

PRUEBA TÉCNICA – ANDESITE

Jorge Mamani Sacsi

jorge.mss19@gmail.com

[linkedin.com/in/jorge-noel-mamani-sacsi-81947b1ab](https://www.linkedin.com/in/jorge-noel-mamani-sacsi-81947b1ab)

Introducción

Este informe proporciona un análisis detallado del rendimiento de las palas y camiones utilizados en la operación de extracción de mineral. La información proviene de una base de datos que registra el rendimiento diario de estos equipos, incluyendo el tonelaje movido durante un día de operación, el número de paladas, ciclos de recorridos, entre otros.

El objetivo principal es identificar los equipos con mejor rendimiento en términos de tonelaje extraído por día y los factores críticos que influyen en esta métrica. A través de diversas técnicas, se han realizado análisis para crear rankings de desempeño, identificar patrones de uso y evaluar los factores que más afectan la eficiencia operativa. Las recomendaciones proporcionadas se basan en los resultados obtenidos y están dirigidas a mejorar el rendimiento en el próximo año de operación.

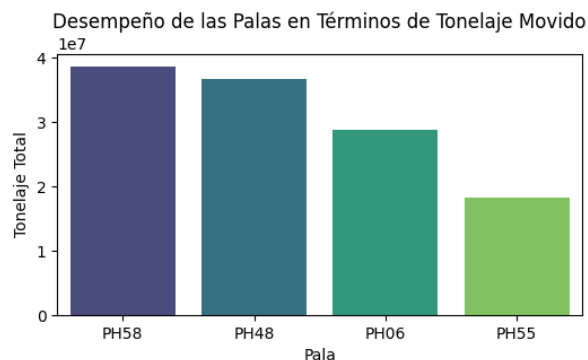
Requerimientos del Análisis

Ranking de Desempeño:

1. Ranking de desempeño de Palas:

a) Tonelaje Total Movido por Cada Pala:

Se realizó un análisis para visualizar los camiones con mejor desempeño en términos de tonelaje transportado.



- **Desempeño Superior de la Pala PH58:**

La pala PH58 ha demostrado un rendimiento sobresaliente, moviendo una cantidad significativamente mayor de tonelaje en comparación con las otras palas. Esto

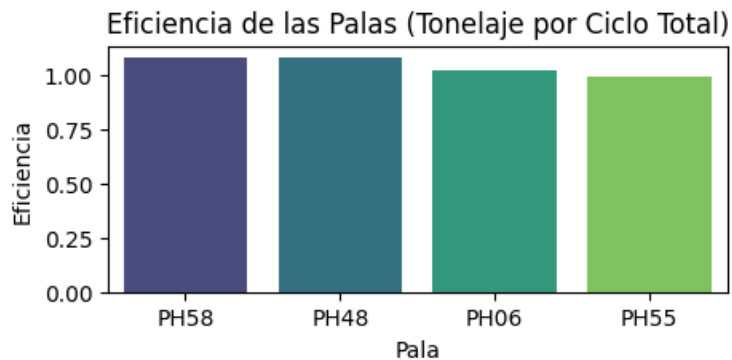
podría ser indicativo de varios factores como una mayor eficiencia operativa, menor tiempo de inactividad, o una mayor asignación de tareas de carga.

- **Desempeño Inferior de la Pala PH55:**

La pala PH55 ha movido el menor tonelaje. Esto podría sugerir problemas operativos, mayor tiempo de inactividad, menor asignación de tareas, o incluso cuestiones de mantenimiento que impiden su rendimiento óptimo.

b) Calcular la Eficiencia de las Palas:

Las eficiencias de las palas se han calculado en función del tonelaje movido por el tiempo de ciclo total, proporcionando una idea clara de cuán efectivas son en su operación. Aquí están los resultados:



