



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería de Minas**

**“MEJORAMIENTO DE LAS  
COMPETENCIAS TÉCNICAS DEL PERSONAL  
DE MANTENIMIENTO DEL CAMIÓN 797F,  
ANTAPACCAY CUSCO - 2025”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título  
profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Gerson Brayan Sobrados Cruz**

**Asesor:**

**Mg, Ing. Ricardo Antonio Saavedra Zapata**

<https://orcid.org/0000-0002-1010-4079>

**Trujillo - Perú**

**2025**

## Informe de Similitud



Página 2 de 65 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega tm:oid::1:3431986710

### 18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




#### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

#### Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida

#### Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
255 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **Dedicatoria**

A mis padres, quienes me han ofrecido su apoyo incondicional durante mi etapa universitaria. Gracias por brindarme su confianza, consejos y la oportunidad de desarrollarme como profesional.

A mi esposa Lisett, que es un pilar fundamental en mi familia. Gracias por tu paciencia y apoyo, ya que sin ello no podría lograr todo lo que nos hemos propuesto.

A mi hija Samantha, que es mi orgullo y felicidad diaria. Gracias por ser mi fuente de motivación y esfuerzo, gracias por enseñarme que con perseverancia se logran cosas increíbles.

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios, por permitirme estar presente con mis seres queridos, por mantenerme con salud y vitalidad todos los días.

Agradecer a la empresa Ferreyros, por brindarme la oportunidad de seguir desarrollándome profesionalmente, siempre con nuevos retos y con la seguridad de tener un soporte laboral y psicológico.

Agradecer a mi familia, que siempre están alentándome a seguir adelante, gracias por su consideración y aprecio.

## Tabla de contenido

Índice de tablas .....	7
Índice de Ilustraciones .....	8
Índice de ecuaciones .....	9
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 Mantenimiento preventivo .....	16
2.2 Gestión de mantenimiento .....	18
2.3 Disponibilidad física .....	20
2.4 Disponibilidad mecánica.....	20
2.5 MTBS (Mean Time Between Shutdown – Tiempo promedio entre paradas).....	22
2.6 MTBS después del mantenimiento preventivo .....	23
2.7 Camión minero 797F .....	24
2.8 DNC (Diagnóstico de necesidad de capacitación).....	27
2.9 Capacitación técnica en maquinaria pesada.....	28
2.10 Competencia técnica en maquinaria pesada .....	28
2.11 Niveles de desempeño .....	29
2.12 Criticidad de la competencia.....	30
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....	31
3.1 Reporte de fallas recurrentes en los camiones .....	35

3.2	Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC).....	36
3.3	Planificación del programa especializado.....	41
3.4	Desarrollo del programa especializado.....	43
3.5	Medidas de seguridad durante el mantenimiento preventivo .....	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....		47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		49
REFERENCIAS .....		50
ANEXOS .....		52

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	<i>Valores de referencia de disponibilidad física del camión 797F</i>	20
<b>Tabla 2</b>	<i>Disponibilidad contractual del camión minero 797F</i>	21
<b>Tabla 3</b>	<i>Valores de referencia de MTBS para camiones mecánicos</i>	23
<b>Tabla 4</b>	<i>Niveles de desempeño de la competencia</i>	29
<b>Tabla 5</b>	<i>Criticidad de la competencia</i>	30
<b>Tabla 6</b>	<i>Reporte de fallas recurrentes en el camión 797F</i>	35
<b>Tabla 7</b>	<i>Análisis de la situación deseada de cada aspecto clave</i>	36
<b>Tabla 8</b>	<i>Análisis de la causa raíz de los problemas expuestos</i>	38
<b>Tabla 9</b>	<i>Asociación de brecha de capacitación con un tema de entrenamiento</i>	39
<b>Tabla 10</b>	<i>Matriz de criticidad de las competencias técnicas</i>	41
<b>Tabla 11</b>	<i>Resultados de la evaluación inicial</i>	43
<b>Tabla 12</b>	<i>Horas de capacitación del programa especializado</i>	44

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> <i>MTBS después del mantenimiento preventivo</i> .....	24
<b>Ilustración 2</b> <i>Camión minero 797F Caterpillar</i> .....	25
<b>Ilustración 3</b> <i>Sistema integrado de frenado del camión 797F</i> .....	26
<b>Ilustración 4</b> <i>Estación del operador del camión</i> .....	27
<b>Ilustración 5</b> <i>Organigrama de la empresa Ferreyros</i> .....	32
<b>Ilustración 6</b> <i>Disponibilidad del camión mecánico 797F</i> .....	34
<b>Ilustración 7</b> <i>Tiempo promedio entre paradas del camión 797F</i> .....	34
<b>Ilustración 8</b> <i>Fases del programa especializado 797F</i> .....	42
<b>Ilustración 9</b> <i>Disponibilidad actual del camión 797F</i> .....	47
<b>Ilustración 10</b> <i>Tiempo promedio entre paradas actual del camión 797F</i> .....	48

