

# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“ANÁLISIS Y REDUCCIÓN PROGRESIVA DE LAS  
FALLAS PARA EL INCREMENTO DE LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA FLOTA DE ACARREO  
DE CIA TIWINZA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Erick Alexis Campos Chuquilin  
Kevin Anthony Llanos Villanueva

**Asesor:**

Mg. Danyer Stewart Girón Palomino

<https://orcid.org/0000-0001-9322-7236>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1	<b>Daniel Alva Huamán</b>	<b>43006890</b>
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

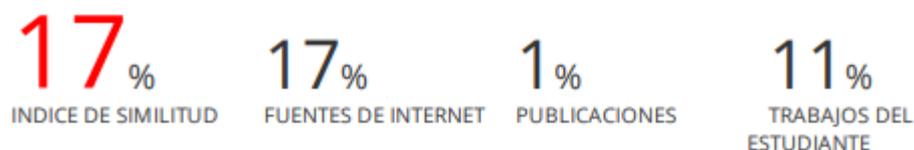
Jurado 2	<b>Oscar Arturo Vásquez Mendoza</b>	<b>46795074</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Miguel Portilla Castañeda</b>	<b>45209190</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Análisis y reducción progresiva

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>9%</b>
<b>2</b>	<b>renatiqa.sunedu.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>mintforpeople.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.lake.or.kr</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.mantenimientomundial.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

A mi madre Olga Chuquilín por su paciencia amor y esfuerzo, por haberme ayudado a cumplir uno de mis grandes sueños, gracias a Dios por estar conmigo y brindarme el soporte para seguir adelante.

A mis hermanos Nilson, Deysi, Lesly por su gran apoyo y cariño incondicional por estar conmigo en todos momentos en las buenas y en las malas gracias a toda mi familia por creer en mí, por sus oraciones, consejos y palabras de aliento que me hicieron una mejor persona y que siguen acompañándome en el proceso de cumplir todos mis sueños.

Alexis Campos

## AGRADECIMIENTO

Esta tesis va dedicada principalmente a mi familia, mi papá Gilberto Llanos, mi mamá Victoria Villanueva y mi hermano Edson Llanos. Mis padres por ser los mentores detrás de cada logro, las personas que están ahí presentes, ya sea brindando ánimos o ejerciendo presión para que mis metas estén encaminadas correctamente, a mi hermano por ser mi compañero de vida y cómplice de cada ocurrencia, por hacerme ver mejor las situaciones cuando creía que algo se podría echar a perder en estos años de estudio, por sacarme de apuros y a su manera ayudarme.

Kevin Llanos

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por la vida y la salud, a mi madre por su apoyo mutuo e incondicional y también agradecer a los profesores de la universidad por haberme formado profesionalmente y así contribuir a potenciar mis habilidades.

Alexis Campos

A Dios por haberme guiado a lo largo de todos estos años y por darme la salud necesaria para ver como mis logros se van cumpliendo.

A la empresa CIA Tiwinza Chugur por brindarnos el acceso a los datos necesarios para poder desarrollar nuestra tesis.

A todos los miembros de la Familia Silva Diaz por su apoyo incondicional, los consejos hacia mi persona y además brindarme los recursos necesarios en momentos cruciales para el desarrollo de este trabajo.

Kevin Llanos

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	6
TABLA DE CONTENIDO .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	14
1.3. Objetivos.....	14
1.4. Hipótesis .....	14
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	15
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	19
3.1 Análisis de datos de los principales modos de falla que presentan los equipos de CIA TIWINZA 2022. ....	20
3.2 Modos de falla con mayor frecuencia y planes de acción para la mejora continua en CIA Tiwinza 2022. ....	23
3.2.1 Fallas en el Chasis .....	23
3.2 Planes de acción a tomar en cuenta en las siguientes campañas de movimientos de tierra Minera Coimolache. ....	35
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	38
CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS .....	44
ANEXO N° 1 .....	44
ANEXO N° 2.....	45
ANEXO N° 3.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1: Data en Excel con informacion de las unidades .....	44
Figure 2: Volquete de la flota de acarreo de Cia Tiwinza.....	45
Figure 3: Observacion de las labores mecánicas.....	45
Figure 4: Revisión de Checklist de volquete por parte de estudiantes .....	46
Figure 5: Escáner para volquetes Volvo.....	46
Figure 6: Escáner para volquetes Mercedes Benz.....	47
Figure 7: Formato de Check List 1/3 .....	48
Figure 8: Formato de Check List 2/3 .....	49
Figure 9: Formato de Check List 3/3 .....	50

## RESUMEN

La bibliografía resaltó el ímpetu constante de optimizar y mejorar procesos mineros, nuestro trabajo se enfocó y justificó en la mejora continua y el aporte a la sostenibilidad del acarreo minero; los objetivos fueron el análisis y reducción progresiva de las fallas para el incremento de la productividad en la flota de acarreo de CIA Tiwinza en el año 2022, análisis de datos, formulación de los planes de acción inmediatos y una propuesta de acciones a tomar en cuenta en los futuros planes de carguío y acarreo para la empresa Tiwinza. Nuestra metodología fue la recolección de datos de campo, más de 240,000 datos en Excel; el principal resultado fue la reducción progresiva de las fallas, desde 942 fallas en el mes de marzo hasta 92 fallas para el mes de octubre del 2022, lo cual significó una reducción de más del 90% de las fallas, se pudo determinar ocho principales modos de falla, los planes de acción que contribuyeron a la reducción de fallas fueron: capacitación del personal con instructores especializados, reemplazo a flota más moderna, uniformización del tipo de flota a Volvo y Mercedes Benz y finalmente implementación de un taller en la operación.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis de fallas, reducción progresiva y productividad.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La operación de carguío y transporte es la que tiene asociado un mayor porcentaje de costos, esto en parte se atribuye a su alto costo de capital, y los diversos factores que elevan los costos operacionales, condiciones del equipo, condiciones climáticas, entre otros. La parada de una pala o un camión en la operación minera resulta en un incremento en el costo operacional de la misma, debido al aumento de los costos adeudados por la pérdida de productividad y la inactividad de los equipos y operadores que coinciden F. Tapia (2018). Lo indicado anteriormente, confirma la importancia de estudios relacionados a operaciones de carguío y transporte, dichas operaciones son elevadas en costo de capital y de operación y su optimización es fundamental para mantener y/o incrementar la productividad.

El control y gestión de equipos a nivel mundial sigue expandiéndose y mejorando cada vez más en proyectos de gran y mediana minería, en países en proceso de desarrollo existe una limitación por falta de indicadores clave para el control de sus equipos en operación, limitando la optimización de los recursos asignados a actividades operativas (Narrea, 2018). El control de la gestión de los equipos de carguío y acarreo es relevante para las operaciones mineras, sin embargo, se tienen que considerar que todas las operaciones no son similares y se requiere un control de la gestión particular para cada operación, más aún que existe la tendencia a subcontratar empresas que realicen las actividades mineras (Carguío y acarreo) y estas a su vez por responsabilidad social forman alianzas estratégicas con personas de la comunidad que alquilan sus maquinarias.

En la tesis para obtener el grado de ingeniero, F. Tapia Soto (2018), tuvo como objetivo general ilustrar el impacto que tiene la cantidad de horas que los equipos de carguío y transporte no están funcionando por diversos motivos. Para poder cuantificar estos impactos se estudió el efecto de la disponibilidad de la flota en: la producción, y la cantidad equivalente de equipos que no están siendo utilizados; adicionalmente, se logró probar que al disminuir en un 25% las horas que los equipos pasan en mantenciones no planificadas y sin operadores, se mejora la disponibilidad de las flotas, lo que en efecto mejorará la producción de los camiones hasta un 20%, y la de las palas en un 44%, al lograr estas mejoras además la producción se produce además una mejora el match pala-camión, entre otros beneficios. En la presente investigación, demostraron el impacto positivo en la productividad al reducir los tiempos de inoperatividad de los equipos de carguío y transporte de mineral.

Los reportes señalan que el mantenimiento en la minería (en especial la gran minería) equivale a un gran porcentaje del presupuesto de la empresa y, por lo tanto, debe ser manejado de manera cuidadosa con una estrategia clara a través de un plan altamente estructurado que evite las paradas no programadas, accidentes, problemas ecológicos y desviaciones en el presupuesto de los equipos gigantes. D. Namay, E. Ramos (2019). Los autores indican la importancia económica y el presupuesto asignado a las tareas de mantenimiento, afirmando que al aplicar una correcta gestión de mantenimiento se pudo incrementar hasta en un 13% la confiabilidad de la flota, adicionalmente lo crítico de la gestión de las paradas de los equipos para evitar accidentes y desviaciones en el presupuesto.

Los autores M. Uribe, y J. Grajeda (2018) en su trabajo de tesis “Diseño del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Minera Yanacocha para incrementar la vida útil de la tornamesa de la motoniveladora 24h”, concluyen que el desgaste acelerado de los elementos encontrados en las muestras de aceite son: hierro, cobre y aluminio disminuye el tiempo de vida del tornamesa de las motoniveladoras 24H, por lo que el plan de mantenimiento está enfocado al control de estos elementos de desgaste, de esta manera se incrementará el ciclo de vida útil del componente y los beneficios adicionales como son: El incremento de la disponibilidad operativa y la confiabilidad de estos equipos y componentes lo que permitirá ahorrar en costos operativos debido a que tendremos mayor tiempo de funcionamiento de los componentes y una reducción de tiempos de reparación debido a fallas o cambios no programados de estos componentes por parte de personal calificado así como de recursos adicionales.

Proyectando directamente a la industria minera del Perú, puesto que los ciclos de carguío y acarreo vienen acompañados por actividades de apoyo como las que constituyen la gestión adecuada de mantenimiento que evite paradas, accidentes, problemas ecológicos, desviaciones en el presupuesto, etc. Por lo que, es necesario aplicar alternativas de control que permitan tener un mejor control de la operación con maquinaria pesada de movimiento de tierras (Pauca, 2019). Tal como los autores anteriores, se puede afirmar que la gestión de las fallas de los equipos de carguío y acarreo es gravitante para mejorar los índices de productividad y la reducción de costos.

### Definición de falla en mantenimiento.

La falla en mantenimiento es un acontecimiento imprevisto que afecta el desempeño de la maquinaria y, en algunos casos, pueden llegar a detenerla por completo. Dependiendo de la gravedad, estos errores generan costos muy elevados para cualquier empresa. El asunto con las fallas es que tienen un doble efecto. El primero de ellos se mide por el impacto directo sobre la maquinaria y, el segundo, es sobre la productividad. Por ese motivo, no hay que tomar el asunto a la ligera. (Power Rent Soluciones en Energía 2023).

