

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Aplicación de la metodología SMED para la mejora de la operatividad de las motoniveladoras modelo 24, marca Caterpillar, en una compañía minera extractora de cobre y zinc, 2022**

Jorge Humberto Juanito Cabrera

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Polhett Corali Begazo Velásquez  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 28 de Junio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA MEJORA DE LA OPERATIVIDAD DE LAS MOTONIVELADORAS MODELO 24 MARCA CATERPILLAR EN UNA COMPAÑÍA MINERA EXTRACTORA DE COBRE Y ZINC 2022

**Autores:**

1. JORGE HUMBERTO JUANITO CABRERA – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 14 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (10 PALABRAS): SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



\_\_\_\_\_  
Polhett Corali Begazo Velásquez  
Asesor de trabajo de investigación

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

El presente documento tiene por finalidad declarar adecuada y explícitamente el aporte de cada autor en la elaboración del trabajo de investigación:

Título:

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA MEJORA DE LA  
OPERATIVIDAD DE LAS MOTONIVELADORAS MODELO 24 MARCA  
CATERPILLAR EN UNA COMPAÑÍA MINERA EXTRACTORA DE COBRE  
Y ZINC 2022**

Yo: Jorge Humberto Juanito Cabrera – EAP. Ingeniería Industrial.

Declaro bajo juramento:

1. El trabajo de investigación es de mi autoría, dado que he participado en la ideación del problema, recolección de datos, elaboración y aprobación final del trabajo de investigación.
2. El trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. El trabajo de investigación es original e inédito, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, falta de probidad académica, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

28 de junio de 2024



\_\_\_\_\_  
Firma  
Jorge Humberto Juanito Cabrera

# APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA MEJORA DE LA OPERATIVIDAD DE LAS MOTONIVELADORAS MODELO 24 MARCA CATERPILLAR EN UNA COMPAÑÍA MINERA EXTRACTORA DE COBRE Y ZINC 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.continental.edu.pe](https://repositorio.continental.edu.pe)

Fuente de Internet

4%

2

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.unasam.edu.pe](https://repositorio.unasam.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

6

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

7

[otdi-colciencias.radcolombia.org](https://otdi-colciencias.radcolombia.org)

Fuente de Internet

<1%

8

[repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

|    |   |      |
|----|---|------|
| 9  | Submitted to UNIBA<br>Trabajo del estudiante  | <1 % |
| 10 | prezi.com<br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 11 | repositorio.ujcm.edu.pe<br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 12 | repositorio.unimagdalena.edu.co<br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 13 | Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola<br>Trabajo del estudiante                      | <1 % |
| 14 | Submitted to Universidad TecMilenio<br>Trabajo del estudiante                                 | <1 % |
| 15 | repositorio.uceva.edu.co<br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 16 | repositorio.urp.edu.pe<br>Fuente de Internet  | <1 % |
| 17 | Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD<br>Trabajo del estudiante | <1 % |
| 18 | redi.unjbg.edu.pe<br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 19 | repositorio.udh.edu.pe<br>Fuente de Internet  | <1 % |

|    |  |      |
|----|--|------|
| 20 | <a href="http://doaj.org">doaj.org</a><br>Fuente de Internet                               | <1 % |
| 21 | <a href="http://repositorio.utp.edu.pe">repositorio.utp.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 22 | <a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 23 | <a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 24 | <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 25 | Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru<br>Trabajo del estudiante            | <1 % |
| 26 | Submitted to Universidad Andina del Cusco<br>Trabajo del estudiante                        | <1 % |
| 27 | Submitted to Universidad Privada del Norte<br>Trabajo del estudiante                       | <1 % |
| 28 | <a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a><br>Fuente de Internet     | <1 % |
| 29 | <a href="http://repositorio.uned.ac.cr">repositorio.uned.ac.cr</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 30 | <a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 31 | <a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a>                 |      |

|    |   |      |
|----|---|------|
|    | Fuente de Internet  | <1 % |
| 32 | <a href="https://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 33 | <a href="https://issuu.com">issuu.com</a><br>Fuente de Internet                           | <1 % |
| 34 | <a href="https://lta.reuters.com">lta.reuters.com</a><br>Fuente de Internet               | <1 % |
| 35 | <a href="https://patents.google.com">patents.google.com</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 36 | <a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 37 | <a href="https://riaa.uaem.mx:8080">riaa.uaem.mx:8080</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 38 | Submitted to uniminuto<br>Trabajo del estudiante  | <1 % |

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo



## **ASESOR**

Mg.Ing. Polhett Coralí Begazo Velásquez.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por brindarme todo su apoyo, amor, confianza por sobre todas las cosas compartiendo nuevos e inolvidables momentos en mi vida. Especialmente porque estuvieron presentes en la evolución, desarrollo y culminación total de mi tesis.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia quienes han sido parte fundamental para su elaboración y culminación, por todo su apoyo y confianza dejándome cumplir mis objetivos personales y académicos.

## ÍNDICE

|   |       |
|---|-------|
| AGRADECIMIENTO.....                           | x     |
| DEDICATORIA.....                              | xi    |
| RESUMEN .....                                 | xviii |
| ABSTRACT .....                                | xix   |
| INTRODUCCIÓN.....                             | xx    |
| CAPÍTULO I .....                              | 1     |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....                | 1     |
| 1.1.    Planteamiento del Problema.....       | 1     |
| 1.2.    Formulación del Problema.....         | 2     |
| 1.2.1.  Pregunta General .....                | 2     |
| 1.2.2.  Preguntas Específicas .....           | 2     |
| 1.3.    Objetivos .....                       | 3     |
| 1.3.1.  Objetivo General.....                 | 3     |
| 1.3.2.  Objetivos Específicos .....           | 3     |
| 1.4.    Justificación.....                    | 3     |
| 1.4.1.  Justificación Práctica .....          | 3     |
| 1.4.2.  Justificación Económica .....         | 3     |
| 1.5.    Importancia .....                     | 4     |
| 1.6.    Delimitación.....                     | 4     |
| 1.6.1.  Delimitación Temporal.....            | 4     |
| 1.6.2.  Delimitación Espacial.....            | 4     |
| 1.7.    Hipótesis .....                       | 4     |
| 1.7.1.  Hipótesis General .....               | 5     |
| 1.7.2.  Hipótesis Específicas.....            | 5     |
| 1.8.    Variables .....                       | 5     |
| 1.8.1.  Descripción de Variables.....         | 5     |
| Aplicación de la metodología del SMED.....    | 5     |
| Operatividad .....                            | 5     |
| 1.8.2.  Operacionalización de Variables ..... | 6     |

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO II .....   | 8  |
| MARCO TEÓRICO .....   | 8  |
| 2.1. Antecedentes de la Investigación .....                           | 8  |
| 2.1.1. Antecedentes Internacionales.....                              | 8  |
| 2.1.2. Antecedentes Nacionales .....                                  | 9  |
| 2.1.3. Antecedentes Locales .....                                     | 11 |
| 2.2. Bases Teóricas.....  | 11 |
| 2.2.1. SMED.....  | 11 |
| a) Importancia del SMED .....   | 12 |
| b) Metodología del SMED .....   | 12 |
| c) Etapas del SMED .....  | 15 |
| 2.2.2. Operatividad.....  | 16 |
| 2.2.3. Sistemas de la Motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar..... | 17 |
| 2.2.4. Definición de Términos Básicos.....                            | 20 |
| CAPÍTULO III .....  | 23 |
| METODOLOGÍA.....  | 23 |
| 3.1. Método y Alcance de la Investigación.....                        | 23 |
| 3.1.1 Cuantitativo .....  | 23 |
| 3.1.2 Descriptivo.....  | 24 |
| 3.2. Diseño de la investigación.....                                  | 24 |
| 3.2.1 Diseño de la investigación .....                                | 24 |
| 3.3. Población y muestra.....   | 25 |
| 3.3.1 Población.....  | 25 |
| 3.3.2 Muestra .....   | 25 |
| 3.3.3 Muestra censal .....  | 25 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección De Datos.....             | 25 |
| 3.4.1 Técnicas de recolección de datos.....                           | 25 |
| 3.4.2 Instrumentos de recolección de datos .....                      | 26 |
| 3.5. Instrumentos de análisis de datos .....                          | 26 |
| CAPÍTULO IV .....   | 27 |

|  |    |
|--|----|
| DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS .....   | 27 |
| 4.1. Breve Descripción de la Empresa y sus Procesos.....                             | 27 |
| 4.1.1 Visión Misión .....  | 27 |
| 4.1.2 Sus valores.....   | 27 |
| 4.1.3 Su equipo de trabajo .....   | 28 |
| 4.2. Diagnóstico de la situación actual.....   | 28 |
| 4.2.1 Frecuencia de paradas y razón de fallas registradas.....                       | 29 |
| 4.2.2 Operatividad de las motoniveladoras en el último trimestre .....               | 30 |
| 4.2.3 Sistema de dirección fallas predominantes en motoniveladoras modelo<br>24..... | 33 |
| 4.2.4 Frecuencia de fallas sistema de dirección .....                                | 35 |
| 4.3. Análisis de causas con el diagrama Ishikawa.....                                | 35 |
| 4.3.1 Implementación del SMED .....  | 38 |
| 4.3.2 Resultados esperados por sistema.....  | 49 |
| 4.3.3 Resultados esperados por componente .....                                      | 50 |
| 4.3.4 Disponibilidad alcanzada del primer trimestre del año 2023 .....               | 52 |
| 4.3.5 Resultado comparativo de la confiabilidad entre los años 2022 y 2023 ...       | 52 |
| CONCLUSIONES.....  | 53 |
| RECOMENDACIONES .....  | 55 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 56 |
| ANEXOS .....   | 61 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables .....   | 7  |
| Tabla 2. Descripción de fallas por sistema y frecuencia .....                                | 30 |
| Tabla 3. Disponibilidad del último trimestre del año del 2022 y disponibilidad deseada. .... | 31 |
| Tabla 4. Disponibilidad calculada hora de parada y hora de operación .....                   | 31 |
| Tabla 5. Confiabilidad horas totales de operación y total de fallas.....                     | 32 |
| Tabla 6. Frecuencia de fallas sistema de dirección .....                                     | 35 |
| Tabla 7. Se muestra las fallas registradas por sistemas y su frecuencia .....                | 50 |
| Tabla 8. Se muestra las fallas registradas por componente y su frecuencia....                | 51 |
| Tabla 9. MTBF aplicando SMED primer trimestre del año 2023 .....                             | 51 |
| Tabla 10. Comparación de trimestral de MTBF aplicando SMED .....                             | 52 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. <i>Desarrollo de tareas externas aplicando la metodología SMED (Single Minute Exchange of Dies) en la Fórmula 1.</i> .....   | 14 |
| Figura 2. <i>Desarrollo de tareas internas aplicando la metodología SMED (Single Minute Exchange of Dies) en la Fórmula 1.</i> .....   | 14 |
| Figura 3. <i>Representación de las etapas del SMED.</i> .....  | 16 |
| Figura 4. <i>Motoniveladora Marca Caterpillar modelo 24.</i> .....   | 17 |
| Figura 5. <i>Motor Diesel modelo C27</i> .....   | 18 |
| Figura 6. <i>Transmisión planetaria de la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar.</i> .....  | 18 |
| Figura 7. <i>Divisor de par</i> .....  | 19 |
| Figura 8. <i>Tren de dirección delantero</i> .....   | 19 |
| Figura 9. <i>Vertedera de hoja</i> .....   | 20 |
| Figura 10. <i>Ripper o desgarrador.</i> .....  | 20 |
| Figura 11. <i>Se muestra la Frecuencia de paradas y razón de fallas en las motoniveladoras 24 marca Caterpillar.</i> .....   | 29 |
| Figura 12. <i>En la gráfica de barras se aprecia la disponibilidad real barra azul 80.9%, disponibilidad estimada barra naranja 83.9%, tiene una diferencia de 3% menor a la estimada.</i> ..... | 31 |
| Figura 13. <i>MTBF y su tendencia del último trimestre del año 2022.</i> .....   | 32 |
| Figura 14. <i>Desgaste prematuro rotula cilindro de dirección por material abrasivo generado por la rotura del guardapolvo.</i> .....  | 33 |
| Figura 15. <i>Daño del arnés eléctrico por presencia de material abrasivo (barro) sobre el cilindro de dirección.</i> .....  | 34 |
| Figura 16. <i>Cilindro de dirección descolgado tras la caída de la rótula de dirección</i> .....   | 34 |
| Figura 17. <i>Cilindro de dirección reparado sin tener instalado la rótula de dirección</i> .....  | 35 |
| Figura 18. <i>Se presenta las fallas registradas y su frecuencia en las motoniveladoras modelo 24.</i> .....   | 35 |
| Figura 19. <i>Diagrama de Ishikawa, análisis de eventos y fallas en el sistema de dirección que generan paradas en las motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar.</i> .....                    | 37 |
| Figura 20. <i>Diagrama analítico de procesos (DAP). Reparación en taller por la falla del cilindro de dirección sin disponibilidad de rotula de dirección.</i> .....                             | 39 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 21. Diagrama analítico de procesos (DAP) reparación en taller por la falla del cilindro de dirección con disponibilidad de rotula de dirección. ....                     | 40 |
| Figura 22. Diagrama analítico de procesos (DAP) reparación en Mina por la falla del cilindro de dirección con disponibilidad de rotula de dirección. ....                       | 41 |
| Figura 23. Diagrama analítico de procesos (DAP) reparación en Mina por la falla del cilindro de dirección sin disponibilidad de rotula de dirección.....                        | 42 |
| Figura 24. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección en el taller de mantenimiento .....                        | 43 |
| Figura 25. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección sin rotula de dirección en el taller de mantenimiento..... | 44 |
| Figura 26. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección en mina. ....  | 45 |
| Figura 27. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección sin rotula de dirección en mina.....                       | 46 |
| Figura 28. Metodología SMED, Etapa de transformación de tareas internas a externas en taller, en la falla del cilindro de dirección de las motoniveladoras modelo 24 .....      | 47 |
| Figura 29. Metodología SMED, Etapa de transformación de tareas internas a externas en trabajos en mina, en la falla del cilindro de dirección.....                              | 48 |
| Figura 30. Fallas registradas y su frecuencia en el primer trimestre del año 2023 como referencia a la operatividad de los equipos .....  | 50 |
| Figura 31. Fallas registradas y su frecuencia del primer trimestre del año 2023 por componente .....  | 50 |
| Figura 32. Confiabilidad y su promedio trimestral del 2023 después de la aplicación del SMED .....  | 51 |
| Figura 33. Disponibilidad en el primer trimestre del 2023 después de la aplicación del SMED.....  | 52 |

## RESUMEN

La presente investigación denominada “La aplicación de la metodología SMED para la mejora de la operatividad de las motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar en una compañía minera extractora de cobre y zinc 2022” tuvo como objetivo principal demostrar que la metodología SMED es aplicable también en la industria minera.

El objetivo general fue aplicar la metodología SMED para mejorar la operatividad de las motoniveladoras modelo 24, se tomó la referencia de la disponibilidad y confiabilidad para determinar la situación actual.

Se identificó la falla predominante y que afecta la operatividad de la flota de motoniveladoras, la implementación de la metodología SMED en la lógica de determinar la disponibilidad y mejorar la confiabilidad de sus resultados, al aumentar los trabajos externos (preparación) y disminuyendo los trabajos internos (trabajo con equipo detenido). Las etapas del SMED son: etapa preliminar, etapa de separación, etapa de transformación y etapa de reducción. Es así que, se pueden optimizar los tiempos de parada con un trabajo específico y de calidad.

La aplicación del SMED presenta resultados como la disminución de las paradas por fallas del equipo en el sistema de dirección al aplicar las etapas del SMED y la mejora en el tiempo de respuesta para la atención del equipo.

**Palabras claves:** SMED, operatividad, disponibilidad, confiabilidad.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research called "The application of the SMED methodology for the improvement of the operability of Caterpillar model 24 motor graders in a copper and zinc extraction mining company 2022" was to demonstrate that the SMED methodology is applicable in the mining industry as well.

The general objective was to apply the SMED methodology to improve the operability of the model 24 motor graders, the reference of availability and reliability was taken to determine the current situation.

The predominant failure that affects the operability of the motor grader fleet was identified, the implementation of the SMED methodology in the logic of identifying availability and improving reliability gives results, by increasing external work (preparation) and decreasing internal work (work with stopped equipment). The stages of SMED: preliminary stage, separation stage, transformation stage, reduction stage. Downtimes can be optimized with specific, quality work.

The application of the SMED gives its first results such as the reduction of stops due to equipment failures in the steering system by applying the stages of the EMED, the improvement in the response time for the attention of the equipment.

**Keywords:** SMED, operativeness, availability, reliability.

## INTRODUCCIÓN

La mediana y gran minería en el Perú enfrentan grandes retos para estar a la altura de este mundo globalizado. Se enfocan en mejorar sus procesos de forma continua para seguir siendo competitivos en el mercado mundial.

El proceso de extracción de cobre a tajo abierto es complejo y depende de varios factores, los cuales deben estar relacionados entre sí. En el área de operaciones, la flota de equipos pesados tiene como prioridad mover material, tanto mineral como desmonte, utilizando diversos equipos, cada uno cumpliendo una función vital para la operación. Ejemplos de la flota existente incluyen: perforadoras, palas hidráulicas, palas eléctricas, camiones de acarreo, cargadores frontales de gran tamaño, motoniveladoras, tractores de ruedas, tractores de cadena y equipos de apoyo (equipos menores) como compactadores. Todos estos equipos desempeñan una función esencial en el proceso operativo.

El área de mantenimiento es responsable de dar soporte y mantenimiento a los equipos en mina, utilizando modelos de gestión para optimizar sus procesos con mejora continua, siendo una parte integral del proceso productivo en la minería.

Para una mejor comprensión, se desarrolló la investigación en cuatro capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema, donde se presentan los objetivos, la justificación, importancia, delimitación, hipótesis y variables que nos permitirán investigar la tesis.

Capítulo II: Marco teórico, antecedentes y bases teóricas que darán sustento a la investigación.

Capítulo III: Metodología y sustento de la investigación, mostrando la viabilidad de la tesis.

Capítulo IV: Diagnóstico, análisis y resultados de la investigación, donde se redactan los resultados del análisis y la investigación.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos completan esta investigación.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento del Problema

Según García (2023), la minería ha sido el sector dominante en la economía peruana durante la última década, contribuyendo con el 10% del PBI, representando el 60% de las exportaciones y el 20% de la inversión extranjera directa, y siendo una de las principales fuentes de recaudación fiscal en el país. Los recursos económicos generados se distribuyen a través de las regiones mediante el canon, las regalías y los derechos de vigencia.

En una compañía minera extractora de cobre y zinc, se implementa una política de mantenimiento centrada en enfoques predictivos, preventivos y proactivos. Esto implica la implementación de sistemas, procesos y herramientas para diseñar y gestionar una estructura de mantenimiento que garantice la operatividad de los equipos involucrados y maximice la rentabilidad dentro del proceso productivo de la empresa.

Sin embargo, la motoniveladora modelo 24 de la marca Caterpillar en dicha compañía presenta fallas recurrentes, lo que resulta en paradas no programadas que afectan la disponibilidad y disminuyen la confiabilidad de la flota.

Todo trabajo no programado conlleva un costo mayor en reparaciones, debido a que requiere recursos adicionales como mano de obra, repuestos y tiempo. Además, genera descontrol en el proceso al utilizar recursos no asignados para esta tarea.

Estos equipos son utilizados en dos puntos críticos en el área de operaciones mina:

- Para la limpieza de las vías por donde circulan los camiones de acarreo. Estos camiones, al transitar, dejan caer una mínima parte del material transportado, lo que genera una condición de riesgo para los demás camiones que los siguen, ya que pueden originar cortes en las llantas que reducen su vida útil, o incluso dañarlas por completo, lo que detiene el equipo.
- Para mantener las vías limpias y reparar cunetas, permitiendo que el agua de lluvia se escurra lateralmente y las vías permanezcan niveladas, eliminando desniveles y deformaciones que dificulten el tránsito de los camiones de acarreo y otros equipos de la mina.

Para el área de operaciones mina, las paradas no programadas de estos equipos representan un retraso en el plan de minado, ya que la limpieza de las vías es fundamental para que los camiones de acarreo puedan desplazar su carga a través de la mina en el menor tiempo posible.

El área de mantenimiento mina es responsable de realizar el mantenimiento de estos equipos, garantizando su disponibilidad y confiabilidad para su operación en la mina.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Pregunta General**

¿La aplicación de la metodología SMED mejorará la operatividad de las motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar en una compañía minera extractora de cobre y zinc?

### **1.2.2. Preguntas Específicas**

- a) ¿Cuál será la situación actual en la disponibilidad y confiabilidad operacional de las motoniveladoras 24 marca Caterpillar?
- b) ¿Cuáles son las fallas que afectan la disponibilidad del equipo?
- c) ¿Cómo será la estrategia del SMED para lograr identificar la disponibilidad e incrementar la confiabilidad?
- d) ¿Qué resultados se obtendrán después de la aplicación de la metodología SMED?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Aplicar la metodología SMED para mejorar la operatividad de la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar en una compañía minera extractora de cobre y zinc.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la situación actual en la disponibilidad y confiabilidad operacional de las motoniveladoras 24 marca Caterpillar.
- b) Identificar las fallas que afectan la disponibilidad del equipo.
- c) Implementar la metodología SMED para identificar la disponibilidad e incrementar la confiabilidad.
- d) Evaluar los resultados que se obtendrán después de la aplicación de la metodología SMED.

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación Práctica**

La investigación permite elaborar una propuesta en el sistema de gestión dentro del mantenimiento preventivo el cual disminuirá el tiempo de paradas por falla y tiempo de paradas entre fallas.

Hernández (2014) enfatiza la importancia de la justificación práctica al señalar que toda investigación requiere ser validada por una persona. Todo estudio debe tener una justificación para que pueda entenderse el motivo de su desarrollo.

#### **1.4.2. Justificación Económica**

La aplicación de esta mejora en la disponibilidad y aumento de la confiabilidad proporcionará una mayor productividad al poder cumplir con las metas propuestas al reducir las paradas no programadas.

Arias (2021), en su tesis sobre la aplicación del SMED para la mejora de la productividad textil, indica que el trabajo de investigación se justifica económicamente porque impactará directamente en la producción al reducir costos y disminuir los desperdicios en el área textil. Se redujeron actividades internas por externas al adquirir herramientas eléctricas y desechar las herramientas mecánicas obsoletas, lo que se cuantifica en una reducción del 14.24%.

Prado (2018), en su tesis sobre la aplicación de la metodología SMED para la mejora de la productividad en el área de producción de una empresa, señala que al reducir el tiempo de desperdicios y mejorar la calidad de los procesos, los costos operativos se reducen y, con ello, se mejora la rentabilidad de la empresa.

La aplicación de la metodología SMED conlleva a reducir las actividades internas y aumentar la preparación de las actividades externas, lo que disminuye los sobrecostos de los trabajos no programados al minimizar los desperdicios. Esto mejora la productividad y reduce el costo de operatividad.

## **1.5. Importancia**

El desarrollo de esta investigación permitirá elaborar una propuesta en el sistema de gestión del mantenimiento preventivo para la empresa, lo que resultará en la disminución del tiempo de paradas por fallas y el tiempo entre paradas. Con el objetivo de mejorar la operatividad de la motoniveladora 24, se obtendrá una mayor productividad a un menor costo por mantenimiento al reducir las paradas no programadas y mejorar tanto la disponibilidad mecánica como la confiabilidad operacional.

## **1.6. Delimitación**

### ***1.6.1. Delimitación Temporal***

El periodo de tiempo donde se obtendrá y analizará la información es desde octubre a diciembre del 2022.

### ***1.6.2. Delimitación Espacial***

La delimitación se centra en el área de producción de una empresa extractora de cobre y zinc que se encuentra ubicada en la provincia de Huari en la región de Ancash.

## **1.7. Hipótesis**



### **1.7.1. Hipótesis General**

La metodología SMED mejorará la operatividad de la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar en una compañía minera extractora de cobre y zinc.

### **1.7.2. Hipótesis Específicas**

- El diagnóstico de la disponibilidad y confiabilidad nos indicará la situación actual.
- La situación actual se logrará identificar la disponibilidad y confiabilidad operacional de las motoniveladoras 24 marca Caterpillar.
- Se podrá implementar la metodología SMED para identificar la disponibilidad e incrementar la confiabilidad.
- La evaluación de los resultados demostrará la mejora en la operatividad de las motoniveladoras.

## **1.8. Variables**

### **1.8.1. Descripción de Variables**

#### **a. Aplicación de la metodología del SMED**

Según Muñoz (2022) en su publicación sobre Lean Manufacturing, enfocada en modelos y herramientas, la metodología SMED se desarrolló debido a la necesidad que tenía la empresa Toyota de reducir los tiempos en su principal proceso, la elaboración del molde de estampado, el cual define el tipo de vehículo a fabricar. Antes de la implementación de SMED, el cambio de este proceso tomaba 6 horas, mientras que sus competidores lo lograban en 4 horas. Después de la aplicación de la metodología SMED, el cambio se realizó en tan solo 10 minutos.