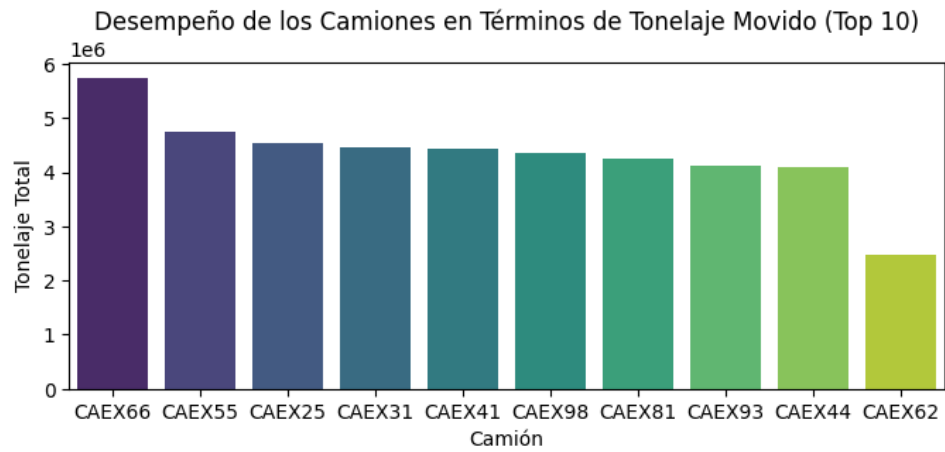
La pala PH58 tiene la eficiencia más alta, aunque por un margen muy pequeño respecto a la PH48 que muestra una eficiencia muy similar. Esto indica que las prácticas operativas y las condiciones en las que opera la PH48 son casi tan buenas como las de la PH58.

La pala PH06 muestra una eficiencia cerca al promedio, pero la pala PH55 tiene la eficiencia más baja del grupo, con un valor ligeramente por debajo de 1, esto podría indicar varios problemas potenciales, como tiempos de ciclo más largos, más tiempo de inactividad, o menos asignación de tareas de carga.

2. Ranking de desempeño de Camiones:

a) Tonelaje Total Movido por Cada Camión

Se realizó un análisis para ver el Desempeño de los Camiones en Termino de Tonelaje movido.



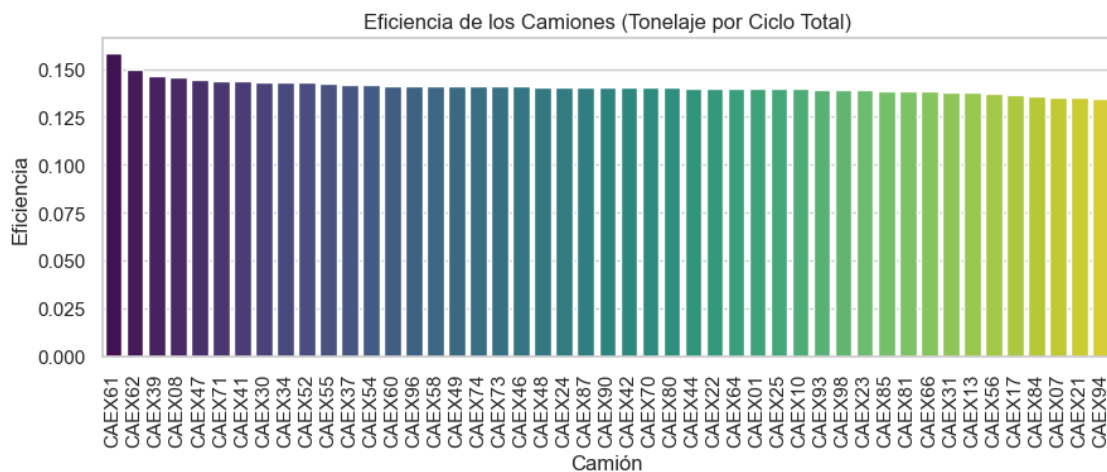
El camión CAEX66 destaca como el más eficiente con respecto a la carga de mineral, moviendo la mayor cantidad de tonelaje. Esto sugiere que CAEX66 podría tener una combinación favorable de factores como menor tiempo de inactividad, rutas optimizadas, y posiblemente un operador altamente eficiente.