### Tipos de fallas en el mantenimiento industrial.

En las fábricas y centros de trabajo, en la carretera, en cualquier lugar, pueden encontrarse diferentes tipos de fallas de mantenimiento. Estos errores pueden ser peligrosos para los equipos, pero también para los trabajadores. Estas pueden ser: Fallas mecánicas, Fallas eléctricas, Fallas de proceso, Fallas de calidad, Fallas humanas, Fallas por falta de mantenimiento. (MINT Rethinking The Future, 2023). Nosotros enfocaremos nuestro estudio en las fallas de mantenimiento mecánico.

Nuestra investigación se justifica por la falta de información específica sobre estudios de modos de falla de equipos de acarreo, el análisis de estos y los planes de acción que se toman en cuenta para mejorar la productividad y la producción, por el bien de procesos y operaciones mineras sostenibles.

## 1.2. Formulación del problema

¿Con el desarrollo de un análisis enfocado en la reducción progresiva de las fallas se podrá lograr el incremento en la productividad para la flota de acarreo de CIA Tiwinza en el año 2022?

## 1.3. Objetivos

Objetivo general

Analizar y reducir progresivamente las fallas para incrementar la productividad en la flota de acarreo de CIA Tiwinza 2022.

Objetivos específicos

- Analizar los modos de falla de los equipos de CIA Tiwinza en 2022.
- Implementar planes de mejora durante la campaña de movimiento de tierras en CIA Tiwinza en 2022
- Definir los planes de acción a tomar en cuenta en la siguiente campaña de movimientos de tierra en CIA Tiwinza en el año 2023.

## 1.4. Hipótesis

Después de desarrollar el análisis y reducción progresiva de las fallas se logrará el incremento de la productividad en la flota de acarreo de CIA Tiwinza 2022.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación es descriptiva, es decir, es un estudio que busca describir un contexto para determinar sus características y sólo pretende recopilar información sobre las variables. Se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, debido a que utiliza la recolección de datos de las principales fallas y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar la hipótesis que se estableció. Así mismo, de acuerdo con la intervención del investigador se aplica un Diseño Experimental y Transversal pues las tareas de análisis y recopilación se realizan en un momento dado (Año 2022), teniendo como finalidad recopilar información para dar solución al problema de investigación, la cual tiene que estar dirigido a su tipo de investigación (Ruiz, 2016).

La variable independiente fue la reducción progresiva de fallas en los equipos de acarreo, la cual se determinará acorde a la fundamentación teórica y hallazgos encontrados en la investigación. La variable dependiente es el incremento en la productividad del proceso de acarreo, por lo que para su determinación se hará intervención de su población y muestra.

Para este estudio se ha tomado como población todos los volquetes que participaron en la campaña de acarreo en CIA Tiwinza, durante el año 2022. La muestra fue determinada de forma no probabilística y está constituida por la flota de acarreo de CIA Tiwinza, en el año 2022. Es importante aclarar que parte de los volquetes que realizan el acarreo son propiedad de proveedores privados de la empresa Tiwinza y otra parte de los volquetes son de propiedad de los comuneros de zonas aledañas, esto último resultó ser una dificultad operativa, debido a que se presentaron problemas operativos que se abordaran posteriormente en este documento.

Se utilizaron técnicas de observación directa y análisis documental de los reportes de mantenimiento mecánico de la flota de carguío y acarreo, para recopilar información. Se aplicó la observación directa en las distintas paradas no programadas, con el fin de identificar y documentar sus fallas, fallas y tiempos de reparación. También se ha observado degradación de equipos debido a la falta de algún tipo de alerta temprana de fallas, el objetivo aquí es demostrar los tiempos de inoperatividad en la flota a causa de las paradas en los equipos ocasionados por diversos factores, los cuales reducen la productividad. Mediante la coordinación con los encargados del Área de Mantenimiento (mecánicos, supervisores y planner) pudimos tener acceso a la información detallada con respecto a las labores realizadas en la flota general durante el año 2022, revisando dicha información decidimos centrarnos principalmente en el análisis de la flota asignada al acarreo de material, ya que al ser más amplia, presentaba más detalles sobre fallas en diversos sistemas y tiempos de inoperatividad, lo que facilita el poder tener más certeza de datos para así determinar los posibles motivos y plantear un plan de acción para mejorar el rendimiento en la flota de carguío.

Algunos de los problemas o fallas de mantenimiento se identificaron de forma temprana lo cual contribuyó a que se pueda solucionar de manera inmediata tomando acción sobre la causa raíz, este tipo de situaciones permitieron evitar futuras fallas o daños más complejos en la flota, a nivel económico significó ganancias rápidas para la empresa ya que se evitó pérdidas de producción además de tener que lidiar con problemas mayores a futuro, pudiendo conseguir más horas de productividad en los volquetes.

La técnica de análisis documental de los reportes de mantenimiento mecánico de la flota de carguío y acarreo, registran los servicios efectuados durante la semana para llevar a cabo un mejor control de los trabajos de prevención y de los costos de los recursos empleados.

Los instrumentos utilizados para la toma de datos son los siguientes:

Instrumento 1: Formato de Checklist

Instrumento 2: Hoja de Parada de Equipo

Debido a lo anterior, podemos afirmar que para la recolección de datos se utilizó el análisis documental y la observación para identificar y documentar fallas y tiempos de reparación en la flota de carguío y acarreo.

Para el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados, para identificar los factores y causas que incurren en constantes paradas por fallas imprevistas de los equipos de carguío y acarreo de la empresa minera se toman en cuenta los datos correspondientes a la ficha de reporte de mantenimiento mecánico fueron insertados en hojas de cálculo del programa Microsoft Excel 2019, lo que permitió ordenar, agrupar y clasificar los datos obtenidos de la muestra bajo evaluación para facilitar su análisis. Por lo que, se presentan los modelos de equipos de carguío y acarreo. Para la presentación del diseño del plan Mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de acarreo de CIA Tiwinza, se analizan los resultados de cada una de las variables presentadas en tablas y gráficos estadísticos.

Adicionalmente para el análisis de datos, se utilizó funciones especiales del Microsoft Excel, tales como tablas dinámicas y formatos condicionales de color para agrupar y analizar los principales modos de falla.

En acorde a los aspectos éticos, se sigue la resolución y protocolo que nos brinda la Universidad Privada del Norte, rigiéndose estrictamente mediante el uso del Manual de Redacción APA, evitando así plagios, valiéndose de una correcta situación de autores y coautores de las investigaciones antecesoras.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación se centran en la recolección y análisis de datos tomados de los principales modos de falla de la flota de la empresa TIWINZA que se utilizó para el movimiento de tierra en COMPAÑÍA MINERA COIMOLACHE S.A 2022.

La primera parte de la presente investigación fue la clasificación de los modos de falla de los equipos de acarreo de mineral, los modos de falla se clasificaron por los distintos sistemas que son parte de los volquetes y tienen diversas frecuencias de fallas; como por ejemplo el chasis, fallas eléctricas, fallas en el sistema de freno, etc.

Tabla 1

Principales modos de falla que se presentan en la flota de acarreo de la empresa CIA Tiwinza Chugur.

Item	Modo de falla
1	CHASIS
2	ELÉCTRICO
3	FRENOS
4	HIDRÁULICO
5	LLANTAS
6	NEUMÁTICO
7	SUSPENSIÓN
8	TRANSMISIÓN

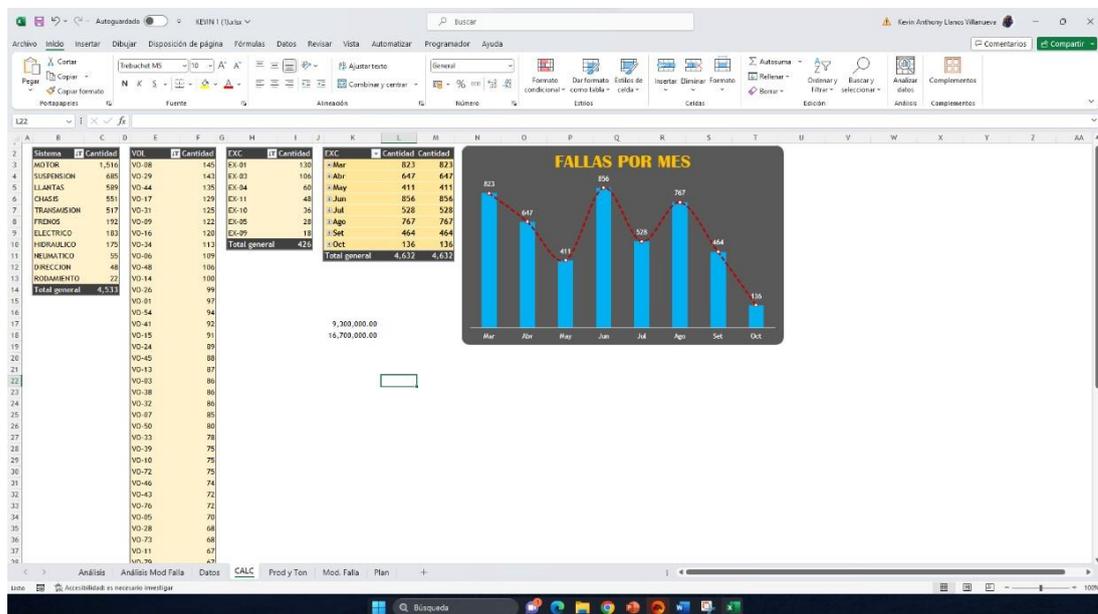
*Nota.* En esta tabla presentamos los principales modos de falla que presenta la flota de carguío y acarreo de CIA TIWINZA.

La recolección de datos consistió en la toma de información de archivos físicos, como reportes de guardia y reportes de disponibilidad de equipos, dichos documentos fueron

ordenados y pasados a hojas de cálculo, fue después del procesamiento de esos archivos con los que se logró construir una hoja de cálculo con más de 240,000 datos de modos de falla.

Figura 1

Vista general de la hoja de cálculo en Microsoft Excel donde se compiló toda la información de modos de falla y otras variables que se utilizaron en la presente investigación.



Nota. La hoja de cálculo contiene más de 240,000 datos producto de la recolección de datos de informes y reportes técnicos de operación. Fuente: Elaboración propia.