#### **b. Operatividad**

Según Arata (2009), la operatividad se refiere a la capacidad que tiene una industria, empresa o negocio para cumplir con su propósito principal a través de sus procesos, tecnologías y personas, dentro de los límites de su diseño y condiciones operacionales. Impulsa una mejora continua mediante el uso de metodologías y herramientas de diagnóstico para sostenerlo en el tiempo. La operatividad del equipo

se refiere a su capacidad para realizar la función para la que fue diseñado.

### **1.8.2. Operacionalización de Variables**

#### **a) Variable Independiente**

La aplicación de la Metodología SMED diseñada y aplicada por Shingeo Shingo por primera vez en la empresa Toyota siendo su objetivo principal reducir los tiempos de preparación, (tiempos más cortos de preparación) dentro de un proceso productivo.

Desarrollo 04 etapas:

1. Observar (Etapa preliminar)

Identifica el tipo de tarea que se está realizando y define cuales son Internos y Externos.

2. Identificar y Separar (Etapa de separación)

a. Tareas Internas.

Son aquellas que detiene la máquina o el proceso para realizar un cambio o reparación.

b. Tareas Externas.

Son aquellas que se realizan fuera de la máquina o proceso evitando que se detenga la producción.

3. Convertir (Etapa de transformación)

Se realiza una evaluación exhaustiva y se debe convertir la mayor cantidad de tareas internas en externas, siendo la parte fundamental del SMED.

4. Perfeccionar (Etapa de reducción)

a. Reducir tiempo de tareas internas

Uso de herramientas, procesos o movimientos que permitan realizar un trabajo en el menor tiempo con el equipo detenido.

b. Reducir tiempo de tareas externas

De la misma forma que las tareas internas con la diferencia que en esta etapa se realizará la preparación antes que el equipo o el proceso se detenga.

**b) Variable dependiente**

La operatividad de la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar está basado en:

1. La disponibilidad: Horas totales de mantenimiento entre horas de paradas + horas totales de mantenimiento.
2. La confiabilidad: Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) dividido en Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) más Tiempo Medio De Reparaciones (MTTR).

Tabla 1. Operacionalización de variables

| VARIABLE INDEPENDIENTE |                                |  |
|------------------------|--------------------------------|--|
| Metodología<br>SMED    | Actividades Externas<br>(A.E.) | Actividades Externas $A. E. = \frac{A.E.Actuales - A.E.Anteriores}{A.E.Anteriores}$                                      |
|                        | Actividades Internas<br>(A.I.) | Actividades Internas $A. I. = \frac{A.I.Anteriores - A.I.Actuales}{A.I.Anteriores}$                                      |
| VARIABLE DEPENDIENTE   |                                |  |
| Operatividad           | Disponibilidad                 | DISPONIBILIDAD = $\frac{Hrs\ Totales - Hrs\ de\ parada\ por\ Mantenimiento}{Hrs\ Totales}$                               |
|                        | Confiabilidad                  | MTBF = $\frac{Total\ Hrs.operacionales + Total\ Hrs\ de\ Retraso + Total\ Hrs.de\ Standby}{Cantidad\ Total\ de\ Fallas}$ |

Nota: En la variable independiente se aplicará las etapas del SMED y en la variable dependiente la disponibilidad y la confiabilidad.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

El mantenimiento, en general, está evolucionando hacia métodos más complejos debido a la creciente competitividad. Se está adoptando un enfoque más organizacional, generando nuevas metas y responsabilidades. La propuesta se refuerza con antecedentes internacionales, nacionales y locales, lo que permite darle validez a esta investigación.

##### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Pertuz (2018), en su tesis, desarrolla la metodología SMED con el objetivo de reducir los tiempos de aislamiento con la máquina de encapsulado y aumentar su productividad. Apoya su investigación utilizando la metodología de las 5 S para minimizar los desperdicios en los tiempos muertos. También aplica el diagrama de espagueti para determinar las demoras. La recolección de datos se apoya en un software donde la información se almacenó desde noviembre de 2016 hasta octubre de 2017. El tiempo estándar de encapsulado era de 240 minutos. Después de aplicar la metodología SMED, el tiempo de encapsulado se redujo a 150 minutos, siendo esta la meta que se debía alcanzar después del estudio. En sus conclusiones, determina cuatro objetivos específicos: El primero consiste en reducir los tiempos de aislamiento creando el diagrama de proceso. El segundo paso implica la grabación de un video,

tomando tiempos con un cronómetro y adicionando la información en un diagrama de espagueti para poder segregar las tareas internas de las externas. El tercero determina el diagrama de espina de pescado y define cuáles son las actividades internas y externas. El cuarto estandariza el proceso de encapsulado aplicando las técnicas desarrolladas.

Quiñones (2020), en su artículo sobre la reducción de defectos en el plateado de piezas, tiene como objetivo recomendar acciones que disminuyan los defectos en el proceso y mejorar la precisión en el área de Plating Shop. La aplicación de la herramienta DMAIC separa el proceso en etapas, utilizando técnicas de Six Sigma y Lean Manufacturing (herramientas de diagnóstico como Value Stream Map; herramientas operativas como 5S, SMED, TPM y Kanban; y herramientas de seguimiento como gestión visual y KPI). La implementación de estas técnicas, según el resultado analítico, indica una mejora del 52%, generando una mejora económica al crear un proceso sin errores y con uniformidad. La metodología propuesta ha sido aprobada, pero el entrenamiento no pudo iniciarse debido a la pandemia de COVID-19. Es decisión de la empresa aplicarla.

Pilco (2020) propone la herramienta SMED para reducir el tiempo de lavado de los jeans, aplicando la manufactura esbelta para eliminar los desperdicios. Utiliza técnicas como el diagrama ABC, flujo, estudio de métodos, cursogramas y estudio de tiempos para evaluar la eficiencia mediante el diagrama hombre-máquina. Mediante la observación, se determina que el tiempo estándar de lavado es de 79,68 minutos para un lote de 40 prendas. El resultado final muestra que la metodología SMED ayudó a reducir el tiempo de operación en el proceso de lavado a 73,40 minutos, lo que representa una disminución del 6,28% en tiempo y una mejora en productividad, con un tiempo de ciclo de 40,76 m/l, siendo menor al actual. Esto aumentó la productividad de 1,35 a 1,47 lotes/hora, con un porcentaje de mejora del 8,16%.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Carcausto (2021) propone un método hipotético-deductivo y una investigación cuantitativa, utilizando instrumentos de recolección de datos como la ficha de observación. La aplicación de la herramienta SMED busca incrementar la productividad, mejorando la eficiencia y

eficacia al disminuir los trabajos internos e incrementar los trabajos externos en el proceso productivo de arena fina y gruesa en la empresa Arica. Los resultados finales muestran un incremento positivo en la producción y una influencia positiva a nivel operacional, con un aumento en el tonelaje movido. La productividad en arena fina creció del 52.46% al 76.40%, y en arena gruesa, del 48.38% al 74.47%. La eficiencia en arena fina aumentó del 72.60% al 85.93%, y en arena gruesa, del 75.10% al 88.50%. La eficacia en arena fina aumentó del 72.11% al 88.85%, y en arena gruesa, del 64.33% al 84.11%.

Pérez (2020) propone incrementar la productividad en la línea de enmallado de palta fresca con la metodología SMED, midiendo la eficiencia y eficacia. Sus resultados concluyen que el indicador de productividad para la eficacia es del 95% y para la eficiencia es del 110%. Inicialmente, el proceso de enmallado de la palta fresca demoraba 1013 segundos, pero se redujo a 465 segundos aplicando la metodología SMED. La productividad mejoró, con la eficacia incrementando en un 2.7% (del 95% al 97.6%) y la eficiencia reduciéndose en un 6.4% (del 110% al 104%), lo cual significa una reducción en los tiempos de procesamiento.

Tapia (2022), en su tesis sobre el estudio de diseño implementando la metodología Lean Manufacturing en el mantenimiento preventivo de los camiones 794 AC, indica que la investigación es cuantitativa, documentada y monográfica. Utiliza las técnicas VSM (Value Stream Mapping) y AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Fallas), las cuales aumentan la productividad y reducen los excesos de movimientos, tiempos muertos y doble trabajo. Concluye que los tiempos medios de falla disminuyen a través del SMED, y que la implementación de la metodología 5S mejora el orden y limpieza. La metodología permite reducir el mantenimiento preventivo estándar de 14 horas a 7.25 horas, mejorando la disponibilidad. Concluye que el proyecto es económicamente viable y recomienda a la empresa aplicar dicha metodología a las otras flotas bajo su jurisdicción.

Elías (2020), en su tesis sobre la optimización de la productividad con la herramienta Lean Manufacturing (KAIZEN, VSM, 5S, SMED, TPM y

JIDOKA) en una fábrica de calzado, también usa la técnica de revisión documental o bibliográfica y la ingeniería de métodos para el análisis de datos. En el proceso, encuentra fallas de supervisión, mecánica y reprocesos, evidenciando un proceso desorganizado. Aplicando las técnicas de Lean Manufacturing, propone mejoras en el proceso, donde la demanda inicial era de 10 pares de calzado en 18.5 horas, pero solo se producían 6 pares al día, no cumpliendo las entregas. La viabilidad del proyecto se demuestra con un TIR superior a la tasa de descuento, un VAN positivo y un tiempo de retorno de 33 días. Sugiere continuar con la línea de investigación y complementar la información asociada al proceso productivo, manteniendo una auditoría como control para problemas que puedan presentarse.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

García (2022) presentó en su tesis un estudio sobre la planificación estratégica y su influencia en la productividad de una empresa de transporte. Utiliza técnicas de recopilación de datos aplicando encuestas y cuestionarios, analizados con el software Excel 2019 y el paquete estadístico SPSS versión 25. La investigación se basa en un enfoque cuantitativo probatorio secuencial y se valida con el uso de la medición numérica y el análisis estadístico. Se establece que los factores que componen la planificación, como el diseño, la implementación, el monitoreo y la evaluación, son clave para aumentar la competitividad y disminuir costos. Durante el periodo 2022, se encontró que el grado de correlación entre la planificación estratégica y la productividad fue de 0.388, confirmando una relación positiva y moderada. La significación se determinó mediante la correlación de rho Spearman, con un valor  $p = 0.044$ , siendo  $p < 0.05$ , en una muestra de 26 empleados de la empresa estudiada. Esto demuestra que existe una relación significativa entre la planificación y la productividad, siendo estos factores clave para el aumento de la competitividad.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. SMED**

El SMED, cuyas siglas en inglés significan Single Minute Exchange of Die, es un sistema que nació con la necesidad de complementar la teoría del JIT (Just inTime) que tenía Toyota. Es parte esencial de las

estructuras con mejora continua en muchas organizaciones industriales, mineras, marítimas y, principalmente, en las manufactureras. Es un método muy efectivo que, cuando se aplica, reduce los tiempos de trabajo. Un ejemplo es el cambio de troqueles de estampado con prensas accionadas hidráulicamente, lo que permite cambiar de modelo de vehículo en reparación o cambiar de matriz en la industria dentro de la producción (Muñoz, 2022).

Shingo (1992) desarrolló el sistema metodológico SMED, que alcanzó gran éxito debido a su facilidad de implementación y la rapidez de sus resultados. Los cambios útiles que se introducen ayudan a mejorar los tiempos de productividad. Los equipos pueden detenerse, pero nuestros trabajadores no. Shingo tuvo una gran experiencia e influencia profesional en Estados Unidos, donde dio a conocer sus teorías manufactureras e industriales.

#### **a) Importancia del SMED**

Pertuz (2018), en su tesis, analiza la importancia del SMED y cómo favorece la reducción de los tiempos de aislamiento en las máquinas encapsuladoras de una farmacéutica. En los objetivos, mantiene de forma ordenada los pasos de desarrollo para identificar los trabajos internos y externos involucrados en cada etapa. Esto permite segregar las actividades y estandarizarlas, logrando evidenciar una reducción en los tiempos de aislamiento y mejorando la operatividad del proceso.

Pilco (2020), en su estudio de tesis sobre la reducción de tiempos para el lavado de jeans, propone implementar el SMED en el proceso de lavado para los lotes de prendas. Su objetivo es establecer un nuevo proceso de lavado y aumentar la producción, basado en la eliminación de procesos y transportes innecesarios.

#### **b) Metodología del SMED**

Tapia (2022) mencionó que la metodología del SMED consta de los siguientes pasos:

- 1) Investigar.
- 2) Conformar un plan de trabajo.
  - I. Equipo informático.



## II. Lugar de trabajo.

3) Analizar el tipo de investigación que desarrollara el SMED.

4) Separar lo externo de lo interno.

5) Convertir lo interno en externo.

6) Reducir los tiempos en las actividades internas.

7) Seguimiento del nuevo estándar aplicado.

I. Registrar el nuevo estándar.

II. Registrar el tiempo de ejecución sobre la actividad actual.

III. Registrar las desviaciones al proceso actual.

Muñoz (2022), de la Universidad Tecnológica de Pereira en Colombia, en su libro "Lean Manufacturing Modelos y Herramientas", sostiene que al adoptar esta cultura, el sistema productivo de cualquier empresa mejorará notablemente.

Enfocan y desarrollan su trabajo en dos grupos:

1) Mejora de eficiencia y productividad.

2) Gestión flujo de producción.

La metodología SMED ha demostrado ser altamente efectiva en la mejora de la productividad cuando se implementa adecuadamente, ya que elimina los desperdicios y optimiza los tiempos de trabajo.

Un ejemplo claro se observa en la Fórmula 1. Cuando un monoplace entra a los boxes (área de mantenimiento y suministros), es atendido por varios mecánicos simultáneamente, cada uno con una función específica. Cada tarea realizada asegura que los puntos vitales del vehículo sean revisados, reemplazados o calibrados, permitiendo que el coche vuelva a la competencia en tan solo unos pocos segundos, garantizando su funcionamiento óptimo para una competencia de alto rendimiento.

Las competencias de Fórmula 1 evidencian cómo el SMED puede evolucionar y modificar la forma de hacer las cosas. En la década de 1950, un monoplace tardaba en promedio 60 segundos en un pit stop. Actualmente, los tiempos de parada se han reducido significativamente, siendo más eficientes y precisos, con promedios de hasta 2 segundos. Este avance no solo se debe a nuevos

accesorios, herramientas o al entrenamiento y práctica de los mecánicos, sino también a una mejora constante en la gestión del mantenimiento. Esta gestión busca mejorar continuamente los procesos con tecnología, prolongar el ciclo de vida de los componentes nuevos y aumentar la mantenibilidad, relegando la reparación a un segundo plano debido a su menor confiabilidad para un alto rendimiento.



Figura 1. Desarrollo de tareas externas aplicando la metodología SMED (Single Minute Exchange of Dies) en la Fórmula 1.



Figura 2. Desarrollo de tareas internas aplicando la metodología SMED (Single Minute Exchange of Dies) en la Fórmula 1.

## **c) Etapas del SMED**

### **1. Etapa Preliminar**

Prado (2018) menciona que en esta etapa se distingue el trabajo interno, que se realiza cuando el equipo está detenido, del trabajo externo, que se lleva a cabo cuando el equipo está en funcionamiento. No se diferencia entre las preparaciones externas e internas. Se debe hacer un seguimiento dentro de la operación para conocer cuál es su función y cómo se aplican sus procesos.

### **2. Etapa de Separación**

Arias (2021) determina que las labores preliminares deben de diferenciarse en un cambio de operación y distinguir de internas y externas.

#### **I. Tareas Internas**

Se realizan cuando el equipo o la operación está detenida.

#### **II. Tareas Externas**

Se realizan cuando el equipo o la operación está en funcionamiento.

Lo más importante en la etapa de separación es diferenciar la tarea interna y externa, mientras más detallada sea la diferenciación mejor será los resultados esperados del SMED.

### **3. Etapa de Transformación**

Castro (2019) explica que en esta etapa se debe determinar la transformación de las operaciones internas a externas y eliminar dichas actividades para evitar pérdidas. Por lo tanto, es importante identificarlas y eliminarlas.

Dos conceptos importantes adjuntamos:

- Reevaluación de operaciones si algunas operaciones internas están erróneas.

- Búsqueda de maneras, formas, diseño, cambio tecnológico para que se pueda convertir en operaciones externas.

#### 4. Etapa de Reducción

Chávez (2019) indica que se pueden perfeccionar los aspectos técnicos de las operaciones mediante trabajos paralelos, mejoras en ingeniería y la eliminación de ajustes innecesarios. Todos estos cambios pueden reducir e incluso eliminar las tareas internas y externas. Dentro del SMED, es necesario eliminar la mayor cantidad posible de tareas internas, mientras que las tareas externas deben ser preparadas con rapidez y precisión.

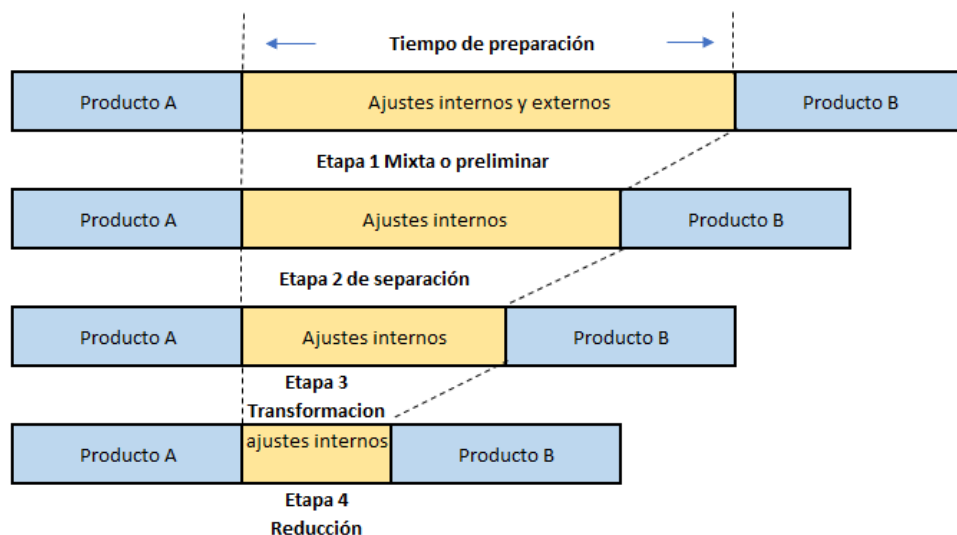


Figura 3. Representación de las etapas del SMED

Nota: Adaptado de Calidad Total Calidad Total:

[ctcalidad.blogspot.com/2016/07/paraqué-se-utiliza-el-amfe-análisis.html](http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/paraqué-se-utiliza-el-amfe-análisis.html)

#### 2.2.2. Operatividad

- **Disponibilidad**

Mitma (2019) explica que un sistema o subsistema tiene la capacidad de desarrollar una función requerida en condiciones determinadas en un momento señalado o solicitado.

- **Confiabilidad**

Fernández (2022) define como la capacidad, aptitud de un sistema o elemento que tiene la capacidad de realizar una función en un periodo de tiempo determinado considerando una operatividad absoluta.

### **2.2.3. Sistemas de la Motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar**

Se describe una motoniveladora utilizando como referencia la marca Caterpillar Inc. Latinoamérica - español / 2023 Caterpillar. Todos los derechos reservados. Como diseñador y fabricante de todo tipo de equipos para construcción y minería, Caterpillar produce la motoniveladora, una máquina diseñada para crear caminos de acarreo, y para la construcción y mantenimiento de carreteras, tanto en áreas urbanas como rurales. Es propulsada por un motor diésel de 535 HP y posee una vertedera de 24 pies de largo (una hoja metálica larga) que se usa para nivelar el terreno. Además, incluye unos aditamentos en la parte posterior llamados rippers (también conocidos como escarificadores), que sirven para remover el material en terrenos duros, facilitando su nivelación.



Figura 4. Motoniveladora Marca Caterpillar modelo 24.

- **Motor Diesel**

Motor Diesel con 533 hp controlado por un módulo de control electrónico el cual le permite trabajar con eficiencia, tiene 12 cilindros en V, usado para una motoniveladora 24 marca Caterpillar.

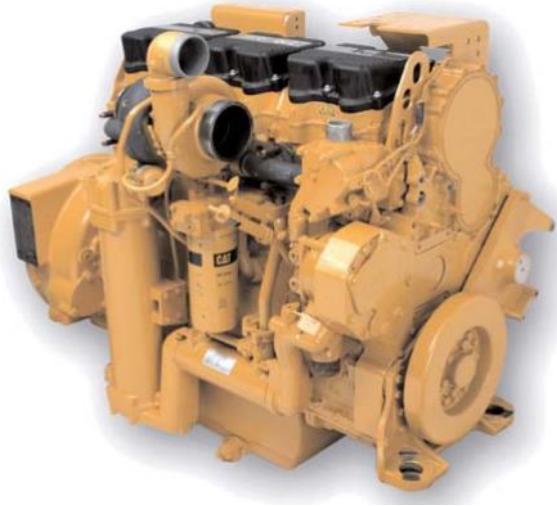


Figura 5. *Motor Diesel modelo C27*

- **Transmisión**

Servotransmisión planetaria con embrague a presión controlado electrónicamente en la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar

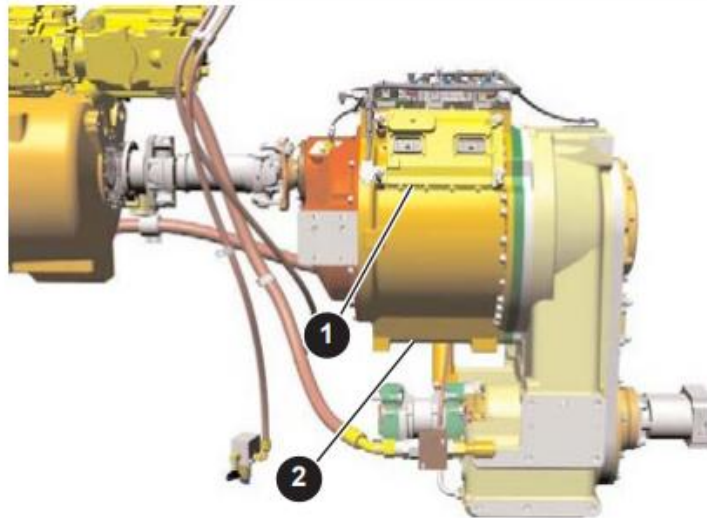


Figura 6. *Transmisión planetaria de la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar.*

- **Divisor de par**

Su función principal es transferir y multiplicar la fuerza y energía que recibe del motor a los componentes del sistema de potencia.

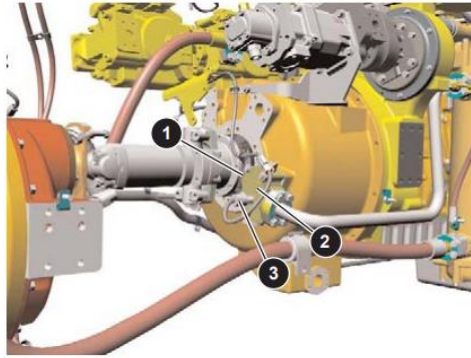


Figura 7. *Divisor de par*

- **Tren de dirección delantero**

Es el sistema que se encarga de mantener el control de dirección del equipo y es controlado por un módulo de control electrónico y mandos que se encuentran en la cabina controlados por un operador.



Figura 8. *Tren de dirección delantero*

- **Vertedera de hoja**

La motoniveladora 24 presenta una hoja larga de metal que sirve para nivelar el terreno y puede ser utilizada en distintas posiciones, lo que le otorga una amplia gama de aplicaciones sobre el terreno.



Figura 9. Vertedera de hoja

- **Ripper o Desgarrador**

En la motoniveladora modelo 24 el Ripper o desgarrador se encuentra ubicado en la parte posterior del equipo, es utilizado para remover el terreno duro o para modificar su nivel.



Figura 10. Ripper o desgarrador

#### **2.2.4. Definición de Términos Básicos**

##### **a) Términos básicos del SMED**

##### **1. Tiempo de Cambio**



Valderrama (2018) explica que es la medición que se realiza cuando sale la última pieza anterior y la siguiente pieza nueva ok.

## **2. Preparación interna (IED)**

Auqui (2019) explica que la operación solo se puede realizarse con maquina parada.

## **3. Preparación externa (EED)**

Milla (2018) explica que son tareas que solo se puede realizarse con maquina en marcha o funcionando.

## **4. Tiempo interno**

Acuña (2021) convertir actividades internas en externas para reducir los tiempos de trabajo con maquina detenida.

## **5. Tiempo externo**

Mendoza (2017) realizar una conversión de las actividades en el tiempo externo así ganar más tiempo productivo.

### **b) Operatividad**

#### **1. Mantenimiento preventivo**

Según Zorrilla (2019), el mantenimiento preventivo implica que los equipos están sujetos a un programa de mantenimiento establecido en tiempos fijos o según el horómetro. Su finalidad es prevenir o evitar fallos.