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> Disponibilidad física de un equipo minero .....	20
<b>Ecuación 2</b> Disponibilidad mecánica de un equipo minero.....	21
<b>Ecuación 3</b> MTBS de un equipo minero.....	22

## RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo realizar el mejoramiento de las competencias técnicas del personal de mantenimiento del camión 797F de la operación minera Antapaccay ubicada en Cusco. La empresa Ferreyros S.A obtuvo un contrato MARC (Maintenance and Repair Contract - contrato de mantenimiento y reparación) a inicios del año 2025. Durante los primeros meses se evidenciaron múltiples errores en sus procesos de evaluación, inspección y mantenimiento de sus equipos mineros. En marzo del 2025 se inició con la investigación, se observaron dos indicadores de mantenimiento cruciales que estaban por debajo del promedio esperado. El MTBS after PM (tiempo medio entre paradas después de un mantenimiento preventivo) no lograba alcanzar las 40 horas. Así mismo la disponibilidad contractual no superaba el 89% mensual. Es por ello que se realizó un DNC (Diagnóstico de necesidades de capacitación) con el fin de identificar los aspectos claves de los problemas expuestos por el cliente y de esa manera encontrar la causa raíz del problema. En el mes de mayo del 2025 se desarrolló un plan de capacitación específico, encargado por personal calificado con experiencia por parte de la empresa Ferreyros liderado por mi persona, con una duración de 6 meses. En el mes de octubre, los 12 participantes involucrados, obtuvieron una certificación en mantenimiento preventivo de camión 797F, alcanzado ser líderes de PM (Mantenimiento preventivo) con alta eficiencia, aumentando drásticamente los Kpis de mantenimiento.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La Compañía Minera Antapaccay es reconocida como una de las empresas mineras más modernas del Perú, dicha operación fue constituida en noviembre del 2012 dando una proyección a la operación minera en la zona, puesto que la mina Tintaya había comenzado su proceso de cierre de mina a partir de ese mismo año. La minera está ubicada a más de 4,000 msnm, produciendo concentrado de cobre, el cual es llevado aproximadamente 400 km hasta llegar al puerto de Matarani, en la costa de Arequipa. Cuenta con una flota de 25 camiones mineros Caterpillar 797F y equipos de flota auxiliar, la cual la empresa Ferreyros está presente dentro de la gestión de mantenimiento.

La empresa Ferreyros S.A es una empresa líder en maquinaria y brindar servicios relacionados en Perú, es un representante de Caterpillar y otras prestigiosas marcas. Ferreyros tiene como objetivo proteger la seguridad y salud de sus trabajadores y preservar el medio ambiente, manteniendo elevados estándares de desempeño. (Ferreryros, 2019)

- **Misión:** Proveer soluciones que cada cliente requiere, facilitando los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa.
- **Visión:** Fortalecer nuestro liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento.

A inicios del año 2025, la empresa Ferreyros S.A. obtuvo el contrato MARC con la operación minera Antapaccay, este contrato contempla la reparación y

mantenimiento total de los equipos mineros. La empresa Ferreyros ya venía trabajando en dicha operación años atrás bajo otro contrato, en la cual solo realizaban trabajos de garantía, sobre todo cambio de componentes, ya que el mantenimiento se encargaba la operación minera directamente.

Bajo estas nuevas condiciones del nuevo contrato se comenzó a observar la poca experiencia del personal técnico antiguo con las nuevas actividades de mantenimiento del camión 797F. Así mismo las inspecciones mecánicas y eléctricas antes, durante y después del mantenimiento no se aplicaban correctamente. Adicional a ello, se tuvo que integrar personal nuevo, para cubrir toda la demanda de mantenimiento de los equipos mineros.

Todo ello conllevó tener una disponibilidad contractual en promedio semanal menor al 90% en camiones mineros 797F. Pero lo más resaltante era que el MTBS after PM no superaba las 40 horas sin presentar ninguna parada programada, y ello indica directamente que la calidad del mantenimiento preventivo de los equipos no era la adecuada.

Tener en cuenta que para ejecutar una actividad de forma adecuada y satisfactoria es necesario contar con una planificación y una metodología de trabajo, García y Muñoz (2019), en su estudio “Análisis de Metodologías del Mantenimiento Preventivo en el Sector Industrial”, concluyó que los principales impactos para cada rubro son básicamente identificación de fallos o modos de fallo, programación e implementación de metodologías que ayuden a obtener una mayor productividad y eficiencia en sus ejercicios diarios los cuales se ven reflejados en mejoras de tiempo de mantenimiento y financiero.