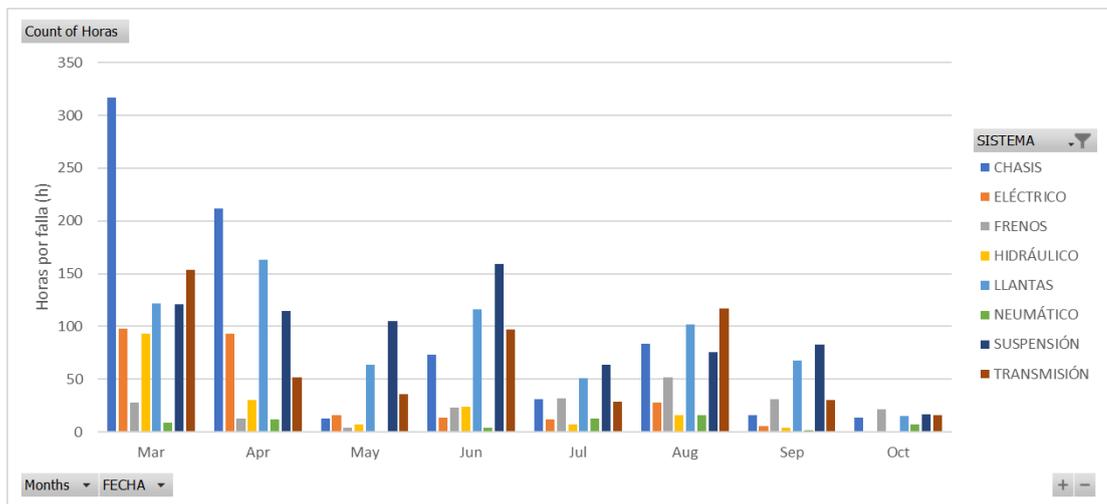
### 3.1 Análisis de datos de los principales modos de falla que presentan los equipos de CIA TIWINZA 2022.

A continuación, se presenta el resumen del análisis de más de 240,000 datos de modos de falla que fueron tomados de la flota operativa de movimiento de tierras de

COMPAÑÍA MINERA COIMOLACHE S.A. en el año 2022, la información fue procesada evaluando distintos escenarios, finalmente se escogió un escenario el cual pueda mostrar los modos de falla, versus los meses del año calendario en que se realizó el análisis de datos y la mejora continua.

Figura 2

*Tabla dinámica que representa los modos de falla para cada mes del año donde se operó realizando el movimiento de tierras.*



*Nota.:* Análisis de la información de principales modos de falla del año 2022, se utilizó formatos condicionales para mostrar los modos de falla con mayor frecuencia.

*Fuente Elaboración propia.*

Tal como se comentó en los capítulos previos, la información fue procesada usando Tablas dinámicas y formatos condicionales (Ambas aplicaciones del Excel), en la siguiente figura se presentan los resultados del primer análisis de información. Se escogió el color rojo

para identificar los modos de falla más frecuentes, seguidamente naranja, amarillo y verde para modos de falla menos frecuentes.

Dicho análisis nos permitió detectar cuáles fueron los modos de falla más frecuentes mes a mes, este hallazgo nos ayudó a tomar acción sobre los modos de falla más frecuente e ir incrementando gradualmente la productividad.

A medida que transcurría el año 2022, se fue tomado acciones sobre las fallas más frecuentes, esas acciones permitieron ir mejorando gradualmente los indicadores de disponibilidad.

Figura 3

*Tabla dinámica que representa los modos de falla para cada mes del año operativo de movimiento de tierras*

Count of Horas	Column Labels								
Row Labels	CHASIS	ELÉCTRICO	FRENOS	HIDRÁULICO	LLANTAS	NEUMÁTICO	SUSPENSIÓN	TRANSMISIÓN	Grand Total
Mar	317	98	28	93	122	9	121	154	942
Apr	212	93	13	30	163	12	115	52	690
May	13	16	4	7	64	1	105	36	246
Jun	73	14	23	24	116	4	159	97	510
Jul	31	12	32	7	51	13	64	29	239
Aug	84	28	52	16	102	16	76	117	491
Sep	16	6	31	4	68	2	83	30	240
Oct	14		22	1	15	7	17	16	92
Grand Total	760	267	205	182	701	64	740	531	3450

*Nota.:* Análisis de la información de principales modos de falla del año 2022, se utilizó formatos condicionales para mostrar los modos de falla con mayor frecuencia.

Fuente Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la mayor frecuencia de falla para el mes de marzo del 2023 fue de 317, seguida por la falla de transmisión con 154 ocurrencias.

*Tabla dinámica que representa los modos de falla para cada mes del año operativo de movimiento de tierras.*

Count of Horas	Column Labels	CHASIS	ELÉCTRICO	FRENOS	HIDRÁULICO	LLANTAS	NEUMÁTICO	SUSPENSIÓN	TRANSMISIÓN	Grand Total
Mar		41.7%	36.7%	13.7%	51.1%	17.4%	14.1%	16.4%	29.0%	27.3%
Apr		27.9%	34.8%	6.3%	16.5%	23.3%	18.8%	15.5%	9.8%	20.0%
May		1.7%	6.0%	2.0%	3.8%	9.1%	1.6%	14.2%	6.8%	7.1%
Jun		9.6%	5.2%	11.2%	13.2%	16.5%	6.3%	21.5%	18.3%	14.8%
Jul		4.1%	4.5%	15.6%	3.8%	7.3%	20.3%	8.6%	5.5%	6.9%
Aug		11.1%	10.5%	25.4%	8.8%	14.6%	25.0%	10.3%	22.0%	14.2%
Sep		2.1%	2.2%	15.1%	2.2%	9.7%	3.1%	11.2%	5.6%	7.0%
Oct		1.8%	0.0%	10.7%	0.5%	2.1%	10.9%	2.3%	3.0%	2.7%
Grand Total		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

*Nota.:* Análisis de la información de principales modos de falla del año 2022 en porcentajes, se utilizó formatos condicionales para mostrar los modos de falla con mayor frecuencia. Fuente Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, los modos de falla con mayor número de horas acumuladas son CHASIS, SUSPENSIÓN y LLANTAS, seguidas por TRANSMISIÓN, ELÉCTRICO, FRENOS, HIDRAULICO y NEUMÁTICO.

### 3.2 Modos de falla con mayor frecuencia y planes de acción para la mejora continua en CIA Tiwinza 2022.

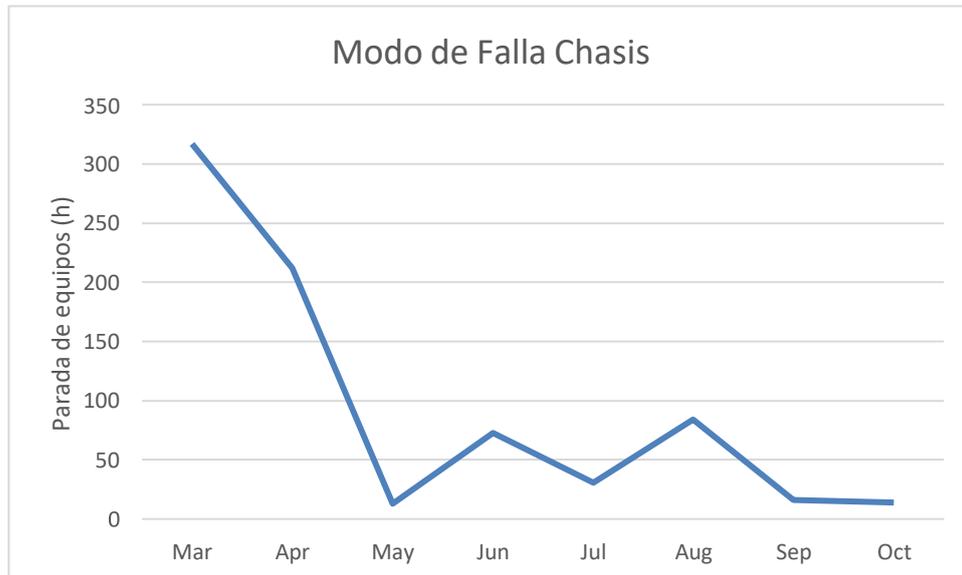
En adelante se muestra el detalle de los análisis de fallas y los controles que se tuvo que implementar gradualmente para que dichos modos de falla se redujeran.

#### 3.2.1 Fallas en el Chasis

En la siguiente figura se presenta el modo de falla CHASIS, podemos observar cómo fue controlada la frecuencia de fallas a medida que transcurrían los meses del año 2022.

Figura 5

*Modo de falla chasis.*



*Nota.:* En el modo de falla CHASIS, se presenta una caída de las horas de parada de equipos influenciada principalmente por el factor humano, tipo de equipos y calidad del mantenimiento. Fuente Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior, el modo de falla CHASIS, tuvo una frecuencia de fallas alarmante al inicio de la campaña de movimiento de tierras en el año 2022, después de analizar la causa raíz de dicha falla, se detectó que el primer factor fue el Factor humano, es decir que se verificó en campo la experiencia de los operadores, la primera acción fue cambiar operadores con mayor experiencia (Operadores con mayor experiencia son escasos e incrementan el costo fijo de planilla), la segunda acción más importante fue

insistir en la capacitación, se trajo a los representantes de las marcas e instructores con experiencia para que capaciten al personal en campo.

Seguidamente se tomó la decisión de reemplazar flota, por flota más robusta (Acá se tuvo la limitante de que una fracción de la flota de camiones volquetes tiene que ser de la comunidad), en la misma línea se reemplazó equipos con menos horas de trabajo, finalmente los mantenimientos de la flota se realizaron en una sola empresa en la ciudad de Cajamarca, teniendo en cuenta la marca del equipo.

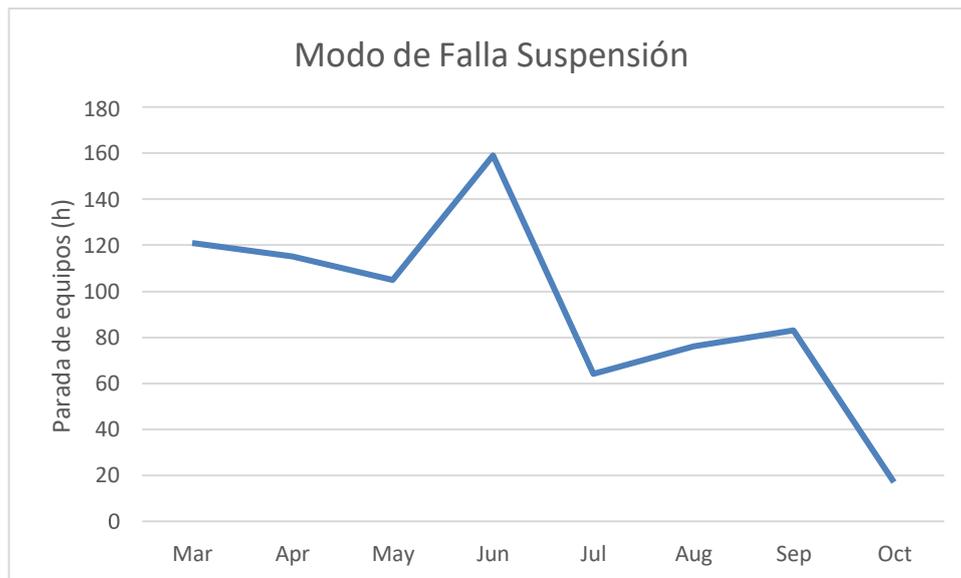
Todas las acciones anteriores permitieron reducir los tiempos asociados al modo de falla CHASIS de 312 horas por mes a un promedio de 50 horas por mes.