#### **2. Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

Según Tapia (2022), el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) es la suma del total de horas operacionales, el total de horas de retraso y el total de horas de espera (stand by), dividido entre la cantidad total de fallas experimentadas. Este indicador proporciona una medida de la confiabilidad de un sistema o equipo, calculando el tiempo promedio que transcurre entre cada falla.

$$MTBF = \frac{\text{Total Hr Operacionales} + \text{Total Hr de Retraso} + \text{Total Hr stand By}}{\text{Cant. Total de Fallas}}$$

### 3. Disponibilidad

Tapia (2022) explica en su investigación que es el resultado de las horas totales de operatividad menos las horas de parada programada y no programada entre las horas totales de operatividad.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Hrs Totales} - \text{Hrs de parada por Mantenimiento}}{\text{Hrs Totales}}$$

### 4. Paradas no programadas

Según Gutiérrez (2019) indica que es un trabajo que se realiza con urgencia, reparación inmediata o lo más pronto posible (falla o avería imprevista).

## c) Herramientas de Diagnostico

### 1. Ishikawa

Según Álvarez (2018), un diagrama de Ishikawa permite observar todas las causas de un problema, lo que amplía la comprensión real del problema. También es conocido como diagrama de causa y efecto.

### 2. Pareto

Gutiérrez (2019) explica la técnica 80/20, donde si hay un problema con muchas causas, se puede definir que el 20% de esas causas resuelven el 80% del problema, mientras que el 80% de las causas resolvería el 20% de los problemas. Esta técnica separa las causas triviales de las vitales.

### 3. Diagrama de Flujo

Según Risco (2018), el Diagrama de Actividad de Proceso (D.A.P) es una herramienta gráfica de los pasos que debe seguir una secuencia de etapas o pasos que genera un proceso, identificados por símbolos según su naturaleza.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método y Alcance de la Investigación**

##### **3.1.1 *Cuantitativo***

Según Rodríguez (2020), define la investigación cuantitativa como una investigación sistemática empírica para cualquier fenómeno matemático, estadístico y/o computacional. Su objetivo es el desarrollo y empleo de modelos matemáticos y teorías hipotéticas que se relacionen con los fenómenos. Además, utiliza métodos científicos como la generación de teorías e hipótesis, modelos, manipulación de variables, desarrollo de instrumentos de medición, controles experimentales, recolección de datos empíricos y evaluación de resultados.

El presente estudio utiliza el método cuantitativo porque los datos son análisis estadísticos y mediciones numéricas que serán aplicados antes y después de la implementación del SMED, basados en 11 motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar.

### **3.1.2 Descriptivo**

Según Mar (2020), la investigación descriptiva y/o diagnóstica se utiliza para describir una población o fenómeno específico, con un enfoque en el estudio de la sociedad o situaciones particulares. El objetivo principal es describir un fenómeno sin necesidad de considerar las razones que lo produjeron, como costumbres y situaciones. También predice e identifica la relación que existe entre las variables.

Responde a las siguientes preguntas:

¿Qué es? – Correlato.

¿Cómo es? – Propiedades.

¿Dónde está? – Lugar.

¿De qué está hecho? – Composición.

¿Cómo están interrelacionado sus partes (si las tiene)? – Configuración.

¿Cuánto? – Cantidad.

A través del método descriptivo, se medirán las características del equipo mencionado en el estudio, lo que permitirá representar los defectos o requerimientos del problema actual.

## **3.2. Diseño de la investigación**

### **3.2.1 Diseño de la investigación**

- **No Experimental**

Según Fernández (2018) Un estudio no experimental no genera ninguna condición solo observa alguna situación que pueda existir en el entorno. La investigación no experimental algunas veces podrá tener un alcance explicativo empírica y sistemática.

- **Corte transversal**

Según Rodríguez (2018), se clasifica como un estudio de observación con base individual, analítico y descriptivo, conocido como estudio de prevalencia con encuesta transversal. Su principal objetivo es identificar la frecuencia de cualquier condición en una población estudiada.

Se realizará varias mediciones a la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar:

- Analizaremos los datos como top ten de fallas, su disponibilidad y confiabilidad antes de la implementación del SMED.
- Realizaremos una comparación de los datos obtenidos después de la implementación del SMED y analizaremos sus resultados.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

La población de esta investigación son las 11 motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar las cuales se tomarán como objeto de estudio.

Los tiempos de muestra que se estudiarán será desde el momento que el equipo sale operativo de su mantenimiento programado y se origine su primera parada y el tiempo que esta tarde en repararse.

Se tomarán tiempos de disponibilidad y confiabilidad durante 03 meses para las motoniveladoras 24 marca Caterpillar, debido a su importancia en el proceso productivo al ser responsables de mantener las vías libres de obstáculos y en perfecto estado dentro del tajo minero para que los equipos de acarreo puedan transitar sin dañar sus neumáticos. El promedio de trabajo es de 18 horas diarias por 7 días a la semana.

#### **3.3.2 Muestra**

Se tomará la misma cantidad de población de la flota modelo 24 marca Caterpillar del año 2022 y se utilizará los reportes de disponibilidad y confiabilidad. El análisis será de importancia para poder encontrar la mayor cantidad de operaciones externas y las operaciones internas sean específicamente trabajos programados.

Según Mucha (2021), la técnica del muestreo se basa en la idea de que el investigador puede usar sus conocimientos acerca de la población para elegir los casos que incluirá en su muestra.

#### **3.3.3 Muestra censal**

Salazar (2018) señala en su tesis que todas sus unidades de investigación se consideran como muestra.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección De Datos**

#### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos**

- Monitoreo de sucesos continuos y sistemáticos en tiempo real.

- Revisión documental de especificaciones técnicas de la motoniveladora modelo 24 marca Caterpillar.

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

1. Registro de eventos por parada de equipo. explicación
2. Razón de fallas registradas. explicación

#### **3.5. Instrumentos de análisis de datos**

Se utilizó el software Microsoft Excel donde se recopiló información de la base de datos de Dispatch, que refiere a tiempos de detenciones, tiempos de operación y número de detenciones. (Anexo C).

La información recopilada está basada en tipo de detenciones, tiempo de detención, tipos de demoras y tiempo de operación, obtenemos un reporte el cual podemos trasladarlo a un software Microsoft Excel el cual nos ayudara a analizar y explorar los datos para poder tomar las mejores decisiones.

## **CAPÍTULO IV**

### **DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS**

#### **4.1. Breve Descripción de la Empresa y sus Procesos**

Centro minero ubicado en la región Ancash a una altitud de 4100 msnm. Uno de los productores de cobre y zinc y otros subproductos en el Perú.

##### **4.1.1 *Visión Misión***

- **Visión**

Ser un ejemplo peruano de excelencia minera en el mundo significa ser líderes extraordinarios que transforman retos en éxitos. Aspiramos a ser líderes en seguridad con una excelencia operacional destacada.

- **Misión**

Alcanzar resultados extraordinarios en salud, seguridad, relaciones comunitarias, medio ambiente, eficiencia y calidad, requiere del compromiso, la participación y el liderazgo de nuestra gente.

##### **4.1.2 *Sus valores***

- a. Salud y seguridad industrial.
- b. Excelente desempeño e innovación.
- c. Respeto y conocimiento.
- d. Responsabilidad.
- e. Aprendizaje continuo.

### **4.1.3 Su equipo de trabajo**

Su recurso máspreciado son sus colaboradores, todos peruanos. El 50% de los trabajadores proviene de la zona de influencia, donde se promueven buenas prácticas laborales. En su cultura, se han desarrollado vínculos horizontales entre todos sus miembros, lo que fortalece la convivencia entre los trabajadores. Están firmemente comprometidos con la producción y entrega de concentrados de alta calidad, desde los Andes peruanos hacia el mundo, con responsabilidad y seguridad.

## **4.2. Diagnóstico de la situación actual**

Las motoniveladoras modelo 24 de la marca Caterpillar forman parte de la flota de equipos auxiliares y desempeñan un papel crucial en el proceso productivo de la compañía minera, especializada en la extracción de cobre y zinc. La operatividad de estos equipos depende del uso adecuado y la correcta aplicación durante su funcionamiento, así como de un buen mantenimiento que garantice su eficacia en la tarea para la que fueron diseñados.

Para asegurar la operatividad del equipo durante la producción, se programa un mantenimiento preventivo con intervalos entre los mantenimientos programados (PM), lo que permite prolongar la vida útil de los componentes y aprovechar mejor los recursos asignados. Este enfoque asegura que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de uso. Por otro lado, el mantenimiento reactivo se realiza cuando se presenta una avería y se procede a la reparación. Este tipo de paradas, ya sean cortas o prolongadas, y potencialmente repetitivas, no favorecen la operatividad del equipo, afectando su disponibilidad y confiabilidad. Dichas paradas no programadas impactan negativamente en el desempeño esperado del equipo durante su operación.

Durante el último trimestre del año 2022, se han experimentado fallas que han generado paradas de mantenimiento no programadas, afectando la disponibilidad y confiabilidad de la flota de motoniveladoras modelo 24. Este será el tema central de nuestro estudio.



#### 4.2.1 Frecuencia de paradas y razón de fallas registradas

Según los datos recopilados, podemos analizar la frecuencia de las paradas y las razones de las fallas de la flota de motoniveladoras modelo 24 de la marca Caterpillar que afectaron el último trimestre del 2022.

En el gráfico de Pareto, se pueden observar las fallas con mayor incidencia que representan más del 80% de las paradas. Se identifican los sistemas de dirección, motor, estructural, hidráulico, eléctrico y frenos como los que presentan la mayor frecuencia de paradas.

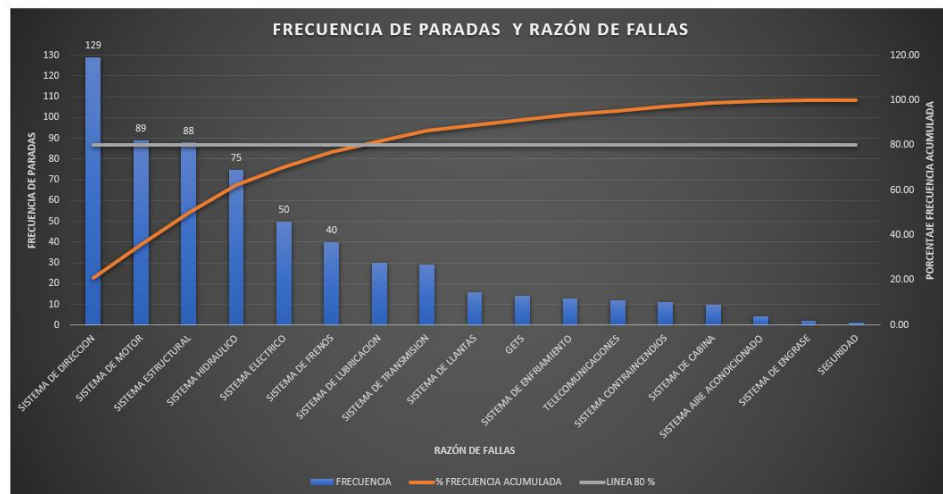


Figura 11. Se muestra la Frecuencia de paradas y razón de fallas en las motoniveladoras 24 marca Caterpillar.

Nota: En la gráfica de Pareto identificamos las razones de fallas que origina el 80% de las paradas no programadas en la flota de motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar.

Tabla 2. Descripción de fallas por sistema y frecuencia

| ITEM | DESCRIPCION DE FALLAS POR SISTEMA | FRECUENCIA |
|------|-----------------------------------|------------|
| 1    | SISTEMA DE DIRECCION              | 129        |
| 2    | SISTEMA DE MOTOR                  | 89         |
| 3    | SISTEMA ESTRUCTURAL               | 88         |
| 4    | SISTEMA HIDRAULICO                | 75         |
| 5    | SISTEMA ELECTRICO                 | 50         |
| 6    | SISTEMA DE FRENOS                 | 40         |
| 7    | SISTEMA DE LUBRICACION            | 30         |
| 8    | SISTEMA DE TRANSMISION            | 29         |
| 9    | SISTEMA DE LLANTAS                | 16         |
| 10   | GETS                              | 14         |
| 11   | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO           | 13         |
| 12   | TELECOMUNICACIONES                | 12         |
| 13   | SISTEMA CONTRA INCENDIOS          | 11         |
| 14   | SISTEMA DE CABINA                 | 10         |
| 15   | SISTEMA AIRE ACONDICIONADO        | 4          |
| 16   | SISTEMA DE ENGRASE                | 2          |
| 17   | SEGURIDAD                         | 1          |

Nota: En la presente tabla se representa las fallas de una manera más clara se aprecia con mayor frecuencia es el sistema de dirección.

#### 4.2.2 Operatividad de las motoniveladoras en el último trimestre

##### a) Disponibilidad del último trimestre del 2022

En cuanto a la disponibilidad, la flota de motoniveladoras modelo 24 experimentó una baja disponibilidad en el último trimestre del año debido a averías o fallas que afectaron su operatividad. La disponibilidad estimada no fue alcanzada y se muestran los resultados en la figura 12.

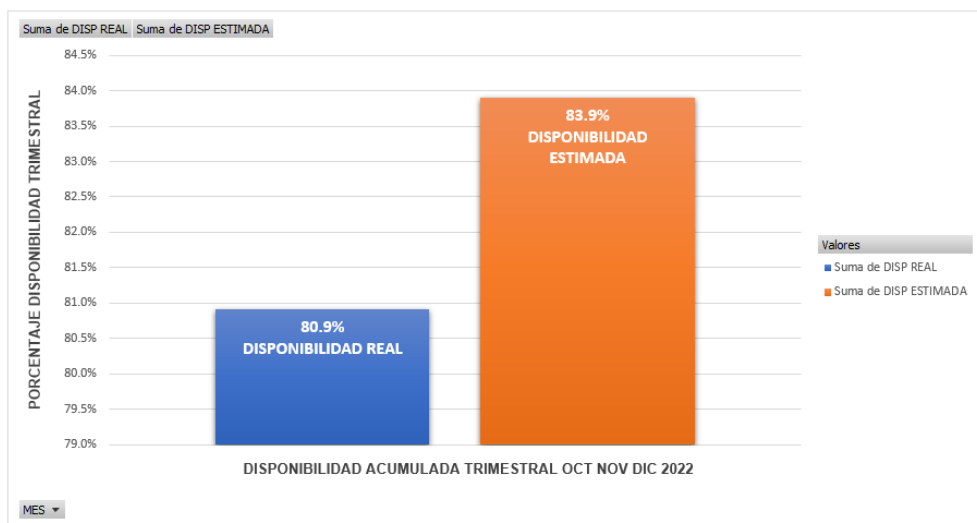


Figura 12. En la gráfica de barras se aprecia la disponibilidad real barra azul 80.9%, disponibilidad estimada barra naranja 83.9%, tiene una diferencia de 3% menor a la estimada.

Tabla 3. Disponibilidad del último trimestre del año del 2022 y disponibilidad deseada.

| <b>DISPONIBILIDAD REAL VERSUS DISPONIBILIDAD DESEADA</b> |                         |
|--|-------------------------|
| DISPONIBILIDAD REAL                                      | DISPONIBILIDAD ESPERADA |
| 80.9   | 83.9                    |

#### b) Disponibilidad calculada de las motoniveladoras

Los valores de disponibilidad se calcularon con la siguiente formula:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Hrs totales} - \text{Hrs de parada por mantenimiento}}{\text{Hrs totales}}$$

Tabla 4. Disponibilidad calculada hora de parada y hora de operación

| Año   | Mes       | Horas totales de Operación | Horas de parada por Mantenimiento | Disponibilidad % |
|-------|-----------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|
|       | Octubre   | 8184                       | 1555.5                            | 81               |
| 2022  | Noviembre | 8184                       | 1723                              | 78.9             |
|       | Diciembre | 8184                       | 1315.6                            | 83.9             |
| Total | Trimestre | 24552                      | 4687.4                            | 80.9             |

*Nota:* En la tabla podemos ver la disponibilidad alcanzada en el último trimestre del año, las horas totales de operación y las horas de parada por mantenimiento.

### c) Confiabilidad MTBF del último trimestre del 2022

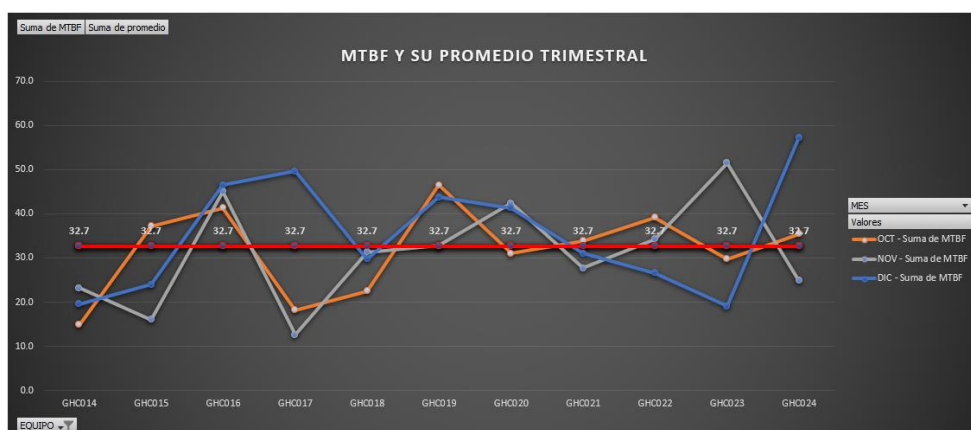


Figura 13. MTBF y su tendencia del último trimestre del año 2022

### d) Confiabilidad (MTBF) calculada último trimestre del 2022

Los valores de Confiabilidad MTBF se calcularon con la siguiente fórmula:

$$MTBF = \frac{\text{Horas totales de operación} = (\text{horas de operación} + \text{horas de retraso} + \text{horas de stanby})}{\text{Cantidad total de fallas}}$$

Tabla 5. Confiabilidad horas totales de operación y total de fallas

| Año   | Mes       | Horas totales de Operación | Cantidad total de fallas | MTBF |
|-------|-----------|----------------------------|--------------------------|------|
| 2022  | Octubre   | 8184                       | 287                      | 28.5 |
|       | Noviembre | 8184                       | 301                      | 27.2 |
|       | Diciembre | 8184                       | 264                      | 31.0 |
| Total | Trimestre | 24552                      | 852                      | 28.9 |

Nota: En la tabla vemos la confiabilidad por mes y por trimestre donde también se muestra las horas totales de operación y cantidad total de fallas.

### e) Baja confiabilidad de las motoniveladoras modelo 24

Tomando en cuenta la frecuencia de paradas y la razón de fallas, el evento que predomina en la flota de motoniveladoras es el sistema de dirección, con una frecuencia de falla acumulada del 21.4%, en comparación con el más cercano, que es el sistema de motor, con

una frecuencia de falla del 14.52%. Esto significa una diferencia de 6.88%.

#### **4.2.3 Sistema de dirección fallas predominantes en motoniveladoras modelo 24**

- Guardapolvos de la rótula del cilindro de dirección se encuentra roto permitiendo el ingreso de material abrasivo ocasionando un desgaste prematuro en la rótula del cilindro de dirección.



Figura 14. *Desgaste prematuro rotula cilindro de dirección por material abrasivo generado por la rotura del guardapolvo.*

- Presencia de barro (material abrasivo) sobre el arnés o mazo de cables que conectan al sensor de posición del cilindro de dirección, esta condición genera rotura de los cables del sensor generando un evento como error de posición de dirección.



Figura 15. Daño del arnés eléctrico por presencia de material abrasivo (barro) sobre el cilindro de dirección.

- El cilindro de dirección se encuentra fuera de posición al haberse desprendido desde la rótula de dirección, el cilindro se encuentra sujetado en la parte inferior para su transporte a taller.



Figura 16. Cilindro de dirección descolgado tras la caída de la rótula de dirección

- Los cilindros de dirección que tenemos en el almacén no vienen con la rótula de dirección y se tienen que reusar al no haber disponibilidad en el almacén como pieza individual. El reuso de la rótula demanda más tiempo, ya que se debe retirar del cilindro anterior e instalarla en el nuevo. Esto ocurre cuando falla el cilindro. Sin embargo, cuando la rótula de dirección falla por sí sola, se debe recurrir a reparaciones parciales que tienen una duración temporal.



Figura 17. Cilindro de dirección reparado sin tener instalado la rótula de dirección

#### 4.2.4 Frecuencia de fallas sistema de dirección

Mostramos las fallas registradas con mayor frecuencia en el sistema de dirección, esta información nos ayudara a entender que eventos nos está impactando de forma recurrente



Figura 18. Se presenta las fallas registradas y su frecuencia en las motoniveladoras modelo 24.

Tabla 6. Frecuencia de fallas sistema de dirección

| ITEM | DESCRIPCION DE FALLA  | FRECUENCIA |
|------|-----------------------|------------|
| 1    | CILINDRO DE DIRECCION | 19         |
| 2    | ROTULA DE DIRECCION   | 14         |
| 3    | MANGUERAS ROTAS       | 8          |
| 4    | DIRECCION             | 8          |

*Nota:* En la tabla vemos la descripción de falla y la frecuencia con la que se presentan estas donde el cilindro de dirección es la predominante.

#### 4.3. Análisis de causas con el diagrama Ishikawa

Según lo expuesto en el diagrama de Pareto, realizamos el análisis de fallas en el diagrama de Ishikawa del sistema de dirección, encontrando tres fallas que afectan directamente la operatividad de la flota de motoniveladoras modelo 24.

Para efectos de esta tesis, solo tomaremos la falla con mayor índice de frecuencia de paradas en el último trimestre del año, como se muestra en la figura 13. El sistema de dirección presenta 129 paradas, en comparación con la más cercana, que es el sistema de motor, con 89 paradas.



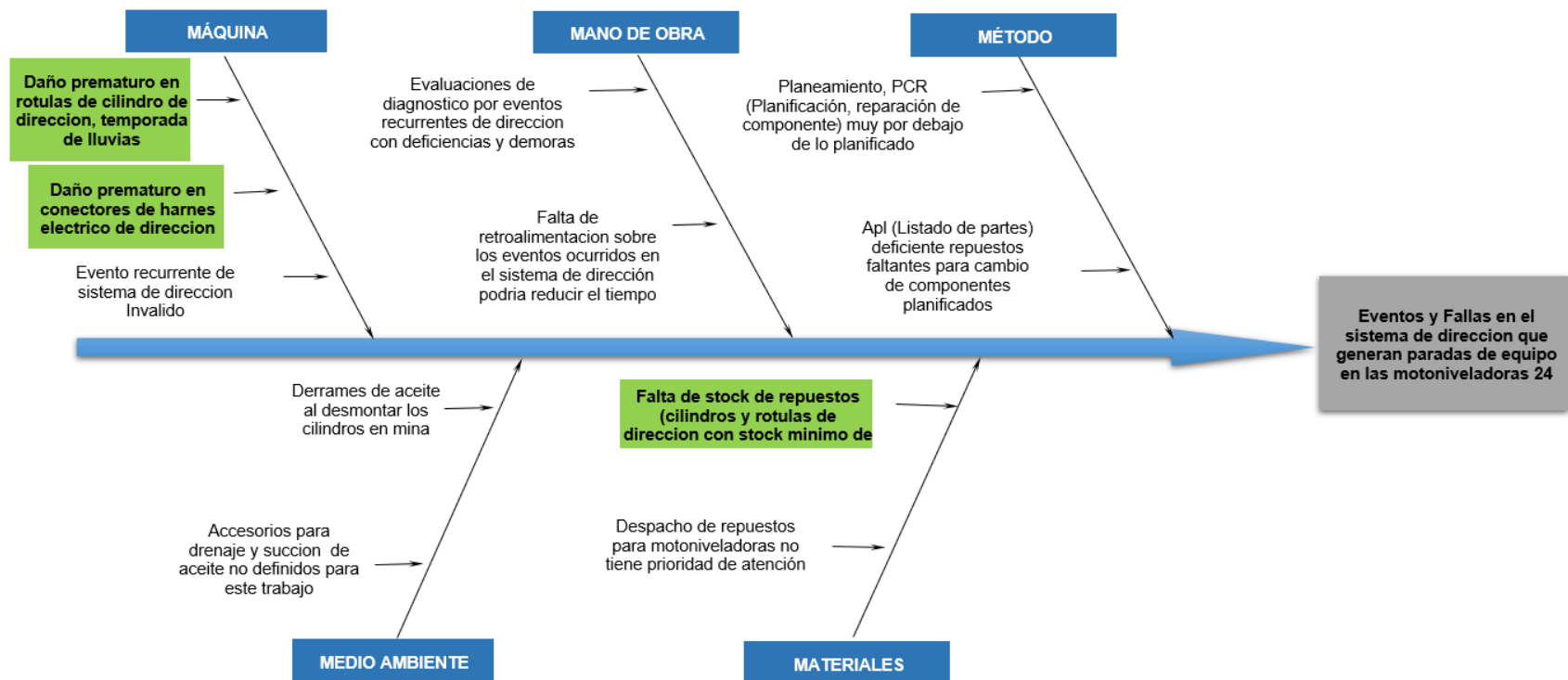


Figura 19. Diagrama de Ishikawa, análisis de eventos y fallas en el sistema de dirección que generan paradas en las motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar

Con el análisis realizado en el diagrama de Ishikawa, encontramos fallas recurrentes que afectan la operatividad de la flota de motoniveladoras. Con la implementación del SMED, se buscará mejorar la operatividad de los equipos en cuestión.

