

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	30-09-2024	C
	Dependencia	Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(89)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Dairon Contreras Carreño		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Mecánica		
DIRECTOR	Lisneider Sánchez Ascanio		
TÍTULO DE LA TESIS	Gestión de la información en la empresa Kal Tire para los mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR de los equipos usados en las minas Pribbenow-El Descanso		
TITULO EN INGLES	Information management at Kal Tire for the preventive and corrective maintenance of OTR tires on equipment used in the Pribbenow–El Descanso mines		
RESUMEN			
El trabajo de grado desarrolla la gestión del análisis de la información operativa, trazabilidad y mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR mediante el uso de los sistemas TREADS y TOMS. La metodología se basó en inspecciones técnicas, registro digital diario y análisis histórico para identificar fallas recurrentes y su impacto económico. Se fortalecieron procesos de mantenimiento y la mejora en la precisión del inventario.			
RESUMEN EN INGLES			
The degree project develops the management of operational data analysis, traceability, and preventive and corrective maintenance of OTR tires through the use of the TREADS and TOMS systems. The methodology was based on technical inspections, daily digital recording, and historical analysis to identify recurring failures and their economic impact. Maintenance processes were strengthened, and inventory accuracy was improved.			
PALABRAS CLAVES	Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Trazabilidad, Gestión de Llantas en Minería, Rotación de Llantas.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Traceability, Tire Management in Mining, Tire Rotation.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 88	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 43	CD-ROM: 0



Gestión de la información en la empresa Kal Tire para los mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR de los equipos usados en las minas Pribbenow-El Descanso

Dairon Contreras Carreño

Facultad de Ingeniería, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Mecánica

Mgtr. Lisneider Sánchez Ascanio

21 de Julio de 2025



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Índice

Introducción.....	9
1. Gestión de la información en la empresa Kal Tire para los mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR de los equipos usados en las minas Pribbenow-El Descanso	10
1.1. Descripción de la empresa.....	10
<i>1.1.1. Misión</i>	<i>11</i>
<i>1.1.2. Visión.</i>	<i>11</i>
<i>1.1.3. Objetivos de la empresa.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.</i>	<i>13</i>
<i>1.1.5. Descripción de la dependencia asignada.</i>	<i>14</i>
1.2. Diagnóstico inicial de la empresa Kal Tire	15
<i>1.2.1. Planteamiento del problema.</i>	<i>16</i>
1.3. Objetivos de la pasantía.....	17
<i>1.3.1. Objetivo general.</i>	<i>17</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.</i>	<i>17</i>
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	18
2. Enfoque referenciales.....	19
2.1 Enfoque conceptual	19
2.2 Enfoque Legal.....	21
3. Informe de cumplimiento de trabajo	23
3.1 Presentación de resultados.....	23

3.1.1 Analizar la estructura organizacional, los procesos operativos y el funcionamiento del área de mantenimiento de llantas OTR en la empresa, comprendiendo su dinámica y su relación con la gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos en las minas Pribbenow-El Descanso.	23
3.1.1.1 Describir el área de mantenimiento en relación con su diagrama organizacional y flujo de los procesos de reparación e inspección de llantas OTR.	23
3.1.1.2 Examinar el proceso operativo relacionado con la reparación de llantas OTR, identificando los tipos de reparaciones realizados con mayor frecuencia y su relación con la vida útil y rendimiento de las llantas en las minas.	31
3.1.2 Ejecutar las actividades diarias relacionadas con la inspección, clasificación, registro, actualización de la información de las llantas OTR en los sistemas TREADS y TOMS, asegurando la trazabilidad, el mantenimiento preciso del inventario y la disponibilidad operativa, permitiendo la gestión eficiente de la empresa.	49
3.1.2.1 Realizar inspecciones diarias, mediante registro fotográfico y detalles específicos requeridos en la aplicación TREADS para definir el estado de las llantas OTR.....	49
3.1.2.2 Registrar en el sistema TOMS los movimientos diarios de las llantas retiradas a los equipos, definiendo el tipo de mantenimiento a realizar (preventivo o correctivo). De igual manera, el registro de las llantas no reparables.	55
3.1.2.3 Actualizar en los sistemas TREADS y TOMS los mantenimientos realizados a las llantas, con el fin de tener el registro completo e historial de mantenimiento.	61

3.1.3 Realizar un análisis de datos con base en la información de los sistemas <i>TREADS y TOMS, evaluando la vida útil y causas de retiro de las llantas OTR, de modo que permita la toma de decisiones en función de la mejora de la eficiencia operativa.</i>	65
3.1.3.1 Examinar el histórico de mantenimiento, operatividad y vida útil de llantas OTR con el fin de identificar patrones de fallas.	65
3.1.3.2 Evaluar el impacto económico sobre el cliente debido al desecho prematuro de llantas por falla catastrófica.	80
4. Diagnostico final.....	83
5. Conclusiones	84
6. Recomendaciones	85
Referencias	86

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz DOFA realizada a la dependencia asignada de la empresa.....	15
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar	18
Tabla 3. Evaluación de costos en las llantas OTR por horas utilizadas.....	80

Lista de figuras

Figura 1. Logo de la empresa.....	11
Figura 2. Estructura organizacional Kal Tire.....	13
Figura 3. Flujo del proceso de mantenimiento de llantas OTR en equipos mineros	24
Figura 4. Reporte de daño vía mensaje instantáneo.....	28
Figura 5. Partes de la llanta.....	32
Figura 6. Daño costado	34
Figura 7. Daño zona baja	35
Figura 8. Daño banda de rodamiento.....	36
Figura 9. Daño hombro	37
Figura 10. Daño talón	38
Figura 11. Daño butilo	39
Figura 12. Daño banda de rodamiento rep. correctiva.....	41
Figura 13. Daño costado rep. correctiva	42
Figura 14. Daño hombro correctiva	43
Figura 15. Daño costado con cuerdas afectadas	44
Figura 16. Tipos de reparaciones más frecuentes en llantas OTR.....	45
Figura 17. Reporte de reparación de llantas OTR parte 1.....	47
Figura 18. Reporte de reparación de llantas OTR parte 2.....	48
Figura 19. Inicio Treads.....	50
Figura 20. Hoja de inspección diaria de llantas OTR	51
Figura 21. Listado de llantas inspeccionadas.....	52
Figura 22. Información de llanta inspeccionada	52

Figura 23. Listado de llantas salidas de reparación	53
Figura 24. Control de inventario	54
Figura 25. Interfaz TOMS.....	56
Figura 26. Movimiento de llantas.	58
Figura 27. Acta de condición de la llanta.	60
Figura 28. Informe equipo	62
Figura 29. Informe de equipo por llanta	63
Figura 30. Módulo de reparación.....	64
Figura 31. Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 Jun 2024/May 2025.....	66
Figura 32. Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 May 2025	67
Figura 33. Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 por horas hasta May 2025	68
Figura 34. Reporte de llantas desechadas Jul 2024/Jun 2025	69
Figura 35. Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 Jun 2025	70
Figura 36. Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 por horas hasta Jun 2025	71
Figura 37. Reporte de llantas desechadas en equipos 777 Jun 2024/May 2025	72
Figura 38. Reporte de llantas desechadas en equipos 777 May 2025.....	73
Figura 39. Reporte de llantas desechadas en equipos 777 por horas hasta May 2025	74
Figura 40. Reporte de llantas desechadas en equipos 777 Jul 2024/Jun 2025.....	75
Figura 41. Reporte de llantas desechadas en equipos 777 Jun 2025	76
Figura 42. Reporte de llantas desechadas en equipos 777 por horas hasta Jun 2025	77
Figura 43. Gráfico evaluativo de costos en las llantas OTR por horas utilizadas	81

Resumen

El presente informe describe el desarrollo del proyecto, el trabajo tuvo como propósito optimizar la trazabilidad y análisis de la información operativa y mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR mediante el uso de los sistemas TREADS y TOMS. La metodología se basó en la ejecución de inspecciones técnicas, registro digital diario de movimientos y mantenimientos, y análisis histórico de datos para identificar fallas recurrentes y su impacto económico. Como resultado, se fortalecieron los procesos de mantenimiento, mejoró la precisión del inventario. Se concluyó que la gestión sistemática de la información técnica permite mejorar la disponibilidad operativa, reducir costos por fallas prematuras y apoyar la toma de decisiones basada en datos.

Introducción

El informe tiene como finalidad presentar el desarrollo del proyecto llevado a cabo durante el periodo de pasantías en la empresa Kal Tire. La naturaleza del trabajo se centró en la ejecución de actividades orientadas a mejorar la trazabilidad, el control técnico y la disponibilidad de información sobre las llantas OTR, mediante el uso eficiente de los sistemas TREADS y TOMS. Estas plataformas permiten registrar y analizar las condiciones operativas de las llantas, así como gestionar sus movimientos, mantenimientos y retiros, en función de criterios técnicos y logísticos.

Durante la pasantía se abordaron tareas como la inspección diaria, el registro actualizado de mantenimientos preventivos y correctivos, y el análisis de datos históricos para evaluar la vida útil de las llantas y el impacto económico del desecho prematuro. Este trabajo permitió fortalecer los procesos internos de la empresa y generar información valiosa para la toma de decisiones operativas en campo.

1. Gestión de la información en la empresa Kal Tire para los mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR de los equipos usados en las minas Pribbenow-El Descanso

1.1. Descripción de la empresa

Kal Tire Mining Tire Group, fue fundada en Columbia Británica, Canadá, a principios de los años 1970, por Tom Foord. A través de los años—y conforme ha crecido hasta formar un equipo de más de 2,700 integrantes que dan servicio a más de 150 minas/faenas a través de cinco continentes— se ha adaptado para resolver los desafíos cambiantes de los clientes y continuar proporcionando un valor medible. Conforme las minas continúan promoviendo la productividad con la necesidad de mayor seguridad y sustentabilidad, Kal Tire ha invertido en tecnología y también en su personal para generar nuevas formas de trabajo. (Kal Tire Colombia, 2022)

Actualmente, es proveedor internacional de neumáticos independiente y proveedor de servicios de neumáticos. Trabaja con los clientes para personalizar las soluciones con el fin de cumplir con objetivos específicos. Se trabaja con el fin de crear estrategias de mantenimiento, perspectivas controladas por datos, y el “know-how” (saber cómo hacer las cosas) para nuestros clientes. Continúa desarrollando herramientas innovadoras, procesos, y soluciones para cada etapa de la vida del neumático—desde el suministro y mantenimiento hasta las reparaciones, recauchaje y reciclaje. Nuestro Sistema de Administración de Operaciones de Neumáticos (TOMS, por sus siglas en inglés) proporciona la habilidad de rastrear y compartir el progreso con los clientes mediante el uso de información en tiempo real. Hoy día en Colombia, KAL TIRE cuenta con 5 centros de costo distribuidos en los departamentos de Atlántico, Magdalena, César,

Guajira y Valle del cauca. (Kal Tire Colombia, 2022)

En la figura 1 se muestra el logo de la empresa Kal Tire.

Figura 1

Logo de la empresa



Nota. Logotipo representativo de la empresa. (Kal Tire Latinoamérica: Administración y Suministro de Neumáticos OTR, s.f.)

1.1.1. Misión.

“Lograr el liderazgo en la comercialización de nuestros productos y servicios, a través de la percepción de valor de nuestros clientes.” (Kal Tire Colombia, 2022)

1.1.2. Visión.

“Proveer a los clientes soluciones de abasto y servicio de excelencia, que contribuyan a la máxima productividad de sus equipos y el uso eficiente de sus recursos.” (Kal Tire Colombia, 2022)

1.1.3. Objetivos de la empresa

Proporcionar a los clientes un nivel de calidad y valor tanto de servicios como de productos que excedan sus expectativas y superen a la competencia.

Dar a cada integrante del equipo el liderazgo de calidad, la capacitación y administración necesarias para proporcionar la calidad y valor al cliente. Nuestros integrantes del equipo trabajarán de forma segura y tendrán la ambición, entusiasmo y energía de ser productivos, eficientes y contribuir con una atmósfera optimista en el lugar de trabajo.

Lograr una ganancia justa en todas nuestras operaciones.

Expandir nuestra compañía en forma equilibrada y deliberada con el propósito de fortalecer nuestra habilidad de servir al cliente y proporcionar un futuro sólido para nuestra gente. Sin embargo, nuestra velocidad de financiar o administrar a un estándar consistente de calidad.

Conducirnos con honestidad e integridad, estando conscientes en una ntas exñnducirnos

Mejorar de forma continua cada aspecto de nuestra compañía, reconociendo nuestra responsabilidad con nuestros clientes, entre nosotros, con las comunidades y el ambiente. (Kal Tire Colombia, 2022)

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.

Kal Tire es una empresa que está organizada por proyectos, cada uno de ellos se rige por rangos y responsabilidades claramente establecidas. Cada integrante del equipo de trabajo en el proyecto debe cumplir con sus deberes, funciones y labores asignadas. En la figura 2, se presenta la estructura jerárquica del proyecto Drummond.

Figura 2

Estructura organizacional Kal Tire



Nota. Información brindada por la empresa.

1.1.5. Descripción de la dependencia asignada.

El cargo planeador surge como la administración de información manejada en la empresa que está relacionada con el área de mantenimiento de llantas OTR, encargada de manipular los datos y actividades efectuadas en el proyecto para garantizar la disponibilidad operativa y el óptimo estado de estos componentes para la operación minera.

El planeador como parte de este proyecto realiza actividades de análisis, inspección, clasificación y registro de datos en los sistemas TREADS y TOMS, con la meta de optimizar la gestión del mantenimiento, mejorar la trazabilidad y facilitar la toma de decisiones basada en los datos recibidos por los movimientos que se realizan en la empresa día a día.

1.2. Diagnóstico inicial de la empresa Kal Tire

La tabla 1 muestra la matriz DOFA relacionada a la dependencia asignada.

Tabla 1

Matriz DOFA realizada a la dependencia asignada de la empresa

DEBILIDADES		
-Dependencia de sistemas tecnológicos que requieren constante actualización. -Sobrecarga de tareas si no se delegan funciones de manera eficiente. -Posibles errores en la actualización de inventarios y registros manuales.		
FORTALEZAS		
- Planeación del trabajo. -Reglamentos y políticas establecidas -La mayoría de los procedimientos de trabajo están establecidos. -Manejo de herramientas digitales.		
OPORTUNIDADES		
-Avances tecnológicos en la automatización de procesos que pueden reducir tiempos y errores. -Crecimiento del sector minero e industrial que genera una mayor demanda en el mantenimiento de llantas OTR.		
ESTRATEGIAS DO		
-Implementar sistemas de gestión actualizados para minimizar los errores en el registro de información. -Aprovechar el apoyo del área administrativa para mejorar la recopilación y análisis de datos.		
ESTRATEGIAS FO		
-Fortalecer la capacitación del personal en el uso de nuevas tecnologías, aprovechando la disponibilidad de herramientas digitales.		
AMENAZAS		
-Cambios en normativas y regulaciones que impactan los procedimientos de mantenimiento y seguridad. -Competencia en el sector que puede reducir la participación en el mercado y afectar la rentabilidad.		
ESTRATEGIAS DA		
-Establecer protocolos de respaldo y recuperación de información para prevenir impactos por fallos técnicos en los sistemas digitales. -Actualizar procesos internos y sistemas para cumplir con las normativas vigentes y evitar sanciones o retrasos operativos.		
ESTRATEGIAS FA		
-Utilizar reglamentos y políticas establecidas para mitigar el impacto de cambios normativos en los procedimientos de mantenimiento. -Desarrollar planes de contingencia basados en la planeación del trabajo para minimizar los efectos de fallos técnicos en los sistemas.		



1.2.1. Planteamiento del problema.

En el sector minero, la administración efectiva de los movimientos de los equipos mineros es un factor esencial para asegurar la confiabilidad operacional. Entre los componentes de los equipos mineros, las llantas OTR implican un rol fundamental, debido a que su buena supervisión y mantenimiento impactan directamente a la productividad, eficiencia y seguridad en las operaciones realizadas. No obstante, administrar el gran flujo de la información en cada movimiento es un desafío constante a causa del gran volumen de datos generados.

Kal Tire es un proveedor internacional, especializado en brindar soluciones para cada etapa de la vida del neumático en la industria minera, la compañía ha implementado sistemas de administración de datos para el manejo y gestión de la información en los movimientos realizados en la empresa. Sin embargo, la correcta actualización, análisis y uso de estos datos sigue siendo un aspecto importante que influye en la toma de decisiones estratégicas.

Por consiguiente, es necesario establecer un proceso eficiente para el manejo de datos con el uso de los sistemas TREADS y TOMS, validando la correcta inspección, el registro de datos, la clasificación y la actualización de los datos obtenidos. Esto asegura un inventario preciso y asegura una trazabilidad de las llantas OTR, planificando los mantenimientos y la confiabilidad en la disposición operativa de los equipos mineros.



1.3. Objetivos de la pasantía

1.3.1. Objetivo general.

Gestionar la información de los mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR de los equipos en las minas Pribbenow-El Descanso, mediante el uso de software y análisis de datos, garantizando la disponibilidad operativa y óptimo estado de las llantas.

1.3.2. Objetivos específicos.

Analizar la estructura organizacional, los procesos operativos y el funcionamiento del área de mantenimiento de llantas OTR en la empresa, comprendiendo su dinámica y su relación con la gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos en las minas Pribbenow-El Descanso.

Ejecutar las actividades diarias relacionadas con la inspección, clasificación, registro, actualización de la información de las llantas OTR en los sistemas TREADS y TOMS, asegurando la trazabilidad, el mantenimiento preciso del inventario y la disponibilidad operativa, permitiendo la gestión eficiente de la empresa.

Realizar un análisis de datos con base en la información de los sistemas TREADS y TOMS, evaluando la vida útil y causas de retiro de las llantas OTR, de modo que permita la toma de decisiones en función de la mejora de la eficiencia operativa.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 2

Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos
Gestionar la información de los mantenimientos preventivos y correctivos de las llantas OTR de los equipos en las minas Pribbenow-El Descanso, mediante el uso de software y análisis de datos, garantizando la disponibilidad operativa y óptimo estado de las llantas.	Analizar la estructura organizacional, los procesos operativos y el funcionamiento del área de mantenimiento de llantas OTR en la empresa, comprendiendo su dinámica y su relación con la gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos en las minas Pribbenow-El Descanso.	Describir el área de mantenimiento en relación con su diagrama organizacional y flujo de los procesos de reparación e inspección de llantas OTR. Examinar el proceso operativo relacionado con la reparación de llantas OTR, identificando los tipos de reparaciones realizados con mayor frecuencia y su relación con la vida útil y rendimiento de las llantas en las minas.
	Ejecutar las actividades diarias relacionadas con la inspección, clasificación, registro, actualización de la información de las llantas OTR en los sistemas TREADS y TOMS, asegurando la trazabilidad, el mantenimiento preciso del inventario y la disponibilidad operativa, permitiendo la gestión eficiente de la empresa.	Realizar inspecciones diarias, mediante registro fotográfico y detalles específicos requeridos en la aplicación TREADS para definir el estado de las llantas OTR. Registrar en el sistema TOMS los movimientos diarios de las llantas retiradas a los equipos, definiendo el tipo de mantenimiento a realizar (preventivo o correctivo). De igual manera, el registro de las llantas no reparables. Actualizar en los sistemas TREADS y TOMS los mantenimientos realizados a las llantas, con el fin de tener el registro completo e historial de mantenimiento.
	Realizar un análisis de datos con base en la información de los sistemas TREADS y TOMS, evaluando la vida útil y causas de retiro de las llantas OTR, de modo que permita la toma de decisiones en función de la mejora de la eficiencia operativa.	Examinar el histórico de mantenimiento, operatividad y vida útil de llantas OTR con el fin de identificar patrones de fallas. Evaluar el impacto económico sobre el cliente debido al desecho prematuro de llantas por falla catastrófica.