Aun se continua con la limitante necesaria, de que los equipos tienen que ser de socios de las comunidades, esto relacionado a la política de la empresa y su compromiso con las comunidades vecinas, esta variable se hace difícil manejar, sin embargo, se requieren planes para manejar esta variable.

### 3.2.2 Fallas en la suspensión.

Figura 6

#### *Modo de falla Suspensión*



Fuente Elaboración propia

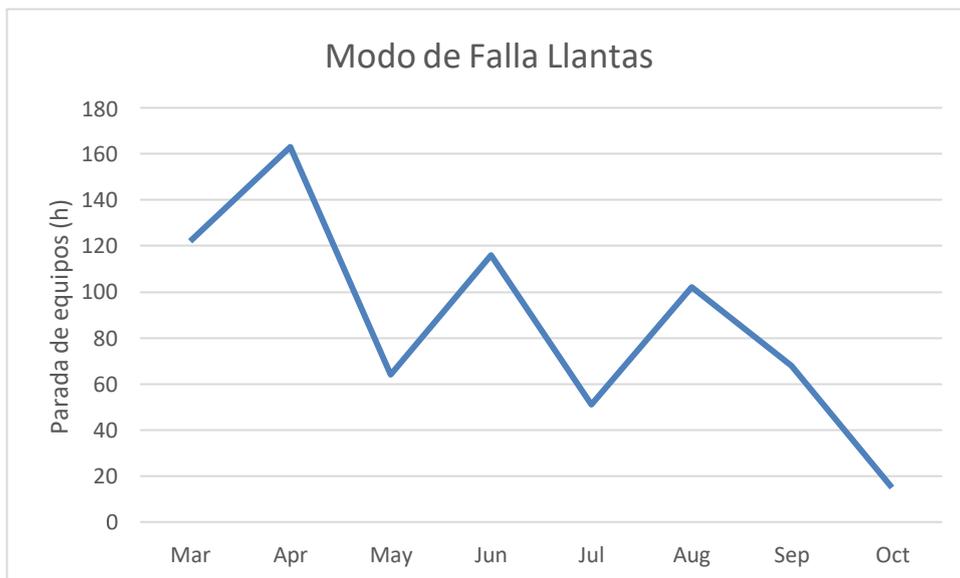
En el tipo de falla de SUSPENSIÓN podemos apreciar que hubo una disminución constante, a excepción del mes de junio donde se aprecia un pico en el gráfico, el cual está directamente relacionado con temporada húmeda. Durante ese mes podemos considerar como fallas recurrentes a la rotura de Ballestas, comúnmente conocidos como muelles, esto debido al mal estado de las vías, si a ello le adicionamos el hecho de que los operadores podrían no haber tenido el cuidado necesario al momento de operar el volquete, obtenemos un número elevado de tiempos muertos, debido a que las ballestas son parte fundamental en la estructura de un volquete ya que están directamente relacionados a la labor de carguío. La

principal medida que se tomó -para poder mejorar estos números es capacitar y sensibilizar a los operadores para que tengan mejores medidas de cuidado hacia el equipo, adicionalmente se asignaron labores de mejoramiento de vías a los operadores de línea amarilla encargados de dicho mantenimiento.

### 3.2.3 Fallas en los neumáticos o llantas.

Figura 7

*Modo de falla llantas.*



El sistema de LLANTAS presenta problemas recurrentes ya sea por desgaste ya que el terreno en el cual se labora presenta una geología accidentada en ciertos tramos de la vía, esto ocasiona que las llantas tengan un desgaste disparejo, adicional a ello, al tratarse de una área rocosa y por el constante acarreo de material se han suscitado casos en los que las llantas de los volquetes se han visto perjudicadas a causa de cortes en las mismas por algunas rocas filosas que están en el terreno, para prevenir estas fallas es importante tener precaución al

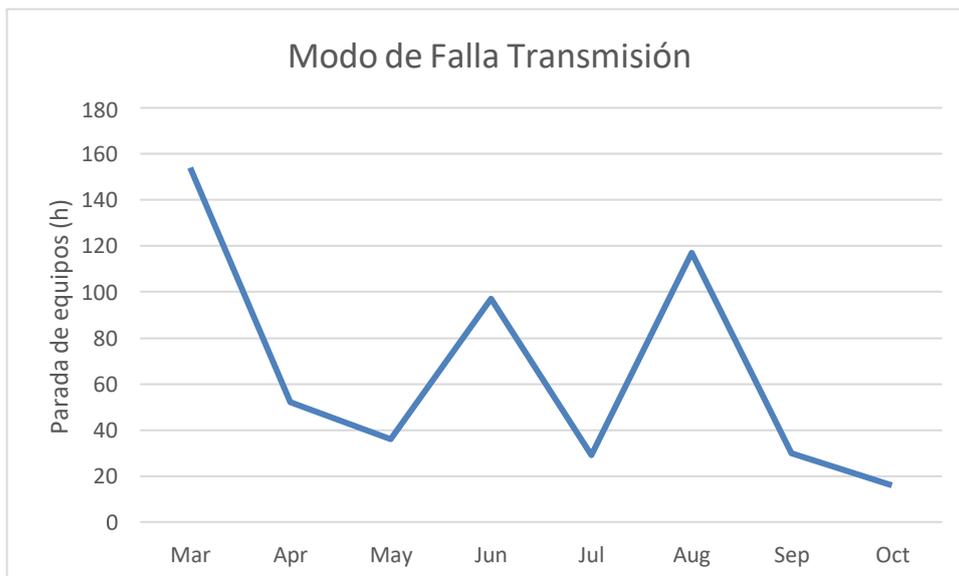
conducir y mantener una distancia segura con los bordes de la carretera donde se pueden encontrar piedras afiladas.

Estos factores son poco predecibles y por el contrario se presentan de manera recurrente al ser las llantas la pieza que tiene contacto directo con el terreno, por lo cual las fallas en la misma han fluctuado mes a mes, siendo controlado de cierta manera en los tres últimos meses de operación, esto debido principalmente a un mejor clima que permitía poder darle un mejor mantenimiento a las vías de tránsito, ya que en temporada de invierno es realmente complicado poder mantener una vía en perfectas condiciones porque el área presenta un terreno arcilloso.

### 3.2.4 Fallas en el sistema de transmisión.

Figura 8

*Modo de falla transmisión.*



El sistema de TRANSMISIÓN es uno de los más complejos en cuanto al funcionamiento de la unidad, dado que este abarca diversas funciones desde el movimiento del vehículo hasta el accionamiento de la tolva. Como podemos apreciar, al inicio de las labores en el mes de marzo se dio la mayor cantidad de tiempos de inoperatividad, esto debido a diversas fallas presentadas en unidades, entre las principales tenemos:

Problemas con disco de embrague, este problema se dio principalmente por temas de operación del equipo ya que en su mayoría fueron por desgaste prematuro de la pieza, esto debido a arranques bruscos que se habrían dado en ciertas zonas del tramo de acarreo.

El cardan y la cruceta son piezas muy importantes que trabajan junto al motor estas se encargan de transmitir los movimientos rotativos de un eje a otro, mayormente las fallas se dan por el mal uso al momento de realizar los cambios, para evitar esta falla se recomienda hacer los cambios de marcha de una manera correcta y precisa evitando movimientos bruscos que puedan generar esfuerzos excesivos en esos componentes.

La Caja de cambios, es una pieza fundamental en el volquete porque es parte de sistema que permite el movimiento de este, los problemas que podrían darse con esta pieza se relacionan mayormente al mal manejo del sistema, como hacer cambios bruscos o realizarlos de forma inadecuada, para prevenir esta falla, se deben hacer las marchas según las revoluciones del motor, realizándolos de forma suave y evitando golpes o esfuerzos incorrectos.

Fugas de aire por el pulmón, mayormente se dan por el desgaste y envejecimiento debido al uso continuo de las juntas y conexiones del sistema de aire comprimido, para evitar

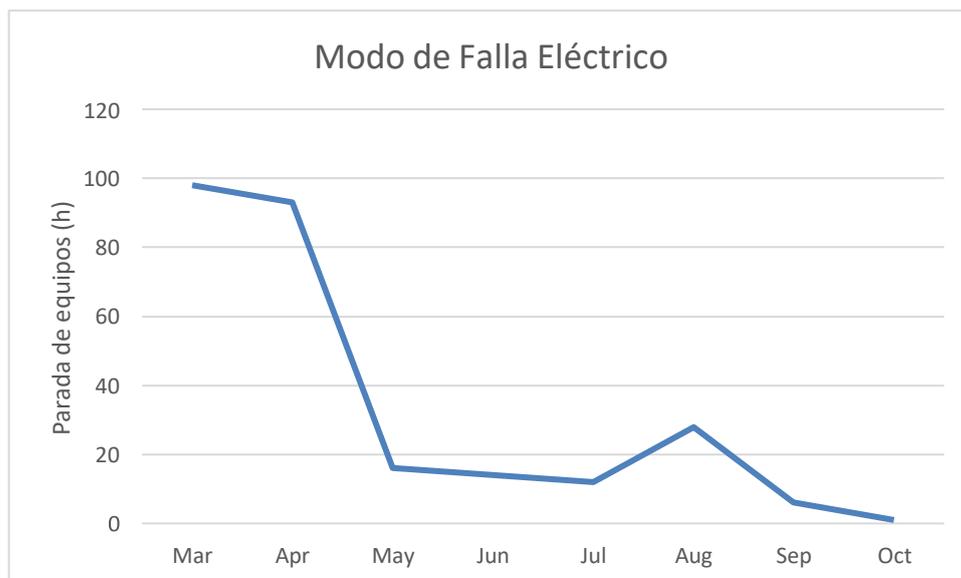
tales fallas se deben hacer inspecciones periódicas del sistema de aire comprimido y así identificar las fugas y hacer ajustes o reemplazar las juntas o conexiones dañadas.

Las fallas se presentaron en los primeros meses principalmente por la falta de experiencia de algunos operadores, por lo cual se realizó la contratación de un instructor que evaluó el desempeño de ellos y se tomaron medidas para poder dar solución a estos inconvenientes. En una primera etapa se realizaron capacitaciones a los operadores indicando la correcta operación del equipo en el caso de cada marca, cabe recalcar que los volquetes usados para dicho año fueron de la marca Volvo y Mercedes Benz. En un siguiente filtro se realizó el reemplazo de personal teniendo en cuenta las incidencias presentadas en la unidad que operaban y así se consiguió mejorar los tiempos muertos de manera efectiva.