#### **4.3.1 Implementación del SMED**

Siguiendo la metodología SMED y de acuerdo con los objetivos de la investigación en la mejora de la operatividad de las motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar, nos apoyaremos en la información técnica del fabricante, así como en la gestión de mantenimiento de la empresa.

El equipo de trabajo se conformó con los siguientes miembros: supervisor general de mantenimiento, analista de flota auxiliar, planificador de mantenimiento, programador de flota y supervisor de mantenimiento, todos con experiencia, habilidad, técnica y capacidad para hacer modificaciones organizativas.

##### **a) Etapa preliminar**

En esta etapa se identificaron los tipos de tareas que se realizaban tanto en el taller como en mina, identificando las actividades aplicadas en el trabajo en consecuencia a la falla del cilindro de dirección.

- **Identificación sobre tipos de tarea realizadas en el taller:**

Se identificaron en el diagrama analítico de procesos (DAP) las actividades que se generaron durante los trabajos realizados en el cilindro de dirección, los cuales generaron 19 tipos de actividades. Se consideró desde el llamado a mantenimiento por parada de equipo hasta la entrega del equipo para su operatividad. Este trabajo fue realizado en el taller de mantenimiento bajo condiciones estándar o rutinarias. El trabajo se realizó sin disponibilidad de rótula de dirección, por lo que se tuvo que reutilizar el componente señalado. Ver diagrama analítico de procesos en la figura 20.

| CAMBIO CILINDRO DE DIRECCION EN TALLER SIN ROTULA DE DIRECCION   |   |     |   |                      |   |        |   |   |              |
|--|---|-----|---|----------------------|---|--------|---|---|--------------|
| Hoja N° :  | 1   | De: | 1 | Diagrama N° :        | 1 |        |   |   |              |
| UBICACION  | Taller de Mantenimiento                                     |     |   | RESUMEN              |   | ACTUAL |   |   |              |
| ACTIVIDAD  | Cambio cilindro de dirección en taller                      |     |   | OPERACION            | ● | 13     |   |   |              |
| FECHA  | 09 OCTUBRE DEL 2022   |     |   | TRANSPORTE           | ➔ | 4      |   |   |              |
| MECÁNICO   | 02 mecanicos  |     |   | DEMORA               | ◐ | 1      |   |   |              |
| COMENTARIOS:   | TRABAJOS SIN TENER DISPONIBLE ROTULA DE DIRECCION EN AMACEN |     |   | INSPECCION           | ■ | 1      |   |   |              |
|  |   |     |   | ALMACEN              | ▼ |        |   |   |              |
|  |   |     |   | TOTAL DE ACTIVIDADES |   | 19     |   |   |              |
| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD                                      |   |     |   | TIEMPO EN MIN        |   | 410    |   |   |              |
|  |   |     |   | SIMBOLOS             |   |        |   |   | TIEMPO (MIN) |
|  |   |     |   | ●                    | ➔ | ◐      | ■ | ▼ |              |
| REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                               |   |     |   | ●                    |   | 10     |   |   |              |
| TRASPORTE SEGUN UBICACION DE EQUIPO                              |   |     |   | ●                    | ➔ | 30     |   |   |              |
| RELIZAR IPERC POR INSPECCION Y EVALUACION DE EQUIPO              |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER              |   |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCION      |   |     |   | ●                    | ➔ | 30     |   |   |              |
| REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCION          |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS IN SITU PARA REALIZAR EL TRABAJO     |   |     |   | ●                    |   | 15     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCION                    |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCION                              |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                   |   |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| SOLICITUD Y RECOJO (CILINDRO Y ROTULA)                           |   |     |   | ●                    | ➔ | 20     |   |   |              |
| TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                         |   |     |   | ●                    | ➔ | 20     |   |   |              |
| MONTAJE DE ROTULA REUSADA A CILINDRO DE DIRECCION                |   |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                    |   |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| INSTALACION DE LINEAS HIDRAVICAS A CILINDRO                      |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCION       |   |     |   | ●                    |   | 10     |   |   |              |
| PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO (INSPECCION, CONTROL DE CALIDAD) |   |     |   | ●                    | ➔ | 15     |   |   |              |
| RECOJO DE HERRAMIENTAS   |   |     |   | ●                    | ➔ | 15     |   |   |              |
| LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO                    |   |     |   | ●                    |   | 25     |   |   |              |

Figura 20. Diagrama analítico de procesos (DAP). Reparación en taller por la falla del cilindro de dirección sin disponibilidad de rotula de dirección.

Se identificaron en el diagrama analítico de procesos DAP los 17 tipos de actividades en los trabajos del cilindro de dirección que se realizó en el taller, para este análisis se contaba con disponibilidad de todos los repuestos requeridos para dicho trabajo como la rótula de dirección. Ver diagrama analítico de procesos en la figura 21.

| CAMBIO CILINDRO DE DIRECCION EN TALLER                          |  |     |   |                      |   |        |   |   |              |
|---|--|-----|---|----------------------|---|--------|---|---|--------------|
| Hoja N° :   | 1  | De: | 1 | Diagrama N° :        | 1 |        |   |   |              |
| UBICACIÓN   | Taller de Mantenimiento                  |     |   | RESUMEN              |   | ACTUAL |   |   |              |
| ACTIVIDAD   | Cambio cilindro de dirección en taller   |     |   | OPERACIÓN            | ● | 11     |   |   |              |
| FECHA   | 21 NOVIEMBRE DE 2022                     |     |   | TRANSPORTE           | ➔ | 4      |   |   |              |
| MECÁNICO  | 02 mecanicos                             |     |   | DEMORA               | ◐ | 1      |   |   |              |
| COMENTARIOS:  | TRABAJOS CON DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS |     |   | INSPECCIÓN           | ■ | 1      |   |   |              |
|   |  |     |   | ALMACEN              | ▼ | 0      |   |   |              |
|   |  |     |   | TOTAL DE ACTIVIDADES |   | 17     |   |   |              |
| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD                                     |  |     |   | TIEMPO EN MIN        |   | 350    |   |   |              |
|   |  |     |   | SIMBOLOS             |   |        |   |   | TIEMPO (MIN) |
|   |  |     |   | ●                    | ➔ | ◐      | ■ | ▼ |              |
| REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                              |  |     |   | ●                    |   | 10     |   |   |              |
| TRASPORTE SEGÚN UBICACIÓN DE EQUIPO                             |  |     |   | ●                    | ➔ | 30     |   |   |              |
| RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE EQUIPO             |  |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER             |  |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN     |  |     |   | ●                    | ➔ | 30     |   |   |              |
| REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN         |  |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS EN SITU PARA RELIZAR EL TRABAJO     |  |     |   | ●                    |   | 15     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |  |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                             |  |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| SOLICITUD Y RECOJO (CILINDRO Y ROTULA)                          |  |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                        |  |     |   | ●                    | ➔ | 20     |   |   |              |
| INSTALACIÓN DE CILINDRO DE DIRECCIÓN A EQUIPO                   |  |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| INSTALACIÓN DE LINEAS HIDRAUCAS A CILINDRO                      |  |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN      |  |     |   | ●                    |   | 10     |   |   |              |
| PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO (INSPECIOM, CONTROL DE CALIDAD) |  |     |   | ●                    | ➔ | 15     |   |   |              |
| RECOJO DE HERRAMIENTAS  |  |     |   | ●                    |   | 15     |   |   |              |
| LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO                   |  |     |   | ●                    |   | 25     |   |   |              |

Figura 21. Diagrama analítico de procesos (DAP) reparación en taller por la falla del cilindro de dirección con disponibilidad de rotula de dirección.

- **Identificación sobre tipos de tarea realizados en mina:**

Identificamos en el DAP los 17 tipos de actividades realizadas en el cilindro de dirección en mina. Estos trabajos presentan diferencias, como demoras en la atención debido al traslado por la distancia entre el lugar donde falló el equipo y la ubicación del taller. Ver diagrama analítico de procesos en la figura 22.

| CAMBIO CILINDRO DE DIRECCION EN MINA                            |   |     |   |                      |   |        |   |   |              |
|---|---|-----|---|----------------------|---|--------|---|---|--------------|
| Hoja N°:  | 1   | De: | 1 | Diagrama N°:         | 1 |        |   |   |              |
| UBICACIÓN   | Taller de Mantenimiento                     |     |   | RESUMEN              |   | ACTUAL |   |   |              |
| ACTIVIDAD   | Cambio cilindro de dirección en mina        |     |   | OPERACIÓN            | ● | 12     |   |   |              |
| FECHA   | 11 NOVIEMBRE DEL 2022                       |     |   | TRANSPORTE           | ➔ | 4      |   |   |              |
| MECÁNICO  | 02 mecanicos                                |     |   | DEMORA               | ◐ |        |   |   |              |
| COMENTARIOS:  | TRABAJOS CON ROTULA DE DIRECCIÓN DISPONIBLE |     |   | INSPECCIÓN           | ■ | 1      |   |   |              |
|   |   |     |   | ALMACEN              | ▼ |        |   |   |              |
|   |   |     |   | TOTAL DE ACTIVIDADES |   | 17     |   |   |              |
| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD                                     |   |     |   | TIEMPO EN MIN        |   | 410    |   |   |              |
|   |   |     |   | SIMBOLOS             |   |        |   |   | TIEMPO (MIN) |
|   |   |     |   | ●                    | ➔ | ◐      | ■ | ▼ |              |
| REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                              |   |     |   | ●                    |   | 10     |   |   |              |
| TRASPORTE SEGÚN UBICACIÓN DE EQUIPO                             |   |     |   | ●                    | ➔ | 30     |   |   |              |
| REALIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE EQUIPO            |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| INSPECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA                            |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN         |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS IN SITU PARA REALIZAR EL TRABAJO    |   |     |   | ●                    |   | 15     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |   |     |   | ●                    |   | 25     |   |   |              |
| DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN CON ROTULA                  |   |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS                                 |   |     |   | ●                    | ➔ | 45     |   |   |              |
| SOLICITUD Y RECOJO (CILINDRO Y ROTULA)                          |   |     |   | ●                    |   | 20     |   |   |              |
| TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO EN MINA                |   |     |   | ●                    | ➔ | 55     |   |   |              |
| MONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN CON ROTULA                     |   |     |   | ●                    |   | 30     |   |   |              |
| INSTALACIÓN DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                     |   |     |   | ●                    |   | 25     |   |   |              |
| PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN      |   |     |   | ●                    |   | 10     |   |   |              |
| PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO (INSPECION, CONTROL DE CALIDAD) |   |     |   | ●                    |   | 15     |   |   |              |
| RECOJO DE HERRAMIENTAS  |   |     |   | ●                    |   | 15     |   |   |              |
| LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA                                |   |     |   | ●                    |   | 25     |   |   |              |

Figura 22. Diagrama analítico de procesos (DAP) reparación en Mina por la falla del cilindro de dirección con disponibilidad de rotula de dirección.

Identificamos en el DAP los 19 tipos de actividades que fueron realizadas en el cilindro de dirección en mina. Para este análisis, no se contaba con la disponibilidad de la rótula de dirección, lo cual generó la reutilización del componente disponible y el tiempo adicional por la distancia entre el taller y el equipo. Ver diagrama analítico de procesos en la figura 23.

| CAMBIO CILINDRO DE DIRECCION EN MINA SIN ROTULA DE DIRECCIÓN     |   |     |   |               |              |
|--|---|-----|---|---------------|--------------|
| Hoja N° :  | 1   | De: | 1 | Diagrama N° : | 1            |
| UBICACIÓN  | Taller de Mantenimiento                                     |     |   | RESUMEN       | ACTUAL       |
| ACTIVIDAD  | Cambio cilindro de dirección en mina                        |     |   | OPERACIÓN     | ● 13         |
| FECHA  | 02 OCTUBRE del 2022   |     |   | TRANSPORTE    | ➔ 4          |
| MECÁNICO   | 02 mecanicos  |     |   | DEMORA        | ◐ 0          |
| COMENTARIOS:   | TRABAJOS SIN TENER DISPONIBLE ROTULA DE DIRECCION EN AMACEN |     |   | INSPECCIÓN    | ■ 2          |
|  |   |     |   | ALMACEN       | ▼ 0          |
| TOTAL DE ACTIVIDADES   |   |     |   |               | 19           |
| TIEMPO EN MIN  |   |     |   |               | 465          |
| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD                                      |   |     |   |               | TIEMPO (MIN) |
| SIMBOLOS   |   |     |   |               |              |
|  |   |     |   |               | ● ➔ ◐ ■ ▼    |
| REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                               | ●   |     |   |               | 10           |
| TRASPORTE SEGÚN UBICACIÓN DE EQUIPO                              | ●   | ➔   |   |               | 30           |
| RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE EQUIPO              | ●   |     |   |               | 20           |
| INSPECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA                             | ●   |     |   | ●             | 20           |
| REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN          | ●   |     |   |               | 20           |
| PREPARACION DE HERRAMIENTAS IN SITU PARA REALIZAR EL TRABAJO     | ●   |     |   |               | 15           |
| DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                    | ●   |     |   |               | 25           |
| DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN CON ROTULA                   | ●   |     |   |               | 30           |
| DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCIÓN DEL CILINDRO                   | ●   |     |   |               | 25           |
| TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS                                  | ●   | ➔   |   |               | 45           |
| SOLICITUD Y RECOJO (CILINDRO Y ROTULA)                           | ●   |     |   |               | 20           |
| TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO EN MINA                 | ●   | ➔   |   |               | 55           |
| MONTAJE DE ROTULA REUSADA A CILINDRO DE DIRECCION                | ●   |     |   |               | 30           |
| MONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN CON ROTULA                      | ●   |     |   |               | 30           |
| INSTALACIÓN DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                      | ●   |     |   |               | 25           |
| PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN       | ●   |     |   |               | 10           |
| PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO (INSPECCION, CONTROL DE CALIDAD) | ●   |     |   | ●             | 15           |
| RECOJO DE HERRAMIENTAS   | ●   |     |   |               | 15           |
| LIMPIEZA DE AREA DE TRABAJO EN MINA                              | ●   |     |   |               | 25           |

Figura 23. Diagrama analítico de procesos (DAP) reparación en Mina por la falla del cilindro de dirección sin disponibilidad de rotula de dirección

### b) Etapa de separación

Teniendo en cuenta la fase preliminar en la implementación del SMED, podemos ahora separar las actividades que sean externas e internas.

En la falla del cilindro de dirección, se determinó que desde el momento en que el equipo se encuentra inoperativo, toda actividad realizada es actividad interna. La actividad externa se observa desde el momento en que el equipo está operativo, correspondiendo a la limpieza del área de trabajo. Ver cuadro de actividades internas y externas en las figuras 24 y 25.

| IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES EN TALLER REPARACION CILINDRO DE DIRECCION (METODOLOGIA SMED) |   |
|--|---|
| TIPO DE ACTIVIDAD  | DESCRIPCION DEL PROCESO                                     |
| INTERNO  | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                          |
| INTERNO  | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO         |
| INTERNO  | ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER         |
| INTERNO  | TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN |
| INTERNO  | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN     |
| INTERNO  | RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN                           |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN               |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                         |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO              |
| INTERNO  | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN( CILINDRO Y ROTULA)        |
| INTERNO  | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                    |
| INTERNO  | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |
| INTERNO  | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO               |
| INTERNO  | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                 |
| INTERNO  | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN  |
| INTERNO  | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO                             |
| EXTERNO  | RECOJO DE HERRAMIENTAS Y DEVOLUCION A ALMACEN               |
| EXTERNO  | LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO               |

Figura 24. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección en el taller de mantenimiento

| IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES EN TALLER POR REPARACION DE CILINDRO DE DIRECCIÓN SIN ROTULA DE DIRECCIÓN (METODOLOGIA SMED) |  |
|---|--|
| TIPO DE ACTIVIDAD   | DESCRIPCION DEL PROCESO  |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          |
| INTERNO   | ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER                          |
| INTERNO   | TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN                  |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      |
| INTERNO   | RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               |
| INTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN( CILINDRO Y ROTULA)                         |
| INTERNO   | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) |
| INTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     |
| INTERNO   | MONTAJE DE ROTULA REUSADA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                            |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                                  |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO  |
| EXTERNO   | RECOJO DE HERRAMIENTAS Y DEVOLUCION A ALMACEN                                |
| EXTERNO   | LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO                                |

Figura 25. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección sin rotula de dirección en el taller de mantenimiento

Para los trabajos en mina, debido al mismo tipo de falla (ya que este trabajo se realiza tanto en taller como en mina), se realizó la misma identificación por tipo de actividades. Una vez detenido el equipo por falla y al ser intervenido por el personal mecánico, se considera actividad interna hasta que el equipo pueda ser dado operativo. Posteriormente, la actividad de limpieza del área se considera actividad externa. Ver cuadro de actividades internas y externas en las figuras 26 y 27.



| IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES EN MINA REPARACION CILINDRO DE DIRECCION<br>(METODOLOGIA SMED) |   |
|---|---|
| TIPO DE ACTIVIDAD   | DESCRIPCION DEL PROCESO   |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                                |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO               |
| INTERNO   | INSPECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA                              |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN           |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                     |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                               |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                    |
| INTERNO   | TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS                                   |
| INTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN (CILINDRO Y ROTULA)              |
| INTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                          |
| INTERNO   | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                         |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                     |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                       |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN        |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO Y ENTREGA DE EQUIPO A OPERACIONES |
| EXTERNO   | LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA                                  |

Figura 26. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección en mina.

| IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES SIN ROTULA DE CILINDRO DE DIRECCIÓN EN MINA<br>(METODOLOGIA SMED) |  |
|--|--|
| TIPO DE ACTIVIDAD  | DESCRIPCION DEL PROCESO  |
| INTERNO  | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   |
| INTERNO  | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          |
| INTERNO  | INSPECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA   |
| INTERNO  | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               |
| INTERNO  | TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS  |
| INTERNO  | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN (CILINDRO Y ROTULA)                         |
| INTERNO  | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) |
| INTERNO  | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     |
| INTERNO  | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                                    |
| INTERNO  | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                |
| INTERNO  | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                                  |
| INTERNO  | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |
| INTERNO  | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO Y ENTREGA DE EQUIPO A OPERACIONES            |
| EXTERNO  | LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA   |

Figura 27. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección sin rotula de dirección en mina

### c) Etapa de transformación

Teniendo en cuenta la fase de separación, identificamos la actividad en taller donde tenemos el mayor tiempo de parada del equipo, con 330 minutos, de los cuales 280 minutos eran trabajos internos y 50 minutos eran trabajos externos.

Las tareas internas pasaron a ser externas de la siguiente manera:

Una vez desmontado el cilindro de dirección, se procedía a desmontar la rótula de dirección. Esta actividad se cambió al tener disponibles cilindros de dirección con su rótula nueva ya instalada desde el momento en que se retira del almacén. Esta opción se logró a través de una coordinación con el área de planeamiento y logística, solicitando al proveedor de componentes reparados o nuevos que el componente se almacene con las características recomendadas. De esta manera, ya no será necesario utilizar tiempo en el desarmado y armado de este componente, todo esto con respecto a los trabajos en taller.

| ETAPA DE TRANSFORMACIÓN EN TALLER POR REPARACION DE CILINDRO DE DIRECCIÓN<br>(METODOLOGIA SMED) |  |     |
|---|--|-----|
| TIPO DE ACTIVIDAD   | DESCRIPCION DEL PROCESO  | MIN |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   | 20  |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          | 20  |
| INTERNO   | ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER                          | 20  |
| INTERNO   | TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN                  | 10  |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      | 20  |
| INTERNO   | RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN  | 10  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                | 10  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  | 20  |
| EXTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               | 20  |
| EXTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN( CILINDRO Y ROTULA)                         | 20  |
| EXTERNO   | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) | 20  |
| EXTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     | 20  |
| EXTERNO   | MONTAJE DE ROTULA REUSADA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                            | 20  |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                | 20  |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                                  | 10  |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   | 10  |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO  | 10  |
| EXTERNO   | RECOJO DE HERRAMIENTAS Y DEVOLUCION A ALMACEN                                | 20  |
| EXTERNO   | LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO                                | 30  |
|   | INTERNO  | 180 |
|   | EXTERNO  | 150 |

Figura 28. Metodología SMED, Etapa de transformación de tareas internas a externas en taller, en la falla del cilindro de dirección de las motoniveladoras modelo 24

Para la etapa de transformación en la actividad de mina, donde tenemos un tiempo de parada de 350 minutos en total, el trabajo interno es de 320 minutos y el trabajo externo de 30 minutos, siendo este último la limpieza del área de trabajo por posible contaminación de aceite, lo cual es una observación importante para el medio ambiente.

Las tareas internas pasaron a ser externas. Se tomó en cuenta el cilindro y la rótula de dirección, ya que estos componentes siempre han estado por separado y en diferentes almacenes, con poca disponibilidad de repuestos. Como se comentó anteriormente, bajo la coordinación con planeamiento y logística, ahora se dispone de cilindros y rótulas ensamblados en conjunto con su respectivo arnés nuevo. Esto permite disminuir el tiempo de espera tanto en el recojo de los repuestos en almacén como en el tiempo de montaje, ya que el repuesto disponible viene completo.

| ETAPA DE TRANSFORMACION EN MINA DE CILINDRO DE DIRECCIÓN (METODOLOGIA SMED) |  |     |
|---|--|-----|
| TIPO DE ACTIVIDAD   | DESCRIPCION DEL PROCESO  | MIN |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   | 20  |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          | 20  |
| INTERNO   | INSPECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA   | 20  |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      | 20  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                | 10  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  | 20  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               | 20  |
| INTERNO   | TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS  | 30  |
| INTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN (CILINDRO Y ROTULA)                         | 20  |
| INTERNO   | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) | 20  |
| INTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     | 30  |
| INTERNO   | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                                    | 20  |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                | 20  |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUCICAS A CILINDRO                                 | 10  |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   | 30  |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO Y ENTREGA DE EQUIPO A OPERACIONES            | 20  |
| EXTERNO   | LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA   | 20  |
|   | <b>EXTERNOS</b>  | 100 |
|   | <b>INTERNOS</b>  | 250 |

Figura 29. Metodología SMED, Etapa de transformación de tareas internas a externas en trabajos en mina, en la falla del cilindro de dirección

#### **d) Etapa de reducción**

En la etapa de reducción dentro de la visión de gestión del mantenimiento con apoyo del analista de flota y el planificador de flota con el soporte y la recomendación del fabricante se planteó lo siguiente:

- Se define el cambio del tren delantero de dirección, que incluye los cilindros de dirección, rótulas y arnés eléctrico izquierdo y derecho, cada 12,000 horas. Adicionalmente, cada 6,000 horas se realiza un cambio de los cilindros de dirección, rótulas y arnés eléctrico del lado derecho e izquierdo, como parte de un trabajo planificado y estructurado dentro de la gestión de mantenimiento. El programador de flota gestionará el cambio de componentes según sus horas estimadas, y el supervisor de flota coordinará el cambio de componentes con el personal técnico a cargo.
- Adicionalmente, se mantiene un stock en almacén con disponibilidad de cilindros de dirección con sus respectivas rótulas de dirección. Ambos componentes estarán listos para poder atender rápidamente una falla no programada que se presente. Este trabajo estará a cargo del supervisor de flota, quien ejecutará el trabajo con el personal técnico a cargo.

#### **4.3.2 Resultados esperados por sistema**

Se espera que las fallas registradas en el sistema de dirección disminuyan tanto en frecuencia como en tiempo de parada, ya que los repuestos han sido adecuados según la necesidad del problema y se ha mejorado el tiempo de respuesta.



Figura 30. Fallas registradas y su frecuencia en el primer trimestre del año 2023 como referencia a la operatividad de los equipos

Tabla 7. Se muestra las fallas registradas por sistemas y su frecuencia

| ITEM | DESCRIPCION DE FALLA POR SISTEMA | FRECUENCIA |
|------|----------------------------------|------------|
| 1    | SISTEMA HIDRAULICO               | 56         |
| 2    | SISTEMA DE IMPLEMENTOS           | 48         |
| 3    | SISTEMA MOTOR                    | 45         |
| 4    | SISTEMA DE TRANSMISION           | 41         |
| 5    | SISTEMA DE LUBRICACION           | 38         |
| 6    | SISTEMA DE DIRECCION             | 31         |
| 7    | SISTEMA DE CABINA                | 28         |
| 8    | SISTEMA ELECTRICO                | 13         |
| 9    | SISTEMA CONTRA INCENDIOS         | 5          |
| 10   | SISTEMA CHASIS                   | 3          |

Nota: En la tabla se muestra las fallas registradas de forma descendente siendo el sistema hidráulico con mayor frecuencia.

#### 4.3.3 Resultados esperados por componente

Se espera que las fallas registradas por componentes disminuyan progresivamente hasta en concordancia a los trabajos realizados tanto en repuestos y tiempo de respuesta.