2. Enfoque referenciales

2.1 Enfoque conceptual

Mantenimiento preventivo y correctivo:

El mantenimiento preventivo es el conjunto de acciones planificadas que se realizan para evitar fallas y mantener el buen funcionamiento de los equipos, incluyendo inspecciones periódicas, ajustes, limpieza y reemplazo de partes antes de que ocurran daños. Por su parte, el mantenimiento correctivo es la intervención que se realiza después de una falla o daño, con el fin de restaurar el funcionamiento del componente afectado. (Moubray, 2001)

Llantas Off-The-Road (OTR):

Las llantas OTR (Off-The-Road) son neumáticos diseñados para operar en condiciones severas fuera de carretera, como minería, construcción y aplicaciones industriales. Están fabricadas con compuestos especiales y estructuras reforzadas que les permiten soportar cargas extremas, altas temperaturas y terrenos agresivos, contribuyendo a la eficiencia y seguridad en las operaciones pesadas. (LASZIRHUSA, 2024)

Gestión de llantas en minería:

Casas Castellanos (2016) define la gestión de llantas como una actividad que “Requiere un alto nivel de coordinación entre los departamentos de mantenimiento y producción, debido a que la presión y el monitoreo adecuado de las llantas tienen un impacto directo sobre la seguridad, el consumo de combustible y la vida útil del neumático” (S, 2016)

Una correcta gestión puede reducir significativamente los costos de operación al prevenir fallas y prolongar la vida útil de cada unidad.

Rotación de llantas

Li y Zhou (2024) afirman que “La rotación de llantas garantiza la seguridad operativa, reduce la tasa de fallas y prolonga la durabilidad de los neumáticos OTR” (Kunkeyin-Saadaari y otros, 2024)

La rotación estratégica permite un desgaste más uniforme y un uso más prolongado del neumático.

Llanta radial

Erjavec (2009) dice que “Los neumáticos radiales tienen lonas que se extienden perpendicularmente a la dirección de rodadura y a los talones, lo que les brinda mayor flexibilidad y mejor rendimiento.” (Erjavec, 2009)

2.2 Enfoque Legal

El desarrollo del presente informe de pasantía se encuentra enmarcado dentro de las disposiciones legales y normativas que rigen la seguridad industrial, la gestión del mantenimiento y el manejo de residuos en el sector minero en Colombia. Estas normativas garantizan que los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de las llantas OTR se realicen bajo condiciones seguras, responsables y alineadas con los estándares nacionales e internacionales.

- **Ley 685 de 2001 – Código de Minas de Colombia**, la cual establece los principios generales que regulan la exploración, explotación y beneficio de los recursos minerales, incluyendo disposiciones relacionadas con la protección del trabajador, los equipos utilizados y el entorno operativo. Dentro de este marco, se exige que los elementos que conforman los equipos mineros, como las llantas OTR, mantengan estándares técnicos que garanticen su operación segura. (ANLA, s.f.)
- **Decreto 1072 de 2015** (Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo), que regula el **Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)**, en donde se establece que las empresas deben garantizar condiciones de seguridad para sus trabajadores, mediante actividades de inspección, mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de trabajo, como es el caso de las llantas industriales en la operación minera. (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015)

- **Resolución 2400 de 1979**, que contiene el Reglamento General de Seguridad Industrial. Esta norma establece las condiciones de seguridad en los sitios de trabajo, incluyendo la inspección periódica y mantenimiento de maquinaria, herramientas y elementos como neumáticos de gran tamaño, para prevenir accidentes laborales. (EL MINISTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL , 1979)

- **Resolución 1326 de 2017** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que modifica parcialmente la Resolución 1457 de 2010. Esta norma regula la gestión integral de llantas usadas en Colombia, estableciendo lineamientos para su recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final, a fin de evitar impactos negativos en el medio ambiente. (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2017)

- **Reglamentos internos de la empresa Kal Tire**, los cuales incluyen políticas operativas, procedimientos de seguridad, protocolos de mantenimiento y uso de herramientas. Estos lineamientos internos definen roles y responsabilidades para los miembros del equipo, aseguran la trazabilidad de la información técnica y garantizan la ejecución estandarizada y segura de las tareas asociadas al mantenimiento de llantas OTR, según las exigencias de la operación minera y la cultura organizacional de la empresa. (Kal Tire Colombia, 2022)

3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Analizar la estructura organizacional, los procesos operativos y el funcionamiento del área de mantenimiento de llantas OTR en la empresa, comprendiendo su dinámica y su relación con la gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos en las minas Pribbenow-El Descanso.

3.1.1.1 Describir el área de mantenimiento en relación con su diagrama organizacional y flujo de los procesos de reparación e inspección de llantas OTR. El presente proyecto, marca el inicio a conocer el mundo de las llantas mineras, conocidas como llantas OTR. En contexto las llantas OTR (Off-The-Road) son llantas diseñadas para trabajar en condiciones severas como lo es la minería. El enfoque de la empresa Kal Tire en las minas Pribbenow y El Descanso se basa en trabajar arduamente para que todo lo basado en las llantas de los equipos mineros este perfecto y estas llantas estén disponibles para cualquier equipo que las requiera.

Como pasante, conocer cada parte de la organización de la empresa es fundamental y el puesto al que se es asignado. Por lo que conocer cada cargo, y que lineamientos deben seguir los trabajadores es fundamental para lograr un trabajo eficiente.

Como pasante se me asigna el cargo de planeador, el cual es fundamental para la empresa, debido a que se maneja la información que relacionada a la operación en mina. El proyecto de la empresa está situado a dos minas Pribbenow y El Descanso. Lo más importante

para la empresa son las llantas, por lo que se hacen inspecciones en campo a los equipos en donde podemos detallar el estado de cada una de sus llantas. También, en las funciones está la generación de reportes, autorización para el transporte de equipos al taller para el desmonte de llantas, inspección de llantas y reporte de su estado. La figura 3 muestra el diagrama organizacional operativo que maneja la empresa para el proceso de operación.

Figura 3

Flujo del proceso de mantenimiento de llantas OTR en equipos mineros



Flujo del proceso de mantenimiento de llantas OTR en equipos mineros: En el diagrama de la figura 3 se muestran las etapas del flujo, esto conlleva a la demostración de la estructura que se debe tener para poder avanzar en el proceso. El equipo es la parte principal en el que se encuentran las llantas que son nuestra prioridad y luego de esto se desenvuelve actividades que

son parte de nuestra estructura organizacional. Puntos clave a desarrollar del diagrama operativo:

- Reporte de isleros
- Reporte del supervisor- reporte inicial
- Inspección llantas por el planeador

REPORTE DE ISLEROS

Funciones de los Isleros Encargados de Llantas OTR en la Mina:

1. Inspección y Monitoreo de Llantas

Se deben realizar inspecciones diarias a las llantas OTR de los equipos mineros para detectar desgastes, cortes, perforaciones o daños estructurales. Asimismo, es necesario verificar la presión de inflado de las llantas y ajustarla según las especificaciones del fabricante. Además, se debe controlar la temperatura de las llantas para prevenir sobrecalentamientos que puedan generar fallos prematuros.

2. Registro y Gestión de Información

Se debe registrar el estado de cada llanta en los sistemas de gestión, llevando un control detallado de la vida útil de cada una mediante el registro del kilometraje, las horas de uso y las

condiciones de operación. Además, es fundamental reportar cualquier anomalía o daño crítico en las llantas para programar los mantenimientos correspondientes.

3. Seguridad y Cumplimiento de Normativas

- Utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado para evitar accidentes durante y fuera de las actividades realizadas.

REPORTE SUPERVISOR- REPORTE INICIAL

Funciones del Supervisor Encargado de Llantas OTR en la Mina:

1. Verificación y Control de la Información Registrada por los Isleros

Una de las funciones clave del supervisor encargado de llantas OTR consiste en revisar los datos registrados por los isleros en los sistemas TREADS y TOMS, asegurándose de que la información esté correctamente ingresada, completa y actualizada. Esta verificación incluye aspectos como la presión de inflado, el tipo de daño detectado, la posición de la llanta en el equipo, y las observaciones generales de cada inspección. Adicionalmente, el supervisor debe dirigirse al área operativa para validar físicamente que las inspecciones realizadas por los isleros sean precisas y reflejen adecuadamente el estado real de las llantas. Esta validación en campo permite confirmar la correspondencia entre el gráfico visual y los registros digitales,

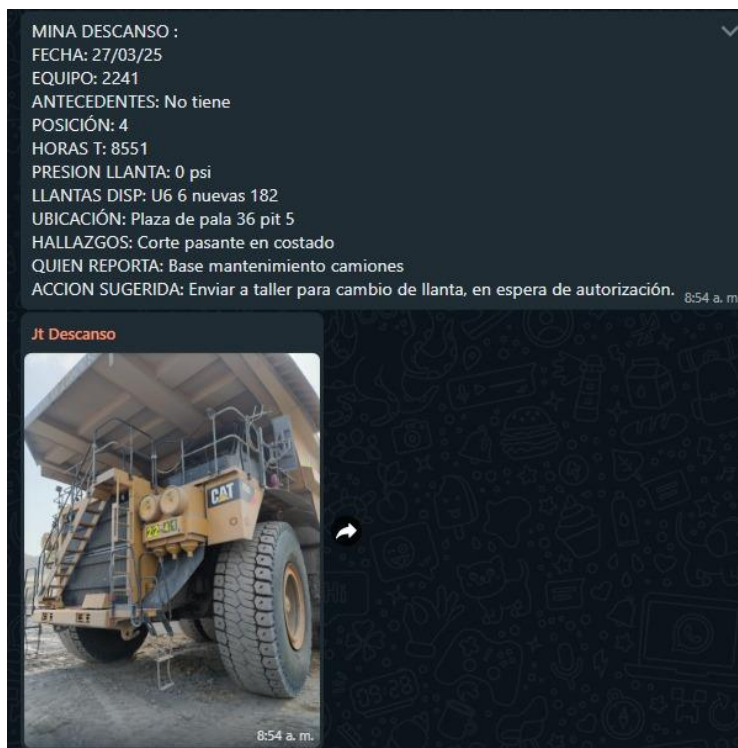
garantizando así la fiabilidad de los datos y facilitando la correcta planificación de mantenimientos preventivos o correctivos.

2. Reporte de Información al Cliente

El supervisor debe informar al cliente sobre el estado general de las llantas OTR instaladas en los equipos mineros, manteniéndolo al tanto de cualquier condición crítica que pueda comprometer la operación. Asimismo, tiene la responsabilidad de reportar con precisión los detalles de aquellas llantas que presenten daños, desgaste excesivo o que requieran reemplazo inmediato. En los casos en que los equipos queden fuera de operación debido a problemas relacionados con las llantas, debe proporcionar al cliente información oportuna sobre la situación. Para respaldar estas acciones, es fundamental enviar reportes detallados que incluyan imágenes, observaciones técnicas y registros de fallas, lo cual permite justificar de manera adecuada las intervenciones correctivas requeridas. En la figura 4 se muestra un reporte por parte del supervisor al cliente de forma instantánea donde reporta la imagen del equipo por falla en su llanta y detalles acerca de la posición de la llanta; los detalles como lo son las horas que la llanta ha trabajado, antecedentes, indicaciones del hallazgo y especificación de las cantidades disponibles para cambio de llantas.

Figura 4

Reporte de daño vía mensaje instantáneo



Nota. Información brindada por la empresa.

3. Coordinación del Envío de Equipos al Taller de Llantas

Como parte del proceso de gestión operativa, el supervisor debe recibir autorización por parte del cliente para proceder con el traslado del equipo al taller de llantas. Una vez aprobada dicha autorización, es su responsabilidad gestionar de forma eficiente el traslado de los equipos que presentan llantas averiadas al taller especializado, coordinando con el área de operaciones para evitar afectaciones en la producción minera y garantizar la continuidad operativa.

Durante la etapa de mantenimiento en el taller, el supervisor debe inspeccionar que el desmonte de las llantas se realice conforme a los procedimientos establecidos y bajo estrictas normas de seguridad. Asimismo, debe verificar que las reparaciones o reemplazos de las llantas se efectúen dentro de los tiempos definidos para minimizar la inactividad del equipo. Finalmente, debe asegurarse de que las llantas montadas estén correctamente instaladas y que el equipo retorne a operación en condiciones óptimas de funcionamiento.

INSPECCIÓN LLANTAS POR EL PLANEADOR

1. Recepción y Registro de Llantas Desmontadas

El planeador debe verificar que las llantas desmontadas lleguen correctamente al área de inspección para su evaluación técnica. Una vez recibidas, es fundamental registrar cada llanta en el sistema de gestión correspondiente, ya sea TREADS o TOMS, asegurando que toda la información quede vinculada de manera precisa a su historial. Este proceso garantiza la trazabilidad completa de cada neumático desde su instalación hasta su retiro, lo cual es clave para el control operativo y la toma de decisiones basada en datos reales.

2. Evaluación del Estado de la Llanta

Durante la inspección técnica de una llanta desmontada, es necesario realizar una revisión visual minuciosa con el fin de identificar posibles daños como cortes, perforaciones o grietas

tanto en la banda de rodadura como en los costados, así como detectar desgastes irregulares o anomalías en la zona interna del neumático. Además de la inspección visual, se deben utilizar herramientas de medición, como el profundímetro, para determinar la profundidad del desgaste y confirmar si la llanta cumple con los estándares operativos establecidos. Finalmente, es fundamental revisar el historial de la llanta, analizando su tiempo de uso, las reparaciones anteriores y su desempeño general, con el fin de tomar decisiones adecuadas.

3. Determinación del Destino de la Llanta

Con base en la inspección, el planeador debe clasificar cada llanta en una de las siguientes categorías:

- Apta para reusó: Puede volver a ser instalada sin necesidad de reparación.
- Reparable: Se envía a reparación.
- Desecho definitivo: No cumple con los estándares de seguridad y debe ser retirada del inventario, DESECHO.

4. Coordinación con el Taller de Llantas

Se debe enviar las llantas reparables al taller, proporcionando detalles sobre el tipo de daños encontrados. Además, es importante coordinar con los técnicos de mantenimiento para agilizar los tiempos de reparación y así reincorporarlas al inventario como llantas disponibles.

Finalmente, se debe reportar a los supervisores el estado general de las llantas inspeccionadas y las acciones que se han tomado.

5. Reporte y Seguimiento

Actualizar la información en el sistema sobre el estado de cada llanta después de la inspección, y estar pendiente de cada reporte de la llanta.

3.1.1.2 Examinar el proceso operativo relacionado con la reparación de llantas OTR, identificando los tipos de reparaciones realizados con mayor frecuencia y su relación con la vida útil y rendimiento de las llantas en las minas. El proceso de reparación de llantas OTR incluye varias etapas que deben seguirse de manera rigurosa para garantizar que la reparación sea segura y efectiva:

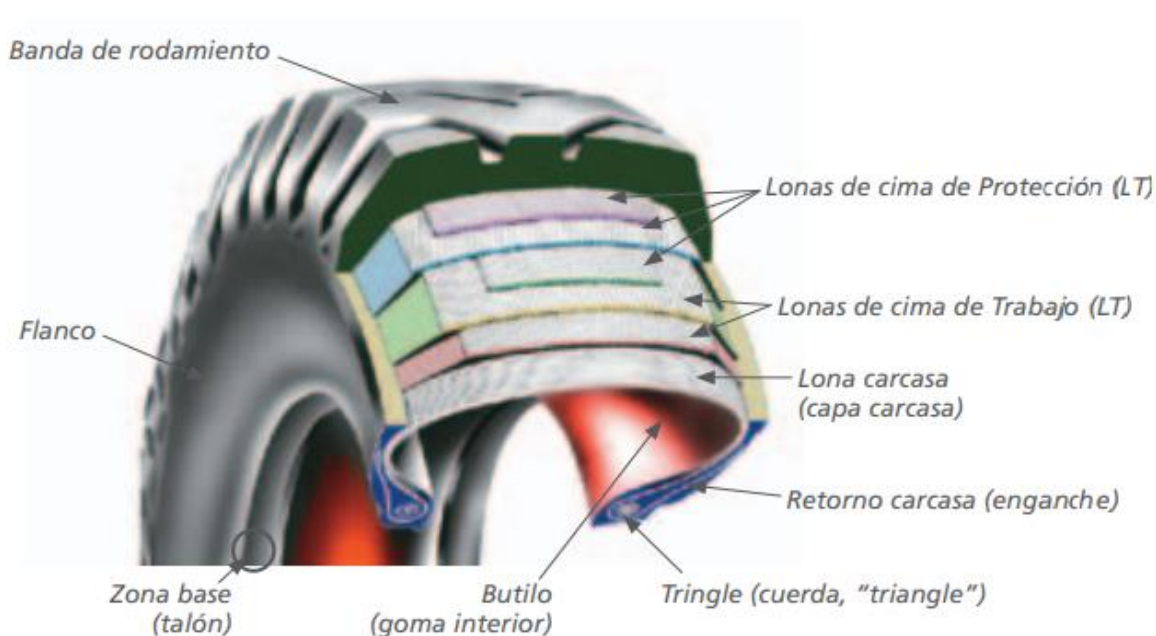
- Inspección inicial: Se realiza una inspección visual y técnica detallada para identificar el tipo y la extensión del daño.
- Limpieza: Se realiza una limpieza profunda para eliminar tierra, rocas y otros desechos que puedan interferir con la reparación.
- Evaluación del daño: Se evalúa nuevamente el daño luego de que la llanta este completamente limpia, para garantizar que la decisión tomada al inspeccionarla al desmontarla haya sido correcta.

PARTES DE LA LLANTA

Las principales partes de las llantas que se deben conocer son la banda de rodamiento, el hombro, la pared lateral, el talón y el revestimiento interior. La figura 5 muestra las partes de la llanta.

Figura 5

Partes de la llanta



Nota. Figura tomada de (MICHELIN, 2012)

TIPOS DE REPARACIONES:

- Preventivas
- Correctivas

PREVENTIVAS:

Las reparaciones preventivas son fundamentales para el mantenimiento de llantas OTR (Off The Road) en las minas, ya que contribuyen a reducir los costos operativos, mejorar la seguridad y maximizar la vida útil de las llantas. Este enfoque implica realizar acciones de mantenimiento y reparación antes de que ocurran daños graves, lo que ayuda a evitar fallos inesperados y la necesidad de reparaciones costosas o reemplazos prematuros. Estas reparaciones en la empresa se pueden identificar fácilmente debido a que el daño es simplemente excavado y rellenados nuevamente. Las llantas reparadas por la empresa llevan un consecutivo indicando la secuencia que llevan, para las llantas preventivas la secuencia es de 4 números simplemente.

A continuación, se mostrarán las fallas preventivas que pueden presentar las llantas mineras, estas fallas se mostraran gráficamente y se evidencia el estado de la falla y su reparación aplicada.