### 3.2.5 Fallas en el sistema eléctrico.

Figura 9

*Modo de falla del sistema eléctrico.*



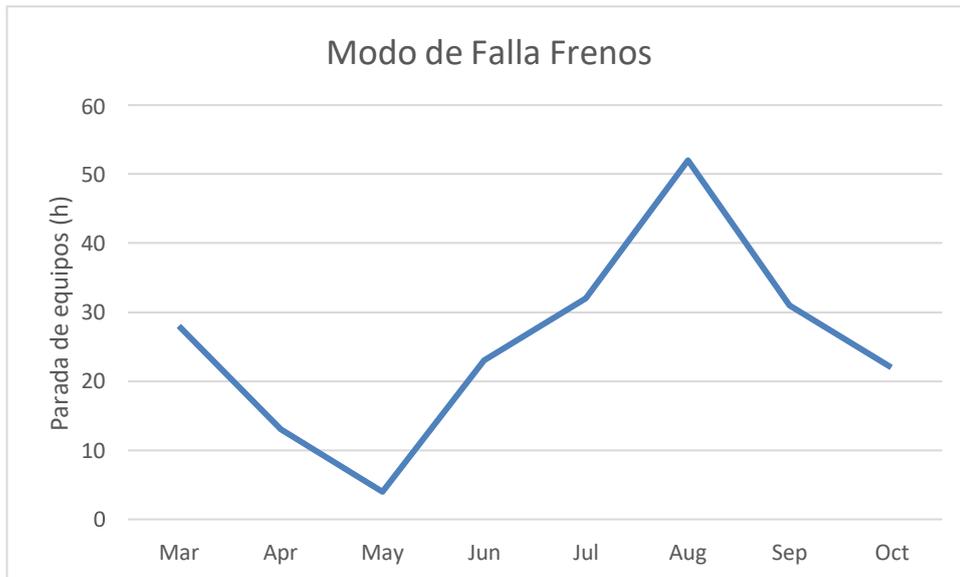
Las fallas presentadas en este sistema son principalmente en la elevación de lunas o en testigos que se mostraban en el tablero, dichos testigos estaban directamente relacionados con otros sistemas como Frenos o Transmisión por lo que para darle solución se requiere de la intervención de un mecánico especializado de la marca, este sistema generó tiempos muertos principalmente por el hecho de que para descartar o solucionar el inconveniente la unidad debía bajar y pasar inspección o realizar un escaneo en Cajamarca.

Las fallas en el sistema eléctrico, al inicio de la campaña estaban alrededor de 90 a 100 fallas para los meses de marzo y abril, la principal acción que se tomó para la reducción de este tipo de fallas fue la directiva de llevar a un taller mecánico especializado en Cajamarca, todas las unidades, tanto las unidades de la empresa Tiwinza y las unidades de los socios estratégicos de comunidades cercanas. La acción anterior permitió que los modos de falla eléctricos se redujeran menores a 10 por mes.

### **3.2.6** Fallas en el sistema de frenado.

Figura 10

*Modo de falla del sistema de frenado*



El sistema ABS cumple un rol muy importante en las unidades ya que ayuda con la estabilidad y control del frenado. Las fallas más probables se deben al contacto con el agua o a la humedad excesiva, lo cual podría afectar el sistema de auto frenado y activar luces de advertencia en el tablero. Para prevenir esta falla se implementó la limpieza de las partes expuestas de los sensores y se mantienen las conexiones en un buen estado. Si la falla continuaba o persistía, se procedía a realizar una evaluación del sensor y, de ser necesario, reemplazarlo.

Retarder, este sistema permite realizar el frenado del equipo sin hacer uso de las pastillas de freno ya que aprovecha la resistencia natural del motor para generar fuerza de frenado además de reducir el desgaste de los frenos convencionales. Los problemas que se dieron en la flota y que estuvieron relacionado con esta pieza, se ocasionaron principalmente por el mal uso de él, ya sea por su uso prolongado o por un mal accionamiento. Es fundamental recordar que el retarder no disminuye la marcha del motor en sí, sino que emplea la resistencia inherente del motor para generar el efecto de frenado.

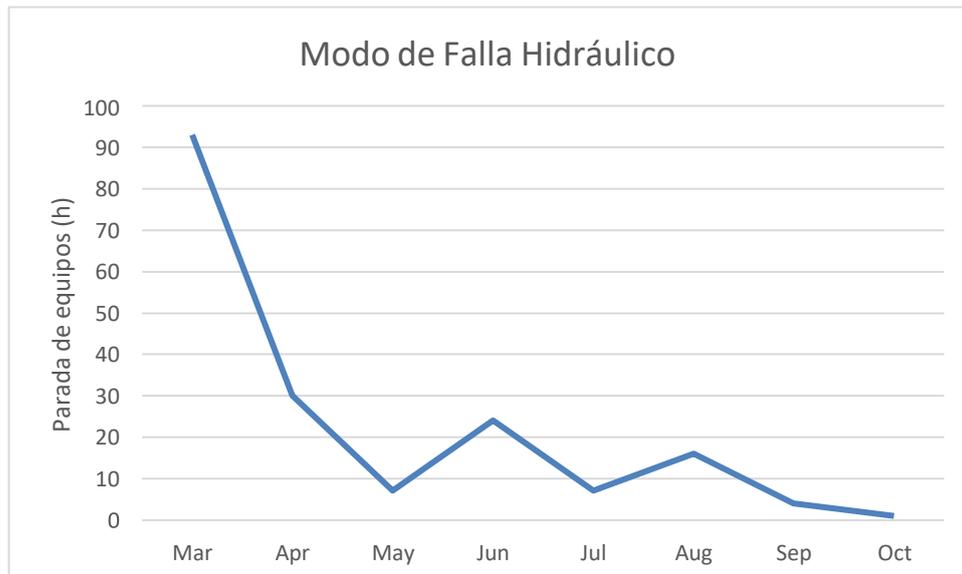
Como podemos ver en el gráfico. en el mes de agosto se tuvo un incremento en las fallas de este sistema, relacionado directamente a la temporada de lluvias. Durante ese periodo los vehículos operaban bajo condiciones climáticas complicadas, lo que afectó directamente al sistema de frenos ya que era necesario hacer un mayor uso de este. Además, debido a las malas condiciones de las vías, el barro ensuciaba en unidad llegando a dañar sensores como el ABS.

El sistema de frenado aún sigue con valores altos, se requiere hacer más investigación o toma de datos y lograr encontrar la causa raíz para que se puedan ejecutar planes de acción adecuados para la mejora de la disponibilidad global.

### 3.2.7 Fallas en el sistema hidráulico.

Figura 11

*Modo de falla del sistema hidráulico.*

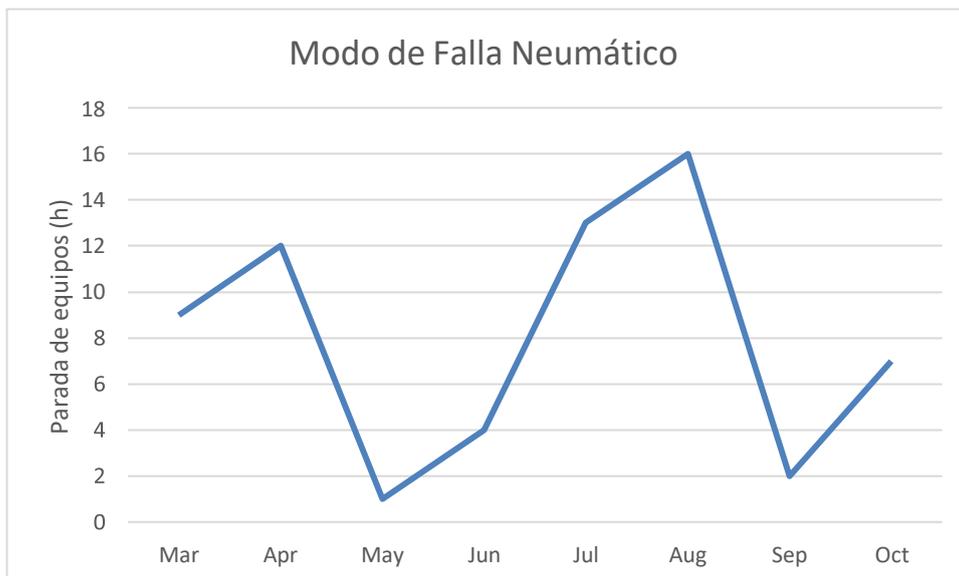


Los fallos relacionados con este sistema están directamente vinculados a problemas al momento de subir y bajar la tolva, generalmente por mala operación de los conductores a falta de experiencia, para lo cual se tuvo que identificar y realizar un filtro de algunos de ellos, lo cual se reflejó en una reducción de los tiempos de inoperatividad.

### 3.2.8 Fallas en el sistema neumático.

Figura 12

*Modo de falla del sistema neumático.*



Tiempos de inoperatividad a causa de fallas en el sistema neumático, aún queda pendiente por investigar la causa raíz y generar el plan de acción para reducir la frecuencia del modo de falla del sistema neumático, esto debido a la cantidad limitada de datos que se reportaron con respecto al mismo, cabe recalcar que es una observación que debe abordarse en siguientes campañas debido a que tiene relación directa con el sistema de frenos.

### **3.2 Planes de acción a tomar en cuenta en las siguientes campañas de movimientos de tierra Minera Coimolache.**

Los planes de acción para la siguiente campaña saltan a la vista después de analizar las causas raíz y las acciones que se tomaron en la campaña 2022.

El factor humano es el principal, esto debido a que muchas de las fallas son generadas por la operación inadecuada de las unidades, cuando el operador no tiene experiencia en la operación de camiones volquete, tiene la alta probabilidad de generar averías en las unidades. Debido a lo anterior se debe priorizar la contratación de personal con experiencia, sin embargo, los operadores con experiencia son escasos y solicitan un mayor sueldo.

Falta de capacitación, la falta de capacitación es un factor muy importante, debido a que está relacionado con el factor humano, y es una necesidad que se tiene que cubrir antes y durante la campaña de los siguientes años, como estrategia de operación para la siguientes campañas, se requiere tener mayor personal capacitado y en especial de las zonas aledañas, ya que será una ventaja comparativa frente a la falta de operadores experimentados además de dar prioridad a personal de la zona para reducir los conflictos sociales

Flota moderna, no se requiere hacer cálculos para determinar que los equipos nuevos o más modernos tienen mayor disponibilidad, en las siguientes campañas se debe tomar en cuenta el reemplazo de flota por parte de la empresa Tiwinza y también asesorar a los comuneros para que puedan también hacer el reemplazo de flota.

Flota Volvo o Mercedes Benz, los equipos más robustos para el movimiento de tierras en las condiciones que tenemos en nuestra labor es de preferencia Volvo, seguido por Mercedes Benz, las ventajas principales de tener ese tipo de flota es su confiabilidad y

adecuación a nuestra zona de trabajo; adicionalmente podemos comentar que tenemos el servicio técnico y mecánicos con experiencia en dichos equipos y marcas.

