llenar cada clase en forma individual.
- Dibujar, poner escalas y títulos a los ejes vertical y horizontal. Marcar y dar nombre al eje horizontal en intervalos equidistantes que cubren todas las clases. Marcar el eje vertical desde cero con los segmentos convenientes (por ejemplo 1, 100, 200, etc.). El eje vertical deberá permitir acomodar la clase de frecuencia más elevada.
- Dibujar las barras verticales para cada clase. La altura de la barra equivale a la frecuencia para la clase; la amplitud de las barras deberá ser igual.
- Poner título al histograma. El título deberá describir la gráfica al público y en que lapsos se recabaron los datos.