Los camiones CAEX55, CAEX25 y CAEX31 también muestran un rendimiento elevado, indicando que estos camiones podrían estar operando en condiciones óptimas y con una asignación adecuada de tareas.

b) Calcular la Eficiencia de los camiones:

Se realiza los cálculos

Se calcula la eficiencia de cada camión como la relación entre el tonelaje total movido y el ciclo total del camión, agrupando los datos por camión. Luego, ordena los camiones por eficiencia en orden descendente y presenta las estadísticas descriptivas de la eficiencia



Se realizó un análisis estadístico.

	count	mean	std	min	25%	50%	75%
eficiencia	47.0	0.140883	0.003917	0.134381	0.139177	0.140533	0.141798

- **Concentración de Eficiencia:**

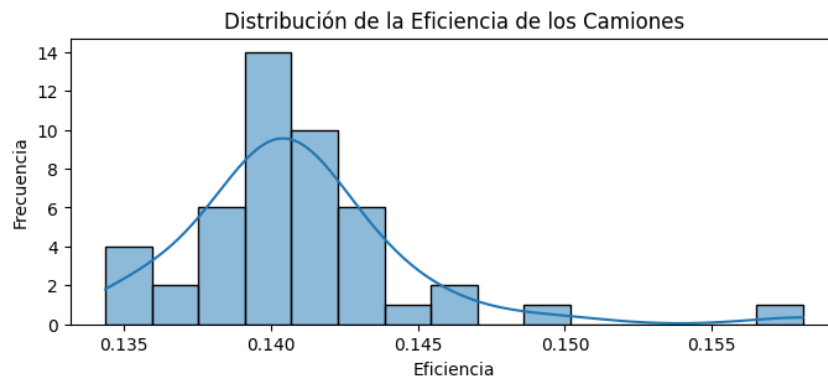
La media y la mediana están muy cerca (0.140883 y 0.140533 respectivamente), lo que sugiere que la distribución de las eficiencias es bastante simétrica y que no hay muchos valores extremos.

La desviación estándar baja (0.003917) indica que la mayoría de los camiones tienen eficiencias cercanas al promedio, lo que muestra una consistencia en el rendimiento de la flota.

- **Distribución de Eficiencia:**

El rango entre el mínimo (0.134381) y el máximo (0.158086) no es muy grande, lo que indica que no hay una gran variabilidad en la eficiencia de los camiones.

La diferencia entre el primer y el tercer cuartil es pequeña, lo que refuerza la idea de que las eficiencias están bastante agrupadas y no hay grandes disparidades.