Una buena gestión de un mantenimiento preventivo impacta directamente en un incremento en la disponibilidad de los equipos, tal como indica Aldana (2019), en su estudio “Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A” determina que la implementación de la gestión de un mantenimiento preventivo favorece de manera significativa a la disponibilidad de los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A., debido a que los resultados dejaron en evidencia que la disponibilidad de los equipos pasó de 87,51% a 91,57% lo que representa un incremento del 4.06 % en promedio siendo este valor representativo para la empresa, demostrando que la operatividad de la mina es mayor.

Esta gestión de mantenimiento aplicados a equipos mineros ha sido caso de análisis en el sur del Perú, en las operaciones de Southern Perú, en este caso la operación Toquepala, Pachao (2022), en su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo programado para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones 797F en el proyecto operaciones Mina Toquepala de la empresa Ferreyros S. A.” demostró que los indicadores de mantenimiento según los objetivos estratégicos, mejoraron con el transcurso del tiempo mes a mes, la gestión de mantenimiento permitió aumentar la eficiencia de la disponibilidad mecánica y física de la flota de los equipos camiones 797-F en la empresa minera Southern Perú, a la vez se obtuvo un resultado de disminución del costo de mantenimiento de los camiones 797 F de la operación.

Frente a esta problemática, en base a la experiencia obtenida como

certificador especializado en camiones mineros 797F en la empresa, se propone la implementación de un plan de capacitación específico para todo el personal de mantenimiento. Este plan estaba basado en la investigación realizada minuciosamente, para poder cubrir la brecha de desconocimiento del personal técnico, así mismo basado en la experiencia de otras operaciones mineras. De esta manera en pocos meses de capacitación aumentar las competencias técnicas del personal y aumentar los indicadores de mantenimiento.

Es importante recalcar el éxito de la capacitación técnica de manera continua que reciben los colaboradores de Ferreyros, un claro ejemplo lo describe Ruiz (2020), en su estudio “Impacto de la capacitación laboral en el conocimiento corporativo del hospital regional virgen de Fátima de la provincia de Chachapoyas, región Amazonas – 2019” concluye que el impacto generado por la capacitación laboral se refleja en tres aspectos; el primer aspecto en el proceso administrativo se puede determinar que existen programas de capacitación sobre lo que cada unidad operativa requiere para poder alcanzar la visión institucional y una vez completada esta es evaluada a través de la mejora en el desempeño del colaborador, sirviendo como retroalimentación para elaborar los futuros planes de capacitación; en el segundo aspecto en la unidad de Recursos Humanos, está ayudando a crear un clima laboral favorable pues los colaboradores sienten que el Hospital se preocupa por su desarrollo y sobre todo porque la capacitación se está volviendo parte de su cultura organizativa institucional y en el tercer aspecto en la oficina de Administración la capacitación es importante para complementar los conocimientos técnicos con los del manejo de los usuarios de los servicios de salud.”

Así mismo lo muestra Quetama (2023), en su tesis “Implementación de un

proceso de capacitación para la gestión eficiente del mantenimiento de la flota vehicular de coordinadora mercantil SA 2023” que indica que la implementación de la capacitación del manejo de la plataforma del software de mantenimiento “informante” y la capacitación en el área de mantenimiento han impulsado una mejora del 88%, reduciendo drásticamente el tiempo necesario para realizar tareas. Además, se ha logrado un aumento del 200% en la tasa de cumplimiento de tareas, gracias a una gestión eficiente respaldada por la capacitación, lo que indica un incremento significativo en la productividad y eficacia de la operación.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo en maquinaria pesada es un tipo de mantenimiento que consiste en realizar una revisión periódica de los equipos mineros y sus sistemas relacionados, para evitar fallas y sobre todo prolongar la vida útil. Este tipo de mantenimiento se trata desde un enfoque proactivo, puesto que las actividades que se realizan se hacen con el fin de resolver posibles fallas antes de que sucedan. El mantenimiento preventivo es importante ya que minimiza los tiempos de parada del equipo no programados, reduce costos operativos y mejora la confiabilidad de los equipos. Para ello es necesario realizar inspecciones mecánicas y eléctricas de manera rutinaria, actividades de control de contaminación, lubricación, calibración, ajustes y sustitución de componentes programados. (SafetyCulture, 2025).