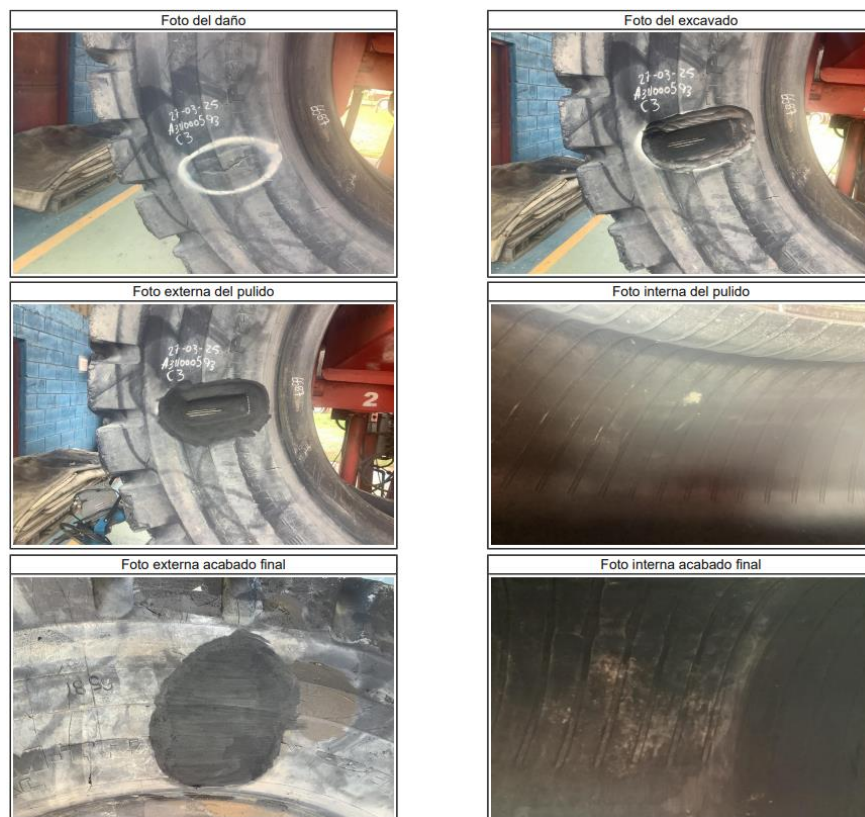
COSTADO (A3N000593)

El daño en el costado de las llantas mineras se refiere a cortes, grietas, entre otros que afectan la pared lateral de la llanta. Este tipo de daño puede comprometer la integridad estructural de la llanta, aumentando el riesgo de fallas durante la operación. Generalmente, estos daños son causados por impactos contra objetos afilados, bordes de rocas o por una presión inadecuada durante el uso. Es fundamental identificar y evaluar estos daños para determinar si la

llanta puede ser reparada preventivamente. La figura 6 muestra un corte en el costado con tipo de reparación preventiva.

Figura 6

Daño costado



Nota. Información brindada por la empresa.

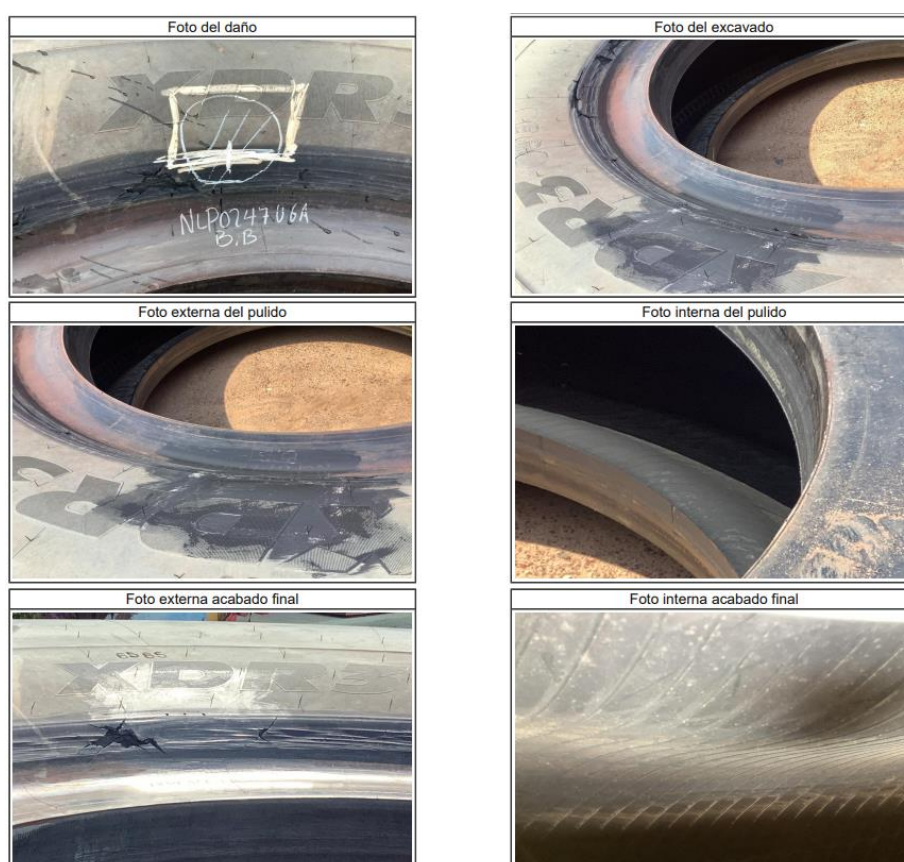
ZONA BAJA (NLP0247U6A)

El daño en la zona baja de las llantas mineras, ubicada entre el costado y el talón, se caracteriza por cortes, grietas o deformaciones que afectan esta área crítica de la llanta. Esta zona es fundamental para la correcta fijación y sellado de la llanta al rin, por lo que cualquier daño

puede comprometer la estabilidad y seguridad durante la operación. Los daños en esta área suelen originarse por impactos, mal montaje o condiciones adversas de trabajo, y requieren una evaluación minuciosa para determinar la reparación. La figura 7 muestra un corte en la zona baja con tipo de reparación preventiva.

Figura 7

Daño zona baja



Nota. Información brindada por la empresa.

CORTE EN LA BANDA DE RODAMIENTO (NAP0017F4A)

El daño en la banda de rodamiento de las llantas mineras se da por cortes, desgastes irregulares, cortes que separen los tacos de la banda y así afecten la superficie de contacto con el terreno. Esta área es la que soporta directamente la carga y el esfuerzo durante la operación. Las causas más comunes se dan por impactos repetidos y condiciones extremas de trabajo. Esta avería se ve comprometida a la cantidad de tacos separados para poder ser reparada. La figura 6 muestra un corte en la banda de rodamiento sin tacos separados y con tipo de reparación preventiva.

Figura 8

Daño banda de rodamiento



Nota. Información brindada por la empresa.

CORTE HOMBRO (TLJ0912U1A)

El daño en el hombro de las llantas mineras, ubicado entre la banda de rodamiento y el costado, se dan estos daños por cortes y desprendimientos de goma. Esta zona es especialmente vulnerable debido a los esfuerzos con el contacto constante con bordes afilados, rocas en el camino y otros objetos. Los daños en el hombro pueden comprometer la estabilidad de la llanta y afectar su desempeño, por lo que es fundamental detectarlos a tiempo y no pase a un daño más grave, sino que se pueda reparar preventivamente. La figura 9 muestra un corte en el hombro con tipo de reparación preventiva.

Figura 9

Daño hombro



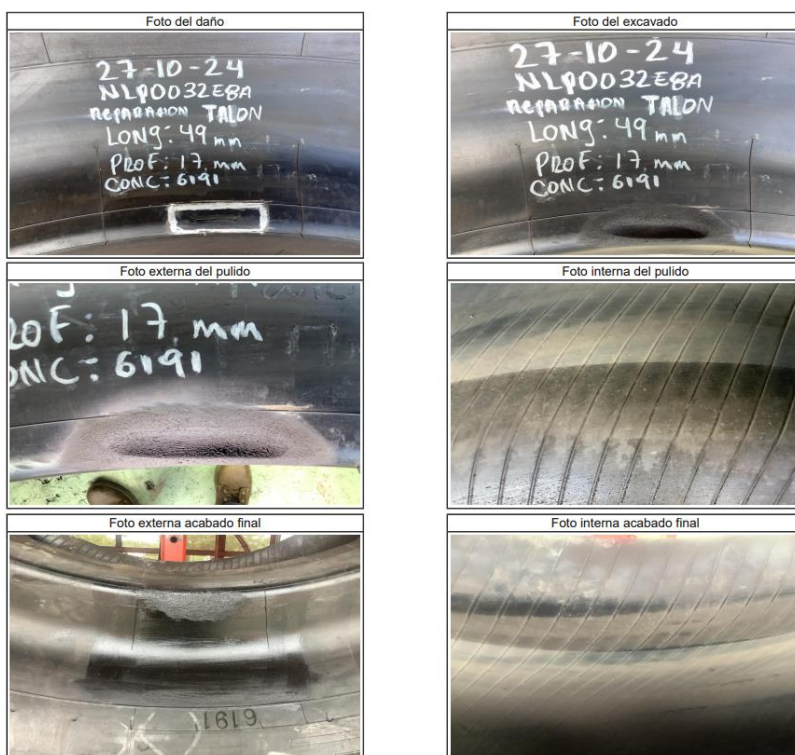
Nota. Información brindada por la empresa.

TALON (NLP0032E8A)

El daño en el talón de las llantas mineras se presenta en la zona que hace contacto directo con el rin y que garantiza el ajuste hermético de la llanta. Este tipo de daño puede contener desgarros, deformaciones, desprendimiento o desgaste excesivo del caucho en el área. Las razones más frecuentes por las que se pueden dar estos daños son el mal montaje o desmontaje, el uso de herramientas inadecuadas o la operación con presión insuficiente. Este tipo de daño compromete la fijación segura de la llanta y puede provocar fugas de aire. La figura 10 muestra un daño en el talón con tipo de reparación preventiva.

Figura 10

Daño talón



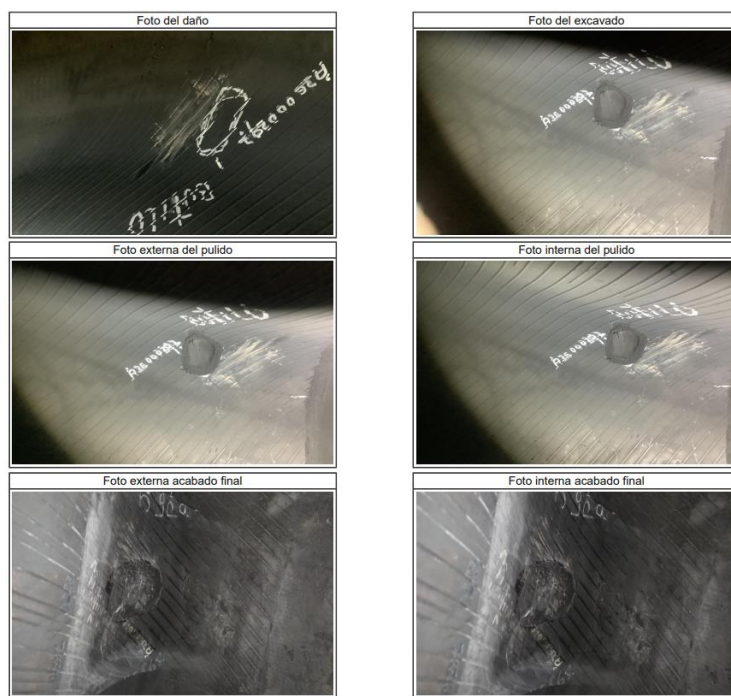
Nota. Información brindada por la empresa.

BUTILO (A3E000297)

El daño en el butilo o también conocido como revestimiento interior de las llantas mineras se toman como los cortes, desprendimientos, burbujas que afectan la capa interna de la llanta, cuya función principal es mantener la presión de inflado y proteger las estructuras internas del neumático. Estos daños pueden ser causados por cortes que penetren la llanta, impactos severos, exceso de temperatura. Cuando el butilo se encuentra con daños se incrementa el riesgo de pérdida de aire, degradación de los componentes internos y fallas prematuras, por lo que es esencial realizar inspecciones detalladas para detectar y corregir con anterioridad. La figura 11 muestra un corte en el butilo con tipo de reparación preventiva.

Figura 11

Daño butilo



Nota. Información brindada por la empresa.

CORRECTIVAS

Las reparaciones correctivas son aquellas que se realizan después de que un daño grave o fallo ya ha ocurrido en una llanta OTR (Off The Road). A diferencia de las reparaciones preventivas, que se enfocan en evitar problemas, las reparaciones correctivas están orientadas a reparar daños existentes que afectan la funcionalidad o la seguridad de la llanta; Cuando se realiza una reparación correctiva en llantas OTR, es crucial seguir una serie de pasos para asegurar que la reparación sea efectiva y que la llanta pueda seguir operando de manera segura y eficiente. Estas reparaciones en la empresa se pueden identificar fácilmente debido a que el daño que fue reparado y que estas conllevan son grandes a la vista, además estas conllevan un parche el cual este material (generalmente goma reforzada) se adhiere a la parte interna de la llanta para reparar un pinchazo o daño. Las llantas reparadas por la empresa llevan un consecutivo indicando la secuencia que llevan, para las llantas reparadas correctivamente la secuencia es igual de 4 números, pero a diferencia de las preventivas luego de los 4 números esta lleva un guion y el número 7.

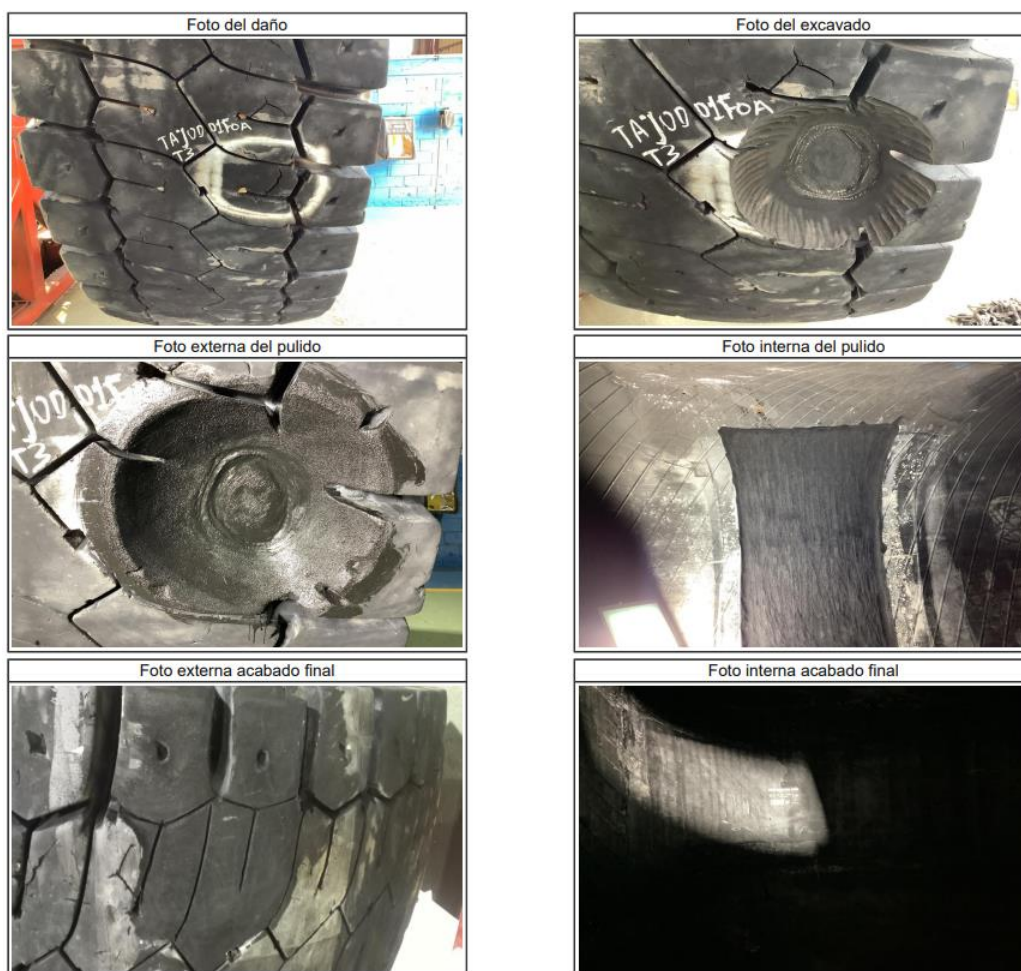
A continuación, se mostrarán las fallas correctivas que pueden presentar las llantas mineras, estas fallas se mostraran gráficamente y se evidencia el estado de la falla y su reparación aplicada.

BANDA DE RODAMIENTO (TAJ0001F0A)

Las reparaciones correctivas en la banda de rodamiento se reconocen fácilmente por que la cantidad de relleno al ser reparada es bastante grande. La figura 12 muestra un corte en la banda de rodamiento con un taco separado, corte pasante afectando la parte interna de la llanta y con tipo de reparación correctiva.

Figura 12

Daño banda de rodamiento rep. correctiva



Nota. Información brindada por la empresa.

COSTADO (HAP0200A9A)

El daño y la reparación correctiva en el costado se reconocen fácilmente por el área afectada por el daño y el área reparada al ser es bastante grande. La figura 13 muestra un corte en el costado con cuerdas expuestas, pero no fueron cortadas, el corte es pasante afectando la parte interna de la llanta y con tipo de reparación correctiva.

Figura 13

Daño costado rep. correctiva



Nota. Información brindada por la empresa.

HOMBRO (JAO0180F1A)

El daño y la reparación correctiva en el hombro se reconocen fácilmente por el área afectada por el daño y el área reparada al ser es bastante grande. La figura 14 muestra un corte en el hombro con cuerdas partidas, el corte es pasante afectando la parte interna de la llanta y con tipo de reparación correctiva.

Figura 14

Daño hombro correctiva



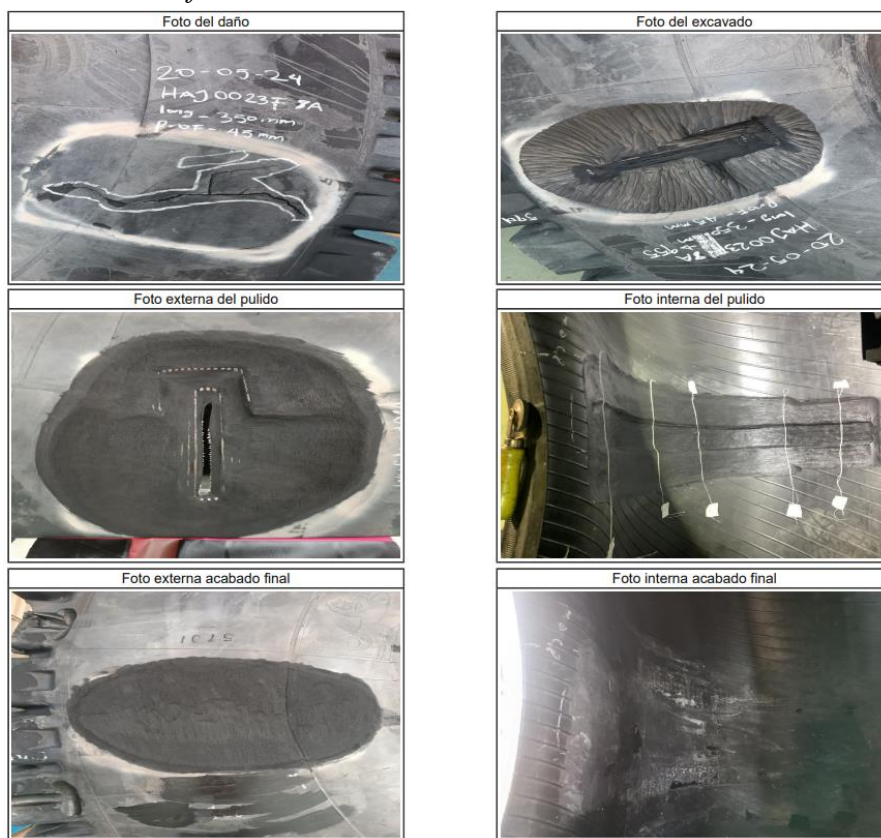
Nota. Información brindada por la empresa.