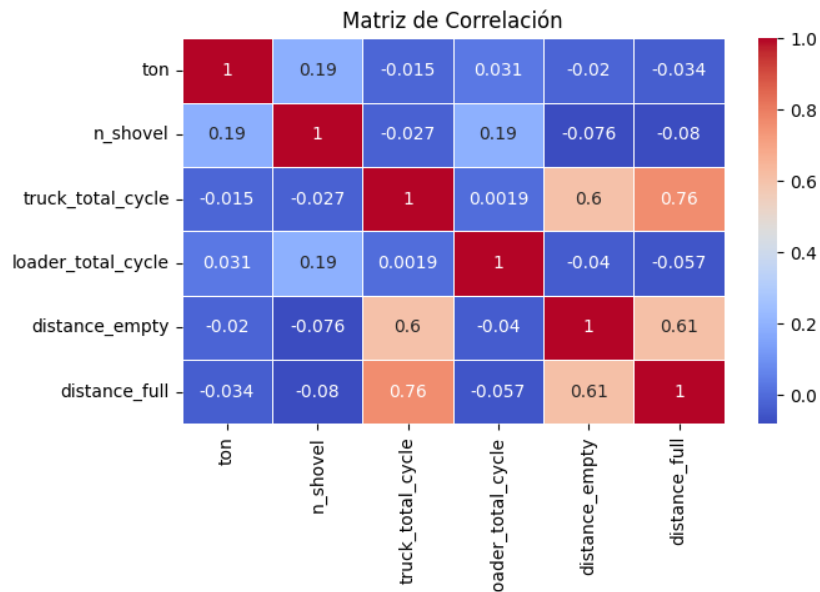


En el histograma de la eficiencia de los camiones, indica que, en promedio, los camiones operan con una eficiencia bastante constante y cercana a al valor 0.14. Pero, la cola extendida hacia la derecha (asimetría positiva) significa que hay algunos camiones con eficiencias significativamente más altas que la media. Estos camiones son excepcionales en su rendimiento y están operando de manera más eficiente que la mayoría.

Esto lo podemos relacionar con los 9 Camiones que tienen un buen desempeño con respecto al tonelaje total cargado que vimos anteriormente.

Identificación de Factores Críticos:

1. Análisis de correlación



A partir de los resultados del análisis de correlación, podemos extraer varias conclusiones clave:

- Distancia Vacío (distance_empty) y Distancia Lleno (distance_full): Hay una correlación positiva muy alta (0.607966) entre estas dos variables, lo que sugiere que los camiones que recorren grandes distancias vacíos también recorren grandes distancias
- Ciclo Total del Camión (truck_total_cycle) y Distancia Recorrida Lleno (distance_full): La correlación es alta (0.763282), lo que indica que un mayor tiempo de ciclo total del camión está fuertemente relacionado con mayores distancias recorridas llenos.
- Ciclo Total del Camión (truck_total_cycle) y Distancia Recorrida Vacío (distance_empty): Hay una correlación moderada (0.604587), indicando que el tiempo de ciclo del camión también se ve afectado significativamente por la distancia recorrida vacío.

Factores Críticos Identificados:

a) Distancias Recorridas (Vacío y Lleno):

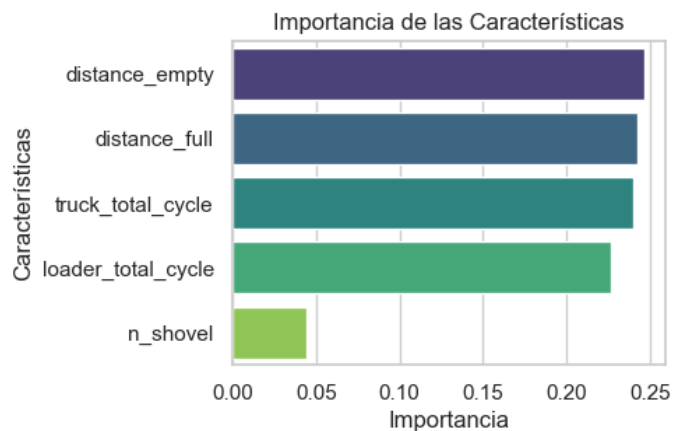
Las distancias recorridas vacías y llenas son factores críticos que influyen significativamente en el tiempo de ciclo total del camión. Optimizar estas distancias puede mejorar la eficiencia operativa de los camiones.

b) Tiempo de Ciclo Total del Camión (truck_total_cycle):

Está fuertemente influenciado por las distancias recorridas. Reducir las distancias recorridas, especialmente vacío, puede mejorar el tiempo de ciclo y, por ende, la eficiencia