Mantenimiento unificado, al inicio de la campaña de movimiento de tierras teníamos talleres distintos para la reparación de nuestras unidades y para la reparación de las unides de los comuneros, para la campaña 2022 sirvió mucho la unificación del servicio de reparación de un taller unificado, eso nos dio mayor confiabilidad a nuestros equipos y una respuesta más rápida al mantenimiento o reparación cuando fue necesario.

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta un resumen del plan a tomar en cuenta en las siguientes campañas de movimiento de tierras:

Tabla 1

Plan de acción a tomar en cuenta en siguientes campañas de movimiento de tierras en empresa Tiwinza.

Nro.	Factores	Sustento
1	Factor Humano	Se requiere operadores con experiencia, eso nos asegura la productividad y también el cuidado de la maquinaria
2	Capacitación del personal	Capacitación constante con los proveedores y con instructores especializados
3	Flota moderna	La flota moderna tendrá mayor disponibilidad y brindará más confiabilidad
4	Flota Volvo o Mercedes Benz	Equipos más robustos para el movimiento de tierras en las condiciones complicadas de la operación.
5	Mantenimiento unificado	Mantenimientos de la flota se deben realizar en la operación y solo recurrir al concesionario en casos complejos.

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **DISCUSIÓN**

Tal como indica F. Tapia (2018) existen diversos factores que elevan los costos operacionales, como las condiciones del equipo o condiciones climáticas; los resultados de la presente investigación confirman dicha afirmación, una merma en las horas disponibles de los equipos permiten una baja en la producción y una baja en las ganancias, adicionalmente las condiciones climáticas son importantes en la disponibilidad de los equipos como se pudo ver en el modo de falla muelles.

(Narrea, 2018) afirma que existe una limitación por falta de indicadores clave para el control de sus equipos en operación, limitando la optimización de los recursos asignados a actividades operativas; estamos de acuerdo con dicha afirmación, debido a que en la presente investigación se pudo determinar los indicadores clave y en base a esos indicadores se pudo realizar las mejoras graduales, es decir se pudo realizar la optimización de los recursos asignados.

F. Tapia Soto (2018), en su tesis de grado analizó el impacto que tiene la cantidad de horas que los equipos de carguío y transporte que no están funcionando por diversos motivos. Para poder cuantificar estos impactos se estudió el efecto de la disponibilidad de la flota en: la producción, y la cantidad equivalente de equipos que no están siendo utilizados. En la presente investigación se concuerda con dicha afirmación debido a que las horas que paran los equipos por las fallas de estos afectan la disponibilidad de la flota, dicha disponibilidad reduce la producción y productividad de la empresa minera, los equipos parados por diversas fallas reducen la producción y por lo tanto las ganancias para todos los socios involucrados.

El incremento de la disponibilidad operativa, la confiabilidad de los equipos y componentes permitirá ahorrar en costos operativos debido a que tendremos mayor tiempo de funcionamiento de los componentes y una reducción de tiempos de reparación debido a fallas o cambios no programados de estos componentes por parte de personal calificado así como de recursos adicionales, son afirmaciones de M. Uribe, y J. Grajeda (2018), también estamos en concordancia con dichas afirmaciones, los resultados de la presente investigación demuestra que el incremento de la disponibilidad operativa mejora la productividad y la producción, el estudio de las fallas que se realizó en la presente investigación concuerda con la reducción de tiempos de reparación cuando se puso en práctica un solo taller con personal calificado y con experiencias en la reparación de nuestros equipos.

Finalmente podemos comentar que la principal limitación fue el acceso a la información de años previos, además de información específica de la cantidad de volquetes que pertenecen a comuneros de la zona.

## CONCLUSIONES

Como objetivo general se planteó el análisis y reducción progresiva de las fallas para el incremento de la productividad en la flota de acarreo de CIA Tiwinza 2022, durante la campaña se logró la reducción progresiva de las fallas, desde 942 fallas en el mes de marzo del 2022 hasta 92 fallas para el mes de octubre 2022, lo cual significó una reducción de más del 90% de las fallas, esta reducción se realizó buscando las causas raíz y ejecutando planes para la reducción mes a mes, por consiguiente esta mejora significó un incremento en la productividad de la flota de acarreo de la CIA Tiwinza en el periodo 2022. Los ahorros y el incremento en las ganancias no fueron parte de este trabajo de investigación debido a la confidencialidad que solicitó CIA Tiwinza, sin embargo, se puede afirmar que fueron sustanciales además que ayudó a que se cumpla el plan de producción estimado para el año 2022.

Como primer objetivo específico se propuso el análisis de datos de los principales modos de falla que presentan los equipos de acarreo de la CIA Tiwinza en el año 2022. Como se pudo ver en capítulos previos, el presente trabajo de investigación inició con la recolección de datos, se pudo digitalizar más de 240,000 datos de diversos reportes e informes, posteriormente se seleccionó los principales modos de falla, ayudados por el software Excel y el uso de funciones especiales. Se pudo determinar los principales modos de falla como fallas en el CHASIS, SUSPENSION y LLANTAS, seguidas por TRANSMISION, ELÉCTRICO, FRENOS, HIDRAULICO y NEUMÁTICO.

Como segundo objetivo específico, se propuso implementar planes de acción inmediatos para la mejora continua en CIA Tiwinza durante la campaña de movimiento de

tierras 2022; se pudo determinar que la principal falencia fue las habilidades del personal, por eso, contar con personal con mayor experiencia y reforzar los conocimientos del personal que opera las maquinarias es fundamental para reducir las fallas, se implementó un plan para contratar personal con experiencia en la operación de equipos lo cual tiene como desventaja de escases de personal con esas características y adicionalmente honorarios superiores al promedio; la siguiente acción que se tomó fue planes de capacitación al personal por parte de instructores con experiencia ; a continuación se tomó la iniciativa de cambiar de flota a flota más moderna, claro que está acción fue gradual debido a los niveles de inversión; a continuación se uniformizo el tipo de flota a Volvo y Mercedes Benz y finalmente se implementó y optimizó un taller centralizado el cual contaba con el equipamiento necesario para dar solución a fallas o reemplazos que pudieran ejecutarse en la operación, también se implementó el uso de escáneres, los cuales fueron adquiridos de manera específica para cada marca de volquete, lo cual permitió realizar un descarte en el taller y así poder brindar un mejor diagnóstico de las fallas o testigos que pudieran presentarse, esta herramienta facilitó la labor por lo que se envía el equipo al concesionario solo cuando se presenten fallas mayores ; todas estas acciones fueron las que permitieron lograr este objetivo específico y aportar a lograr el objetivo general.

Como tercer objetivo específico nos propusimos generar los planes de acción a tomar en cuenta en las siguientes campaña de movimientos de tierra de la CIA Tiwinza; los planes de acción a evaluar en las siguientes campañas de CIA Tiwinza se resumen en: Factor Humano, se requiere operadores con experiencia, eso nos asegura la productividad y también el cuidado de la maquinaria; Capacitación del personal, la capacitación constante con los

proveedores y con instructores especializados; Flota moderna, la flota moderna tienen mayor disponibilidad y confiabilidad; Flota Volvo o Mercedes Benz, son los equipos más robustos para el movimiento de tierras en las condiciones que tenemos en las minas peruanas; Mantenimiento unificado, el mantenimiento de la flota se debe realizar en una sola empresa de prestigio en la ciudad de Cajamarca teniendo en cuenta la marca del equipo, las consideraciones anteriores deben considerarse para el desarrollo de los futuros planes de movimientos de tierra.

## REFERENCIAS

Tapia Soto, FN (2018). Impacto de la disponibilidad en equipos mineros de carguío y transporte ligado a sus motivos de detención. Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Chile.

Namay, D. y Ramos, E. (2019). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento de los camiones mineros CAT 793 para incrementar la productividad de acarreo de una empresa minera Cajamarquina, SRL, 2019. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial, Perú.

Uribe, M., & Grajeda, J. (2018). Diseño del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Minera Yanacocha para incrementar la vida útil del tornamesa de la motoniveladora 24h, Cajamarca 2017. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

Renta de Plantas. (2022). Falla en mantenimiento. Recuperado de <https://rentadepplantas.com.mx/falla-en-mantenimiento/#:~:text=La%20falla%20en%20mantenimiento%20es,que%20tienen%20un%20doble%20efecto>

Mint for People. (2023). Tipos de fallas en el mantenimiento industrial. Recuperado de <https://mintforpeople.com/noticias/tipos-fallas-mantenimiento-industrial/>

Ruiz, A. (2016). Tipos de Investigación. Recuperado el 7 de mayo de 2021, de [https://www.academia.edu/31632928/Tipos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/31632928/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n)

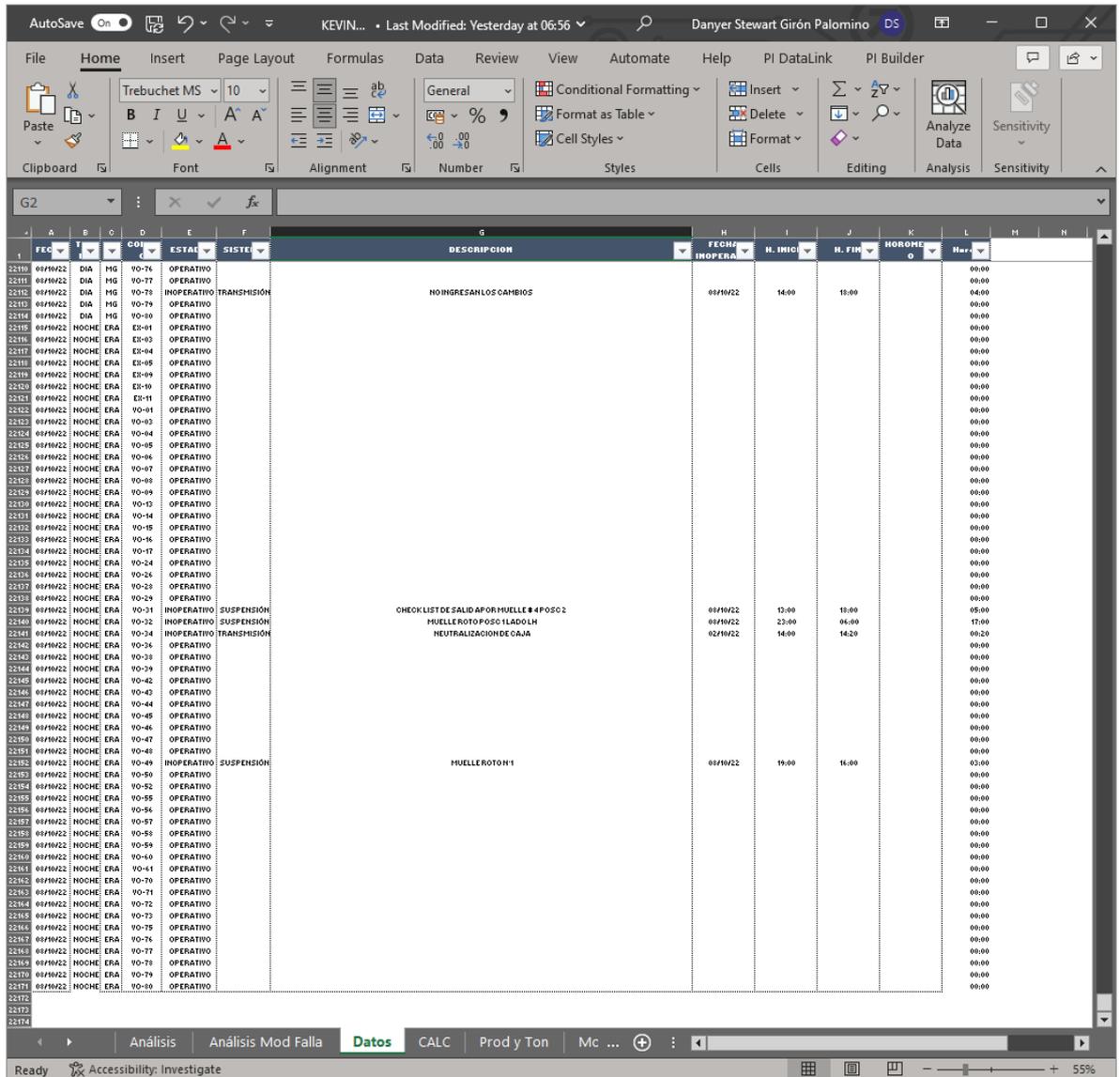
Narrea, O. M. (2018). La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8, 9, 12 y 17. Agenda, 2030, 68