COSTADO (HAJ0023F8A)

El daño y la reparación correctiva en el costado se reconocen fácilmente y podemos distribuirlos si el corte afecta las cuerdas o no, por el área afectada por el daño y el área reparada al ser es bastante grande. Si las cuerdas son afectadas por el corte la reparación conlleva a un parche con mayor dimensión. La figura 15 muestra un corte en el costado con cuerdas expuestas y cortadas, el corte es pasante afectando la parte interna de la llanta y con tipo de reparación correctiva en el que las cuerdas fueron cortadas.

Figura 15

Daño costado con cuerdas afectadas



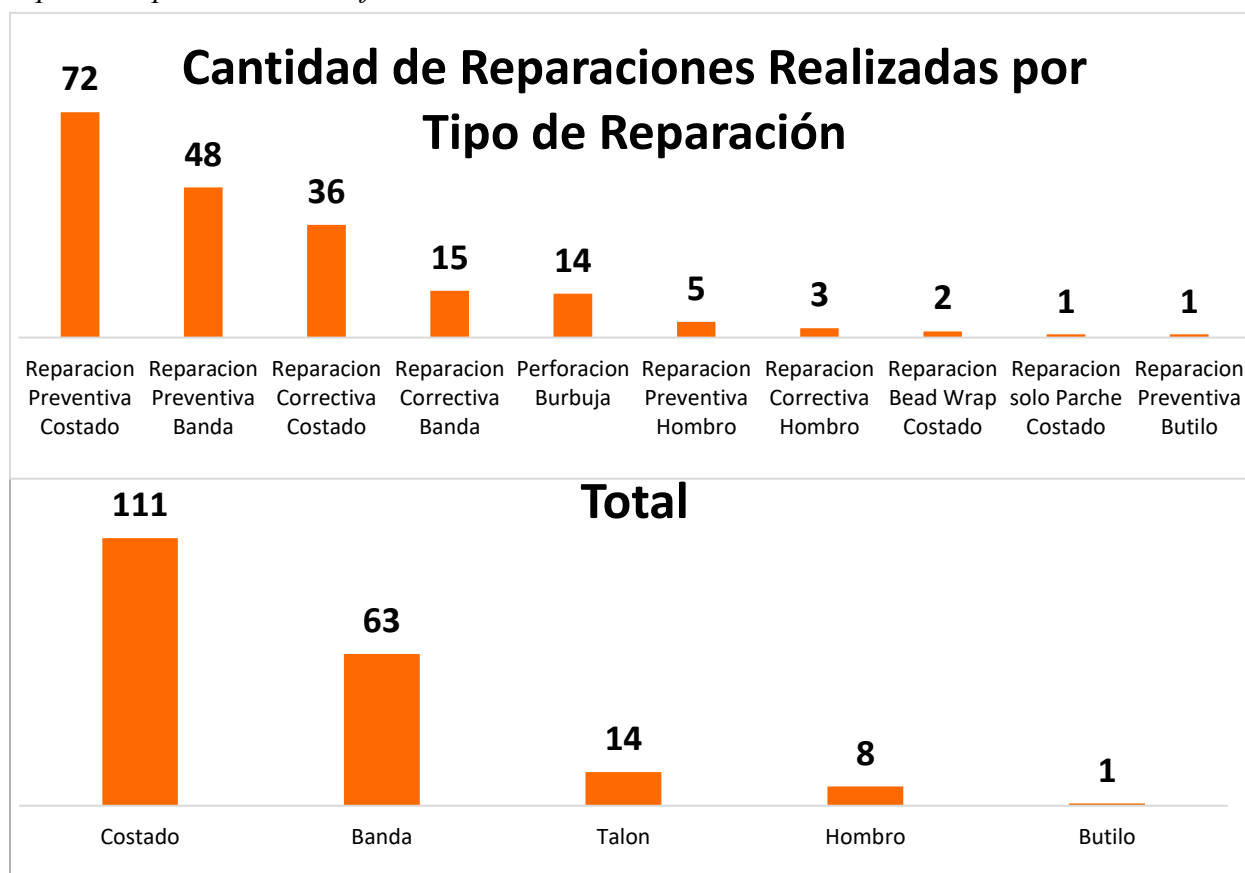
Nota. Información brindada por la empresa.

Tipos de reparaciones más frecuentes en llantas OTR

A continuación, se muestra las reparaciones con más frecuencia en las minas Pribbenow y El Descanso, este estudio es encargado al planeador especialmente para que pudiera adentrar y conocer los daños ocurridos mayormente en la empresa por periodo de tres meses (enero-marzo) y así poder conocer las reparaciones que ocurrían con más frecuencia y poder reportar y dar informes si esto cambiaba repentinamente. El estudio da el hallazgo que se conocerá a continuación en la figura 16.

Figura 16

Tipos de reparaciones más frecuentes en llantas OTR



Nota. Información brindada por la empresa.

Relación entre las reparaciones y la vida útil de las llantas OTR:

La vida útil de una llanta OTR depende en gran medida de su mantenimiento adecuado. Las reparaciones pueden extender la vida útil de las llantas, pero es importante no sobrecargar las llantas reparadas, ya que esto podría comprometer su rendimiento y seguridad. Las reparaciones deben ser realizadas con precisión para garantizar que la llanta pueda seguir funcionando de manera segura bajo las condiciones extremas de la mina.

Factores que afectan la vida útil de las llantas OTR:

- Condiciones de operación: Las minas tienen terrenos difíciles, y las llantas OTR están expuestas a rocas, cargas pesadas y altas temperaturas.
- Tipo de reparación: Reparaciones mal realizadas o de mala calidad pueden reducir significativamente la vida útil de la llanta.
- Monitoreo constante: Las inspecciones regulares y las reparaciones oportunas pueden ayudar a detectar problemas antes de que se conviertan en fallos graves.

La reparación adecuada de llantas OTR tiene un impacto directo en su vida útil y rendimiento. A través de reparaciones oportunas y bien ejecutadas, las minas pueden maximizar la eficiencia operativa y reducir costos relacionados con el reemplazo de llantas. Sin embargo,

las reparaciones deben ser cuidadosamente evaluadas para evitar comprometer la seguridad o el rendimiento de la llanta en las condiciones extremas de las operaciones mineras.

La figura 17 muestra la primera hoja de una reparación asignada a la llanta minera, da información de las horas trabajadas, consecutivo de la llanta, costo de reparación y en que parte de la llanta es el daño y por supuesto si la llanta es reparada preventiva o correctivamente.

Figura 17

Reporte de reparación de llantas OTR parte 1

KALTIRE		REPORTE DE REPARACIÓN DE LLANTAS OTR										CODIGO: GOP-FO-34 VERSION: 00 VIGENCIA: 01/01/2021	
Fecha de Ingreso: 2025-02-11												Cliente: DRUMMOND LTD.	
Fecha de Salida: 2025-02-19													
Información General													
Tamaño	Banda	Serie	N° Rep	OTD(mm)	RTD(mm)	Hrs/mm	Horas	Equipo/Pos	Costo \$				
40.00R57	MIC XDR3 MC4 E4R **	RAJ00977-4A	6476	98	86 - 90	604.60	5,046.00	P05-2503-S	\$ 950				
Razón de Retiro		Damage - Cut - Sidewall											
Horas Restantes		7255.2											
Valor Restante		18111											
Tipo de Reparación		Reparacion Preventiva Costado											
Ubicación Daño		Costado											
Qty Reparaciones		1											
Materiales Usados													
Mejora Costo/hr		2.134											
Reparador		Jaime Enrique Guerra											
REQ Total													
Foto Número de Serie													
Foto del daño													
Foto del excavado													
Foto externa del pulido													
Foto interna del pulido													
Foto externa acabado final													
Foto interna acabado final													

Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 18 muestra la segunda hoja de una reparación asignada a la llanta minera, da información detallada del material utilizado al ser reparadas y al igual de la primera hoja da la información del consecutivo de la llanta, costo de reparación y en que parte de la llanta es el daño e igualmente si la llanta es reparada preventiva o correctivamente.

Figura 18

Reporte de reparación de llantas OTR parte 2

KALTIRE		REPORTE DE REPARACIÓN DE LLANTAS OTR		CODIGO: GOP-FO-34 VERSION: 00 VIGENCIA: 01/01/2021	
SERIE: RAJ0097F4A FECHA DE ENTRADA: 2025-02-11 FECHA DE SALIDA: 2025-02-19 DIMENSION: 40.00R57		MARCA DE LA LLANTA: MIC DISEÑO DE LA BANDA DE RODAMIENTO: MIC XDR3 MC4 E4R ** FECHA DE SALIDA: 2025-02-19 REPARACIONES AUTORIZADAS:		HORAS: 8046 RTD: 86 - 90	
TIPO DE REPARACIÓN		CODIGOS DE REPARACIONES			
DIMENSIONES DEL DAÑO EN mm ANTES DE EXCAVAR Longitud: 360 Profundidad: 40		Preventive 112			
DIMENSIONES DE DAÑOS EN mm, DESPUES DE EXCAVADO Y PULIDO Cinturón No. 6 Cinturón No. 5 Cinturón No. 4 Cinturón No. 3 Cinturón No. 2 Cinturón No. 1 Carcasa A x R Cinturón C S Relleno Exterior Humedad Relativa (RH/R) Temp. Ambiente (°C) Temp. Punto Rocío (ID) Temp. Superficie (°C) RH/MM (24 Horas)		TEC Edinson Perez Garay REQ: 0.5			
INFORMACION ANTES DE LA PRIMERA MANO (CEMENTADO) Temp. Punto Rocío (ID) Temp. Superficie (°C)		Edinson Perez Garay			
INFORMACION ANTES DE LA SEGUNDA MANO Temp. Punto Rocío (ID) Temp. Superficie (°C)		Edinson Perez Garay			
PARCHE MALLA Espesor Total a Vulcanizar Tiempo Vulcanizar Goma de Union - Cojin - (Kilos) Caucho Banda - (Kilos) Caucho Costado - (Kilos) Cemento (Litros) Liquido Buffer (Litros) Tiempo de Relleno (Minutos)		Edinson Perez Garay Parche: 0			
INFORMACION DEL PROCESO DE PRENSADO Panel de Vulcanización # No. Manta Interna No. Manta Externa No. Bolsa Interna No. Bolsa Externa Hora de Inicio Vulcaniz. Hora de Salida Vulcaniz.		Edinson Perez Garay Panel 8 299 328 B165 B130 2025-02-11 8:58 pm 2025-02-12 12:58 am			
No. CONSECUTIVO		6476			
ENTREGA Jaime Enrique Guerra		RECIBE/APROBADO 		TOTAL REPARACIÓN \$990	
OBSERVACIONES					

Nota. Información brindada por la empresa.

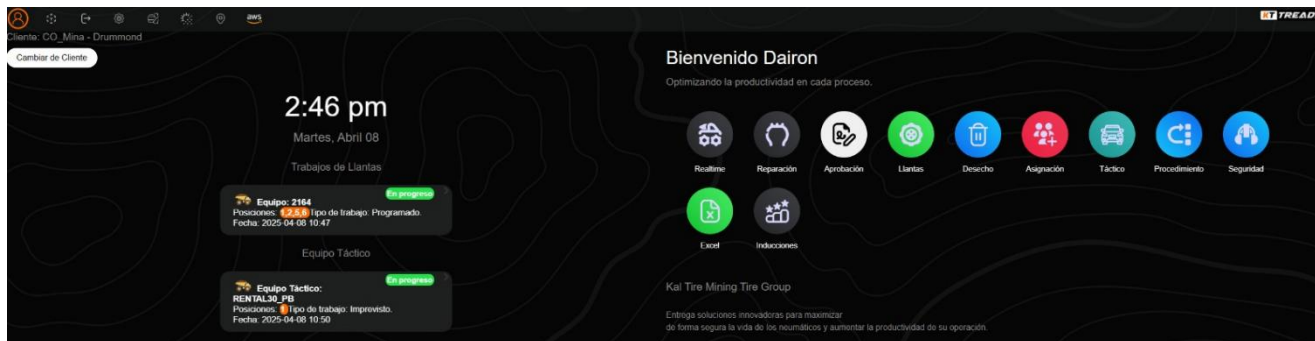
3.1.2 Ejecutar las actividades diarias relacionadas con la inspección, clasificación, registro, actualización de la información de las llantas OTR en los sistemas TREADS y TOMS, asegurando la trazabilidad, el mantenimiento preciso del inventario y la disponibilidad operativa, permitiendo la gestión eficiente de la empresa.

3.1.2.1 Realizar inspecciones diarias, mediante registro fotográfico y detalles específicos requeridos en la aplicación TREADS para definir el estado de las llantas OTR.

En la realización de las actividades diarias se utilizan aplicativos donde se lleva y se registra información que concierne a las llantas, es necesario y primordial que la información de las inspecciones realizadas visual y fotográficamente sea incluida en el programa o aplicativo Treads.

¿Qué es Treads?: Treads es una aplicación creada por la empresa especializada en la gestión y seguimiento técnico de llantas OTR (Off-The-Road) utilizadas en equipos pesados de minería, construcción y otras industrias de alto rendimiento. Este sistema permite registrar, analizar y monitorear de forma detallada toda la información relacionada con el ciclo de vida de una llanta, desde su instalación hasta su retiro o desecho. Además, la aplicación lleva seguimiento de seguridad en el trabajo, reportes de condiciones inseguras y procedimientos operativos.

La figura 19 muestra el portal de entrada del aplicativo y los módulos correspondientes a cada operación a realizar, se pueden apreciar los siguientes módulos: reparaciones, inspecciones diarias, desecho de llantas, equipos mineros, entre otros.

Figura 19*Inicio Treads*

Nota. Información brindada por la empresa.

En la ejecución de las actividades se realizó la función principal de monitorear la llanta con las siguientes actividades desarrolladas en el aplicativo:

- Realizar inspecciones diarias a las llantas OTR, tomando fotografías y registrando el estado físico de cada neumático. Al realizar las inspecciones llantas debemos tener la información de la llanta, como lo son sus horas trabajadas, razón del desmontaje de la llanta, profundidad en la banda de rodamiento y presión antes de ser desmontada. La figura 20 muestra como es la hoja de inspección que brinda la información de las llantas que se encuentran en el lugar de evaluación.

Figura 20

Hoja de inspección diaria de llantas OTR

[illegible]

Nota. Información brindada por la empresa.

- Clasificar las llantas según su condición (operativa, atención requerida o fuera de servicio), para poder tener una trazabilidad completa de cada llanta, lo cual mejora la toma de decisiones y la gestión operativa. La figura 21 muestra el módulo de inspecciones diarias, en el cual se pueden buscar las llantas y este puede brindarte la información de cada uno y ahí mismo agregar las imágenes de las llantas inspeccionadas.

Figura 21

Listado de llantas inspeccionadas

Inspecciones

Buscar (Email, Matricula)

Inspecciones: 1794

FECHA DE INSPECCIÓN	INFORMACIÓN
2023-04-03 07:59	Posición: 2 Rev. Interno: S1420333 Inspección de la: 101002-016 Revista: 101002-016 Estado: Actualizado
2023-04-03 07:28	Posición: 1 Rev. Interno: S1420333 Inspección de la: 101002-016 Revista: 101002-016 Estado: Actualizado
2023-04-03 07:47	Posición: 2 Rev. Interno: S1420333 Inspección de la: 101002-016 Revista: 101002-016 Estado: Actualizado
2023-04-03 07:48	Posición: 1 Rev. Interno: S1420333 Inspección de la: 101002-016 Revista: 101002-016 Estado: Actualizado
2023-04-03 07:47	Posición: 1 Rev. Interno: S1420333 Inspección de la: 101002-016 Revista: 101002-016 Estado: Actualizado

Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 22 muestra como es ingresar en el módulo de inspecciones diarias y haber buscado específicamente una llanta.

Figura 22

Información de llanta inspeccionada

Revisión de llanta

Rev. Interno:

Serial:

Referencia:

RTD en:

RTD en:

Posición:

Equipo:

Horas:

Distancia:

Cantidad de:

Clase de montaje:

Inspección:

Rancho 1:

Rancho adicional 1:

Rancho adicional 2:

Rancho adicional 3:

Rancho adicional 4:

Comentarios:

Subir Foto

Revisión de llanta

Foto uno

Foto dos

Foto tres

Nota. Información brindada por la empresa.

- Almacenamiento de historial de mantenimiento preventivo y correctivo. En la empresa se debe almacenar la información de las llantas reparadas, llantas que se deben firmar para poder iniciar proceso de reparación y llantas que fueron enviadas a reparación pero no pudieron ser reparadas debido a la gravedad del daño. La figura 23 muestra el módulo de reparaciones que es fundamental para tener a la mano la información de las llantas reparadas.

Figura 23

Listado de llantas salidas de reparación

Tire Change

Tickets

Inspección de Ruedas

Shop

Report

Cambio Destino

Repares Técnicos

Llantas por aprobar reparación

La Llantita: KAP0244A1A

Se encuentra en estado: **Entregado**

Info: 50.60R157 MIC XDR250 C4 E4 **

Aprobar

La Llantita: NLP0387U5A

Se encuentra en estado: **Entregado**

Info: 40.60R157 MIC XDR250 C4 E4 **

Aprobar

La Llantita: MAJ0028A1A

Se encuentra en estado: **Entregado**

Info: 50.60R157 MIC XDR250 C4 E4 **

Aprobar

La Llantita: A3M000088

Se encuentra en estado: **Entregado**

Info: 40.60R157 MIC XDR250 C4 E4 **

Aprobar

Llantas desechadas en reparación

La Llantita: LAJ019675A

Se encuentra en estado: **Desechada**

Info: 40.60R157 MIC XDR250 C4 E4 **

Aprobar

Llantas Reparadas

Buscar (Ctrl)

Llantas Entregadas - 1073

LEER

INFORMACIÓN

ESTADO

Consultas

REPUESTOS

40.60R157

MIC XDR250 C4 E4 **

Puede Servir: 1000 04 04 / 04 04

Puede Servir: 1000 04 04 / 04 04

ETD: 00 - 00

DISPONIBLE

No. Reparación

PDF Igualad

PDF Reglas

Tipo de Reparación

REQ

1072

PDF

PDF

Reparación Bultado

0.5

Aprobado por el cliente ✓

Aprobar

Consultas

REPUESTOS

50.60R157

MIC XDR250 C4 E4 **

Puede Servir: 1000 04 04 / 04 04

Puede Servir: 1000 04 04 / 04 04

ETD: 00 - 00

DISPONIBLE

No. Reparación

PDF Igualad

PDF Reglas

Tipo de Reparación

REQ

1073

PDF

PDF

Reparación Bultado

0.5

Aprobado por el cliente ✓

Aprobar

Consultas

REPUESTOS

50.60R157

MIC XDR250 C4 E4 **

Puede Servir: 1000 04 04 / 04 04

Puede Servir: 1000 04 04 / 04 04

ETD: 00 - 00

DISPONIBLE

No. Reparación

PDF Igualad

PDF Reglas

Tipo de Reparación

REQ

1070

PDF

PDF

Reparación Inmanera Completa

0.5

Aprobado por el cliente ✓

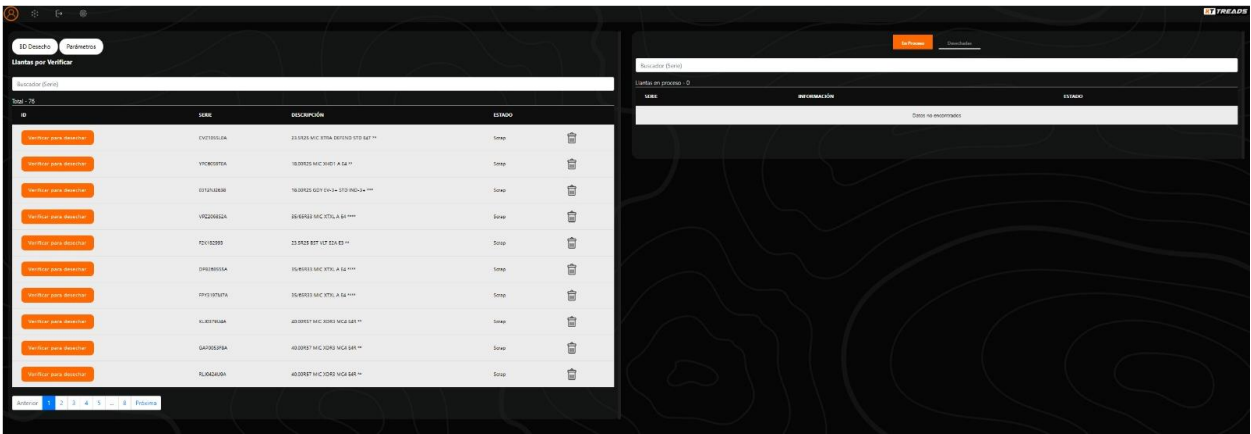
Aprobar

Nota. Información brindada por la empresa.