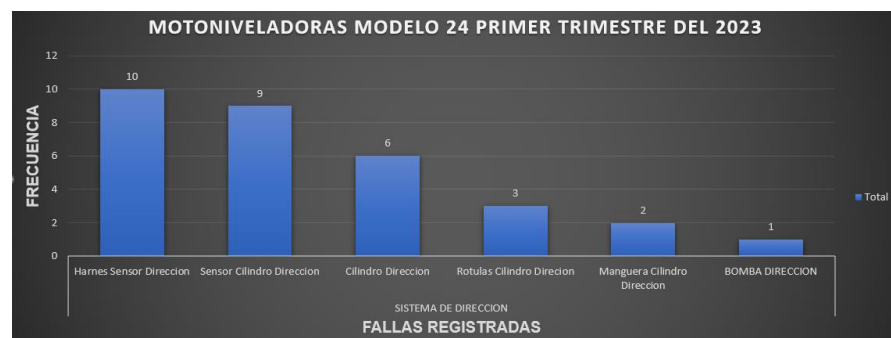


Figura 31. Fallas registradas y su frecuencia del primer trimestre del año 2023 por componente

Tabla 8. Se muestra las fallas registradas por componente y su frecuencia

| ITEM | DESCRIPCION DE FALLA POR COMPONENTE | FRECUENCIA |
|------|-------------------------------------|------------|
| 1    | Harnees sensor de Dirección         | 10         |
| 2    | Sensor cilindro de Dirección        | 9          |
| 3    | Cilindro de Dirección               | 6          |
| 4    | Rotulas cilindro de Dirección       | 3          |
| 5    | Manguera cilindro Dirección         | 2          |
| 6    | Bomba de Dirección                  | 1          |

Nota: En la tabla se muestra las fallas por componentes según la frecuencia de falla donde la disminución en la frecuencia de falla es notoria.

### CUADROS COMPARATIVOS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL SMED

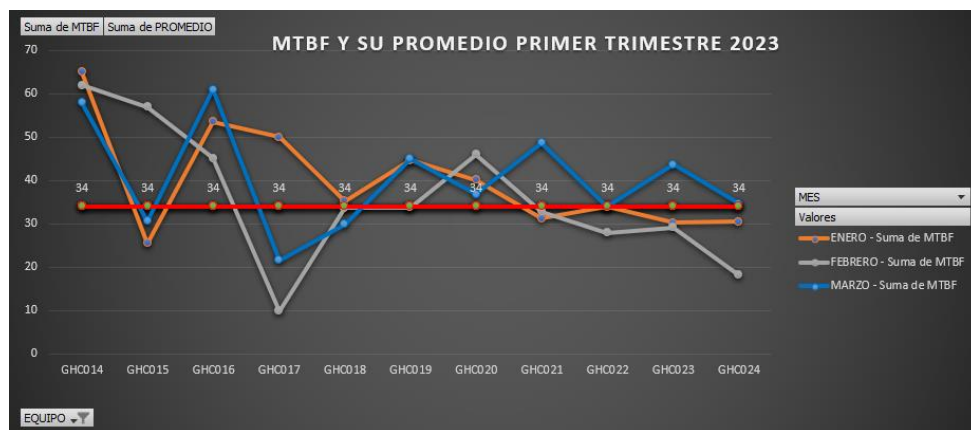


Figura 32. Confiabilidad y su promedio trimestral del 2023 después de la aplicación del SMED

Tabla 9. MTBF aplicando SMED primer trimestre del año 2023

| MTBF DEL PRIMER TRIMESTRE DEL AÑO 2023 |         |       |         |       |
|--|---------|-------|---------|-------|
| AÑO                                    | EQUIPOS | ENERO | FEBRERO | MARZO |
| 2023                                   | GHC014  | 65    | 62      | 58    |
|  | GHC015  | 25.47 | 56.93   | 30.67 |
|  | GHC016  | 53.6  | 45.19   | 61    |
|  | GHC017  | 49.99 | 9.89    | 21.63 |
|  | GHC018  | 35.24 | 33.67   | 29.83 |
|  | GHC019  | 44.66 | 33.83   | 45.07 |
|  | GHC020  | 40.12 | 45.99   | 36.83 |
|  | GHC021  | 31.26 | 32.79   | 48.67 |
|  | GHC022  | 33.9  | 27.97   | 34.07 |
|  | GHC023  | 30.19 | 29.12   | 43.7  |
|  | GHC024  | 30.54 | 18.11   | 34.59 |

#### 4.3.4 Disponibilidad alcanzada del primer trimestre del año 2023

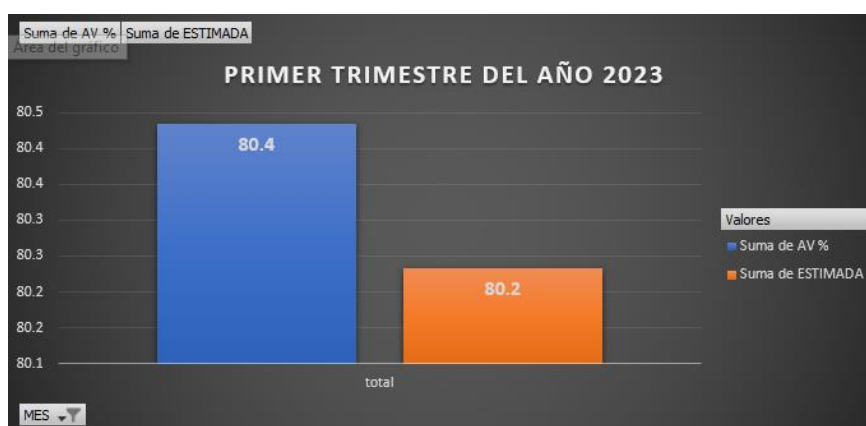


Figura 33. Disponibilidad en el primer trimestre del 2023 después de la aplicación del SMED

#### 4.3.5 Resultado comparativo de la confiabilidad entre los años 2022 y 2023

Reducir tiempos de parada, específicamente en el cambio de los cilindros de dirección. Se tomó la falla recurrente con más tiempo de parada, se facilitó recursos mas no de personal, y con ello el tiempo de demora disminuye lo que directamente aumenta la confiabilidad.

Tabla 10. Comparación de trimestral de MTBF aplicando SMED

| Último trimestre<br>2022 | MTBF | Primer<br>trimestre 2023 | MTBF |
|--------------------------|------|--------------------------|------|
| Octubre                  | 28.5 | Enero                    | 40   |
| Noviembre                | 27.2 | Febrero                  | 36   |
| Diciembre                | 31.0 | Marzo                    | 40.3 |
| Promedio Total           | 28.9 |                          | 38.8 |



## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** - Se hizo el diagnóstico de la operatividad de la flota de motoniveladoras modelo 24 marca Caterpillar de la compañía minera extractora de cobre y zinc, dando como resultado una baja disponibilidad y confiabilidad en el último trimestre del año 2022. Se evaluó la disponibilidad de la flota de motoniveladoras en el último trimestre del año, encontrando que la disponibilidad real fue 3% menor a la estimada, no cumpliendo con la operatividad ofrecida de la flota; no obstante, se logró incrementar la confiabilidad del 2022, que fue de 28.9%, incrementándose a 38.8% en el 2023.

**SEGUNDA.** - En cuanto a la disponibilidad del último trimestre, la flota de motoniveladoras modelo 24 presentó una baja disponibilidad debido a averías o fallas que afectaron su operatividad. Para determinar la confiabilidad del período mencionado, se verificó la variación de paradas en la flota de motoniveladoras que se encontraba fuera del promedio trimestral de 28.9%.

**TERCERA.** - La falla que afectó la disponibilidad de la flota de las motoniveladoras fue en el sistema de dirección. La rótula de dirección, por presencia de material abrasivo (barro), termina dañándose prematuramente. De igual manera, un arnés eléctrico que va en el mismo cilindro de dirección es dañado por el peso del material de barro y piedra que se acumula en ese lugar durante el trabajo del equipo. Los cilindros de dirección presentan golpes en el cuerpo ocasionados por impactos de roca durante el trabajo y la caída de las rótulas de dirección. Todas estas fallas originan la parada del equipo. Se identifican las actividades del proceso que se desarrollan tanto en el taller como en mina sobre la falla del sistema de dirección, existiendo solo actividades internas.

**CUARTA.** - Se identificó la falla más recurrente mediante un análisis de causa-raíz, utilizando el diagrama de espina de pescado, para luego discriminar las actividades internas y poder distribuir las a externas, liberando los tiempos muertos para identificar la disponibilidad y posteriormente evaluar la mejora en la confiabilidad lograda mediante la implementación de la herramienta SMED. Con el desarrollo del SMED, se pudo identificar actividades externas, lo cual ayudó a disminuir el tiempo de parada de los equipos por falla en el sistema de dirección. En la etapa de reducción, se pudo incluir este proceso dentro de la gestión del mantenimiento.

**QUINTA.** - Se consiguió incrementar la confiabilidad de 28.9% a 38.8% a través del tratamiento de la falla más recurrente, facilitando recursos materiales y no de personal, con ello el tiempo de demora disminuyó considerablemente, siendo este indirectamente proporcional a la confiabilidad, aumentándola como resultado.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener la metodología SMED para otras actividades de la organización, ya que de esta forma se podría incrementar la confiabilidad en otras áreas haciendo más eficiente a la empresa.
- Se recomienda usar el diagnóstico empleado para evaluar otras fallas no tan recurrentes, logrando mejorar poco a poco todo el proceso de mantenimiento.
- La identificación de falla podría ser utilizada en otras dependencias no solamente las operativas, más bien las administrativas, para que se pueda emplear otras formas de LEAN, como son LEAN OFFICE para optimizar sus procesos.
- Se recomienda realizar informes periódicos de la confiabilidad de otras operaciones para analizar si requieren un tratamiento de fallas.
- Se recomienda alcanzar esta información a las jefaturas correspondientes para que sirva de insumo probable en la toma de decisiones para próximos proyectos de mejora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, J. Estudio sobre la aplicación de SMED en el cambio de artículo para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una textil. Tesis (Para optar el título profesional Ingeniero Industrial) Arequipa, 2021 Perú. [en línea] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8515>.
- HERNÁNDEZ, R. *et al. Metodología de la investigación*. 6.<sup>a</sup> ed. México D.F. Mc Graw hill interamericana editores s.a de c.v, 2014. ISBN: 9781456223960.
- MUÑOZ, J. *et al. Lean Manufacturing: Modelos y Herramientas: Textos Académicos*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia 2022, ISBN: 9789587226362.
- PRADO, J. Estudio sobre la aplicación de la metodología SMED en mejorar la productividad de una empresa. Tesis (Para optar título profesional de Ingeniero Industrial). Lima, Perú. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial 2018 [en línea] [fecha de consulta 13 de abril de 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74509>.
- SHINGO, S. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. 3ra ed. Madrid, España 1993, 393pp. ISBN: 8487022022.
- ARATA, A. *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. 1ra ed. Santiago, Chile enero 2009 442pp. ISBN 9789562846585.
- RODRÍGUEZ, Y. *Metodología de la investigación. Enfoque por competencias DGB*. Serie 2020 Klik Soluciones Educativas S.A. de C.V- miembro de la CANIEM. México 2020, 74pp. ISBN: 9786078682.
- NIÑO, V. *Metodología de la investigación. Diseño, ejecución e informe*. 2<sup>a</sup> ed. Bogotá, Colombia, octubre 2019. 160pp. e-ISBN 9789587920765.
- REBOLLO, P. *Metodología de la investigación y recopilación*, 1<sup>ra</sup> ed. Ciudad autónoma de Buenos Aires 2022. ISBN: 978987873103
- MAR, C. *Metodología de la investigación: Métodos y Técnicas 1.<sup>a</sup> ed*. Grupo editorial patria, S.A de C.V. México 2020, 217pp. ISBN: 9786075506227.
- TAPIA, C. Estudio sobre diseño e implementación de Metodología Lean Manufacturing para la mejora en el mantenimiento preventivo en una flota de camiones Cat 794 AC. En una empresa contratista minera, Arequipa 2022. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de

- Arequipa, Facultad de Ingeniería Industrial 2020. 186pp. [fecha de consulta 05 de abril del 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/14962>.
- CRUZ, J. *et al.* *SMED: el camino a la flexibilidad total*. impreso en México 2004, 277pp. ISSN 16659627.
- PERTUZ, A. Estudio Sobre la implementación con la metodología SMED para la reducción de tiempos de aislamiento (set up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de barranquilla. Tesis (Optar el título de Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Nacional Abierta y a distancia (CEAD) 2018. [30 de abril del 2023]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18111/72245661>.
- ELÍAS, M. Estudio sobre propuesta para optimizar la productividad usando las herramientas del Lean Manufacturing en una fábrica de calzado. Tesis (optar título profesional de Ingeniero Industrial) Arequipa: Universidad Continental [15 de mayo del 2023] Disponible: <https://repositorio.continental.edu.pe/20.500.12394/12743>
- QUIÑONES, F. sobre, reduciendo los efectos cosméticos y de precisión en el proceso de plateado de las piezas manufacturadas en la empresa Keysight Technologies. PRCR repositorio digital. [en línea] 2020. [Fecha de consulta: 26 de abril del 2023] Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12475/1079>.
- PILCO, C. Estudio sobre técnica de SMED para la reducción de tiempos en el proceso de lavado de jeans de la empresa Ecuatintex. Tesis (optar el título de Ingeniero Industrial en procesos de automatización) Ecuador: Universidad técnica de Ambato Oct 2020 [28 de abril del 2023]. Disponible: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31502>.
- CARCAUSTO, N. Estudio de la aplicación del SMED para incrementar la productividad del proceso de producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C. Tesis. (Optar el título de Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Cesar Vallejo Lima 2021. [ 01 de mayo del 2023]. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71934>.
- PÉREZ, S. Estudio en la aplicación del SMED para poder incrementar la productividad en el enmallado de palta fresca en la empresa Camposol s.a. 2019. Tesis (optar título ingeniero industrial) Perú Universidad Cesar Vallejo Lima 2020. Disponible <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47149>
- GARCÍA, A. Estudio en planeamiento estratégico y su influencia en la productividad de la empresa de transporte y servicios múltiples Geral y Asociados S.A.C. durante

- el periodo 2022. Tesis. (Optar el título de Ingeniero de Sistemas) Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz 2022. [07 de mayo del 2023]. Disponible: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5353>.
- CASTRO, P. Estudio sobre el SMED para mejorar la productividad de una empresa Metalcard G&C S.A.C. 2019. Tesis (Optar el título de Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Cesar Vallejo. Lima 2019. [26 de mayo el 2023].
- CHÁVEZ, M. estudio sobre la metodología SMED para la mejora de la productividad en una empresa Metalmecánicas. Tesis (Optar título de Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Cesar Vallejo. Lima 2019. [26 de mayo del 2023].
- MITMA, H. Estudio sobre la adaptación del torno convencional torno de control numérico asistido de una empresa Famai Seal Jet. 2019. Tesis: (optar grado de bachiller en Ingeniería Industrial) Perú: Universidad Continental. Arequipa 2019 [26 de mayo del 2023]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8086>.
- FERNÁNDEZ, J. Estudio sobre el Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una flota de camiones volvo para la empresa contratista Confipetrol Andina en la unidad minera de Cuajone. 2022. Tesis:(Optar el título profesional de Ingeniero Mecánico) Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna 2022. [26 de mayo del 2026]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4575>.
- AUQUI, N. estudio sobre sobre el sistema SMED para incrementar la productividad en la reparación de motores 16v4000 en la empresa MTU 2019. Tesis: (optar el Título profesional de Ingeniero Industrial) Perú. Universidad Cesar Vallejo. Lima 2019. [26 de mayo del 2026]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51110>.
- VALDERRAMA, J. estudio aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad del cambio de formato de la maquina IS- de 4 secciones de la empresa Envases de vidrio S.A.C San Juan de Lurigancho. 2018 tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Industrial) Perú. Universidad Cesar Vallejo. Lima 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34921>.
- MILLA, M. Estudio sobre la aplicación de la herramienta SMED para incrementar la productividad de las líneas de Inyección de la Empresa Industrias Europeas S. A.C., SLJ 2017 Tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Cesar Vallejo. Lima 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105460>.

- ACUÑA, J. Estudio de la aplicación del SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la línea Dúplex de la empresa Cardsilplast S.A.C Lurigancho 2021. Tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Industrial) Perú. Universidad Cesar Vallejo. Lima 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/78023>.
- MENDOZA, R. Estudio aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad de la línea de ensamblaje de balanzas en el área producción de la empresa Ciapesa Perú S.A.C Lima 2017. Tesis: (Optar título de Ingeniero Industrial) Perú. Universidad Cesar Vallejo. Lima 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12486>.
- ZORRILLA, J. Estudio sobre una propuesta de implementación del plan de mantenimiento basado en criterios de RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) para una línea de transmisión de 500kv 2019. Tesis: (Optar el título profesional de Ingenio Electricista). Perú. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa 2019. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10653>.
- SÁNCHEZ, A. Estudio sobre plan de mantenimiento – metodología de RCM optimizar el funcionamiento de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH S.A.C Chiclayo. Tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista) Perú. Universidad cesar Vallejo. Chiclayo 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46119>.
- GUTIÉRREZ C. Estudio de plan de gestión de mantenimiento basado en la metodología RCM para la mejora de la disponibilidad de bombas concreteras Putzmeister. Caso: Concretos supermix S.A. Tesis: (Optar el grado académico de maestro en ciencias: Ingeniería de Mantenimiento con mención en gerencia de Mantenimiento) Perú. Universidad Nacional de San Agustín Arequipa 2019. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11998>.
- FERNÁNDEZ, P. Estudio de estrategias de gestión de mantenimiento basado en indicadores de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa Orica Mining Service Perú S.A. en operaciones en sociedad Minera de Cerro Verde año 2018. Tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Mecánico). Perú. Universidad Católica de santa María 2019. [28 de junio del 2023] Arequipa. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9309>.
- RISCO, Y. Estudio de aplicación de modelo de gestión logística para reducir tiempos de atención de pedidos en la municipalidad distrital de nuevo Chimbote. Tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Perú. Universidad de Cesar

Vallejo 2018. [29 de mayo del 2023] Chimbote.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/30128>.

HILASACA, M. Estudio de la influencia del diagrama ISHIKAWA (causa y efecto) en la mejora de la productividad en el área de prefabricados en la empresa supermix S.A. Tesis: (Optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Perú. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca Puno 2018. [29 de mayo del 2026].  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1794>.

SALAZAR, J. Estudio sobre clima laboral y desempeño organizacional en los colaboradores del área de producción en la empresa KFC del distrito de surco. Tesis (Optar título de licenciado de administración de empresas). Perú. Universidad autónoma del Perú. 2018. [09 de junio del 2023]  
<https://hdl.handle.net/20.500.13067/899>.



# ANEXOS

## Anexo A. Check List inspección de pines motoniveladora modelo 24

| INSPECCION DE PINES<br>MOTONIVELADORA MODELO 24 |  |   |   |                   |   |   |  |
|---|--|---|---|-------------------|---|---|--|
| EQUIPO: _____                                   |  | FECHA: _____  |   | RESPONSABLE _____ |   |   |  |
| Recomendaciones de Seguridad:                   |  | Los movimientos en taller deben ser guiados. Verifique y avise antes de arrancar y poner en marcha la máquina. Coloque cinta de seguridad alrededor del equipo para pruebas con movimiento. El operador deberá ser autorizado. Si se encuentra alrededor y/o cerca a la máquina, no pierda el contacto visual con el operador o con la persona que este guiando las maniobras |   |                   |   |   |  |
| Protección del Medio Ambiente:                  |  | Evite los derrames de aceite, combustibles y grasa en campo o fuera del taller.   |   |                   |   |   |  |
| ITEM  | RUTA DE INSPECCION                           | Nivel de juego  |   |                   |   |   | DEFINICION DE NIVELES DE JUEGO<br>NIVEL 1: MINIMO JUEGO (0-25%)<br>NIVEL 2: POCO JUEGO (25%-50%)<br>NIVEL 3: REGULAR -PROGRAMAR MONITOREO- (50%-75%)<br>NIVEL 4: EXCESIVO -PROGRAMAR CAMBIO Y/O REPARACION- (75%-100%)<br>NIVEL 5: EMERGENCIA -REPARAR INMEDIATAMENTE- (mayor de 100%) |
|   |  | 1   | 2 | 3                 | 4 | 5 |  |
| 1   | Pin de Articulacion Central                  | Sup   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Inf   |   |                   |   |   |  |
| 2   | Pines cilindro de Articulacion Central       | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 3   | Yoike cilindro levante de hoja               | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 4   | Pin de yoke con cilindro levante de hoja     | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| <b>Ball stud de Cilindro levante de hoja</b>    |  |   |   |                   |   |   |  |
| 5   | Antes de regular                             | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 5   | Despues de regular                           | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| <b>Ball stud de Cilindro centershift</b>        |  |   |   |                   |   |   |  |
| 6   | Antes de regular                             | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 6   | Despues de regular                           | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| <b>Brazo de Levante de hoja</b>                 |  |   |   |                   |   |   |  |
| 7   | Pin de brazo con frame                       | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 7   | Pin de brazo con barra centershift           | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| <b>Drawbar ball</b>                             |  |   |   |                   |   |   |  |
| 8   | Antes de regular                             | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 8   | Despues de regular                           | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| <b>Front Axle Sistema de dirección</b>          |  |   |   |                   |   |   |  |
| 9   | Pin barra estabilizadora con spindle         | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 10  | Pin Front Axle con spindle                   | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 11  | Rotula barra de direccion                    | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 12  | Pin superior de brazo de spindle con spindle | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 13  | Pin inferior de brazo de spindle con spindle | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 14  | Rotula cilindro de direccion con spindle     | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 15  | Pin cilindro de direccion con Front Axle     | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 16  | Pin Front Axle con frame                     | Delant  |   |                   |   |   |  |
|   |  | Post  |   |                   |   |   |  |
| 17  | Pin cilindro de inclinacion con spindle      | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 18  | Pin cilindro de inclinacion con Front Axle   | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| <b>Ripper</b>                                   |  |   |   |                   |   |   |  |
| 19  | Pin base con frame                           | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 20  | Pin base con ripper                          | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 21  | Pin barra con frame                          | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 22  | Pin barra con ripper                         | Der   |   |                   |   |   |  |
|   |  | Izq   |   |                   |   |   |  |
| 23  | Pin cilindro de levante                      | Cabeza  |   |                   |   |   |  |
|   |  | Vastago   |   |                   |   |   |  |

## Anexo B. Especificaciones técnicas de Motoniveladora Modelo 24

| <b>Engine</b>                        |  |                         |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| Engine Model                         | Cat C27 ACERT  |                         |
| Emissions                            | Tier 4 Final/Stage IV<br>Equivalent to Tier 2/Stage II |                         |
| Base Power (1st gear) – Net          | 399 kW   | 535 hp                  |
| Base Power (1st gear) – Net (Metric) | 543 hp   |                         |
| Displacement                         | 27.0 L   | 1,649.5 in <sup>3</sup> |
| Bore                                 | 137.2 mm   | 5.4 in                  |
| Stroke                               | 152.4 mm   | 6                       |
| Torque Rise ISO 9249                 | 19%  |                         |
| Maximum Torque ISO 9249              | 3277 N·m   | 2,417 lbf-ft            |
| Speed @ Rated Power                  | 1,800 rpm  |                         |
| Number of Cylinders                  | 12   |                         |
| Derating Altitude                    |  |                         |
| Tier 4 Final/Stage IV                | 3048 m   | 10,000 ft               |
| Equivalent Tier 2/Stage II           | 4572 m   | 15,000 ft               |
| Standard – Fan Speed                 |  |                         |
| Maximum                              | 1,330 rpm  |                         |
| Minimum                              | 50 rpm   |                         |
| Standard Capability                  | 50° C  | 122° F                  |

- The 24 is offered with two variations of the C27 Engine with ACERT Technology. One meets U.S. EPA Tier 4 Final/EU Stage IV emission standards and is required for higher regulated countries. The other option emits equivalent to Tier 2/Stage II and is available for lesser regulated countries.
- On Tier 4/Stage IV machines, Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD) and lower ash oil are required.

| <b>Net Power</b> |               |               |                  |
|------------------|---------------|---------------|------------------|
| <b>Gear</b>      | <b>Net kW</b> | <b>Net HP</b> | <b>Metric HP</b> |
| Forward          |               |               |                  |
| 1st              | 399           | 535           | 543              |
| 2nd              | 399           | 535           | 543              |
| 3rd              | 407           | 546           | 554              |
| 4th              | 424           | 569           | 577              |
| 5th              | 463           | 621           | 630              |
| 6th              | 518           | 694           | 704              |
| Reverse          |               |               |                  |
| 1st              | 399           | 535           | 543              |
| 2nd              | 399           | 535           | 543              |
| 3rd              | 463           | 621           | 630              |

- Net power is tested per ISO 9249 at rated speed of 1,800 rpm and includes an engine equipped with fan, air cleaner, muffler/after treatment and alternator.

## Power Train

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Forward/Reverse Gears          | 6 forward/3 reverse                       |
| Transmission                   | Automatic, electronic,<br>Power Shift     |
| Brakes                         |   |
| Service                        | Oil-actuated, oil-disc                    |
| Dynamic Brake Torque Per Wheel | 75 383 N·m 55,600 lbf-ft                  |
| Parking                        | Spring applied,<br>hydraulically released |
| Secondary                      | Oil-actuated, oil-disc                    |

## Hydraulic System

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Circuit Type            | Electro-hydraulic load<br>sensing, closed center |
| Pump Type               | Variable piston                                  |
| Pump Output             | 504 L/min 133 gal/min                            |
| Maximum System Pressure | 24 150 kPa 3,500 psi                             |
| Standby Pressure        | 5800 kPa 841.2 psi                               |

- Pump output measured at 1,800 rpm.