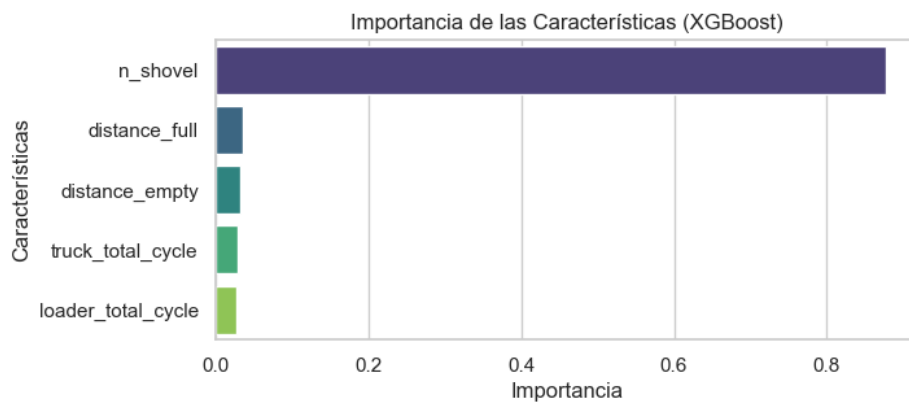
2. Random Forest para Importancia de Características

Random Forest indicó que los ciclos (ciclo total del camión y ciclo total de la pala) y las distancias (distancia recorrida vacío y lleno) son las características más relevantes para predecir el tonelaje movido.



3. Feature importan con GXBoost

XGBoost indicó que el número de paladas (n_shovel) es la característica más relevante, seguido de otras variables.



Acciones Sugeridas

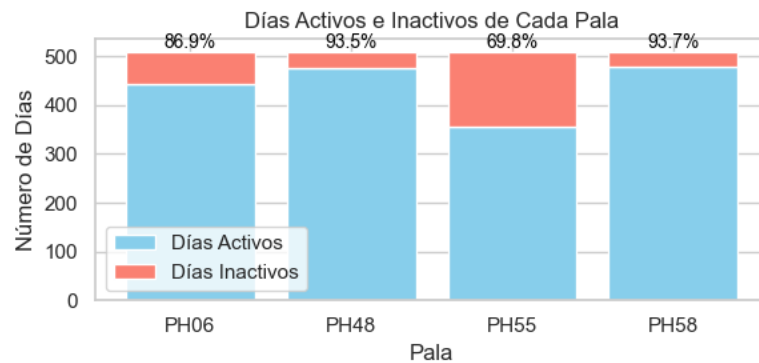
Optimizar el Número de Paladas: Dado que XGBoost destacó n_shovel como muy relevante, se deberían realizar esfuerzos para optimizar este factor.

Mejorar Ciclos y Distancias: Basado en Random Forest, se debe prestar atención a la mejora de los ciclos de camión y pala, así como la optimización de las distancias recorridas para incrementar el rendimiento. Esto también se refleja en el análisis de correlación.

Análisis adicional

1. Identificación de Patrones de Uso de las Palas:

Se realizó un análisis para ver cuántas veces cada pala se utilizó diariamente y en cuántos días estuvo inactiva.



Alta Actividad de las Palas PH48 y PH58:

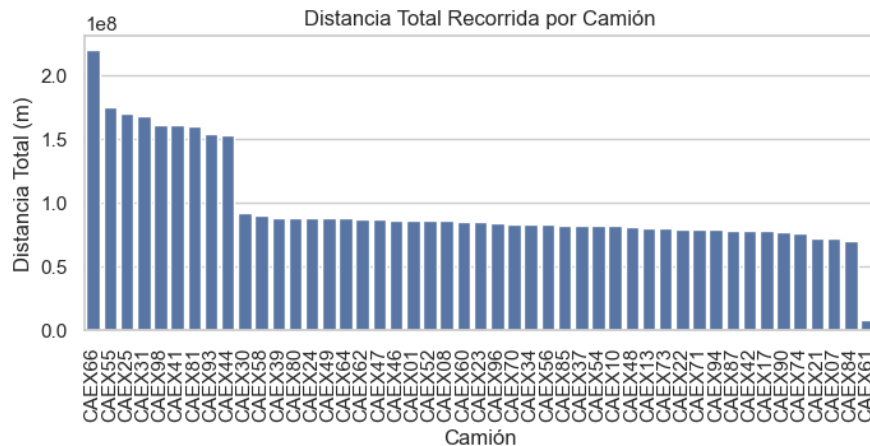
Las palas PH48 y PH58 tienen el mayor número de días activos (477 y 478 días respectivamente) y muy pocos días inactivos. Esto indica que estas palas están siendo utilizadas de manera muy eficiente y consistentemente. La alta disponibilidad operativa sugiere que estas palas tienen un buen mantenimiento y una planificación operativa efectiva.