Llevar un control de inventario es fundamental en la empresa, este debe estar actualizado continuamente y así no retrasar posibles decisiones importantes que debe tomar la empresa, el inventario tiene todo que ver con la información que se toma y se registra, desde las llantas que fueron desmontadas, llantas que fueron enviadas a reparación y llantas que fueron decididas

enviar a desecho. Las llantas que fueron enviadas a desecho son fundamentales al momento de registrarlas, debido a que estas llantas deben ser retiradas oportunamente del sistema, son llantas que no se deben tener en cuenta para el cambio de llantas para un equipo que quiere operar. La figura 24 muestra el módulo de desecho de las llantas, donde estas son eliminadas y no aparecen más en el sistema para ser parte de las cantidades disponibles de la mina.

Figura 24
Control de inventario



Nota. Información brindada por la empresa.

3.1.2.2 Registrar en el sistema TOMS los movimientos diarios de las llantas retiradas a los equipos, definiendo el tipo de mantenimiento a realizar (preventivo o correctivo). De igual manera, el registro de las llantas no reparables. La realización de las actividades diarias conlleva la utilización de aplicativos donde se lleva y se registra información que concierne a las llantas, es necesario y primordial que la información de las inspecciones realizadas visualmente a las llantas, los movimientos realizados por los equipos sean incluidos en el programa Toms.

¿Qué es Toms?: TOMS (Tyre Operation Management System) es un sistema de gestión operativa y logística para llantas OTR, diseñado para registrar, controlar y dar seguimiento a todos los movimientos físicos y operacionales de las llantas utilizadas en equipos pesados, como los de minería. (IM-MINING, 2018)

La figura 25 muestra la interfaz de entrada del aplicativo y los módulos correspondientes a cada operación a realizar.

Figura 25

Interfaz TOMS

Organization	Work Order	Parent Work Order	Description	Duration	Equipment	Equipment Description	Clock	Description	Status	Cancellation Reason	Key Start Date	Key End Date	Key Start Date	Key End Date	Date Created	Date Completed	Type	Department	Reported By	Created By
DRUMMOND	573632	573632	UNPLANNED	3.25	GAT 7938	HMS		Unplanned Tire Change Header with Inspection Work Order: 2215	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Shop Event	CO0131	MOLTERREZ	MOLTERREZ
DRUMMOND	573633	573632	UNPLANNED	2.25	GAT 7938	HMS		Vehicle Inspection Performed During Tire Change: 2215	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Vehicle Inspection	CO0131	MOLTERREZ	MOLTERREZ
DRUMMOND	573636	573636	UNPLANNED	2	GAT 7770	HMS		Tire Change Header for Mechanical Changes: 2258	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Mechanical Event	CO0131	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573638	573638	UNPLANNED	PS3-2258-3	2258-03	RAW		Remove Tire for PS3-2258-03	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:37	Tire Change	CO0131	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573640	573638	UNPLANNED	PS4-2258-4	2258-04	RAW		Remove Tire for PS4-2258-04	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:38	Tire Change	CO0131	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	5736476		UNPLANNED	NL2258-AAA	40-22587 MC-KOPS MC4 B&H	NPSH		Field Inspection Scope Damage	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:47	Component	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573772		UNPLANNED	TL4258-ABA	40-22587 MC-KOPS MC4 B&H	NPSH		Repair Shop Request	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:28	Component	CO0131	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573638	573632	UNPLANNED	PS1-2215-1	2215-01	RAW		Replace Tire 2215-01	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:24	Tire Change	CO0131	MOLTERREZ	MOLTERREZ
DRUMMOND	573636	573636	UNPLANNED	7.32	GAT 7930	HMS		Unplanned Tire Change Header with Inspection Work Order: 2261	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Shop Event	CO0131	MOLTERREZ	MOLTERREZ
DRUMMOND	573637	573636	UNPLANNED	7	GAT 7770	HMS		Unplanned Tire Change Header with Inspection Work Order: 2272	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Shop Event	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573636	573637	UNPLANNED	2272	GAT 7770	HMS		Vehicle Inspection Performed During Tire Change: 2272	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Vehicle Inspection	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573675	573636	UNPLANNED	2261	GAT 7930	HMS		Vehicle Inspection Performed During Tire Change: 2261	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Vehicle Inspection	CO0131	MOLTERREZ	MOLTERREZ
DRUMMOND	573675	573637	UNPLANNED	PS5-2272-5	2272-05	RAW		Replace Tire 2272-05	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Change	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573642	573642	UNPLANNED	2261	GAT 7930	HMS		Inspection Semanal en RTD: 2261	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Vehicle Inspection	CO0132	JARUA	JARUA
DRUMMOND	573644	573644	UNPLANNED	8	GAT 7930	HMS		Unplanned Tire Change Header with Inspection Work Order: 2207	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Shop Event	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573645	573644	UNPLANNED	2207	GAT 7930	HMS		Vehicle Inspection Performed During Tire Change: 2207	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Vehicle Inspection	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573642	573644	UNPLANNED	PS5-2207-5	2207-05	RAW		Replace Tire 2207-05	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Change	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573643	573644	UNPLANNED	PS6-2207-6	2207-06	RAW		Replace Tire 2207-06	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:36	Tire Change	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573641	573641	UNPLANNED	DL4258135A	40-22587 MC-KOPS MC4 B&H	NPSH		Field Inspection Scope Damage	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:37	Component	CO0131	MOLTERREZ	MOLTERREZ
DRUMMOND	573646	573646	UNPLANNED	AL421135A	40-22587 MC-KOPS MC4 B&H	NPSH		Repair Shop Request	Completed		15-DEC-2022	17-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:38	Component	CO0132	AMROMANO	APOMAHK
DRUMMOND	573636	573636	UNPLANNED	2214	GAT 7770	HMS		Inspection Semanal en RTD: 2214	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:34	Vehicle Inspection	CO0132	JANLAUREZ	JANLAUREZ
DRUMMOND	573636	573636	UNPLANNED	2260	GAT 7930	HMS		Inspection Semanal en RTD: 2260	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:34	Vehicle Inspection	CO0131	JANLAUREZ	JANLAUREZ
DRUMMOND	573637	573637	UNPLANNED	2268	GAT 7770	HMS		Inspection Semanal en RTD: 2268	Completed		15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022	15-DEC-2022 09:34	Vehicle Inspection	CO0132	JANLAUREZ	JANLAUREZ

Nota. Información brindada por la empresa.

En la ejecución de las actividades se realizó la función principal de tener el control logístico con las siguientes actividades desarrolladas en este aplicativo:

1. Registrar los movimientos diarios de las llantas retiradas de los equipos mineros. Los movimientos en la empresa son clasificados por movimiento de rotación, movimientos de trabajo mecánico y movimientos imprevistos.

Los movimientos de rotación son conocidos por la empresa como aquellos movimientos que deben hacerse en el equipo cuando dicho equipo a recorrido un tiempo; el equipo que toman para estos movimientos son los equipos que cuando fueron a taller les ponen llantas nuevas delanteras, las llantas nuevas delanteras son monitoreadas por las horas recorridas del equipo y

cuando este transcurra un tiempo especificado las llantas delanteras deben retirarse, ser inspeccionadas, si todo está en perfectas condiciones deben ser montadas nuevamente pero esta vez en la parte trasera.

Los movimientos de trabajo mecánico son conocidos por la empresa como aquellos movimientos en los equipos fueron enviados a taller por trabajos independientes de las llantas, pero se deben desmontar las llantas para hacer el trabajo para el cual el equipo fue enviado a taller, entonces aprovechando que las llantas fueron desmontadas favorece la labor de hacerle monitoreo por inspección.

Los movimientos imprevistos son conocidos por la empresa como aquellos movimientos que no se tienen planeados hacerle al equipo, estos se deben a que las llantas fallaron por cualquier motivo, estos movimientos son avisados rápidamente para tomar decisiones rápidas y eficientes, sin afectar la producción de la mina. Los equipos son enviados a taller si es necesario y poder cambiar las llantas afectadas; Las llantas afectadas deben ser evaluadas para tomar decisiones ante ellas eficientemente.

La figura 26 muestra como son las hojas de los movimientos en los equipos, estas dan detalles como: El equipo, tipo de movimiento, las llantas retiradas y montadas con toda su información, razón del porque se desmontaron las llantas, horas exactas del momento del reporte, de llegada al taller y lugar del evento

Figura 26

Movimiento de llantas.

KALTIRE		Movimiento de llantas (Plataforma app)										CODIGO: GOP-FO-29	
												VERSION: 00	
												VIGENCIA: 01/01/2021	
Fecha	2025-04-20	Unidad Hrs/KM	41061 /		Tipo de Equipo	CAT 793F					OT Cliente #		
Cliente	DRUMMOND LTD.	Hora del Reporte	9:09 am (2025-04-20)		Demoras							Técnicos Mec. Llantas	
Equipo	2762	Eq. Bloqueado	2:20 pm (2025-04-20)		Inspección 1 h 2 m TRASLADO A EQUIPO / BUSQUEDA E INSPECCION LLANTAS / Espera decisión superintendencia 2 h 40 m ESPERA APROBACIÓN PARA TRAER A TALLER O DEJAR RODANDO / Traslado 0 h 35 m ESPERA OPERADOR PARA TRASLADO A TALLER / Lavado 0 h 45 m LAVADO EQUIPO / Lluvia 2 h 35 m MAL CLIMA / Otros 0 h 30 m TOMA DE ALIMENTOS /							Andres Castillo De Angel, Omar David Herrera, Luis Gerardo Martinez.	
Lugar del Evento	KT PB	Eq. Desbloqueo	12:55 am (2025-04-21)										
Mina	DRUMMOND	Eq. Operativo	1:09 am (2025-04-21)									Turno: Día	
Razón del Tiempo Down:	Inspección Inicial	Posición 1		Posición 2		Posición 3		Posición 4		Posición 5		Posición 6	
Planado	Número Serie Fabricante	SAP0050A9A		PAP0309AGA		LAJ0030A9A		RAJ0314A5A		LAJ0025A3A		MAJ0030A9A	
No Planado / oportunidad ✓	Presiones Hot	Initial	Ajuste	Initial	Ajuste	Initial	Ajuste	Initial	Ajuste	Initial	Ajuste	Initial	Ajuste
Sin Tiempo Down		121		128		122		124		120		122	
Responsable del Tiempo Down:	RTD	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int
Mantenimiento		94	94	89	81	69	77	65	75	74	75	79	80
Operaciones ✓	Hallazgo de Inspección	18		18		18		09		30		18	
Kaltire	Acciones/Código	42	04	42	04	50	05	11	05	11	05	11	05
LLANTA RETIRADA:													
Posición:				3		4		5		6			
Dimensión				50/80R57		50/80R57		50/80R57		50/80R57		50/80R57	
Fabricante + Diseño				MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR4 SPEED MC E4R **		MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR250 C4 E4 **	
Número Serie Interno				LAJ0030A9A		RAJ0314A5A		RAJ0314A5A		LAJ0025A3A		MAJ0030A9A	
Número Serie Fabricante				LAJ0030A9A		RAJ0314A5A		RAJ0314A5A		LAJ0025A3A		MAJ0030A9A	
Razón de Retiro/Código				R09		R01-03-01		R04-01		R04-01		R09	
Razón de Desecho/Código													
Disposición de Llantilla/Ubicación				INSPECCIÓN -		INSPECCIÓN -		INSPECCIÓN -		INSPECCIÓN -		DISPONIBLE -	
Rin#				P1391		D906		P502		P502		P402	
Disposición Rin/Ubicación				INSPECCIÓN		DISPONIBLE		DISPONIBLE		DISPONIBLE		INSPECCIÓN	
TPMS Sensor #													
Tipo de Trabajo				Cambio Completo		Cambio Completo		Cambio Completo		Cambio Completo		Cambio Completo	
LLANTA INSTALADA:													
Estatus de la Llantilla:				REPUESTO		REPARADA		REPUESTO		REPUESTO		REPUESTO	
Dimensión				50/80R57		50/80R57		50/80R57		50/80R57		50/80R57	
Fabricante + Diseño				MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR250 C4 E4 **		MIC XDR250 C4 E4 **	
Número Serie Interno													
Número Serie Fabricante				JLP0444A7A		MAJ0025A1A		MAJ0030A9A		MAJ0030A9A		CAP0041A8A	
	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext
RTD					84	84	82	75	79	80	84	86	
Presión en Frío				105		105		105		105		105	
Rin#				P378		D906		P502		P502		P391	
Serie del Torque				930550								930550	
Torque Aplicado				700 LB/FT								700 LB/FT	
Presión de Aire				26 PSI								26 PSI	
Técnico Responsable				A. De								O. Herrera	
TPMS Sensor #													
Orden de Trabajo #				745740-02 /		745740-02 /		745740-03 /		745740-03 /		745740-03 /	
Materiales				Herramientas				Observaciones					
Descripción		Item	Cant.					LLANTA 4 SEPARACION BANDA POR CORTE CON 14 TACOS SEPARADOS					
BASE LARGA		30109											
EXTENSION PARA POS. # 3 Y 6		31014											
NUCLEO		30111											
ORING 57INCH		31126											
CODO DE 105°		31438											
MANQUERA INT. PARA POS # 4 Y 5		31031											

OT TOMS #KP172221

Firma Jefe de Taller / Supervisor Encargado

Firma Coordinador Administrativo

página 1/1

Nota. Información brindada por la empresa.

2. Es necesario definir el tipo de estado que tendrá la llanta, ya sea disponible, reparable (preventivo o correctivo), desecho, o garantía. Además, se debe registrar tanto las llantas no reparables como las reparables, especialmente cuando estas son redefinidas tras una inspección más detallada, lo cual permitirá actualizar su estatus en el inventario.

Las llantas luego de ser inspeccionadas por el planeador y este las determina como reparables son enviadas a los hangares de reparación donde estas inician el proceso de reparación, a estas llantas que fueron reparadas se les debe crear actas de cambio de condición, donde estas tengan firmas avaladas de que fueron inspeccionadas rigurosamente luego de su reparación y así puedan estar certificadas para ser montadas nuevamente. El planeador debe hacer las inspecciones con el cliente, el cual el planeador debe darles las razones del porque las llantas están en condiciones para seguir funcionando perfectamente. La figura 27 muestra el acta de cambio de condición de la llanta el cual brinda información de la llanta y las firmas donde avalan y certifican que la llanta esta en perfectas condiciones para ser utilizada nuevamente.

Figura 27

Acta de condición de la llanta.

Acta cambio de condición de llantas OTR

CODIGO: GOP-FO-32

VERSION: 00

VIGENCIA: 01/01/2021

Cliente	DRUMMOND LTD.		Equipo #	2763		Fecha Del Informe	2025-05-30		
Mina	DRUMMOND		Tipo de Equipo	CAT 793F		Fecha Cambio De Condición	2025-05-30		
Descripción Del Componente			50/80R57 MIC XDR250 C4 E4 **			Serie # HAP0031A8A			
Componente	No. Serie	HAP0031A8A	Fecha Montaje Inicial	2024-05-23		Última Posición #	06	Fecha Último Retiro	2025-05-27

Anterior Ubicación y Estatus				Actual Ubicación y Estatus				Proveedor Del Componente		Garantía OT #	
Ubicación	Estatus		Repair	Ubicación	Estatus		Scrap	MIC		751444-02	
Uso (Llanta)	Original (OTD) mm	94	Remanente (RTD) Ext	80	Int.	82	Prom. RTD	81	Min RTD Full Life	76	

Inspección De Componentes				Desempeño Del Componente							
(IF) Hallazgos	18	Hrs. Meta	0	Logrado	4882	% de la Meta	0%	CPH	7.516		
(IA) Acción	42	Distancia Meta		Logrado		% de la Meta	0%	CPDist			
Razón De Retiro	Matching	Volumen Meta		Logrado		% de la Meta	0%	CPV			
Razón De Desecho	Corte En Costado	Banda R. Meta	18	Logrado	13	% de la Meta	72.2 %	HRS/TR	375.5		
Costo Inicial	\$ 33,722.00	Costo Adicional	\$ 2,970.00	Total Costo	\$ 36,692.00		Valor Usado	\$ 25,544.00		Valor No Usado	\$ 11,148.00

Notas

Fotografías

Aprobación Supervisor / Gerente Proyecto

Aprobado por:

Nota. Información brindada por la empresa.

3. Tener un control logístico y operativo completo, lo que permitió mejorar la eficiencia y disponibilidad de los equipos.

3.1.2.3 Actualizar en los sistemas TREADS y TOMS los mantenimientos realizados a las llantas, con el fin de tener el registro completo e historial de mantenimiento. Esta actividad consiste en el registro detallado y sistemático de cada acción de mantenimiento aplicada a las llantas OTR, asegurando que tanto TREADS como TOMS mantengan información sincronizada, precisa y trazable.

Es fundamental garantizar un historial completo y trazable de cada llanta, lo cual permite, además, realizar análisis posteriores sobre su vida útil y las fallas frecuentes. Esto, a su vez, apoya la toma de decisiones estratégicas, permitiendo optimizar la gestión del inventario y como resultado, reducir los tiempos de inactividad de los equipos. El actualizar estos aplicativos es mantener la información de los mantenimientos realizados al día exacto.

En los mantenimientos se abarcan hasta las inspecciones visuales en campo con equipo operando, por eso es importante tener registros de aquello que se inspecciona. La figura 28 muestra el módulo de inspecciones de equipos en operación, el cual cuenta con las llantas que debemos inspeccionar para determinar decisiones acertadas acerca de sus posibles reparaciones si estas llegan a fallar.

Figura 28

Informe equipo

Filtrar por fecha Inspección Exportar Excel

Inspecciones realizadas

En Proceso Finalizados **Finalizados con fotos**

Buscador (Equipo)

Total - 166

EQUIPO	PRIORIDAD	INFORMACIÓN
Fotos 2540 CAT 793D Lugar: 793 ED Comentarios:	PDF 3 Continuar operando y programar actividad durante 1 a 4 semanas	Reporte: 2025-05-24 / 8:15 am Salida: 2025-05-24 / 8:25 am Tiempo: 0d, 00 h 10 m Técnico: Ronald Romero Santiago Finalizado Actualizar

Nota. Información brindada por la empresa.