Pauca, M. D. (2019). Minería peruana rubro sostenible y económico.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1

Hoja de cálculo con más de 240,000 datos tomados en campo



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	FECH	CO	ESTAD	SISTE	DESCRIPCION	FECHA INOPERA	H. IMIC	H. FIN	HOROME	H...				
22110	08/10/22	DIA	HG	VO-76	OPERATIVO									00:00
22111	08/10/22	DIA	HG	VO-77	OPERATIVO									00:00
22112	08/10/22	DIA	HG	VO-78	INOPERATIVO TRANSMISION									00:00
22113	08/10/22	DIA	HG	VO-79	OPERATIVO									00:00
22114	08/10/22	DIA	HG	VO-80	OPERATIVO									00:00
22115	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-01	OPERATIVO									00:00
22116	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-03	OPERATIVO									00:00
22117	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-04	OPERATIVO									00:00
22118	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-05	OPERATIVO									00:00
22119	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-09	OPERATIVO									00:00
22120	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-10	OPERATIVO									00:00
22121	08/10/22	NOCHE	ERA	ES-11	OPERATIVO									00:00
22122	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-01	OPERATIVO									00:00
22123	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-03	OPERATIVO									00:00
22124	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-04	OPERATIVO									00:00
22125	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-05	OPERATIVO									00:00
22126	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-06	OPERATIVO									00:00
22127	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-07	OPERATIVO									00:00
22128	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-08	OPERATIVO									00:00
22129	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-09	OPERATIVO									00:00
22130	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-10	OPERATIVO									00:00
22131	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-14	OPERATIVO									00:00
22132	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-15	OPERATIVO									00:00
22133	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-16	OPERATIVO									00:00
22134	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-17	OPERATIVO									00:00
22135	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-24	OPERATIVO									00:00
22136	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-26	OPERATIVO									00:00
22137	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-28	OPERATIVO									00:00
22138	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-29	OPERATIVO									00:00
22139	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-31	INOPERATIVO SUSPENSION									00:00
22140	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-32	INOPERATIVO SUSPENSION									00:00
22141	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-34	INOPERATIVO SUSPENSION									00:00
22142	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-36	OPERATIVO									00:00
22143	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-38	OPERATIVO									00:00
22144	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-39	OPERATIVO									00:00
22145	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-42	OPERATIVO									00:00
22146	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-43	OPERATIVO									00:00
22147	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-44	OPERATIVO									00:00
22148	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-45	OPERATIVO									00:00
22149	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-46	OPERATIVO									00:00
22150	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-47	OPERATIVO									00:00
22151	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-48	OPERATIVO									00:00
22152	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-49	INOPERATIVO SUSPENSION									00:00
22153	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-50	OPERATIVO									00:00
22154	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-52	OPERATIVO									00:00
22155	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-55	OPERATIVO									00:00
22156	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-56	OPERATIVO									00:00
22157	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-57	OPERATIVO									00:00
22158	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-58	OPERATIVO									00:00
22159	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-59	OPERATIVO									00:00
22160	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-60	OPERATIVO									00:00
22161	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-61	OPERATIVO									00:00
22162	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-70	OPERATIVO									00:00
22163	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-71	OPERATIVO									00:00
22164	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-72	OPERATIVO									00:00
22165	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-73	OPERATIVO									00:00
22166	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-75	OPERATIVO									00:00
22167	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-76	OPERATIVO									00:00
22168	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-77	OPERATIVO									00:00
22169	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-78	OPERATIVO									00:00
22170	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-79	OPERATIVO									00:00
22171	08/10/22	NOCHE	ERA	VO-80	OPERATIVO									00:00
22172														00:00
22173														00:00
22174														00:00

Figure 1: Data in Excel with information of the units

## ANEXO N° 2

### Panel Fotográfico toma de datos de campo



*Figure 2: Volquete de la flota de acarreo de CIA Tiwinza*



*Figure 3: Observación de las labores mecánicas*



*Figure 4: Revisión de Checklist de volquete por parte de estudiantes*

### ANEXO N° 3



*Figure 5: Escáner para volquetes Volvo*



*Figure 6: Escáner para volquetes Mercedes Benz*

CIA TIWINZA				CHECK LIST DE CAMIÓN VOLQUETE				Código: CL-MTTO 001-VOL			
RUC: 20602773254								Versión: 01-2023			
								Fecha: 24-02-2023			
								Aprob: J VASQUEZ MEJIA			
80	Estado de aceite de diferenciales	/		81	Nivel de aceite Diferencial	/		91	Nivel de liquido de embrague		
81	Estado de cables de cambios	/		82	Estado de las trabas	/		92	Ruidos al interior de la caja		
82	Estado de los tapones de drenaje	/		83	Estado de los neumáticos de repuesto	/		93	Ruidos en el interior de la corona		
83	Estado de los neumáticos de repuesto	/		84	Estado de neumáticos y aros	/		94	Servo de embrague		
84	Estado de neumáticos y aros	/		85	Estado del embrague	/		95	SopORTE de cardán		
85	Estado del embrague	/		86		/		96	Soportes de caja		
86		/		87		/		97			
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE FREOS											
COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES
98	Cilindro neumáticos delanteros (2)	/				104	Estado de valvulas de aire	/			
99	Cilindro neumáticos posteriores (4)	/				105	Estado de zapatas delanteras	/			
100	Comprensora de aire	/				106	Estado de Zapatas posteriores	/			
101	Estado de acumuladores de aire	/				107	Estado del fronos de servicio	/			
102	Estado de breke y valvula bloqueo	/				108	Presenta fugas de aire	/			
103	Estado de mangueras de aire	/				109	Valvula maestra del freno	/			
INSPECCIÓN DE CABINA Y CARROCERIA											
COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES
110	Aire acondicionado	/				125	Estado del tablero	/			
111	Cinturones de seguridad (2)	/		91		126	Filtro de aire de cabina	/			
112	Duplicado de llave (Proveedor)	/				127	Lunas laterales de puertas (2)	/			
113	Encendedor y cenicero	/				128	Luz de salón	/			
114	Escarpines y Tapabarros	/				129	Mandos electricos de las puertas	/			
115	Espejo auxiliar derecho	/				130	Parabrisa delantero	/			
116	Espejos laterales	/				131	Parabrisa posterior	/			
117	Estado de asientos piloto (1)	/				132	Paráchoque delantero	/			
118	Estado de asientos copiloto (1)	/				133	Parachoque posterior barra de emp.	/			
119	Estado de bastidor	/				134	Pisos de salón	/			
120	Estado de chasis	/				135	Radio de sonido CD - USB	/			
121	Estado de coderas	/				136	Seguros de gaveta y coderas	/			
122	Estado de la calefacción	/				137	Tapasoles	/			
123	Estado de las bisagras de puertas	/				138	Tapiz de asientos	/			
124	Estado de Manijas de puertas	/				139	Tapiz de puertas	/			
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN											
COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES
140	Alineamiento de neumáticos	/				148	Estado de Pines y bujes	/			
141	Amortiguadores (4)	/				149	Estado del filtro de ATF	/			
142	Brazo de dirección	/				150	Muelles delanteros	/			
143	Caja de dirección	/				151	Muelles posteriores	/			
144	Estado de barra de dirección	/				152	Presenta fugas de hidrolina	/			
145	Estado de la barra de torque "V"	/				153	Resortes de progresivos	/			
146	Estado de la hidrolina (ATF)	/				154	Servo de dirección	/			
147	Estado de las barras estabilizadoras	/				155	Terminales o rotulas de dirección	/			
INSPECCIÓN SISTEMA DE VOLQUETE											
COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES
156	Cadenas de compuerta	/				163	Estado de tolva	/			
157	Cardan de toma fuerza	/				164	Libro y guias de tolva	/			
158	Estado de bomba de tomafuerza	/				165	Nivel de HD-10 o tellus 68	/			
159	Estado de ganchos de compuerta	/				166	Pines de anclaje de compuerta	/			
160	Estado de mangueras hidraulicas	/				167	Piston telescopico	/			
161	Estado de respiradero y filtro	/				168	Tanque de hidrolina	/			
162	Estado de tapa de tanque	/				169	Valvula de tope de levate de piston	/			
EQUIPAMIENTO DEL EQUIPO (Todo equipamiento adicional no se hara responsable Cia Tiwinza Chuqur S.A.C)											
COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES			SI	NO	OBSERVACIONES
205	Alarma de retroceso	/				211	Faro pirata posteriores retro (2)	/			
206	Alicata loro para tapas de tuercas	/				212	Franela de 50 cm x 50 cm.	/			
207	Allen 12 mm	/				213	Gata de 20 Toneladas	/			
208	Cable de pasar corriente 1200 Amp	/				214	Linterna de pilas o recargable	/			
209	Cable para remolque (estrobe)	/				215	Llave de boca n°10 (Francesa)	/			
210	Cinta reflectiva en extremos	/				216	Llave de ruedas originales	/			
211	Circulina ámbar (ECCO)	/				217	Llave y palanca acoplables de cabina	/			
212	Comba de metal para los neumáticos	/				218	Manguera de aire	/			
213	Conos de seguridad (2 de 26")	/				219	Medidor de aire 150 Lbs	/			
214	Cuaderno bitacora	/				220	Neblineros (2 en platina frontal)	/			
215	Destornillador mixto (1)	/				221	Paletas pare y siga	/			
216	Destornillador tor mixtos (3 mango)	/				222	Pico y lampa Homologada	/			