## Operating Specifications

|                                     |              |          |
|-------------------------------------|--------------|----------|
| Top Speed                           |              |          |
| Forward                             | 41.9 km/h    | 26 mph   |
| Reverse                             | 41.2 km/h    | 25.6 mph |
| Turning Radius, Outside Front Tires | 12.5 m       | 41 ft    |
| Steering Range – Left/Right         | 47.5 degrees |          |
| Articulation Angle – Left/Right     | 25 degrees   |          |
| Forward                             |              |          |
| 1st                                 | 4.8 km/h     | 3.0 mph  |
| 2nd                                 | 6.9 km/h     | 4.3 mph  |
| 3rd                                 | 10.3 km/h    | 6.4 mph  |
| 4th                                 | 14.9 km/h    | 9.3 mph  |
| 5th                                 | 28.9 km/h    | 18.0 mph |
| 6th                                 | 41.9 km/h    | 26.0 mph |
| Reverse                             |              |          |
| 1st                                 | 6.8 km/h     | 4.2 mph  |
| 2nd                                 | 14.7 km/h    | 9.1 mph  |
| 3rd                                 | 41.2 km/h    | 25.6 mph |

- Machine speed measured @ 1,800 rpm with 29.5R29 radial tires, no slip.

## Service Refill

|  |       |          |
|--|-------|----------|
| Fuel Capacity                              | 908 L | 240 gal  |
| Cooling System                             | 191 L | 50.5 gal |
| Hydraulic System                           |       |          |
| Total                                      | 270 L | 71.3 gal |
| Tank                                       | 130 L | 34.3 gal |
| Engine Oil                                 | 99 L  | 26.2 gal |
| Transmission                               | 122 L | 32.2 gal |
| Differential and Final Drives              | 190 L | 50.2 gal |
| Tandem Housing (each)                      | 322 L | 85.1 gal |
| Front Wheel Spindle Bearing Housing (each) | 4 L   | 1.1 gal  |
| Circle Drive Housing (each)                | 8 L   | 2.1 gal  |

## Frame

|                            |            |          |
|----------------------------|------------|----------|
| Circle                     |            |          |
| Diameter                   | 2631 mm    | 103.6 in |
| Blade Beam Thickness       | 160 mm     | 6.3 in   |
| Drawbar                    |            |          |
| Height                     | 215 mm     | 8.5 in   |
| Thickness                  | 16 mm      | 0.6 in   |
| Width                      | 225 mm     | 8.9 in   |
| Front-Top/Bottom Plate     |            |          |
| Width                      | 514 mm     | 20.2 in  |
| Thickness                  | 50 mm      | 2 in     |
| Front Side Plates          |            |          |
| Width                      | 415 mm     | 16.3 in  |
| Thickness                  | 25 mm      | 1 in     |
| Front Axle                 |            |          |
| Height to Center           | 882 mm     | 34.7 in  |
| Wheel Lean, Left/Right     | 18 degrees |          |
| Total Oscillation Per Side | 32 degrees |          |

## Tandems

|                    |            |         |
|--------------------|------------|---------|
| Height             | 1040 mm    | 41 in   |
| Width              | 353 mm     | 13.9 in |
| Sidewall Thickness |            |         |
| Inner              | 25 mm      | 1 in    |
| Outer              | 30 mm      | 1.2 in  |
| Drive Chain Pitch  | 76 mm      | 3 in    |
| Wheel Axle Spacing | 2285 mm    | 90 in   |
| Tandem Oscillation |            |         |
| Front Up           | 20 degrees |         |
| Front Down         | 20 degrees |         |

## Moldboard

|                  |           |            |
|------------------|-----------|------------|
| Width            | 7.3 m     | 24 ft      |
| Height           | 1025 mm   | 42.4 in    |
| Thickness        | 50 mm     | 2 in       |
| Arc Radius       | 550 mm    | 21.7 in    |
| Throat Clearance | 162 mm    | 6.4 in     |
| Cutting Edge     |           |            |
| Width            | 406 mm    | 16 in      |
| Thickness        | 60 mm     | 2.4 in     |
| End Bit          |           |            |
| Width            | 203 mm    | 8 in       |
| Thickness        | 25 mm     | 1 in       |
| Blade Pull*      |           |            |
| Base GVW         | 46 502 kg | 102,519 lb |
| Maximum GVW      | 49 263 kg | 108,607 lb |
| Down Force       |           |            |
| Base GVW         | 32 597 kg | 71,863 lb  |
| Maximum GVW      | 34 020 kg | 75,001 lb  |

\*Blade pull calculated at 0.9 traction coefficient, which is equal to ideal no-slip conditions, and Gross Machine Weight.

## Blade Range

|   |            |         |
|---|------------|---------|
| Circle Centershift                      |            |         |
| Right                                   | 437 mm     | 17.2 in |
| Left                                    | 804 mm     | 31.7 in |
| Moldboard Sideshift                     |            |         |
| Right                                   | 1150 mm    | 45.3 in |
| Left                                    | 970 mm     | 38.2 in |
| Maximum Blade Position Angle            | 55 degrees |         |
| Blade Tip Range                         |            |         |
| Forward                                 | 40 degrees |         |
| Backward                                | 0 degrees  |         |
| Maximum Shoulder Reach Outside of Tires |            |         |
| Right                                   | 3175 mm    | 125 in  |
| Left                                    | 3175 mm    | 125 in  |
| Maximum Lift Above Ground               | 410 mm     | 16.1 in |
| Maximum Depth of Cut                    | 550 mm     | 21.7 in |

- Maximum lift above ground and depth of cut with 406 mm × 60 mm (16 in × 2.4 in) cutting edges.

## Ripper

|                         |        |              |
|-------------------------|--------|--------------|
| Ripping Depth – Maximum | 454 mm | 17.9 in      |
| Ripper Shank Holders    | 7      |              |
| Shank Holder Spacing    |        |              |
| Minimum                 | 593 mm | 23.3 in      |
| Maximum                 | 604 mm | 23.8 in      |
| Penetration Force       | 142 kN | 31,922.9 lbf |
| Pryout Force            | 182 kN | 40,915.2 lbf |

## Weights – Tier 4/Stage IV

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| Gross Vehicle Weight – Typically Equipped |           |            |
| Total                                     | 73 344 kg | 161,695 lb |
| Front Axle                                | 20 170 kg | 44,467 lb  |
| Rear Axle                                 | 53 174 kg | 117,228 lb |
| Gross Vehicle Weight – Base*              |           |            |
| Total                                     | 71 563 kg | 157,769 lb |
| Front Axle                                | 19 894 kg | 43,858 lb  |
| Rear Axle                                 | 51 669 kg | 113,910 lb |
| Gross Vehicle Weight – Maximum Tested     |           |            |
| Total                                     | 75 500 kg | 166,449 lb |
| Front Axle                                | 20 763 kg | 45,775 lb  |
| Rear Axle                                 | 54 737 kg | 120,674 lb |

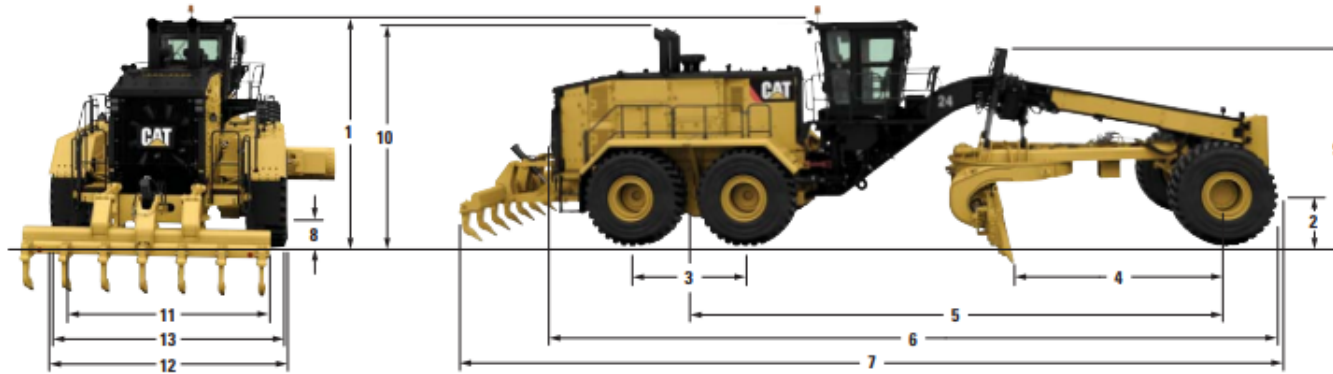
\*For machines not equipped with Tier 4 Final emission engine, subtract 40 kg (88.2 lb) from the rear axle weight and total weight. Base operating weight calculated on standard machine configuration with 29.5 R29 tires, full fuel tank operator and ROPS cab.

## Standards

|           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| ROPS/FOPS | ISO 3471,<br>ISO 3499              |
| Steering  | ISO 5010:2007                      |
| Brakes    | ISO 3450                           |
| Sound     | ISO 6394,<br>ISO 6395,<br>ISO 6396 |

- The dynamic spectator sound power level is 112 dB(A) for Tier 4/ Stage IV certified configurations and 113 dB(A) for equivalent Tier 2/Stage II configurations when measured according to the dynamic test procedures that are specified in ISO 6395:2008. The measurement was conducted at 70 percent of the maximum engine cooling fan speed. The machine was equipped with a sound suppression system.
- The dynamic operator sound pressure level is 77 dB(A) for Tier 4/ Stage IV certified configurations and 73 dB(A) for equivalent Tier 2/Stage II configurations when measured according to the dynamic test procedures that are specified in ISO 6396:2008. The measurement was conducted at 70 percent of the maximum engine cooling fan speed, with the cab doors and the cab windows closed. The cab was properly installed and maintained. The machine was equipped with a sound suppression system.

## Dimensions



24

|   | mm     | in    |
|---|--------|-------|
| 1 Height – Top of Cab   | 4380   | 172.4 |
| 2 Height – Front Axle Center                                  | 914    | 36    |
| 3 Length – Between Tandem Axles                               | 2285   | 90    |
| 4 Length – Front Axle to Moldboard                            | 4048   | 159.4 |
| 5 Length – Front Axle to Mid Tandem                           | 10 388 | 409   |
| 6 Length – Front Tire to Rear of Machine (includes tow hitch) | 14 880 | 585.8 |
| 7 Length – Counterweight to Ripper                            | 16 707 | 657.8 |
| 8 Ground Clearance at Rear Axle                               | 404    | 15.9  |
| 9 Height to Top of Cylinders                                  | 3800   | 149.6 |
| 10 Height to Exhaust Stack                                    | 4373   | 172.2 |
| 11 Width – Tire Center Lines                                  | 3664   | 144.3 |
| 12 Width – Outside Rear Tires                                 | 4433   | 174.5 |
| 13 Width – Outside Front Tires                                | 4280   | 168.5 |

All dimensions are approximate, based on standard machine configuration with 29.5R29 tires.



















| Modelo | Equipo | Año  | SEMANA | Fecha     | Hora     | Duracion | T° Parada | Frecuer | Mes       | Det. Equi | Codigo | Prog Vs No Prog           | 1 | 2 |
|--------|--------|------|--------|-----------|----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|--------|---------------------------|---|---|
| 24     | GHC023 | 2022 | 50     | 17-Dic-22 | 10:36:58 | 00:48:55 | 0.8       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 318    | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 50     | 19-Dic-22 | 7:0:0    | 02:08:41 | 2.1       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 317    | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 50     | 19-Dic-22 | 14:18:20 | 00:37:45 | 0.6       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4586   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 52     | 30-Dic-22 | 19:0:0   | 01:20:26 | 1.3       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4616   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 48     | 4-Dic-22  | 20:40:23 | 00:26:22 | 0.4       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4221   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 51     | 23-Dic-22 | 12:52:47 | 02:08:55 | 2.1       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4143   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 51     | 25-Dic-22 | 20:16:29 | 02:57:23 | 3.0       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4586   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC023 | 2022 | 52     | 30-Dic-22 | 18:57:52 | 00:02:08 | 0.0       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4616   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 42     | 22-Oct-22 | 22:39:46 | 00:17:08 | 0.3       | 1       | Octubre   | Det. Equi | 4831   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 40     | 6-Oct-22  | 11:29:10 | 07:30:50 | 7.5       | 1       | Octubre   | Det. Equi | 4180   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 40     | 6-Oct-22  | 19:0:0   | 05:37:19 | 5.6       | 1       | Octubre   | Det. Equi | 4180   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 40     | 7-Oct-22  | 21:49:32 | 00:23:40 | 0.4       | 1       | Octubre   | Det. Equi | 4616   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 42     | 23-Oct-22 | 23:47:31 | 00:30:54 | 0.5       | 1       | Octubre   | Det. Equi | 4629   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 40     | 4-Oct-22  | 9:52:42  | 01:26:43 | 1.4       | 1       | Octubre   | Det. Equi | 4130   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 47     | 22-Nov-22 | 17:3:37  | 01:19:05 | 1.3       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4809   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 47     | 22-Nov-22 | 17:3:3   | 00:00:34 | 0.0       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4809   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 46     | 15-Nov-22 | 20:7:34  | 00:48:14 | 0.8       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4502   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 46     | 18-Nov-22 | 0:7:4    | 06:52:56 | 6.9       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4144   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 44     | 2-Nov-22  | 8:36:32  | 10:23:28 | 10.4      | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4589   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 44     | 2-Nov-22  | 19:0:0   | 07:12:16 | 7.2       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4589   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 45     | 9-Nov-22  | 9:13:7   | 02:40:27 | 2.7       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4616   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 45     | 10-Nov-22 | 19:0:0   | 05:22:31 | 5.4       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4426   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 45     | 10-Nov-22 | 17:1:9   | 01:58:51 | 2.0       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4426   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 45     | 12-Nov-22 | 23:30:38 | 00:19:37 | 0.3       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4426   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 45     | 14-Nov-22 | 19:10:34 | 02:44:47 | 2.7       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 4208   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 46     | 21-Nov-22 | 7:17:43  | 03:29:17 | 3.5       | 1       | Noviembre | Det. Equi | 670    | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 51     | 26-Dic-22 | 14:48:34 | 01:42:35 | 4.0       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4815   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 51     | 23-Dic-22 | 20:46:29 | 00:14:46 | 0.2       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4329   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 52     | 30-Dic-22 | 19:0:0   | 03:04:42 | 3.1       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 317    | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 52     | 30-Dic-22 | 18:55:30 | 00:04:30 | 0.1       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 317    | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 48     | 2-Dic-22  | 23:46:50 | 00:06:25 | 0.1       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4804   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 48     | 3-Dic-22  | 22:16:2  | 00:11:51 | 0.2       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4804   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 48     | 4-Dic-22  | 3:7:37   | 00:13:12 | 0.2       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4804   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 51     | 25-Dic-22 | 19:0:0   | 01:36:57 | 1.6       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4701   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 51     | 25-Dic-22 | 18:58:13 | 00:00:08 | 1.0       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4701   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 51     | 25-Dic-22 | 18:58:21 | 00:01:39 | 1.0       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4701   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |
| 24     | GHC024 | 2022 | 51     | 22-Dic-22 | 19:0:0   | 02:00:42 | 2.0       | 1       | Diciembre | Det. Equi | 4502   | Det. Equipo No Programada |   | 2 |



## Anexo D. Base de Datos en Microsoft Excel reporte de Dispatch por razón de falla

| Razon de Falla              | Comentarios  | Sistema                 | Sub Sistema           | Componente                  |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA ANTIFATIGA   | SEGURIDAD               | ELECTRICO             | SENSOR DE POSICION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPIZ CABINA EL TECHO ESTA QUE SE CAE                            | SISTEMA DE CABINA       | TECHO                 | TAPIZ DE TECHO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FALLA EN LUCES   | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                  | EXTINTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FALLA EN LUCES   | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                  | EXTINTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPIZZ   | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                  | EXTINTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR Y   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CHAPA PUERTA CABINA VIBRACION                                    | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION           | BOMBA DE INYECCION DE GRASA |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUCES NO ENCIENDEN   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION           | MANGUERAS DE GRASA          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRABA VERTEDERA  | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION           | MANGUERAS DE GRASA          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRABA DIFERENCIAL  | SISTEMA DE TRANSMISION  | VALVULA DE TRABA      | HARNES ELECTRICO            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRABA DIFERENCIAL  | SISTEMA DE TRANSMISION  | TRABA DIFERENCIAL     | HARNES ELECTRICO            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRABA DIFERENCIAL  | SISTEMA DE TRANSMISION  | VALVULA DE TRABA      | HARNES ELECTRICO            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRABA DIFERENCIAL Y CAIDA FIBRA VIDRIO TECHO CABINA              | SISTEMA DE TRANSMISION  | TRABA DIFERENCIAL     | HARNES ELECTRICO            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRABA DIFERENCIAL Y CAIDA FIBRA VIDRIO TECHO CABINA              | SISTEMA DE TRANSMISION  | TRABA DIFERENCIAL     | HARNES ELECTRICO            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA ELECTRICO       | ARRANCADOR            | NO ARRANCA                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ARRANQUE DE EQUIPO   | SISTEMA ELECTRICO       | ARRANCADOR            | BAJO VOLTAJE                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA ELECTRICO       | ARRANQUE              | ARRANCADOR                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA ELECTRICO       | ARRANQUE              | ARRANCADOR                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NON TIENE LLAVE  | SISTEMA ELECTRICO       | LLAVE                 | ENCENDIDO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NON TIENE LLAVE  | SISTEMA ELECTRICO       | LLAVE                 | ENCENDIDO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NON TIENE LLAVE  | SISTEMA ELECTRICO       | LLAVE                 | ENCENDIDO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NON TIENE LLAVE  | SISTEMA ELECTRICO       | LLAVE                 | ENCENDIDO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE SUCCION DE BOMBA IMPLEMENTOS      | SISTEMA HIDRAULICO      | BOMBAS HIDRAULICAS    | MANGUERA DAÑADA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE SUCCION DE BOMBA IMPLEMENTOS      | SISTEMA HIDRAULICO      | BOMBAS HIDRAULICAS    | MANGUERA DAÑADA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                | MANDO DE GIRO               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO TERMINO ARMAR ACBINA  | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                | MANDO DE GIRO               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVALUACION DE MOTOR POR PASE DE COMBUSTIBLE HACIA EL SIST DE ESC | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SE APAGO SOLO EL MOTOR   | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | *CERCADO CON CONOS Y CABLES DESCONECTADOS                        | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | INYECTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VIBRACION CABINA CABLES SUELTOS PUERTA OPERADOR                  | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO             | ARRANCADOR                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CHAPA PUERTA CABINA VIBRACION                                    | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO             | ARRANCADOR                  |
| DISPATCH-TELECOMUNICACIONES | PANTALLA   | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO             | ARRANCADOR                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPIZZ   | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                  | EXTINTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO ELECTRICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | EVENTO                | CALIBRACION                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE CILINDRO DE DIRECCION             | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDROS HIDRAULICOS | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE POR RADIADOR -R&I DE RADIADOR                  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR              | CORES                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE POR RADIADOR -R&I DE RADIADOR                  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR              | CORES                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE POR RADIADOR -R&I DE RADIADOR                  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR              | CORES                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE POR RADIADOR -R&I DE RADIADOR                  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR              | CORES                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE POR RADIADOR -R&I DE RADIADOR                  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR              | CORES                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                | FRAME DELANTERO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA HIDRAULICO      | MANGUERA              | DESGASTE                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HDCO   | SISTEMA HIDRAULICO      | MANGUERA              | DESGASTE                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HDCO   | SISTEMA HIDRAULICO      | MANGUERA              | DESGASTE                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE DE DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDROS HIDRAULICOS | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE DE DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDROS HIDRAULICOS | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE DE DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDROS HIDRAULICOS | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE DE DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDROS HIDRAULICOS | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO MDE BAJA PRESION DE FRENO                                 | SISTEMA DE MOTOR        | ADMISION / ESCAPE     | FILTRO DE AIRE              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CABIO DE SELLO LINEA DEL FILTRO DE FRENO                         | SISTEMA DE MOTOR        | ADMISION / ESCAPE     | FILTRO DE AIRE              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA D E REGIENRATE  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | FILTROS COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA D E REGIENRATE  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE           | FILTROS COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPIZ CABINA EL TECHO ESTA QUE SE CAE                            | SISTEMA DE CABINA       | TECHO                 | TAPIZ DE TECHO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO FRENO   | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                  | EXTINTORES                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION             | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENO  | SISTEMA DE FRENOS       | PAQUETE DE FRENOS     | BAJA PRESION                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENO  | SISTEMA DE FRENOS       | PAQUETE DE FRENOS     | BAJA PRESION                |

| Razon de Falla              | Comentarios  | Sistema                 | Sub Sistema            | Componente                    |
|-----------------------------|--|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENO  | SISTEMA DE FRENOS       | PAQUETE DE FRENOS      | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENO  | SISTEMA DE FRENOS       | PAQUETE DE FRENOS      | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN IZQUIERDO                                     | SISTEMA DE FRENOS       | COMBUSTIBLE            | INYECTORES                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN IZQUIERDO                                     | SISTEMA DE FRENOS       | COMBUSTIBLE            | INYECTORES                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN Y TECHO CABINA                                | SISTEMA DE FRENOS       | TREN DE RODAMIENTO     | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN Y TECHO CABINA                                | SISTEMA DE FRENOS       | ELECTRICO              | SISTEMA DE ARRANQUE           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ELECTRICO       | MOTORES ELECTRICOS     | BATERIA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ELECTRICO       | MOTORES ELECTRICOS     | BATERIA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | GUARDAFANGO DELANTERO DOBLADO                                  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | ACCESORIOS             | GUARDAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | Fuga de combustible por multiple de escape                     | SISTEMA DE MOTOR        | INYECTOR               | INYECTOR                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA ELECTRICO       | ARRANCADOR             | BATERIAS                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS            | UÑAS                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE DE DIRECCION                                    | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDRO DE DIRECCION  | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HIDRAULICA  | SISTEMA HIDRAULICO      | CILINDROS HIDRAULICOS  | CILINDRO DE LEVANTE DE HOJA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA HIDRAULICO      | CILINDROS HIDRAULICOS  | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | Fuga de combustible por multiple de escape                     | SISTEMA DE MOTOR        | MOTOR                  | INYECTOR                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | Fuga de combustible por multiple de escape                     | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | TANQUE DE COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | Fuga de combustible por multiple de escape                     | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | TANQUE DE COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | Fuga de combustible por multiple de escape                     | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | TANQUE DE COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | TANQUE DE COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO              | ARNÉS ELECTRICO               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO              | ARNÉS ELECTRICO               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | INYECTORES                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRIGERANTE  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | INYECTORES                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | LINEAS DE COMBUSTIBLE - MOTOR |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | LINEAS DE COMBUSTIBLE - MOTOR |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA BAJA POSICION 1   | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA BAJA POSICION 1   | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA P3  | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA P3  | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA P3  | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA P2  | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA BAJA POSICION 1   | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION  | SISTEMA DE LUBRICACION  | IMPLEMENTOS            | CUCHILLAS Y CANTONERAS        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ARRANQUE DE EQUIPO SE APOYO CON ETHER/REPARACION DE LUCES      | SISTEMA ELECTRICO       | AUXILIAR DE ARRANQUE   | MOTOR                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MANDO GIRO POSTERIOR   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CABINA                 | LUCES                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS            | UÑAS                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                 | ARTICULACION CENTRAL          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SE APAGO   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                 | ARTICULACION CENTRAL          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MANDO GIRO POSTERIOR   | SISTEMA HIDRAULICO      | GIRO TORNAMESA         | MANDO DE GIRO                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MANDO GIRO POSTERIOR   | SISTEMA HIDRAULICO      | GIRO TORNAMESA         | MANDO DE GIRO                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION  | SISTEMA DE MOTOR        | LUBRICACION            | LINEAS DE RETORNO DE TURBO    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                   | EXTINTORES                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION              | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ELECTRICO       | MOTORES ELECTRICOS     | BATERIA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ALARMA DE TRANSMISION ERROR                                    | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS            | TORNAMESA DE GIRO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | MANDOS                 | DIFERENCIAL                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | TREN DE RODAMIENTO     | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | TREN DE RODAMIENTO     | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | TREN DE RODAMIENTO     | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | TREN DE RODAMIENTO     | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | TREN DE RODAMIENTO     | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS            | CUCHILLAS Y CANTONERAS        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA ESTRUCTURAL     | MANDOS                 | TANDEM                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                 | CHASIS PRINCIPAL              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE REFRIGERANTE   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS            | CUCHILLAS Y CANTONERAS        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CLAXON PEGADO  | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS     | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR MANDO DE GIRO TORNAMESA POSTERIOR -R&I DE M | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                 | FUGA POR EJE                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR MANDO DE GIRO TORNAMESA POSTERIOR -R&I DE M | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                 | FUGA POR EJE                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR MANDO DE GIRO TORNAMESA POSTERIOR -R&I DE M | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                 | FUGA POR EJE                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | BOMBA DE COMBUSTIBLE HEUI     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA DE MOTOR        | COMBUSTIBLE            | BOMBA DE COMBUSTIBLE HEUI     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL ROTO                       | SISTEMA DE MOTOR        | ADMISIÓN / ESCAPE      | FILTRO DE AIRE                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE CUCHILLAS POR DESGASTE                               | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP ALTA DE REFRIGERANTE                                      | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION              | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION              | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION              | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP ALTA DE REFRIGERANTE                                      | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR               | CORES                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP ALTA DE REFRIGERANTE                                      | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR               | CORES                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP ALTA DE REFRIGERANTE                                      | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR               | CORES                         |