El paso para seguir luego que entremos al informe del equipo operativo es mirar cada posición de las llantas del equipo, ver sus datos con el cual sabemos cómo están trabajando esas

llantas en su momento. La figura 29 muestra como es la interfaz que se maneja para poder apreciar los datos del equipo por cada llanta.

Figura 29

Informe de equipo por llanta

Posición	Llanta	Presiones	Condición
3.165 0 Hrs 0 Km	40.00R57 MIC XDR3 MC4 E4R JAP0072F9A JAP0072F9A RTD 0 0 Comentario Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado	Inicial 120 Ajuste Ajuste Pureza Nitrógeno P.N %	Buen Estado SI Hallazgos IF-18 Bur Acciones IA-42 Re Código Prioridad 4
772 0 Hrs 0 Km	40.00R57 MIC XDR3 MC4 E4R MLP0213U0A MLP0213U0A RTD 0 0 Comentario Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado	Inicial 113 Ajuste Ajuste Pureza Nitrógeno P.N %	Buen Estado --- Hallazgos IF-23 Baj Acciones IA-47 Co Código Prioridad 3
4.905 0 Hrs 0 Km	40.00R57 MIC XDR3 MC4 E4R NAP0038F3A NAP0038F3A RTD 0 0 Comentario Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado	Inicial 116 Ajuste Ajuste Pureza Nitrógeno P.N %	Buen Estado --- Hallazgos

ACTUALIZAR Finalizado

Nota. Información brindada por la empresa.

Actualizar estos aplicativos es mantener la información de los mantenimientos realizados al día exacto. En el módulo de reparación se manejan los listados de todas las llantas que son reparadas y llantas que van a ser reparadas. Este conlleva la información de los reportes de reparación de las llantas OTR. Para finalizar la actualización el planeador debe aprobar las reparaciones para así mantener registro donde se confirma que el mantenimiento está finalizado y el historial de las llantas esta renovado. La figura 30 muestra el módulo de reparación donde se

pueden descargar los reportes de las llantas reparadas y la aprobación de registros de los mantenimientos realizados.

Figura 30

Módulo de reparación

Llantas por aprobar reparación

Reparaciones por firmar

La Llanta: A3N000655 [Aprobar](#)
Se encuentra en estado: **Entregada**
Info.: 27.00R49 BST VMTP E3A E4 **

La Llanta: LAP0070F1A [Aprobar](#)
Se encuentra en estado: **Entregada**
Info.: 40.00R57 MIC XDR3 MC4 E4R **

La Llanta: NLP0265U8A [Aprobar](#)
Se encuentra en estado: **Entregada**
Info.: 40.00R57 MIC XDR3 MC4 E4R **

La Llanta: A3K000093 [Aprobar](#)
Se encuentra en estado: **Entregada**
Info.: 46/90R57 46/90R57 BST VRWP MC E1A E4 **

Llantas Reparadas

Buscador (Serie)

Llantas Entregadas - 2007

SERIE	INFORMACIÓN	ESTADO										
JAP0089F2A 40.00R57 MIC XDR3 MC4 E4R ** Fecha Entrada: 2025-05-10 / 08:32 Fecha Salida: 2025-05-11 / 09:34 RTD: 90 - 89 DISPONIBLE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Reparación</th> <th>PDF Español</th> <th>PDF Ingles</th> <th>Tipo de Reparación</th> <th>REQ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6700</td> <td>PDF</td> <td>PDF</td> <td>Reparacion Preventiva Banda</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table>	No. Reparación	PDF Español	PDF Ingles	Tipo de Reparación	REQ	6700	PDF	PDF	Reparacion Preventiva Banda	0.5	Aprobado por el cliente: Dairon Contreras Carreño Actualizar
No. Reparación	PDF Español	PDF Ingles	Tipo de Reparación	REQ								
6700	PDF	PDF	Reparacion Preventiva Banda	0.5								

[Resumen](#)

Nota. Información brindada por la empresa.

3.1.3 Realizar un análisis de datos con base en la información de los sistemas TREADS y TOMS, evaluando la vida útil y causas de retiro de las llantas OTR, de modo que permita la toma de decisiones en función de la mejora de la eficiencia operativa.

3.1.3.1 Examinar el histórico de mantenimiento, operatividad y vida útil de llantas OTR con el fin de identificar patrones de fallas. Para esta actividad se analizaron los reportes mensuales de llantas obtenidos de los sistemas TREADS y TOMS. Se enfocó el análisis en dos tipos de equipos: Los equipos son tomados como los camiones que utilizan llantas R49 y camiones que utilizan llantas R57, el cual son los equipos fundamentales de las minas Pribbenow-El Descanso.

Las llantas R49 y R57 son llantas de gran tamaño diseñados específicamente para equipos mineros. La "R" indica que son llantas con estructura interna radial y el número 49 o 57 corresponde al diámetro del rin, expresado en pulgadas.

- Camiones 793 & 830E (40.00R57, 46/90R57, 50/80R57): Los camiones de carga CAT 793, que son vehículos mineros de alta capacidad usados para el transporte de material en minas a cielo abierto.

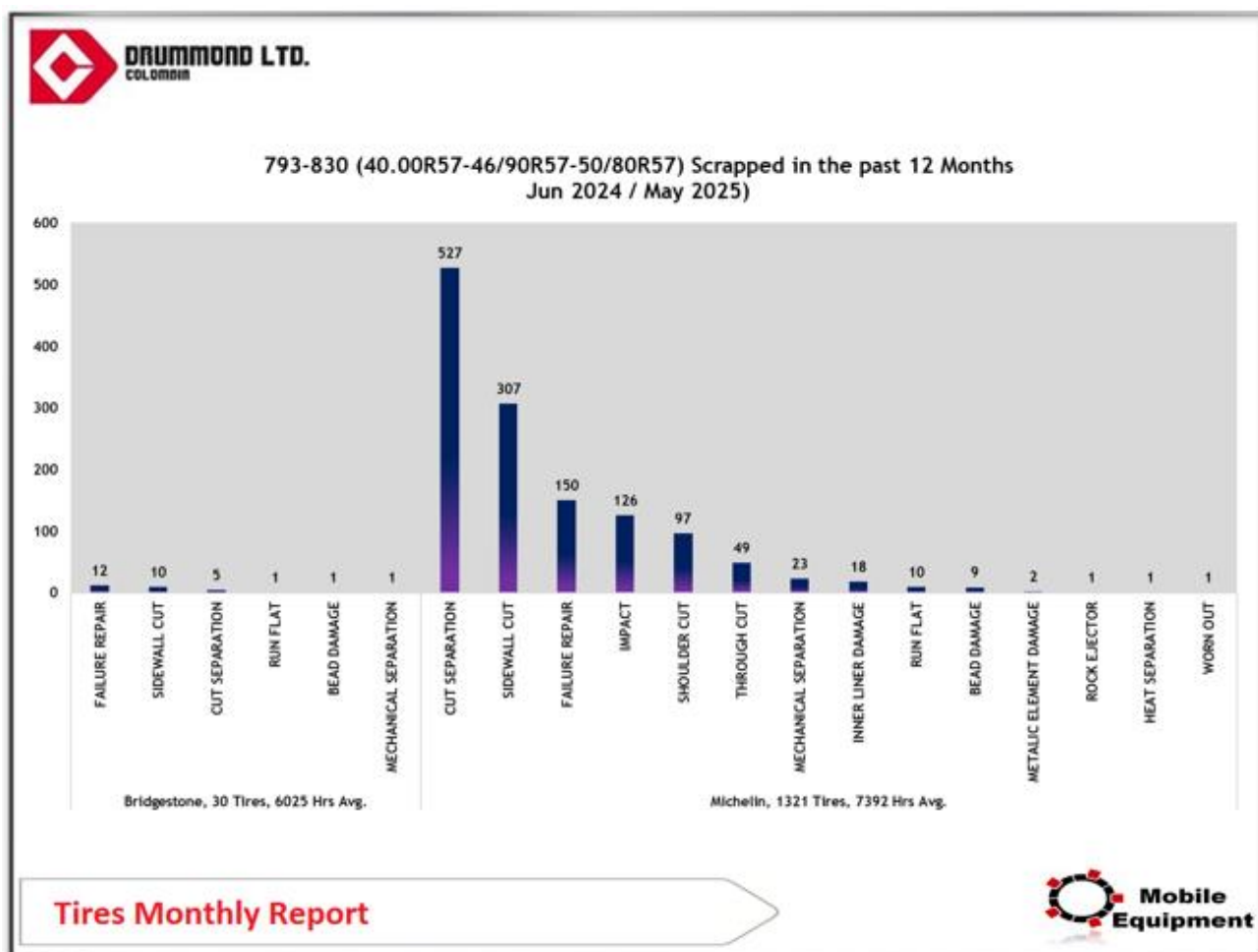
Para llevar a cabo la actividad se toman los reportes realizados a las llantas por equipos, estos reportes llevan graficas donde detallan las cantidades, daños y horas de las llantas. Se llevaron reportes hasta el mes de mayo y el mes de junio.

Mayo:

La figura 31 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 793 y 830 por 12 meses, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 31

Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 Jun 2024/May 2025

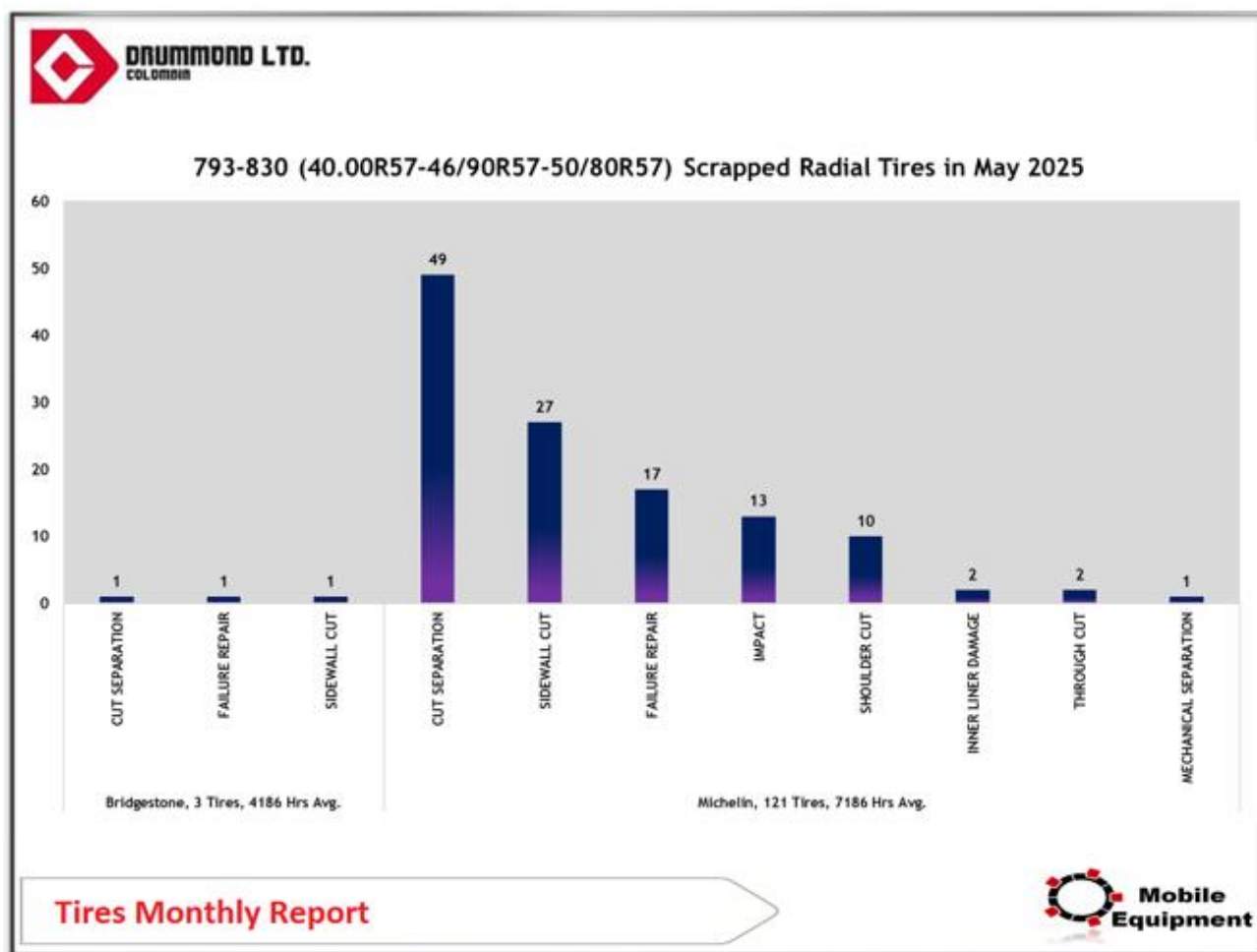


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 32 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 793 y 830 en el mes de mayo, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 32

Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 May 2025

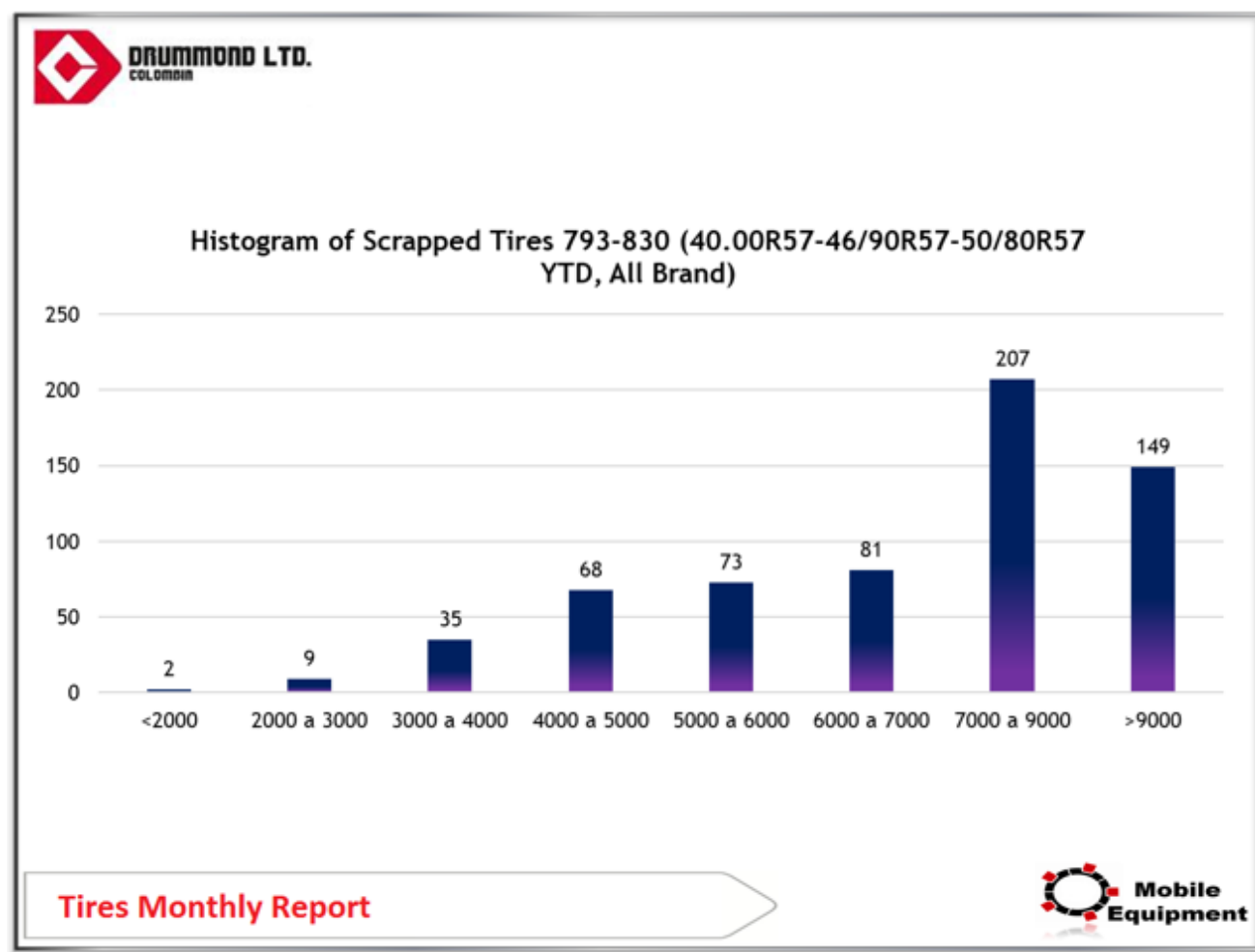


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 33 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 793 y 830 por horas trabajadas, este reporte va de inicio del mes del año 2025 hasta el mes de mayo, las llantas desechadas se distinguen no solo por la razón de desecho, sino por las horas de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 33

Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 por horas hasta May 2025



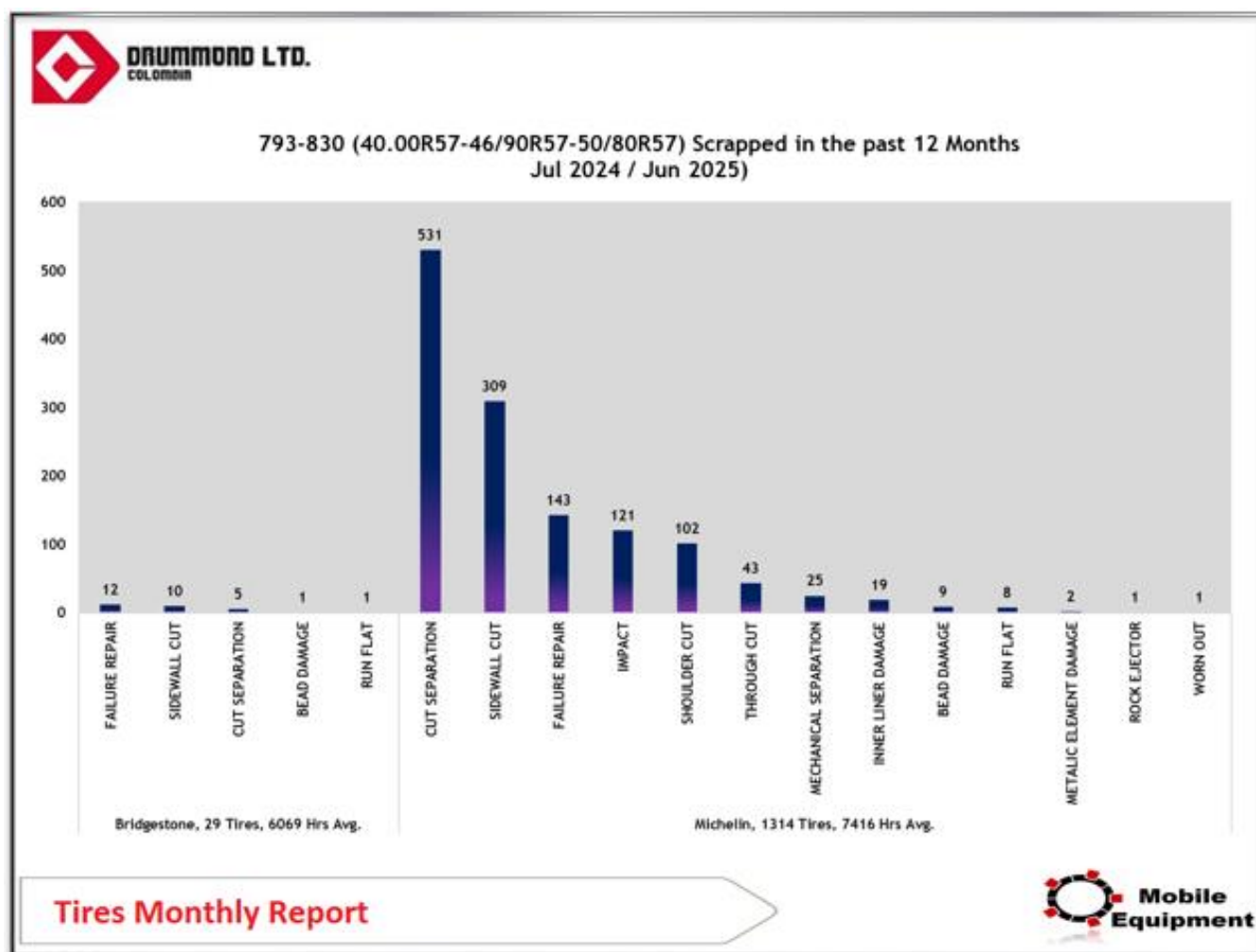
Nota. Información brindada por la empresa.