Figure 7: Formato de Check List 1/3

CIA TIWINZA		CHECK LIST DE CAMIÓN VOLQUETE		Código: CL-MTTO 001-VOL				
RUC: 20602773954				Versión: 01-2023				
				Fecha: 24-02-2023				
				Aprobó: J. VASQUEZ MEJIA				
80	Estado de aceite de diferenciales	/		91	Nivel de aceite Diferencial	/		
81	Estado de cables de cambios	/		92	Nivel de líquido de embrague	/		
82	Estado de las trabas	/		93	Ruidos al interior de la caja	/		
83	Estado de los tapones de drenaje	/		94	Ruidos en el interior de la corona	/		
84	Estado de neumático de repuesto	/		95	Servo de embrague	/		
85	Estado de neumáticos y aros	/		96	Soporte de cardán	/		
86	Estado del embrague	/		97	Soportes de caja	/		
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENSOS								
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES	
98	Cilindro neumáticos delanteros (2)	/			104	Estado de valvulas de aire	/	
99	Cilindro neumáticos posteriores (4)	/			105	Estado de zapatas delanteras	/	
100	Comprensora de aire	/			106	Estado de Zapatas posteriores	/	
101	Estado de acumuladores de aire	/			107	Estado del frenos de servicio	/	
102	Estado de breke y valvula bloqueo	/			108	Presenta fugas de aire	/	
103	Estado de mangueras de aire	/			109	Valvula maestra del freno	/	
INSPECCIÓN DE CABINA Y CARROCERÍA								
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES	
110	Aire acondicionado	/			125	Estado del tablero	/	
111	Cinturones de seguridad (2)	/		91	126	Filtro de aire de cabina	/	
112	Duplicado de llave (Proveedor)	/			127	Lunas laterales de puertas (2)	/	
113	Encendedor y cenicero	/			128	Luz de salón	/	
114	Escarpines y Tapabarros	/			129	Mandos electricos de las puertas	/	
115	Espejo auxiliar derecho	/			130	Parabrisa delantero	/	
116	Espejos laterales	/			131	Parabrisa posterior	/	
117	Estado de asientos piloto (1)	/			132	Parachocho delantero	/	
118	Estado de asientos copiloto (1)	/			133	Parachocho posterior barra de emp.	/	
119	Estado de bastidor	/			134	Pisos de salón	/	
120	Estado de chasis	/			135	Radio de sonido CD - USB	/	
121	Estado de coderas	/			136	Seguros de gaveta y coderas	/	
122	Estado de la calefacción	/			137	Tapasoles	/	
123	Estado de las bisagras de puertas	/			138	Tapiz de asientos	/	
124	Estado de Manijas de puertas	/			139	Tapiz de puertas	/	
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN								
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES	
140	Alineamiento de neumáticos	/			148	Estado de Pines y bujes	/	
141	Amortiguadores (4)	/			149	Estado del filtro de ATF	/	
142	Brazo de dirección	/			150	Muelles delanteros	/	
143	Caja de dirección	/			151	Muelles posteriores	/	
144	Estado de barra de dirección	/			152	Presenta fugas de hidrolina	/	
145	Estado de la barra de torque "V"	/			153	Resortes de progresivos	/	
146	Estado de la hidrolina (ATF)	/			154	Servo de dirección	/	
147	Estado de las barras estabilizadoras	/			155	Terminales o rotulas de dirección	/	
INSPECCIÓN SISTEMA DE VOLQUETE								
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES	
156	Cadenas de compuerta	/			163	Estado de tolva	/	
157	Cardan de toma fuerza	/			164	Libro y guias de tolva	/	
158	Estado de bomba de tomafuerza	/			165	Nivel de HD-10 o tellus 68	/	
159	Estado de ganchos de compuerta	/			166	Pines de anclaje de compuerta	/	
160	Estado de mangueras hidraulicas	/			167	Piston telescopico	/	
161	Estado de respiradero y filtro	/			168	Tanque de hidrolina	/	
162	Estado de tapa de lanque	/			169	Valvula de tope de levante de piston	/	
EQUIPAMIENTO DEL EQUIPO (Todo equipamiento adicional no se hará responsable Cia Tiwinza Chugur SAC)								
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES	
205	Alarma de retroceso	/			271	Faro pirata posteriores retro (2)	/	
206	Alcate loro para tapas de tuercas	/			272	Franela de 50 cm x 50 cm.	/	
207	Allen 12 mm	/			273	Gata de 20 Toneladas	/	
208	Cable de pasar corriente 1200 Amp	/			274	Linterna de pilas o recargable	/	
209	Cable para remolque (estrobo)	/			275	Llave de boca n°10 (Francesa)	/	
260	Cinta reflectiva en extremos	/			276	Llave de ruedas originales	/	
261	Circulina ámbar (ECCO)	/			277	Llave y palanca acoplables de cabina	/	
262	Comba de metal para los neumáticos	/			278	Manguera de aire	/	
263	Conos de seguridad (2 de 28")	/			279	Medidor de aire 150 Lbs	/	
264	Cuaderno bilacora	/			280	Neblineros (2 en platina frontal)	/	
265	Destornillador mixto (1)	/			281	Palotas pare y siga	/	
266	Destornillador tor mixtos (3 mango)	/			282	Pico y lampa Homologada	/	

Figure 8: Formato de Check List 2/3

CIA TIWINZA		CHECK LIST DE CAMIÓN VOLQUETE		Código:	CL-MTTO 001-VOL		
RUC: 20602773354				Versión:	01-2023		
				Fecha:	24-02-2023		
				Aprobó:	J. VASQUEZ ME. JA		
267	Escoba para limpiar cabina	<input checked="" type="checkbox"/>		283	Pin o brida de remolque	<input checked="" type="checkbox"/>	
268	Estuche plomo de herramientas	<input checked="" type="checkbox"/>		284	Tacos (2) con sus placaderas	<input checked="" type="checkbox"/>	
269	Exterior de (8kg -2kg cabina)	<input checked="" type="checkbox"/>		285	Triángulos de seguridad (2)	<input checked="" type="checkbox"/>	
270	Faro pirata Laterales de tova (2)	<input checked="" type="checkbox"/>		286	Lanta de repuesto	<input checked="" type="checkbox"/>	
EQUIPAMIENTO DEL BOTIQUIN (Consumible no hay reposición)							
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES
287	Gasas estériles de 10 x 10 cm. (10)	<input checked="" type="checkbox"/>			297	Férula de madera (02)	<input checked="" type="checkbox"/>
288	Bandas adhesivas (CURITAS) (10)	<input checked="" type="checkbox"/>			298	Apósito de 10 x 10 cm. (10)	<input checked="" type="checkbox"/>
289	Esparradrapo (01)	<input checked="" type="checkbox"/>			299	Venda triangular 40 x 40 x 56 Pulg. (02)	<input checked="" type="checkbox"/>
290	Frasco de Alcohol 200 ml. (01)	<input checked="" type="checkbox"/>			300	Tijera de Trauma (01)	<input checked="" type="checkbox"/>
291	Frasco de Agua oxigenada 200 ml. (01)	<input checked="" type="checkbox"/>			301	Frasco de Yodopovidona 120 ml. (01)	<input checked="" type="checkbox"/>
292	Guantes quirúrgico (05)	<input checked="" type="checkbox"/>			302	Pinza (01)	<input checked="" type="checkbox"/>
293	Algodón hidrófilo 100 Gr. (01)	<input checked="" type="checkbox"/>			303	Termómetro Oral (01)	<input checked="" type="checkbox"/>
294	Frasco de Agua destilada 1000 ml. (01)	<input checked="" type="checkbox"/>			304	Férula madera M.S. 30 X 7 cm. (02)	<input checked="" type="checkbox"/>
295	Venda elástica 4" x 5 Yrds. (02)	<input checked="" type="checkbox"/>			305	Férula madera M.L. 60 X 7 cm. (02)	<input checked="" type="checkbox"/>
296	Venda elástica 6" x 5 Yrds. (02)	<input checked="" type="checkbox"/>			306	Bajalengua (05)	<input checked="" type="checkbox"/>
MALETIN DEL KIT ANTIDERRAME (Consumible no hay reposición)							
COMPONENTES		SI	NO	OBSERVACIONES	COMPONENTES		OBSERVACIONES
301	Bandeja de contención de 60 cm x 40 cm x 10 cm	<input checked="" type="checkbox"/>			305	Paños u hojas absorbentes (48 cm x 44 cm) (10 und)	<input checked="" type="checkbox"/>
302	Cinta de peligro color rojo (10 mts)	<input checked="" type="checkbox"/>			306	Pico homologado (01 und)	<input checked="" type="checkbox"/>
303	Bolsas negras de polipropileno resistente (05 und)	<input checked="" type="checkbox"/>			307	Pala homologada (01 und)	<input checked="" type="checkbox"/>
304	Traje nivel C (con capucha) Tweek-Tychem (01 und)	<input checked="" type="checkbox"/>					
305	Microcordones absorbentes T12 (7.5 cm diam. x 3.5 cm) (02 und)	<input checked="" type="checkbox"/>					
OBSERVACIONES DEL EQUIPO							
<p>Sonido Anormal en el Servo Dirección</p> <p>Faro Posterior Rojo LH.</p> <p>Bale del Proyecto con sistema Mansinse</p> <p>Sale del Proyecto con Radio Base.</p> <p>Recomendaciones:</p> <p>Verificar Pernos de Cordones.</p> <p>Verificar Faja de Alternador.</p> <p>Verificar Zapas</p>							
<p>NOTA: Se entrega el equipo con la conformidad de este check List indicando lo que contiene, en caso de otros accesorios que no esté especifico en el check list CIA TIWINZA CHUGUR SAC no se hará responsable por algún reclamo posterior. En lo de lo cual firmamos.</p>							
REMANENTES DE NEUMATICOS mm		NIVEL DE COMBUSTIBLE Full		FECHA: 20 DE 08 DEL 2023.		HORSA SALIDA	HORA INGRESO
				<p>MECANICO INSPECTOR</p> <p>NOMBRE Y APELLIDOS: David Teronés Raico</p> <p>DNI: 96720749</p> <p>CIA TIWINZA CHUGUR S.A.C</p> <p>MAESTRO ANTONIO GUTIERREZ Ocas</p> <p>Supervisor de Mantenimiento</p> <p>CIP 154620</p>		<p>PROVEEDOR</p> <p>NOMBRE Y APELLIDOS:</p> <p>DNI:</p> <p>CONTRATOS DE EQUIPOS</p> <p>NOMBRE Y APELLIDOS:</p> <p>DNI:</p>	

Figure 9: Formato de Check List 3/3