| Razon de Falla              | Comentarios  | Sistema                 | Sub Sistema               | Componente                     |
|-----------------------------|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP ALTA DE REFRIGERANTE                                | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | RADIADOR                  | CORES                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | BOMBA LINCOLN DE ENGRASE AUTC  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ELECTRICO       | MOTORES ELECTRICOS        | BATERIA                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VARIOS REPORTES DEL EQUIPO                               | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | CUCHILLAS Y CANTONERAS         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VETDERA SE TRABO PUNTO DE ENGRAASE Y RIPER               | SISTEMA HIDRAULICO      | IMPLEMENTOS               | REGULACION                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VETDERA SE TRABO PUNTO DE ENGRAASE Y RIPER               | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | REGULACION                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE CUCHILLAS POR DESGASTE                         | GETS                    | IMPLEMENTOS               | CUCHILLAS Y CANTONERAS         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE CUCHILLAS POR DESGASTE                         | GETS                    | IMPLEMENTOS               | CUCHILLAS Y CANTONERAS         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VALVULAS DE IMPLEMENTOS                                  | SISTEMA HIDRAULICO      | IMPLEMENTOS               | CONTROL DE HOJA                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO                 | ARNES ELECTRICO                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ARTICULACION INVALIDA                                    | SISTEMA DE CABINA       | CABINA                    | PUERTA                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE CABINA       | CABINA                    | LUCES                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ARRANQUE   | SISTEMA DE CABINA       | CABINA                    | LUCES                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ALARMA DEL SISTEMA DE AFEX                               | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO    | MUESTRA DE ACEITE / PREDICTIVO |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION  | SISTEMA DE LUBRICACION  | CABINA                    | FOPS - CABINA                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PERDIDA POTENCIA   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | MANGUERAS DE GRASA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MOTOR NO ARRANCA   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | MANGUERAS DE GRASA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLAS CENTRALES CAIDAS                               | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA    |
| ACCIDENTE                   | GUARDAFANGO DELANTERO DOBLADO                            | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO                 | SISTEMA DE ARRANQUE            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PERNOS FLOJOS DE CILINDRO HID                            | TELECOMUNICACIONES      | TELECOMUNICACIONES        | DISPATCH                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ARRANQUE   | TELECOMUNICACIONES      | TELECOMUNICACIONES        | ANTIFATIGA                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO    | ACCIDENTE                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE LLANTA POSICION 5                              | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                   | BAJA PRESION                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJO NIVEL DE ACEITE TRANSMISION                         | SISTEMA DE TRANSMISION  | MANDOS                    | TANDEM                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJO NIVEL DE ACEITE TRANSMISION                         | SISTEMA DE TRANSMISION  | MANDOS                    | TANDEM                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | STREPWEAR                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CABINA                    | COMPRESOR                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE SISTEMA DE ARTICULACION/REP.CABLEADO DE SENSOR | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CABINA                    | COMPRESOR                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | UNIAS  | SISTEMA DE MOTOR        | ADMISIÓN / ESCAPE         | FILTRO DE AIRE                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                      | EXTINTORES                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                      | EXTINTORES                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                      | EXTINTORES                     |
| DISPATCH-TELECOMUNICACIONES |  | SISTEMA ELECTRICO       | MOTORES ELECTRICOS        | BATERIA                        |
| DISPATCH-TELECOMUNICACIONES |  | SISTEMA ELECTRICO       | MOTORES ELECTRICOS        | BATERIA                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL ALTO DE ACEITE                                     | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA DE ENGRASE                                       | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION/COMPUERT                                     | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO                 | ALTERNADOR DE 24V              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | TELECOMUNICACIONES      | TELECOMUNICACIONES        | DISPATCH                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRG   | SISTEMA DE MOTOR        | RADIADOR                  | LINEAS                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA REFRG   | SISTEMA DE MOTOR        | RADIADOR                  | LINEAS                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CABINA SUCIA SALIO DEL TALLER                            | SISTEMA DE CABINA       | CABINA                    | LIMPIEZA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PERDIDA DE POTENCIA                                      | SISTEMA DE MOTOR        | PM                        | PM                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PERDIDA DE POTENCIA                                      | SISTEMA DE MOTOR        | PM                        | PM                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | HARNES DE DIRECCION            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | DIRECCION BAJO NIVEL                                     | SISTEMA DE DIRECCION    | TANQUE                    | BAJO NIVEL                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION    | TIMON                     | CLAXON                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE TANDEM LH                                    | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | PASE INTERNO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE TANDEM LH                                    | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | PASE INTERNO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE TANDEM LH                                    | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | PASE INTERNO                   |
| ACCIDENTE                   | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO          | SISTEMA DE TRANSMISION  | CONJUNTO DE FRENOS        | TAMDEN                         |
| ACCIDENTE                   | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO          | SISTEMA DE TRANSMISION  | CONJUNTO DE FRENOS        | TAMDEN                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | FUSIBLE                        |
| ACCIDENTE                   | CORTE EN LLANTA POSICION 4 POR CORTE                     | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | FUSIBLE                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA AFEX ACTIVADO                                    | SISTEMA ESTRUCTURAL     | ACCESORIOS                | BARANDAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA AFEX ACTIVADO                                    | SISTEMA ESTRUCTURAL     | ACCESORIOS                | BARANDAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BORNE BATER  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | STREPWEAR                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BORNE BATER  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CABINA                    | FOPS - CABINA                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA AFEX ACTIVADO                                    | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                    | MANDO DE GIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA AFEX ACTIVADO                                    | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                    | MANDO DE GIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | INSTALACION DE UÑA                                       | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA    |
| ACCIDENTE                   | CORTE EN LLANTA POSICION 4 POR CORTE                     | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN   | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                    | MANDO DE GIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN   | SISTEMA DE FRENOS       | FUGA LÍNEA DE FRENO       | ACCIDENTE                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. TANDEN   | SISTEMA HIDRAULICO      | MANDOS                    | MANDO DE GIRO                  |
| ACCIDENTE                   | FUGA ACEITE HIDRAULICO                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PUERTA NO SELLA  | SISTEMA DE CABINA       | CABINA                    | PUERTA                         |

| Razon de Falla                | Comentarios   | Sistema                | Sub Sistema                     | Componente                         |
|-------------------------------|---|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | PUERTA NO SELLA   | SISTEMA DE CABINA      | CABINA                          | PUERTA                             |
| ANTIFATIGA-TELECOMUNICACIONES | MUCHO VIBRA   | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO          | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                       | ROTULA DE DIRECCION                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DE CILINDRO DE DIRECCION LH DATOS FUERA DE RANGO/CAMB.   | SISTEMA DE DIRECCION   | EVENTO ELECTRICO                | HARNES                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                       | MANGUERA DE DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DE CILINDRO DE DIRECCION LH DATOS FUERA DE RANGO/CAMB.   | SISTEMA DE DIRECCION   | EVENTO ELECTRICO                | HARNES                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DE CILINDRO DE DIRECCION LH DATOS FUERA DE RANGO/CAMB.   | SISTEMA DE DIRECCION   | CILINDRO                        | HARNES DE DIRECCION                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | VALVULA DE CONTROL DE DIRECCION | TRABADO                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                       | MANGUERA DE DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                       | MANGUERA DE DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO                       | HARNES DE DIRECCION                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | LINEAS HIDRAULICAS              | MANGUERAS ROTAS                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                       | SOLENOIDES DE CONTROL DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO                       | HARNES DE DIRECCION                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                       | SOLENOIDES DE CONTROL DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | LINEAS HIDRAULICAS              | MANGUERAS ROTAS                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | LINEAS HIDRAULICAS              | MANGUERAS ROTAS                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO DE DIRECCION          | HARNES DAÑADO                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO DE DIRECCION          | HARNES DAÑADO                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO DE DIRECCION          | HARNES DAÑADO                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO DE DIRECCION          | HARNES DAÑADO                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | VALVULA DE CONTROL DE DIRECCION | TRABADO                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | VALVULA DE CONTROL DE DIRECCION | TRABADO                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VALVULA DE GRASA  | SISTEMA DE ENGRASE     | TANQUE                          | BAJO NIVEL                         |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | CONJUNTO DE FRENOS              | TAMDEN                             |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | CONJUNTO DE FRENOS              | TAMDEN                             |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | CONJUNTO DE FRENOS              | TAMDEN                             |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | CONJUNTO DE FRENOS              | TAMDEN                             |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | MANDOS                          | MANDO FINAL                        |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | MANDOS                          | MANDO FINAL                        |
| ACCIDENTE                     | FUGA DE ACEITE POR TANDEM IZQUIERDO POR IMPACTO                 | SISTEMA DE TRANSMISION | MANDOS                          | MANDO FINAL                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | INSTALACION DE MANDOS FINALES RH-LH                             | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                          | PUERTA                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | RIPPER/LUCES  | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                          | LUCES                              |
| ACCIDENTE                     | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION   | CILINDROS HIDRAULICOS           | CILINDRO DE DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA HID  | SISTEMA DE DIRECCION   | FUGA MANGUERA                   | CAMBIO                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA HID  | SISTEMA DE DIRECCION   | FUGA MANGUERA                   | CAMBIO                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | RUIDO EN MOTOR  | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS           | CILINDRO DE INCLINACION HOJA       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE MOTOR       | LUBRICACION                     | CARTER                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VALCULA DE GRASA  | SISTEMA DE MOTOR       | ADMISION / ESCAPE               | LINEAS DE ADMISION                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | TELECOMUNICACIONES     | TELECOMUNICACIONES              | DISPATCH                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | RUIDO EN MOTOR  | TELECOMUNICACIONES     | TELECOMUNICACIONES              | ANTIFATIGA                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DE DIRECCION   | TELECOMUNICACIONES     | TELECOMUNICACIONES              | DISPATCH                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO       | SENSORES                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO       | SENSORES                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO       | SENSORES                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | RADIO-TELECOMUNICACIONES  | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO       | SENSORES                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                     | TORNAMESA DE GIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                          | LINEAS DE FRENO                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                          | LINEAS DE FRENO                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | PAQUETES DE FRENO               | EVALUACION                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | PAQUETES DE FRENO               | EVALUACION                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | PAQUETES DE FRENO               | EVALUACION                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | PAQUETES DE FRENO               | EVALUACION                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVALUACION DE FRENOS POR PASE DE ACEITE HACIA EL TANDEM DERECHO | SISTEMA DE FRENOS      | PAQUETES DE FRENO               | EVALUACION                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA HIDRAULICO     | LINEAS HIDRAULICAS              | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                           | MOTOR DIESEL                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | CAMBIO CUCHILLAS  | GETS                   | CUCHILLAS                       | DESGASTE                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | CAMBIO CUCHILLAS  | GETS                   | CUCHILLAS                       | DESGASTE                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | CAMBIO DE MOTOR DE FAN DE CABINA                                | SISTEMA DE CABINA      | AIRE ACONDICIONADO              | NO ENFRIA CABINA                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | R&I FRONT AXLE  | SISTEMA DE DIRECCION   | FONT AXLE                       | CAMBIO TREN DELANTERO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | INSTALAR TAPA VERTEADERA CAMBIO LINEAS DE GRASA                 | SISTEMA DE LUBRICACION | AFEX                            | EXTINTORES                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | 8;3;AUTO_STDBY_LOGOFF;15;1206592;7;2115108;1;3;50;_             | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                     | MANGUERAS DE GRASA                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                     | MANGUERAS DE GRASA                 |

| Razon de Falla              | Comentarios   | Sistema                | Sub Sistema                 | Componente                   |
|-----------------------------|---|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                 | MANGUERAS DE GRASA           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION   | SISTEMA DE LUBRICACION | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION   | SISTEMA DE LUBRICACION | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                      | LUCES                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO PRENDE LUCES DIRECCIONALES                               | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | GRASA   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                      | COMPRESOR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO DE DIRECCION                         | SISTEMA DE DIRECCION   | CILINDROS DE DIRECCION      | MANGUERA HIDRAULICA          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO DE DIRECCION                         | SISTEMA DE DIRECCION   | CILINDROS DE DIRECCION      | MANGUERA HIDRAULICA          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO DE DIRECCION                         | SISTEMA DE DIRECCION   | CILINDROS DE DIRECCION      | MANGUERA HIDRAULICA          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HIDRAULICA   | SISTEMA HIDRAULICO     | MANGUERA                    | CAMBIO MANGUERA              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA HIDRAULICO     | LINEAS HIDRAULICAS          | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VERTEDERA   | TELECOMUNICACIONES     | TELECOMUNICACIONES          | VIBROMETRO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ROTULA DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ROTULA                      | SUELTO                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                 | MOTOR HIDRÁULICO DE BOMBA DE |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION   | SISTEMA DE LUBRICACION | CHASIS                      | ARTICULACION CENTRAL         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | INSTALACION DE UÑA  | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CHASIS                      | ARTICULACION CENTRAL         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENOS DE SERVICIO                                | SISTEMA DE FRENOS      | VALVULAS DE CONTROL DE FREI | VÁLVULA DE FRENO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENOS DE SERVICIO                                | SISTEMA DE FRENOS      | VALVULAS DE CONTROL DE FREI | VÁLVULA DE FRENO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENOS DE SERVICIO                                | SISTEMA DE FRENOS      | VALVULAS DE CONTROL DE FREI | VÁLVULA DE FRENO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID. CIL. RIPER  | SISTEMA HIDRAULICO     | MANGUERA                    | SELLO ROTO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | JOYSTICK RH DAÑADO  | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | JOYSTICK RH DAÑADO  | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AIRE ACONDICIONADO  | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP. HID. ALTA   | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AIRE ACONDICIONADO  | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | RUIDO EXTRAÑO MOTOR   | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | RUIDO EXTRAÑO MOTOR   | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                       | MOTOR DIESEL                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | RUIDO EXTRAÑO MOTOR   | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                       | MOTOR DIESEL                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE MANDO DE GIRO PÓSTERIOR Y REGULACION DE TORNAMESA | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                 | INLECTOR DE GRASA            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE MANDO DE GIRO PÓSTERIOR Y REGULACION DE TORNAMESA | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO   | HARNES ELÉCTRICO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CIL. HID.   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO   | HARNES ELÉCTRICO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA CILINDRO DER   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO   | HARNES ELÉCTRICO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO   | HARNES ELÉCTRICO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO   | HARNES ELÉCTRICO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO   | HARNES ELÉCTRICO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TANQUE DE GRASA CON FUGA                                    | SISTEMA DE LUBRICACION | CHASIS                      | ARTICULACION CENTRAL         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TANQUE DE GRASA CON FUGA                                    | SISTEMA DE LUBRICACION | CHASIS                      | ARTICULACION CENTRAL         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TANQUE DE GRASA CON FUGA                                    | SISTEMA DE LUBRICACION | CHASIS                      | ARTICULACION CENTRAL         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CHASIS                      | ARTICULACION CENTRAL         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PÑON DE CIRCULO ROTO  | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDO DE GIRO               | REGULACION                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CIL. HID.   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | UÑAS                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID.   | SISTEMA HIDRAULICO     | MANGUERA                    | MANGUERA ARTICULACION        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE MANDO DE GIRO PÓSTERIOR Y REGULACION DE TORNAMESA | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDO DE GIRO               | FUGA EJE                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE MANDO DE GIRO PÓSTERIOR Y REGULACION DE TORNAMESA | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDO DE GIRO               | FUGA EJE                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE MANDO DE GIRO PÓSTERIOR Y REGULACION DE TORNAMESA | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDO DE GIRO               | FUGA EJE                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA CILINDRO DER   | SISTEMA HIDRAULICO     | MANGUERA                    | MANGUERA ARTICULACION        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MOTOR CIRUSLO DE GIRO                                       | SISTEMA DE MOTOR       | ADMISIÓN / ESCAPE           | LÍNEAS DE ESCAPE             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLAS   | SISTEMA DE MOTOR       | ADMISIÓN / ESCAPE           | LÍNEAS DE ESCAPE             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AUTOLUBRICACION RELLENO DE GRASA                            | SISTEMA DE LUBRICACION | BOMBA DE GRASA              | LINEAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SOLDADURA BASE AFEX+EVENTO NIVEL COMBUSTIBLE                | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                       | COMBUSTIBLE                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SOLDADURA BASE AFEX+EVENTO NIVEL COMBUSTIBLE                | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                       | COMBUSTIBLE                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                 | INLECTOR DE GRASA            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                 | INLECTOR DE GRASA            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | STREPWEAR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VERTEDERA   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | STREPWEAR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MUESTRA DE ACEITE   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS                 | STREPWEAR                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDOS                      | MANDO DE GIRO                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO ARRANCA  | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                       | MOTOR DIESEL                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ALTERNADOR BATERIA  | SISTEMA DE MOTOR       | MOTOR                       | MOTOR DIESEL                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | TELECOMUNICACIONES     | TELECOMUNICACIONES          | VIBROMETRO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO      | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                   | HARNES DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                   | HARNES DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                   | ROTULA DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | RELLENO DE GRASA Y PURGAR SISTEMA                           | SISTEMA DE ENGRASE     | BOMBA DE GRASA              | BAJO NIVEL                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AIRE ACONDICIONADO  | SISTEMA DE LUBRICACION | LUBRICACION                 | INLECTOR DE GRASA            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | UÑAS  | SISTEMA ESTRUCTURAL    | ACCESORIOS                  | BARANDAS                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | STRIP WEAR HOJA CAIDO+ LAVADO DEMORA POR FALTA DE AGUA      | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                      | LUCES                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE MOTOR DE GIRO                                | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDOS DE GIRO              | CAMBIO MANDO DE GIRO         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE MOTOR DE GIRO                                | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDOS DE GIRO              | CAMBIO MANDO DE GIRO         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | STRIP WEAR HOJA CAIDO+ LAVADO DEMORA POR FALTA DE AGUA      | SISTEMA HIDRAULICO     | LINEAS HIDRAULICAS          | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA  |

| Razon de Falla              | Comentarios   | Sistema                 | Sub Sistema               | Componente                     |
|-----------------------------|---|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | STRIP WEAR HOJA CAIDO+ LAVADO DEMORA POR FALTA DE AGUA        | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | STRIP WEAR HOJA CAIDO+ LAVADO DEMORA POR FALTA DE AGUA        | SISTEMA DE MOTOR        | LUBRICACION               | BOMBA PRELUB                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | MANGUERA DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE TRANSMISION  | TREN DE RODAMIENTO        | LLANTAS                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ALTERNADOR  | SISTEMA ELECTRICO       | ALTERNADOR                | BAJO VOLTAJE                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VOLTAJE DE BATERIA  | SISTEMA ELECTRICO       | BATERIA                   | BAJO VOLTAJE                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ALTERNADOR  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                    | ARTICULACION CENTRAL           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | DESPLAZAMIENTO DE HOJA  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                    | ARTICULACION CENTRAL           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                    | ARTICULACION CENTRAL           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO GETS   | GETS                    | IMPLEMENTOS               | SHANK DE RIPPER                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | CUCHILLAS Y CANTONERAS         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SE APAGO  | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | CUCHILLAS Y CANTONERAS         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ASIENTO   | SISTEMA DE CABINA       | ASIENTO                   | DESGASTE                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTOS DE FRENO DE SERVICIO                                  | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTOS DE FRENO DE SERVICIO                                  | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTOS DE FRENO DE SERVICIO                                  | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE MOTOR        | ELECTRICO                 | SISTEMA DE ARRANQUE            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE MOTOR        | REFRIGERACIÓN             | RADIADOR DE MOTOR              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE MOTOR        | REFRIGERACIÓN             | RADIADOR DE MOTOR              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA  | GETS                    | CUCHILLAS                 | DESGASTE                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA  | GETS                    | CUCHILLAS                 | DESGASTE                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA DE DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION    | EVENTO SISTEMA DIRECCION  | HARNES ELECTRICO DIRECCION     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA DE DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION    | EVENTO SISTEMA DIRECCION  | HARNES ELECTRICO DIRECCION     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA BASE   | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO    | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA  | SISTEMA DE LLANTAS      | LLANTAS                   | BAJA PRESION                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA  | SISTEMA DE LLANTAS      | IMPLEMENTOS               | UÑAS                           |
| ACCIDENTE                   | CORAZA  | SISTEMA DE TRANSMISION  | GUARDA TRANSMISION        | DOBLADO                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HIDRAULICA   | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCIÓN               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PERDIDA DE POTENCIA   | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCIÓN               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE CUCHILLAS   | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | SENSOR DIRECCIÓN               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP ALTA TRANSMISION   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CHASIS                    | FRAME DELANTERO                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PERDIDA DE POTENCIA   | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | UÑAS                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | REPORTE DE CUCHILLAS GASTADAS                                 | SISTEMA ESTRUCTURAL     | CABINA                    | LUCES                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA  | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA  | GETS                    | IMPLEMENTOS               | CAMBIO CUCHILLA DE HOJA        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ESTRIBAR DERECHO  | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | AFEX                      | EXTINTORES                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTA POS2   | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO    | ESPERA DE LUBRICADOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CORAZA  | SISTEMA DE TRANSMISION  | GUARDA TRANSMISION        | DOBLADO                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PALANCA DE IMPLEMENTOS RH EN MAL ESTADO / MOVIMIENTOS DE IMPL | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCIÓN               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PALANCA DE IMPLEMENTOS RH EN MAL ESTADO / MOVIMIENTOS DE IMPL | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCIÓN               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE SELLO LINEA CILINDRO DE HOJA                        | SISTEMA ESTRUCTURAL     | IMPLEMENTOS               | UÑAS                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR LINEA DEL CILINDRO DESPLAZAMIENTO HOJA     | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS DE CILINDRO        | CAMBIO DE MANGUERAS            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE POR LINEA DEL CILINDRO DESPLAZAMIENTO HOJA     | SISTEMA HIDRAULICO      | LINEAS DE CILINDRO        | CAMBIO DE MANGUERAS            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA HIDRAULICO      | MANGUERA                  | CAMBIO MANGUERA                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | REPARACION DE FUGA DE RADIADOR                                | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO    | ESPERA DE LUBRICADOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | INYECTOR DE GRASA              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | MANGUERAS DE GRASA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTAS   | SISTEMA ELECTRICO       | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | SENSORES                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TEMP. HID.  | SISTEMA HIDRAULICO      | FUGA MANGUERA             | CAMBIO                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DE FRENO DE SERVICIO                                   | SISTEMA DE FRENOS       | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID  | SISTEMA HIDRAULICO      | MANGUERA                  | CAMBIO MANGUERA                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID  | SISTEMA HIDRAULICO      | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO DESPLAZAMIENTO HOJA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID  | SISTEMA HIDRAULICO      | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO DESPLAZAMIENTO HOJA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE MOTOR        | MOTOR                     | MOTOR DIESEL                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | REPARACION DE FUGA DE RADIADOR                                | TELECOMUNICACIONES      | TELECOMUNICACIONES        | DISPATCH                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | REPARACION DE FUGA DE RADIADOR                                | TELECOMUNICACIONES      | TELECOMUNICACIONES        | DISPATCH                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AFEX  | SISTEMA CONTRAINCENDIOS | DISPLAY                   | ALARMA                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION    | DIRECCION                 | SELLO DE MANGUERA DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PASE DE ACEITE AL TANDEM LH                                   | SISTEMA DE DIRECCION    | DETENCIONES DE PROCESO    | ESPERA DE LUBRICADOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJO ACEITE TANDEM                                      | SISTEMA DE FRENOS       | ELECTRICO                 | CABLEADO                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE UÑAS DE RIPPER                                      | SISTEMA DE FRENOS       | ELECTRICO                 | CABLEADO                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PASE DE ACEITE AL TANDEM LH                                   | SISTEMA DE FRENOS       | PAQUETE DE FRENOS         | PASE INTERNO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PASE DE ACEITE AL TANDEM LH                                   | SISTEMA DE FRENOS       | PAQUETE DE FRENOS         | PASE INTERNO                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO FILTRO   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | TANQUE DE INYECCION DE GRASA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | TANQUE DE INYECCION DE GRASA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | INYECTOR DE GRASA              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJO HID.   | SISTEMA DE LUBRICACION  | LUBRICACION               | MANGUERAS DE GRASA             |