Junio:

La figura 34 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 793 y 830 por 12 meses, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 34

Reporte de llantas desechadas Jul 2024/Jun 2025

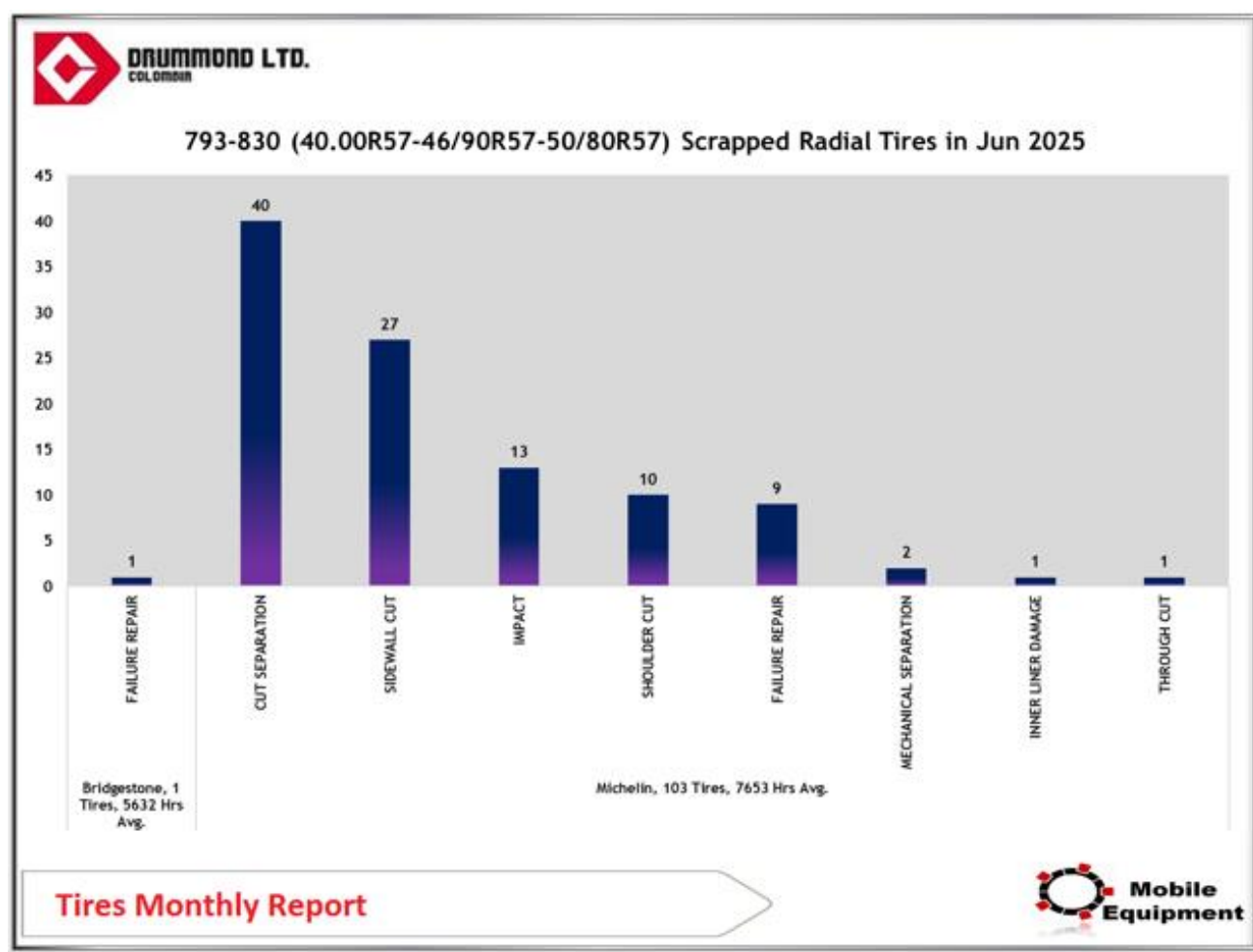


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 35 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 793 y 830 en el mes de junio, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 35

Reporte de llantas desechadas en equipos 793-830 Jun 2025

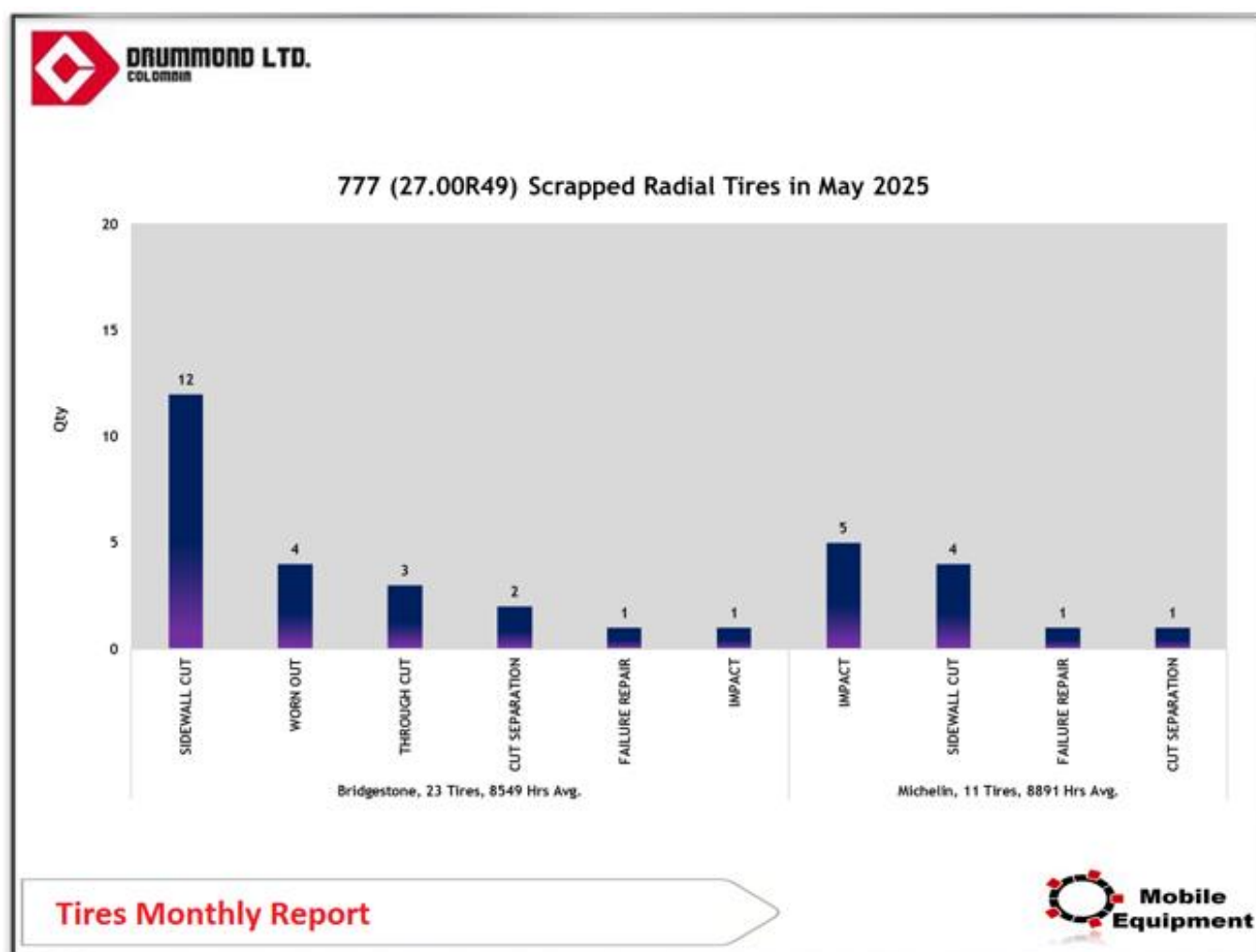


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 38 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 777 en el mes de mayo, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 38

Reporte de llantas desechadas en equipos 777 May 2025

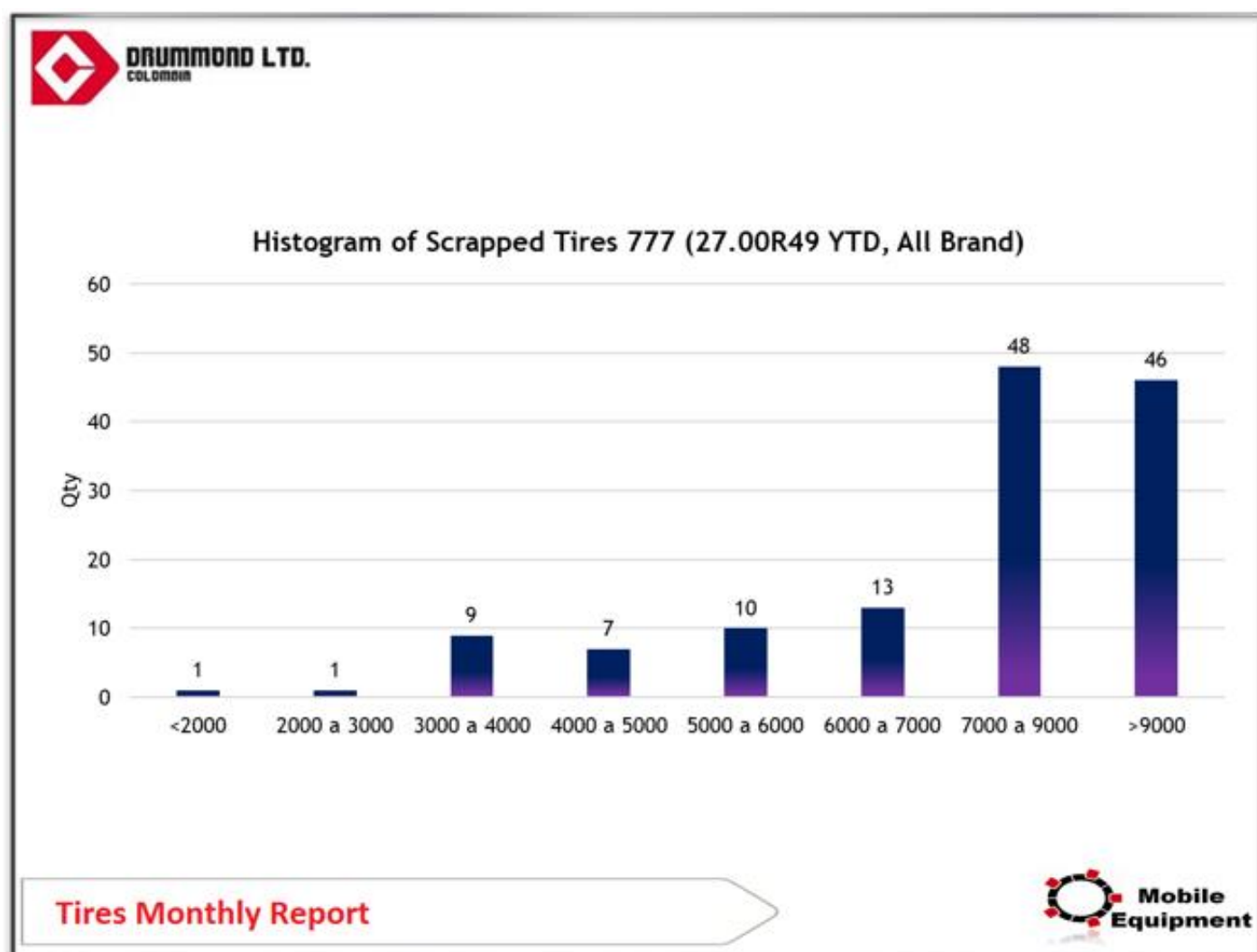


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 39 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 777 por horas trabajadas, este reporte va de inicio del mes del año 2025 hasta el mes de mayo, las llantas desechadas se distinguen no solo por la razón de desecho, sino por las horas de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 39

Reporte de llantas desechadas en equipos 777 por horas hasta May 2025



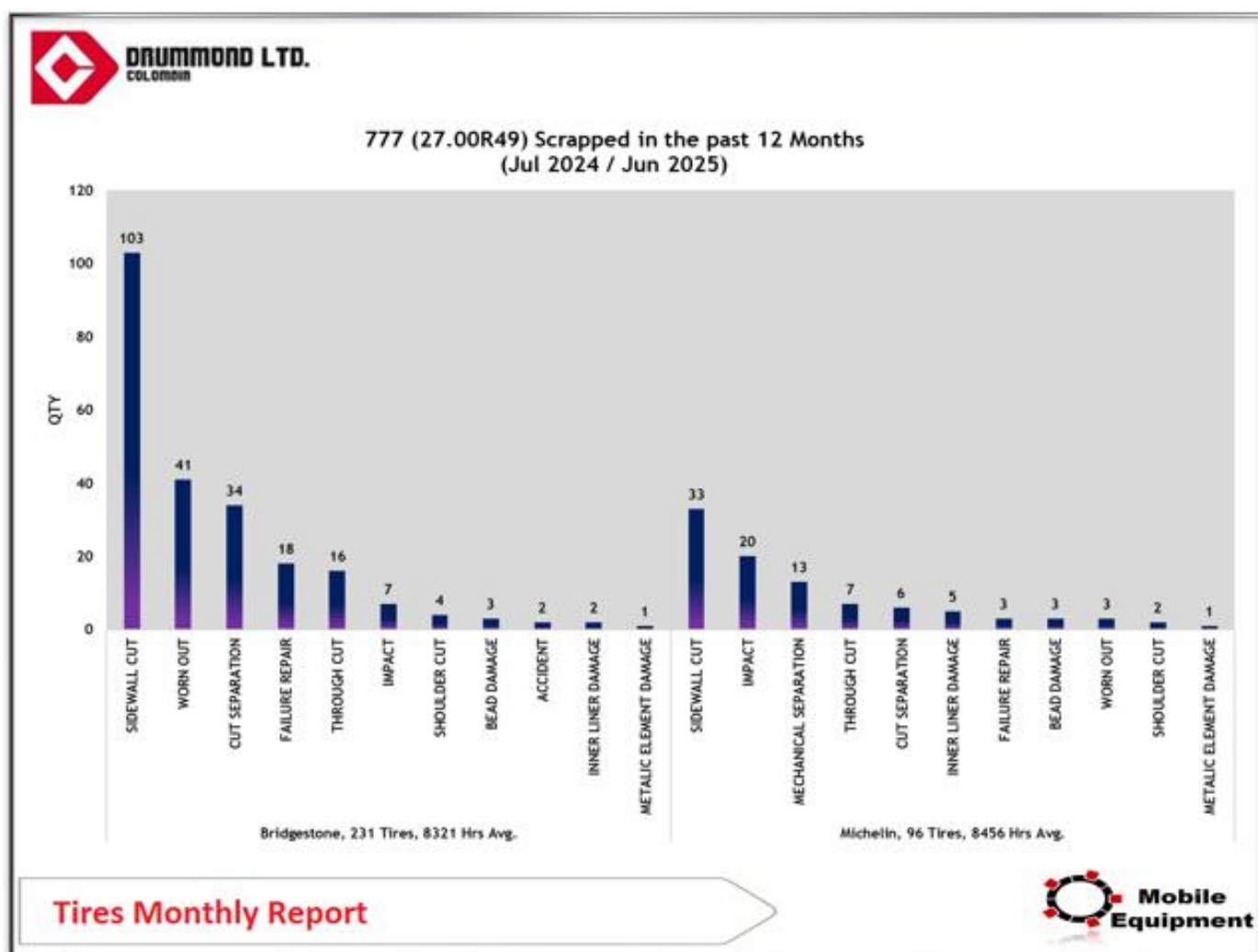
Nota. Información brindada por la empresa.