Baja Utilización de la Pala PH55:

La pala PH55, por otro lado, muestra un alto número de días inactivos (154 días) y solo 356 días activos. Este es el desempeño más bajo entre las cuatro palas y sugiere problemas significativos que están limitando su disponibilidad. Esto puede ser debido a fallas mecánicas, problemas de mantenimiento, o una subutilización debido a una mala planificación de tareas.

Análisis de Distancias Recorridas

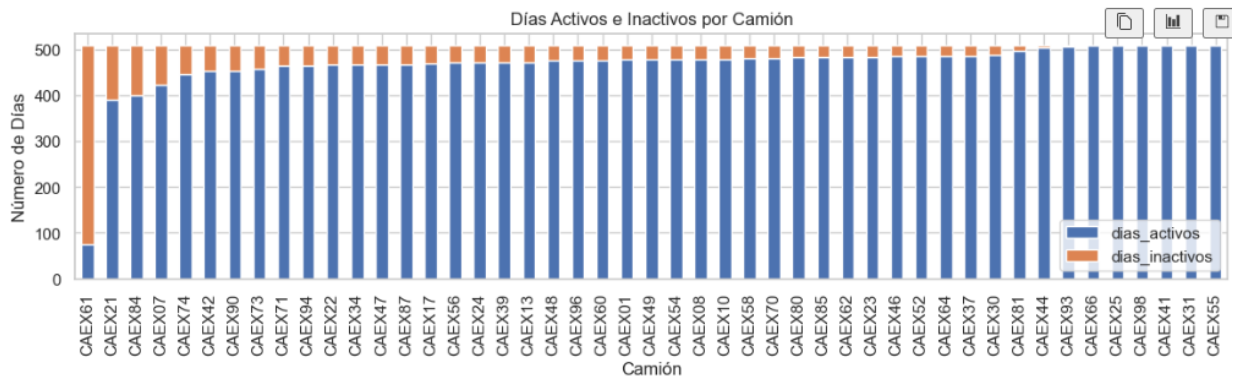
Basándonos en el análisis de distancias recorridas, los camiones se han clasificado en función de su rendimiento:



- CAEX66: El camión con la mayor distancia recorrida, lo que indica un alto nivel de utilización.
- 8 Camiones con Buen Desempeño: Estos camiones están justo debajo de CAEX66 en términos de distancia recorrida, indicando un rendimiento consistente y eficiente.
- Camiones con Rendimiento Promedio: La mayoría de los camiones caen en esta categoría, con distancias recorridas alrededor del promedio.
- CAEX61: El camión con la distancia recorrida más baja, significativamente por debajo del promedio. La mínima distancia recorrida por CAEX61 sugiere varios posibles problemas, como fallas mecánicas frecuentes, falta de disponibilidad de operadores, o una mala asignación de tareas.

2. Identificación de Patrones de Uso de los camiones

Podemos crear un análisis para ver cuántas veces cada Camión se utilizó diariamente y en cuántos días estuvo inactiva.