| Razon de Falla              | Comentarios  | Sistema                    | Sub Sistema                  | Componente                               |
|-----------------------------|--|----------------------------|------------------------------|--|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJO HID.  | SISTEMA DE LUBRICACION     | LUBRICACION                  | MANGUERAS DE GRASA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJO NIVEL DE ACEITE TRANSMISION   | SISTEMA DE TRANSMISION     | TANQUE                       | BAJO NIVEL                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJO NIVEL DE ACEITE TRANSMISION   | SISTEMA DE TRANSMISION     | TANQUE                       | BAJO NIVEL                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO FUNCIONA SISTEMA DE A/C NI CALEFACCION                                | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | PUERTA                                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PUNTA DE RIPER   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | SHANK DE RIPPER                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AIRE ACONDICIONADO   | TELECOMUNICACIONES         | TELECOMUNICACIONES           | DISPATCH                                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA   | GETS                       | IMPLEMENTOS                  | CAMBIO CUCHILLA DE HOJA                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION       | DIRECCION                    | SELLO DE MANGUERA DE DIRECCION           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION       | DIRECCION                    | MANGUERA DE DIRECCION                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION       | DIRECCION                    | CAMBIO CONECTOR DE CILINDRO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE DE TAMDEM   | SISTEMA DE TRANSMISION     | LUBRICACION                  | TAMDEN                                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE   | SISTEMA ELECTRICO          | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO    | HARNES ELÉCTRICO                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE   | SISTEMA ELECTRICO          | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO    | HARNES ELÉCTRICO                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE   | SISTEMA ELECTRICO          | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO    | HARNES ELÉCTRICO                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE   | SISTEMA ELECTRICO          | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO    | HARNES ELÉCTRICO                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PIN SALIDO   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | COMPRESOR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AFEX   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | COMPRESOR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AFEX   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | COMPRESOR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CUCHILLA   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | COMPRESOR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | COMPRESOR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | RELLENAR ACEITE  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | LUCES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | LUCES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJO ACEITE TANDEN   | SISTEMA HIDRAULICO         | LINEAS HIDRAULICAS           | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE DIRECCION       | DETENCIONES DE PROCESO       | ESPERA DE LUBRICADOR                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE RADIADOR POR FUGA DE REFRIGERANTE                              | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO    | RADIADOR                     | CORES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE RADIADOR POR FUGA DE REFRIGERANTE                              | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO    | RADIADOR                     | CORES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE RADIADOR POR FUGA DE REFRIGERANTE                              | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO    | RADIADOR                     | CORES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE RADIADOR POR FUGA DE REFRIGERANTE                              | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO    | RADIADOR                     | CORES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE RADIADOR POR FUGA DE REFRIGERANTE                              | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO    | RADIADOR                     | CORES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJO HID TANDEN DERECHO  | SISTEMA DE FRENOS          | REFRIGERACIÓN                | RADIADOR DE MOTOR                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | GETS   | GETS                       | IMPLEMENTOS                  | CUCHILLAS Y CANTONERAS                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | GETS   | GETS                       | IMPLEMENTOS                  | CUCHILLAS Y CANTONERAS                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | GETS   | GETS                       | IMPLEMENTOS                  | CUCHILLAS Y CANTONERAS                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ENGRASE  | SISTEMA DE LUBRICACION     | LINEAS HIDRAULICAS           | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJO ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA HIDRAULICO         | MANGUERA                     | CAMBIO MANGUERA                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TRANSMISION  | SISTEMA HIDRAULICO         | MANDOS                       | MANDO DE GIRO                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJ NIV AC TANDEN  | SISTEMA HIDRAULICO         | TANDEN                       | BAJO NIVEL                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJ NIV AC TANDEN  | SISTEMA HIDRAULICO         | TANDEN                       | BAJO NIVEL                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUBRICACION  | SISTEMA DE MOTOR           | COMBUSTIBLE                  | INYECTORES                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VERTEDERA  | SISTEMA DE MOTOR           | COMBUSTIBLE                  | INYECTORES                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | MNAGUERA HDCC ROTA   | SISTEMA HIDRAULICO         | VALVULA                      | MANGUERA                                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTAS  | SISTEMA DE LLANTAS         | LLANTAS                      | CAMBIO LLANTAS                           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTAS  | SISTEMA DE LLANTAS         | LLANTAS                      | BAJA PRESION                             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTAS  | SISTEMA DE LLANTAS         | LLANTAS                      | LUCES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PRESION BAJA LUBRICACION   | SISTEMA DE LLANTAS         | IMPLEMENTOS                  | STREPWEAR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | RELLENO ACEITE DE MOTOR  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | COMPRESOR                                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | cambio de mando de giro delantero por fuga de aceite y regulacion de tor | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | cambio de mando de giro delantero por fuga de aceite y regulacion de tor | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | cambio de mando de giro delantero por fuga de aceite y regulacion de tor | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ASEGURAMIENTO DE PIN DE ARTICULACION CENTRAL                             | SISTEMA HIDRAULICO         | MANDOS                       | MANDO DE GIRO                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | REPARACION DE FUGA DE ACEITE POR VALVULA DE CONTROL                      | SISTEMA HIDRAULICO         | VALVULA DE CONTROL           | RELLENOS DE REFRIGERANTE                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA HIDRAULICO         | MANDOS                       | MANDO DE GIRO                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NIVEL BAJI HID. Y CUCHILLA DESGASTADA                                    | GETS                       | CUCHILLA                     | DESGASTE                                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA DE ACEITE TAPON DE CILINDRO DIRECCION LH                            | SISTEMA DE DIRECCION       | CILINDRO                     | TAPON DE PURGADO                         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AIRE ACONDICIONADO   | SISTEMA ELECTRICO          | MOTORES ELECTRICOS           | BATERIA                                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | VIBROMETRO-TELECOMUNICACIONES  | SISTEMA ELECTRICO          | MOTORES ELECTRICOS           | BATERIA                                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE HDCC  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA CAS - TELECOM  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUCES DE TRABAJO NO FUNCIONAN+ CORTO CIRCUITO EN CABLEADO POR F          | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJA PRESION DE AUTOLUBRICACION SE RELLENA GRASA                         | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                  | DRAWBAR - BARRA DE TIRO                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | CAMBIO DE UÑA  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CABINA                       | LUCES                                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PASAMANOS IZQ. FUGA HID. X MANGUERA                                      | SISTEMA HIDRAULICO         | VALVULA DE CONTROL IMPL      | FUGA MANGUERA                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA POR BANCO DE VALVULAS   | SISTEMA HIDRAULICO         | VALVULA DE CONTROL IMPL      | FUGA MANGUERA                            |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUG HYD  | SISTEMA HIDRAULICO         | MANGUERA                     | DAÑADO                                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUG HYD  | SISTEMA HIDRAULICO         | MANGUERA                     | DAÑADO                                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NECESITA CAMBIO DE CUCHILLA  | SISTEMA DE MOTOR           | COMBUSTIBLE                  | INYECTORES                               |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUCES DIRECCIONALES  | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN                | RADIADOR DE MOTOR                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCION   | SISTEMA AIRE ACONDICIONADO | FRENOS                       | FRENO DE SERVICIO                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | A/C  | SISTEMA DE DIRECCION       | DETENCIONES DE PROCESO       | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | TAPA MOTOR DE GIRO DELANTERO   | SISTEMA DE DIRECCION       | DETENCIONES DE PROCESO       | MUESTRA DE ACEITE / PREDICTIVO           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | PIN SALIDO DE FRONT AXLE-CMBIUO DE CILINDRO DE DIRECCION LH              | SISTEMA DE DIRECCION       | PIN DE CILINDRO DE DIRECCION | FUERA DE POSICION                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BASE FILTRO MOTOR  | SISTEMA DE TRANSMISION     | TRANSMISION                  | TRANSMISION                              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE TRANSMISION     | TRANSMISION                  | TRANSMISION                              |

| Razon de Falla                | Comentarios   | Sistema                | Sub Sistema               | Componente                    |
|-------------------------------|---|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE TRANSMISION | TRANSMISION               | TRANSMISION                   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA HIDRAULICO POR LINEA DE FRENO                            | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA HIDRAULICO POR LINEA DE FRENO                            | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | TAPA MOTOR DE GIRO DELANTERO                                  | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO LEVANTE DE RIPPER    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | TAPA MOTOR DE GIRO DELANTERO                                  | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO LEVANTE DE RIPPER    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BASE FILTRO MOTOR   | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO LEVANTE DE RIPPER    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VERTEDERA   | GETS                   | CUCHILLAS                 | DESGASTE                      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO    | RELLENOS DE REFRIGERANTE      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | HARNES DE DIRECCION           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO    | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REP DE FUGA DE ACEITE POR TANDEM LH                           | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA ELECTRICO      | MOTORES ELECTRICOS        | BATERIA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VERTEDERA   | SISTEMA ELECTRICO      | MOTORES ELECTRICOS        | BATERIA                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                    | FOPS - CABINA                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VERTEDERA/ FUGA INTERNA DE ACEITE EN SWIVEL/ CAMBIO DE SWIVEL | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                    | PUERTA                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VERTEDERA/ FUGA INTERNA DE ACEITE EN SWIVEL/ CAMBIO DE SWIVEL | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS               | UÑAS                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REPARACION DE CODERAS Y BARANDAS                              | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS               | STREPWEAR                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REPARACION DE CODERAS Y BARANDAS                              | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                    | FOPS - CABINA                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REPARACION DE CODERAS Y BARANDAS                              | SISTEMA ESTRUCTURAL    | CABINA                    | LIMPIAPARABRISAS              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | NIVEL BAJO HID.   | SISTEMA HIDRAULICO     | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REPARACION DE CODERAS Y BARANDAS                              | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDOS                    | MANDO DE GIRO                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BAJA PRESION DE FRENOS  | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | INSTALACION DE TANDEM   | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACION             | RADIADOR DE MOTOR             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | INSTALACION DE TANDEM   | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACION             | RADIADOR DE MOTOR             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | INSTALAR BOTELLA DE AFEJ                                      | SISTEMA DE MOTOR       | REFRIGERACION             | RADIADOR DE MOTOR             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | MOTOR NO ARRANCA / RECARGA DE BATERIAS                        | SISTEMA DE MOTOR       | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | *MOTOR CIRCULO DE GIRO*                                       | SISTEMA DE MOTOR       | LUBRICACION               | CARTER                        |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE HIDRAULICO  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | ABRAZADERA LINEA DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | ENERGIA   | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO    | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | ELECTRICO                 | HARNES DE DIRECCION           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | EVENTO SISTEMA DIRECCION  | HARNES DE DIRECCION           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DE DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | EVENTO ELECTRICO          | HARNES ELECTRICO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DE DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | EVENTO ELECTRICO          | HARNES ELECTRICO DE DIRECCION |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | CALIBRACION               | NO GIRA RUEDAS                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | LLANTA  | SISTEMA DE LLANTAS     | LLANTAS                   | BAJA PRESION                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | ENERGIA   | SISTEMA ELECTRICO      | BATERIA                   | BAJA CARGA                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS               | UÑAS                          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FUGA ACEITE TRANSMISION                                       | SISTEMA ESTRUCTURAL    | IMPLEMENTOS               | STREPWEAR                     |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BAJA PRESION FRENOS DE SERVICIO                               | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BAJA PRESION FRENOS DE SERVICIO                               | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BAJA PRESION FRENOS DE SERVICIO                               | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| DISPATCH-TELECOMUNICACIONES   | BAJA PRESION FRENOS DE SERVICIO                               | SISTEMA DE FRENOS      | FRENOS                    | FRENO DE SERVICIO             |
| ANTIFATIGA-TELECOMUNICACIONES |   | SISTEMA HIDRAULICO     | CILINDROS HIDRAULICOS     | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | ENGRASE   | SISTEMA HIDRAULICO     | MANDOS                    | MANDO DE GIRO                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | CAMBIO ACEITE DE MOTOR  | SISTEMA HIDRAULICO     | LINEAS HIDRAULICAS        | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE MOTOR       | ADMISION / ESCAPE         | FILTRO DE AIRE                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | FALLA AUTOLUBRICACION   | SISTEMA DE MOTOR       | COMBUSTIBLE               | TANQUE DE COMBUSTIBLE         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REFRIG  | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO    | RELLENOS DE REFRIGERANTE      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | STRIP WEAR DE HOJA  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | HARNES DE DIRECCION           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | CILINDRO DAÑADO   | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | CILINDRO DAÑADO   | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CILINDRO DE DIRECCION         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | EVENTO DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | HARNES DE DIRECCION           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | ESPERA DE REPUESTOS           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | ESPERA DE REPUESTOS           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | REFRIGERANTE  | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO    | ESPERA DE REPUESTOS           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   |   | SISTEMA DE DIRECCION   | DETENCIONES DE PROCESO    | ESPERA DE LUBRICADOR          |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION BLOQUEADO                                     | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CAMBIO DE VALVULA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION BLOQUEADO                                     | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CAMBIO DE VALVULA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION BLOQUEADO                                     | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CAMBIO DE VALVULA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION BLOQUEADO                                     | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CAMBIO DE VALVULA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | SIST. DIRECCION BLOQUEADO                                     | SISTEMA DE DIRECCION   | DIRECCION                 | CAMBIO DE VALVULA             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BARRA DE TIRO CON PERNOS ROPTOS DEL TRUNION                   | SISTEMA DE TRANSMISION | TREN DE RODAMIENTO        | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BARRA DE TIRO CON PERNOS ROPTOS DEL TRUNION                   | SISTEMA DE TRANSMISION | TREN DE RODAMIENTO        | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BARRA DE TIRO CON PERNOS ROPTOS DEL TRUNION                   | SISTEMA DE TRANSMISION | TREN DE RODAMIENTO        | LLANTAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | RADIADOR  | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | ENGRASE   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BARRA DE TIRO CON PERNOS ROPTOS DEL TRUNION                   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | VERTEDERA   | SISTEMA ELECTRICO      | CONTROL, ACTUADOR, ACCESO | HARNES DIRECCION              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BARRA DE TIRO CON PERNOS ROPTOS DEL TRUNION                   | SISTEMA ESTRUCTURAL    | ACCESORIOS                | GUARDAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BAJA PRESION DE FRENOS  | SISTEMA DE FRENOS      | BOMBA DE FRENO            | BOMBA DE FRENO                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO   | BAJA PRESION DE FRENOS  | SISTEMA DE FRENOS      | BOMBA DE FRENO            | BOMBA DE FRENO                |



| Razon de Falla              | Comentarios  | Sistema                    | Sub Sistema                 | Componente                  |
|-----------------------------|--|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | BAJA PRESION DE FRENOS   | SISTEMA DE FRENOS          | BOMBA DE FRENO              | BOMBA DE FRENO              |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE DIRECCION  | SISTEMA DE DIRECCION       | CILINDROS HIDRAULICOS       | CILINDRO DE DIRECCION       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA HIDRAULICO         | CILINDROS HIDRAULICOS       | ESPERA DE REPUESTOS         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA HIDRAULICO         | LINEAS HIDRAULICAS          | LÍNEA HIDRÁULICA - MANGUERA |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | DIFERENCIAL  | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | LINEAS DE ENFRIAMIENTO      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR           | MOTOR                       | MOTOR DIESEL                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR           | ELECTRICO                   | ARRANCADOR                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR           | ELECTRICO                   | ARRANCADOR                  |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | REGULAR ESPEJO   | SISTEMA DE CABINA          | ESPEJO                      | DESREGULADO                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EQUIPO NO ARRANCA.   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EQUIPO NO ARRANCA.   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                 | CUCHILLAS Y CANTONERAS      |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | NO DESPLAZA VERTEDERA/ STRIP WEAR INVERTIDOS/ REINSTALACION DE | SISTEMA ESTRUCTURAL        | DRAWBAR                     | DESREGULADO                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | TELECOMUNICACIONES         | TELECOMUNICACIONES          | DISPATCH                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SISTEMA AFEX   | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CHASIS                      | FRAME DELANTERO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CHASIS                      | FRAME DELANTERO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HIY   | SISTEMA HIDRAULICO         | ENFRIADOR ACEITE HIDRAULICO | MANGUERA                    |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA ACEITE HIDRAULICO   | SISTEMA DE DIRECCION       | CILINDROS HIDRAULICOS       | MANGUERA HIDRAULICA         |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO ACTIVO SOLENOIDE DE ACUMULADOR                          | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO ACTIVO SOLENOIDE DE ACUMULADOR                          | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | 3UNIAS ROTAS   | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FRENO  | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FRENO  | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FRENOS   | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| DISPATCH-TELECOMUNICACIONES |  | SISTEMA DE MOTOR           | REFRIGERACIÓN               | RADIADOR DE MOTOR           |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | EVENTO DIRECCION   | SISTEMA DE DIRECCION       | EVENTO DIRECCION            | CALIBRACION                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LLANTAS  | SISTEMA DE LLANTAS         | LLANTAS                     | BAJA PRESION                |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE TRANSMISION   | SISTEMA DE TRANSMISION     | LUBRICACION                 | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | ACEITE TRANSMISION   | SISTEMA DE TRANSMISION     | LUBRICACION                 | RELLENO DE NIVEL EN CAMPO   |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUCES  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CHASIS                      | FRAME DELANTERO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO |  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | CHASIS                      | FRAME DELANTERO             |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | LUCES  | SISTEMA ESTRUCTURAL        | IMPLEMENTOS                 | LUÑAS                       |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SIN AIRE ACONDICIONADO CABINA                                  | SISTEMA AIRE ACONDICIONADO | SISTEMA AIRE FRIO           | CONDENSADOR                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SIN AIRE ACONDICIONADO CABINA                                  | SISTEMA AIRE ACONDICIONADO | SISTEMA AIRE FRIO           | CONDENSADOR                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | SIN AIRE ACONDICIONADO CABINA                                  | SISTEMA AIRE ACONDICIONADO | SISTEMA AIRE FRIO           | CONDENSADOR                 |
| MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO | FUGA HID.  | SISTEMA HIDRAULICO         | MANGUERA                    | CAMBIO MANGUERA             |

**Anexo E.** Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección en el taller de mantenimiento

| <b>IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES EN TALLER REPARACION CILINDRO DE DIRECCION (METODOLOGIA SMED)</b> |   |
|---|---|
| <b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>  | <b>DESCRIPCION DEL PROCESO</b>                              |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                          |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO         |
| INTERNO   | ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER         |
| INTERNO   | TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN     |
| INTERNO   | RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN                           |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN               |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                         |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO              |
| INTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN( CILINDRO Y ROTULA)        |
| INTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                    |
| INTERNO   | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO               |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUCAS A CILINDRO                  |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN  |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO                             |
| EXTERNO   | RECOJO DE HERRAMIENTAS Y DEVOLUCION A ALMACEN               |
| EXTERNO   | LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO               |

**Anexo F. Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección sin rótula de dirección en el taller de mantenimiento**

| <b>IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES EN TALLER POR REPARACION DE CILINDRO DE DIRECCIÓN SIN ROTULA DE DIRECCIÓN (METODOLOGIA SMED)</b> |  |
|--|--|
| <b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>   | <b>DESCRIPCION DEL PROCESO</b>   |
| INTERNO  | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   |
| INTERNO  | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          |
| INTERNO  | ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER                          |
| INTERNO  | TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN                  |
| INTERNO  | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      |
| INTERNO  | RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN  |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               |
| INTERNO  | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN( CILINDRO Y ROTULA)                         |
| INTERNO  | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) |
| INTERNO  | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     |
| INTERNO  | MONTAJE DE ROTULA REUSADA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                            |
| INTERNO  | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                |
| INTERNO  | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                                  |
| INTERNO  | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |
| INTERNO  | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO  |
| EXTERNO  | RECOJO DE HERRAMIENTAS Y DEVOLUCION A ALMACEN                                |
| EXTERNO  | LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO                                |

**Anexo G.** Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección en mina

| <b>IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES EN MINA REPARACION CILINDRO DE DIRECCION<br/>(METODOLOGIA SMED)</b> |   |
|---|---|
| <b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>  | <b>DESCRIPCION DEL PROCESO</b>                                    |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA                                |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO               |
| INTERNO   | INSPECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA                              |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN           |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                     |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                               |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                    |
| INTERNO   | TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS                                   |
| INTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN (CILINDRO Y ROTULA)              |
| INTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                          |
| INTERNO   | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                         |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                     |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                       |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN        |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO Y ENTREGA DE EQUIPO A OPERACIONES |
| EXTERNO   | LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA                                  |

**Anexo H.** Metodología SMED, identificación de tareas internas y externas de la reparación del cilindro de dirección sin rótula de dirección en mina

| IDENTIFICACION POR TIPO DE ACTIVIDADES SIN ROTULA DE CILINDRO DE DIRECCIÓN EN MINA<br>(METODOLOGIA SMED) |  |
|--|--|
| TIPO DE ACTIVIDAD  | DESCRIPCION DEL PROCESO  |
| INTERNO  | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   |
| INTERNO  | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          |
| INTERNO  | INSPECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA   |
| INTERNO  | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               |
| INTERNO  | TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS  |
| INTERNO  | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN (CILINDRO Y ROTULA)                         |
| INTERNO  | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) |
| INTERNO  | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     |
| INTERNO  | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                                    |
| INTERNO  | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                |
| INTERNO  | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUICAS A CILINDRO                                  |
| INTERNO  | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   |
| INTERNO  | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO Y ENTREGA DE EQUIPO A OPERACIONES            |
| EXTERNO  | LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA   |

**Anexo I. Metodología SMED, Etapa de transformación de tareas internas a externas en taller, en la falla del cilindro de dirección de las motoniveladoras modelo 24**

| <b>ETAPA DE TRANSFORMACIÓN EN TALLER POR REPARACION DE CILINDRO DE DIRECCIÓN</b> |  |            |
|--|--|------------|
| <b>(METODOLOGIA SMED)</b>  |  |            |
| <b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>   | <b>DESCRIPCION DEL PROCESO</b>   | <b>MIN</b> |
| INTERNO  | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   | 20         |
| INTERNO  | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          | 20         |
| INTERNO  | ESPERA DE OPERADOR PARA TRASLADO DE EQUIPO A TALLER                          | 20         |
| INTERNO  | TRASLADO DE EQUIPO A TALLER POR FALLA CILINDRO DE DIRECCIÓN                  | 10         |
| INTERNO  | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      | 20         |
| INTERNO  | RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN  | 10         |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                | 10         |
| INTERNO  | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  | 20         |
| EXTERNO  | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               | 20         |
| EXTERNO  | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN( CILINDRO Y ROTULA)                         | 20         |
| EXTERNO  | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) | 20         |
| EXTERNO  | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     | 20         |
| EXTERNO  | MONTAJE DE ROTULA REUSADA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                            | 20         |
| INTERNO  | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                | 20         |
| INTERNO  | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUCICAS A CILINDRO                                 | 10         |
| INTERNO  | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   | 10         |
| INTERNO  | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO  | 10         |
| EXTERNO  | RECOJO DE HERRAMIENTAS Y DEVOLUCION A ALMACEN                                | 20         |
| EXTERNO  | LIMPIEZA DE BAHIA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO                                | 30         |
|  | INTERNO  | 180        |
|  | EXTERNO  | 150        |

**Anexo J. Metodología SMED, Etapa de transformación de tareas internas a externas en trabajos en mina, en la falla del cilindro de dirección de las motoniveladoras modelo 24**

| ETAPA DE TRANSFORMACION EN MINA DE CILINDRO DE DIRECCIÓN (METODOLOGIA SMED) |  |     |
|---|--|-----|
| TIPO DE ACTIVIDAD   | DESCRIPCION DEL PROCESO  | MIN |
| INTERNO   | REPORTE DE PARADA EQUIPO POR FALLA   | 20  |
| INTERNO   | RELIZAR IPERC POR INSPECCIÓN Y EVALUACION DE EQUIPO                          | 20  |
| INTERNO   | INSPECCION Y DEFINICION DEL PROBLEMA   | 20  |
| INTERNO   | REALIZAR IPERC PARA DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                      | 20  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE LINEAS DE CILINDRO DE DIRECCIÓN                                | 10  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE CILINDRO DE DIRECCIÓN  | 20  |
| INTERNO   | DESMONTAJE DE ROTULA DE DIRECCION DEL CILINDRO                               | 20  |
| INTERNO   | TRASLADO A TALLER POR REPUESTOS  | 30  |
| INTERNO   | SOLICITUD DE REPUESTOS A ALMACEN (CILINDRO Y ROTULA)                         | 20  |
| INTERNO   | SOLO DISPONIBILIDAD DE CILINDRO DE DIRECCION (SIN STOCK ROTULA DE DIRECCION) | 20  |
| INTERNO   | TRASLADO DE REPUESTO DE ALMACEN A EQUIPO                                     | 30  |
| INTERNO   | MONTAJE DE ROTULA A CILINDRO DE DIRECCIÓN                                    | 20  |
| INTERNO   | INSTALACION DE CILINDRO DE DIRECCION A EQUIPO                                | 20  |
| INTERNO   | INSTALACION DE LINEAS HIDRAUCAS A CILINDRO                                   | 10  |
| INTERNO   | PURGADO DE ACEITE DEL CIRCUITO DE EL CILINDRO DE DIRECCIÓN                   | 30  |
| INTERNO   | PRUEBAS OPERACIONALES DE EQUIPO Y ENTREGA DE EQUIPO A OPERACIONES            | 20  |
| EXTERNO   | LIMPIEZA AREA DE TRABAJO EN MINA   | 20  |
|   | EXTERNOS   | 100 |
|   | INTERNOS   | 250 |