Junio:

La figura 40 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 777 por 12 meses, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 40

Reporte de llantas desechadas en equipos 777 Jul 2024/Jun 2025

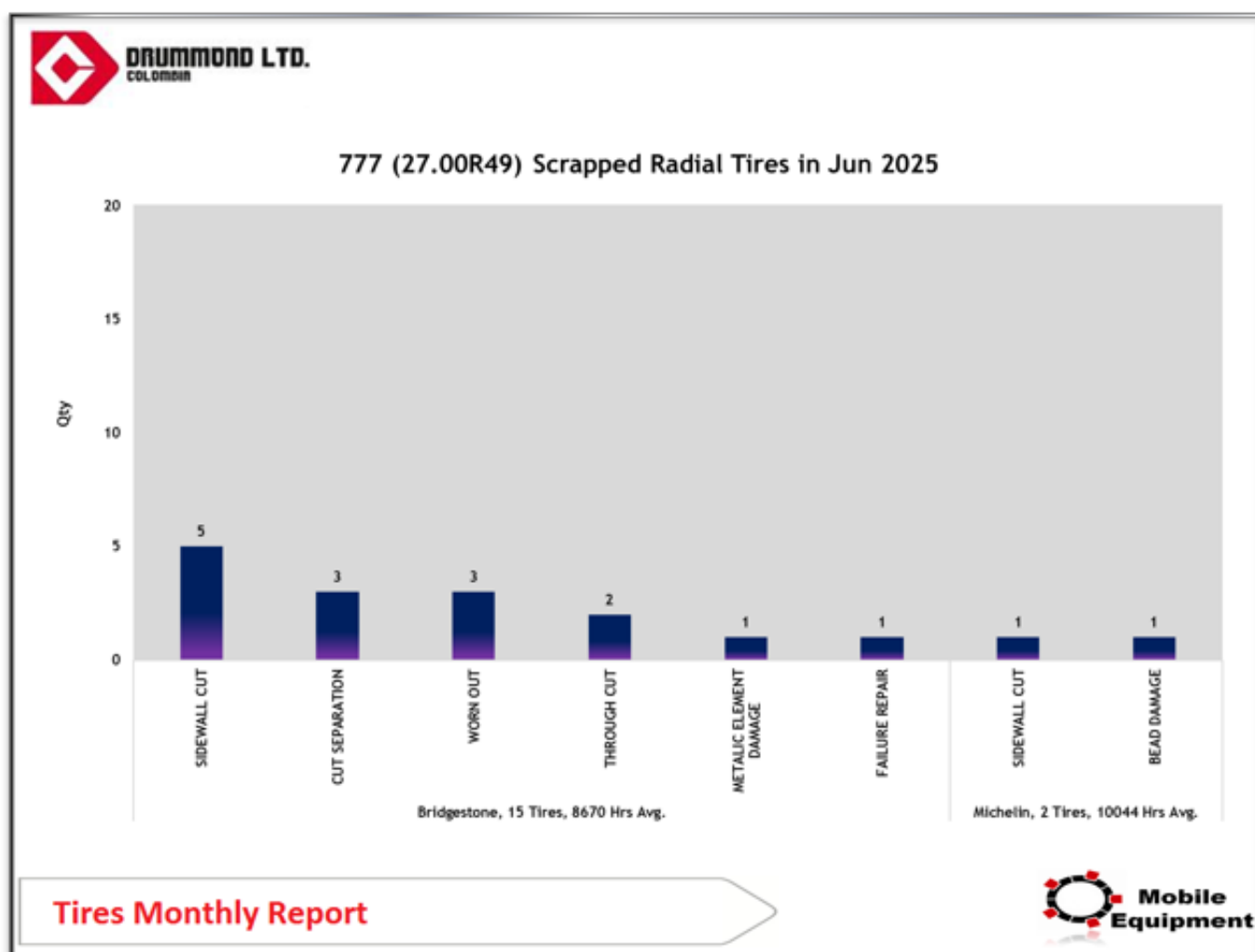


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 41 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 777 en el mes de junio, las llantas desechadas se distinguen en parte por la razón de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 41

Reporte de llantas desechadas en equipos 777 Jun 2025

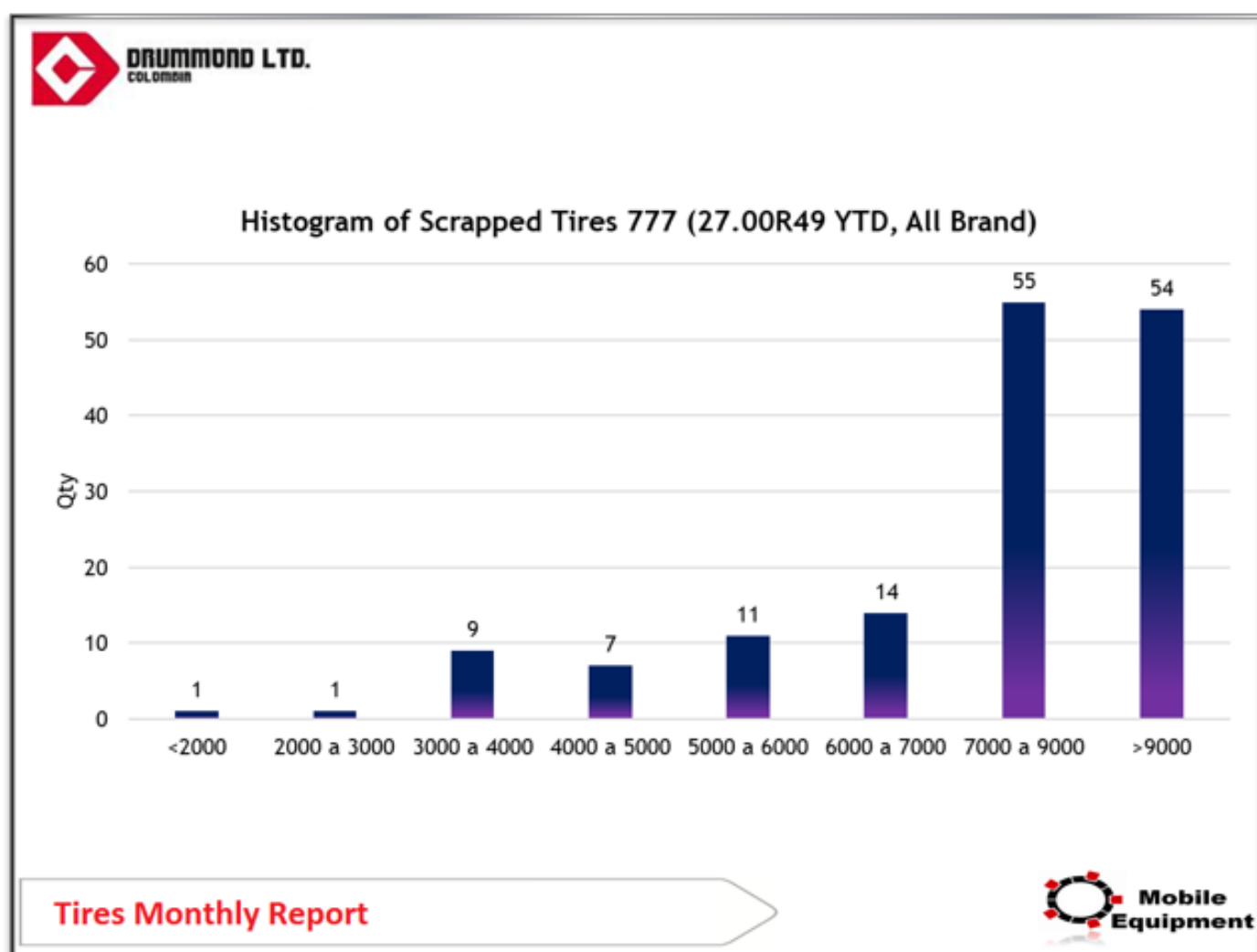


Nota. Información brindada por la empresa.

La figura 42 muestra el reporte de llantas desechadas en equipos 777 por horas trabajadas, este reporte va de inicio del mes del año 2025 hasta el mes de junio, las llantas desechadas se distinguen no solo por la razón de desecho, sino por las horas de desecho y nos da idea al tomar decisiones del porque una llanta se desecha más por un daño que por otro.

Figura 42

Reporte de llantas desechadas en equipos 777 por horas hasta Jun 2025



Nota. Información brindada por la empresa.

Observaciones del análisis:

1. Patrones de fallas más comunes

A partir de los reportes de ambos meses, se identificaron las siguientes causas frecuentes de retiro:

- Cortes laterales
- Separación de componentes internos
- Daño por impacto
- Desgaste irregular
- Reventones por sobrecalentamiento o baja presión

Estas fallas se presentaron de forma repetitiva en marcas específicas y en ciertas posiciones de montaje, lo que permite detectar patrones operativos y errores recurrentes.

El corte lateral es uno de los principales daños. Normalmente, los cortes laterales y daños por impacto están se deben a rutas agresivas, sobrecargas o contacto con objetos filosos. Por otro lado los camiones 793 & 830E son los que más llantas reportan como desecho en ambos meses, debido a que transportan más carga, trabajan en ciclos largos y son expuestos a mayor riesgo de cortes laterales o impactos.

2. Tendencias en la vida útil de las llantas

- Algunas llantas fueron retiradas antes de alcanzar las horas promedio esperadas, indicando una vida útil reducida por fallas prematuras.
- En contraste, las llantas que siguieron los protocolos de inspección y rotación presentaron mayor durabilidad, evidenciando el impacto positivo del mantenimiento preventivo.
- Se observó una diferencia de desempeño entre fabricantes, así como entre posiciones específicas del equipo (interior vs. exterior, eje delantero vs. trasero).

3. Variación entre meses

- Mayo 2025 presentó una tasa más alta de llantas retiradas por corte lateral en camiones 777.
- Estas variaciones sugieren que condiciones operativas (terreno, clima, carga) también influyen en el tipo y frecuencia de fallas.

El análisis histórico permitió identificar patrones de fallas y comportamiento operativo, lo cual es fundamental para:

- Implementar mejoras en la selección de llantas según aplicación.
- Fortalecer los programas de inspección y rotación.
- Reforzar el entrenamiento sobre presión adecuada y conducción segura.
- Optimizar el inventario priorizando marcas y posiciones de mejor desempeño.

Este tipo de análisis, respaldado en datos de TREADS y TOMS, permite tomar decisiones basadas en evidencia para aumentar la eficiencia operativa y reducir costos por reemplazos prematuros.

3.1.3.2 Evaluar el impacto económico sobre el cliente debido al desecho prematuro de llantas por falla catastrófica. Con base en la información de la empresa, se analizaron las llantas desechadas antes de alcanzar su vida útil esperada, identificando cuántas horas de uso quedaron sin aprovechar y calculando su valor económico no recuperado. En la Tabla 3 se representa el impacto económico directo por desecho anticipado de llantas debido a fallas catastróficas.

Tabla 3

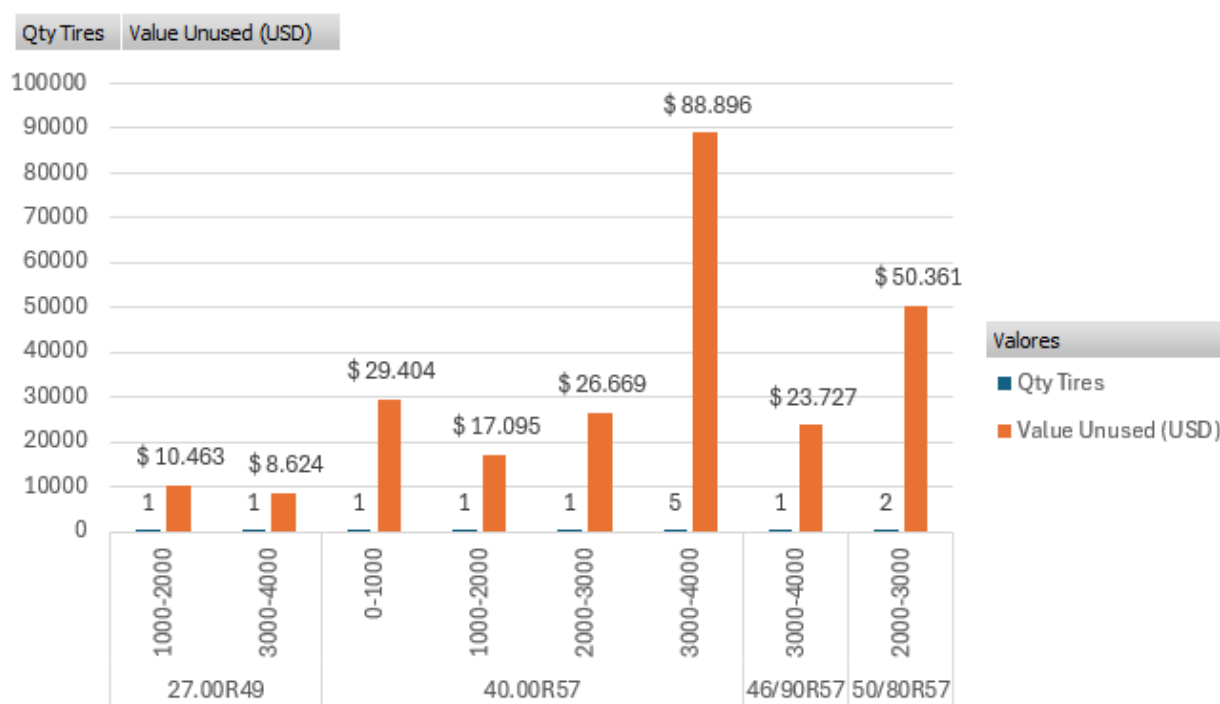
Evaluación de costos en las llantas OTR por horas utilizadas

Horas	Cantidad de llantas	Valor desaprovechado (USD)
27.00R49	2	\$ 19.086
1000-2000	1	\$ 10.463
3000-4000	1	\$ 8.624
40.00R57	8	\$ 162.065
0-1000	1	\$ 29.404
1000-2000	1	\$ 17.095
2000-3000	1	\$ 26.669
3000-4000	5	\$ 88.896
46/90R57	1	\$ 23.727
3000-4000	1	\$ 23.727
50/80R57	2	\$ 50.361
2000-3000	2	\$ 50.361
Total general	13	\$ 255.240

En la figura 43 se representan gráficamente los valores de la tabla 3. Estos datos están organizados según las dimensiones de las llantas, lo que permite observar sus respectivas horas de uso y costos por lo que estas son desechadas prematuramente.

Figura 43

Gráfico evaluativo de costos en las llantas OTR por horas utilizadas



Observaciones:

- Las llantas 40.00R57, con 8 unidades desechadas prematuramente, representan más del 63% del valor total perdido, lo que revela un riesgo crítico en una de las dimensiones más utilizadas por los camiones de gran tonelaje (793 y 830E). Estas llantas son costosas y clave en la operación minera, por lo tanto, su falla anticipada tiene un impacto económico y operativo severo.

- En total, se registró una pérdida de más de un cuarto de millón de dólares (\$255.240 USD) en solo 13 llantas, lo que resalta que cada unidad descartada prematuramente representa una pérdida impresionante. Esta cifra es alarmante, especialmente si se proyecta a escala anual o en flotas más grandes.
- La falta de aprovechamiento de estas llantas no solo implica un costo económico, sino también un aumento en el tiempo de inactividad de equipos, riesgos de seguridad, presión sobre el inventario y posibles retrasos en la operación minera.
- El análisis también evidencia la necesidad de tomar decisiones con base en los datos históricos de TREADS y TOMS, que pueden anticipar fallas frecuentes por modelo, posición y tipo de daño. Esta es una oportunidad clave para implementar acciones correctivas y reducir significativamente las pérdidas futuras.

El desecho anticipado de llantas representa una pérdida económica significativa para el cliente. En este caso, el impacto total fue de \$255.240 USD en solo 2 meses, lo que justifica implementar mejoras en:

- Capacitación en el manejo y cuidado de llantas.
- Inspección más frecuente en campo.
- Selección de llantas según condiciones del terreno.
- Optimización de procesos preventivos con ayuda de los sistemas TREADS y TOMS.

Esta evaluación demuestra que prevenir fallas catastróficas no solo mejora la disponibilidad operativa, sino que también genera un ahorro directo para la operación minera.

4. Diagnostico final

Durante el desarrollo de la pasantía en la empresa Kal Tire, se lograron aportes significativos en la gestión técnica y operativa de la información relacionada con las llantas OTR utilizadas en los equipos de las minas Pribbenow-El Descanso. A través del uso sistemático de los sistemas TREADS y TOMS, se fortaleció la trazabilidad y el control del estado de las llantas, mejorando así la precisión del inventario y la planificación de los mantenimientos.

Como pasante, se aportó en la estandarización y disciplina de los registros diarios, mediante la implementación rigurosa de inspecciones con soporte fotográfico, clasificación técnica, informes y actualizaciones constantes en las plataformas digitales. Este trabajo permitió que los reportes reflejaran con mayor fidelidad la condición real de cada llanta, facilitando la toma de decisiones. Otro aporte destacado fue el análisis histórico de datos que permitió identificar patrones de falla recurrentes, estos hallazgos ofrecieron a la empresa una base concreta para implementar mejoras preventivas y ajustar prácticas operativas en campo.

El trabajo realizado también contribuyó a mejorar la comunicación entre áreas técnicas y administrativas, gracias a la claridad y consistencia en los reportes generados. Este fortalecimiento de los procesos internos reflejó un cambio positivo en la forma en que se gestiona y aprovecha la información técnica para mantener la eficiencia operativa y reducir pérdidas.

5. Conclusiones

Respecto al análisis de la estructura organizacional y los procesos operativos del área de mantenimiento de llantas OTR, se concluye que existe una distribución clara de funciones en la estructura operacional de la empresa. Sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora en la integración de los procesos de inspección, reparación y registro. La comprensión de la dinámica operativa permitió evidenciar cómo la eficiencia en la gestión de mantenimiento depende en gran medida de la coordinación entre el personal técnico y el uso adecuado de las herramientas digitales de registro.

En relación con la ejecución de actividades diarias de inspección, clasificación y registro en los sistemas TREADS y TOMS, se logró consolidar una rutina operativa que mejoró la trazabilidad y el control del inventario de llantas. El uso disciplinado de estas plataformas permitió mantener actualizada la información del estado de cada neumático, optimizando la disponibilidad de los equipos y facilitando una gestión técnica más precisa y eficiente.

Acerca del análisis de datos históricos para evaluar la vida útil y causas de retiro de llantas OTR, se concluye que existen patrones de fallas recurrentes, especialmente en ciertas dimensiones y posiciones operativas, lo que evidencia la necesidad de reforzar el mantenimiento preventivo y las prácticas de operación segura. La información obtenida de TREADS y TOMS resultó fundamental para fundamentar estas conclusiones y proponer mejoras orientadas a la eficiencia operativa.

6. Recomendaciones

Capacitar de manera continua al personal operativo (isleros, operadores y supervisores) sobre buenas prácticas en el manejo de llantas, identificación de fallas tempranas y correcto uso de los sistemas TREADS y TOMS. Esto asegurará una recolección de datos más precisa y útil para la toma de decisiones.

Implementar un sistema de alertas automáticas en TREADS y TOMS que notifique vencimientos de vida útil estimada, mantenimientos pendientes o comportamiento anormal de llantas, con el fin de anticiparse a posibles fallas y organizar mejor la logística del taller de llantas.

Establecer análisis trimestrales de desempeño e impacto económico de las llantas desechadas antes de su vida útil, de modo que se pueda ajustar oportunamente la estrategia de compra, rotación y selección de marcas o modelos según las condiciones de terreno y tipo de equipo.

Promover la integración operativa entre las áreas de mantenimiento, planeación y logística, de forma que el flujo de información entre TREADS, TOMS y el personal técnico sea más eficiente y centralizado. Esto permitirá una visión integral del estado real de las llantas OTR y un mayor control sobre el inventario.

Referencias

ANLA. (s.f.). *www.anla.gov.co*. Obtenido de

www.anla.gov.co/07rediseureka2024/normativa/leyes/ley-685-de-2001-codigo-de-minas-mineria-ambiente: <https://www.anla.gov.co/07rediseureka2024/normativa/leyes/ley-685-de-2001-codigo-de-minas-mineria-ambiente#:~:text=La%20ley%20685%20de%202001%20es%20la,normas%20relevantes%20vigentes%20sobre%20la%20regulaci%C3%B3n%20minera.>

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2015). *Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo*.

EL MINISTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL . (1979). *RESOLUCIÓN 2400 DE 1979*.

Erjavec, J. (2009). *Automotive Technology: A Systems Approach*. Delmar Cengage Learning.

IM-MINING. (08 de 10 de 2018). *Kal Tire launches new Tyre Operations Management System based on real-time performance data - International Mining*. Obtenido de IM-MINING: <https://im-mining.com/2018/10/08/kal-tire-launches-new-tyre-operations-management-system-based-real-time-performance-data/>

Kal Tire Colombia. (2022). *INDUCCIÓN KALTIRE*.

Kal Tire Latinoamérica: Administración y Suministro de Neumáticos OTR. (s.f.). Obtenido de Kal Tire: <https://www.kaltiremining.com/es/region/latinoamerica/>

Kunkyin-Saadaari, F., Gyebuni, R., & Asamoah-Danquah, C. (2024). Supervisor-Field Engineering Approach (S-FEA) of Determining Tyre Failures in the Haul Trucks at Newmont Ahafo Mine. *Engineering and Applied Sciences*, 9, 20-34.

LASZIRHUSA. (2024). *laszirhusa.com*. Obtenido de laszirhusa.com/es/guia-101-todo-lo-que-debes-saber-sobre-los-neumaticos-otr/#:~:text=Los%20neum%C3%A1ticos%20OTR%20son%20esenciales,inversi%C3%B3n%20fundamental%20en%20sectores%20industriales.

MICHELIN. (2012). *ORGANIZACIÓN COMERCIAL MICHELIN NEUMÁTICOS DE INGENIERÍA CIVIL Europa Oceanía e Indonesia África-Medio Oriente e India Sudamérica y Centroamérica.*

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2017). *Resolución 1326 de 2017.*

Moubray, J. (2001). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press Inc.

S, C. C. (2016). Optimum Management of Truck Tyres in a Mine. *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*.