Distribución de los Días Activos:

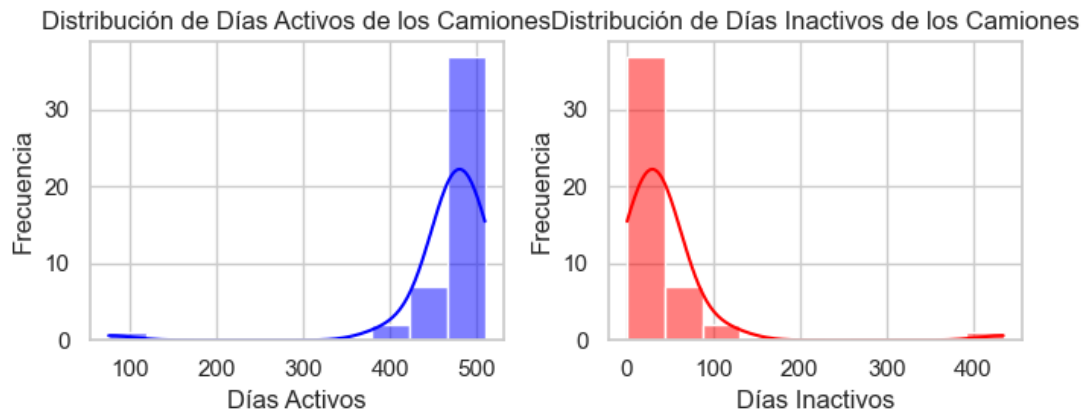
La mayoría de los camiones están activos la mayor parte del tiempo, con un promedio de 467.45 días activos y una mediana de 479 días. Esto muestra una buena disponibilidad operativa general. Sin embargo, la desviación estándar de 63.47 días indica que hay variabilidad en la utilización entre los camiones.

Distribución de los Días Inactivos:

Aunque el promedio de días inactivos es relativamente bajo (42.55 días), la alta desviación estándar sugiere una gran variabilidad en la inactividad entre los camiones. El hecho de que algunos camiones tengan hasta 435 días inactivos es un signo de problemas significativos que necesitan ser abordados.

Camiones con Baja Utilización:

Los camiones con un alto número de días inactivos (hasta 435 días) representan una oportunidad clara para mejorar. Es crucial identificar las causas de esta baja utilización, ya que podría ser debido a problemas mecánicos, falta de operadores, o una planificación subóptima.



Recomendaciones:

1. Optimización de Palas

Pala PH55: Realizar un mantenimiento preventivo más riguroso y revisar las fallas mecánicas recurrentes para reducir los 154 días inactivos.

Replicar las buenas prácticas operativas de las palas PH48 y PH58, que tienen solo 33 y 32 días inactivos respectivamente, en todas las palas.

2. Mejora de Camiones

CAEX61: Realizar una revisión exhaustiva del mantenimiento y planificación de rutas para reducir sus 435 días inactivos. Proporcionar capacitación adicional a los operadores y balancear la carga de trabajo.

Optimizar rutas y utilizar tecnologías de gestión de flotas para reducir el tiempo de inactividad, basado en el buen desempeño de camiones como CAEX66.

3. Monitoreo y Análisis Continuo

Implementar Monitoreo en Tiempo Real: Utilizar sensores y sistemas de diagnóstico avanzados para prever problemas y tomar medidas correctivas inmediatas. Esto se aplica tanto a las palas como a los camiones.

Análisis Predictivo: Utilizar análisis predictivo para anticipar problemas y planificar el mantenimiento de manera proactiva.

Capacitación de los operadores. Realizar capacitaciones constantes y replicar las buenas prácticas de aquellos quienes obtuvieron un buen desempeño.

Alcance de las Recomendaciones

Al implementar estas acciones, se espera mejorar significativamente el rendimiento operativo y maximizar la eficiencia en el próximo año

Conclusiones

El análisis detallado revela diferencias significativas en el rendimiento de las palas y camiones. Implementar las recomendaciones propuestas, como el mantenimiento preventivo, la capacitación de operadores, la optimización de rutas y el uso de tecnología avanzada, puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y maximizar el rendimiento en el próximo año.