#### **Ventajas del mantenimiento preventivo:**

- Ofrece mayor seguridad: Al realizar actividades de inspección y el mantenimiento programado de los equipos y la maquinaria pueden ayudar a minimizar los riesgos para la seguridad y evitar accidentes causados por fallos o mal funcionamiento de los equipos. Puede contribuir a un entorno de trabajo más seguro y reducir el riesgo de lesiones o muertes.
- Optimiza la vida útil de los equipos: El mantenimiento programado de los equipos puede evitar que problemas menores se conviertan en problemas importantes que podrían causar daños irreparables. Puede ahorrar dinero en reparaciones y sustituciones y mejorar la eficacia y la productividad al

garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos.

- Incremento de la productividad: Los estudios precisan que no seguir un mantenimiento programado produce una reducción del 20% de la productividad de los equipos. Seguir un mantenimiento programado adecuado reduce el riesgo de paradas inesperadas, lo que aumenta la eficiencia de los equipos mineros.
- Reducción de costes: Este tipo de mantenimiento reduce el desgaste prematuro de componentes, prolongando así su vida útil. Así mismo mantener un equipo minero en condiciones óptimas reduce por ejemplo el consumo de energía, contribuyendo así ahorrar dinero en servicios.
- Ahorro en consumo de energía: Al aplicar el mantenimiento preventivo se identifica ventanas de oportunidad de mejoras de consumo de energía, aplicando mejoras en los equipos para que sean mas eficientes respecto a energía. Así mismo contribuye en la huella de carbono, beneficiando así al medio ambiente.

#### **Desventajas del mantenimiento preventivo:**

- Limitaciones de presupuesto: Aplicar este tipo de mantenimiento tiene un elevado costo. El cliente minero tiene que considerar los costos de herramientas, equipos y materiales necesarios para el mantenimiento, por lo que tiene que asignar un fondo para dichos costos.
- Aumento de recursos: El mantenimiento preventivo conlleva el aumento de personal, recursos y sobre todo tiempo. Teniendo en cuenta los tiempos inoperativos de los equipos, afectando la producción y los ingresos de la empresa minera.
- Aumento de tiempo: A parte de los problemas mencionados, este tipo de mantenimiento implica realizar comprobaciones periódicas, inspecciones y

ajustes de los sistemas continuos. La planificación y programación deben ir de la mano con el mantenimiento de equipos, ya que debe de existir una coordinación entre las áreas relacionadas. Sin una buena planificación pueden producirse retrasos y un aumento progresivo de fallas o inactividad del equipo.

- **Dificultades organizativas:** La implementación de un programa de mantenimiento requiere imprescindiblemente la planificación y coordinación de las áreas involucradas. Mantener un orden de aplicación y revisión puede resultar complicado, sobre todo si la empresa minera cuenta con varios equipos mineros.

## **2.2 Gestión de mantenimiento**

El mantenimiento de los equipos mineros requiere de mucho tiempo y dedicación. Para las organizaciones que operan con múltiples equipos y maquinaria, la gestión o administración del mantenimiento es un proceso importante a incorporar, ya que este enfoque metodológico mantendrá los procesos en orden. (SafetyCulture, 2025)

Para poner las cosas en perspectiva, el mantenimiento preventivo se debe realizar de forma periódica y siguiendo un cronograma. El programa de mantenimiento permite que los colaboradores puedan gestionar mejor sus demás tareas laborales y sumar los trabajos de mantenimiento sin que afecte al resto de sus responsabilidades diarias. Esta gestión se realiza de forma manual o a través de una herramienta digital que puede automatizar los programas de mantenimiento y la coordinación de empleados con las actividades. Este enfoque de administración del mantenimiento resuelve las limitaciones de tiempo que pueden impedir al personal llevar a cabo el mantenimiento de los equipos de forma sistemática. (SafetyCulture, 2025)

Otra razón para incorporar un enfoque de gestión del mantenimiento es que ayuda a prevenir riesgos evitables, como fallos en los equipos e incidentes laborales. Es muy favorable utilizar una estrategia que se adapte a los requerimientos de la organización, a continuación, se ofrecen algunas recomendaciones sobre la estrategia de gestión del mantenimiento:

- Mantener una lista de activos actualizada: Auditar todo los equipos mineros y herramientas. Esta lista es el primer paso en la creación de un sistema de mantenimiento y será la fuente de información sobre lo que la organización posee actualmente. Una lista de activos puede ayudar a un gestor a crear un plan de mantenimiento y programar la frecuencia con la que hay que inspeccionar.
- Capacitar a los empleados en el mantenimiento preventivo: Los encargados deben formar adecuadamente al personal sobre el mantenimiento eficaz de cada activo, como la realización de un mantenimiento periódico. Este enfoque proactivo suele realizarse programando el mantenimiento antes de la tarea. Permitir a los técnicos cumplir con los plazos y realizar las actividades de mantenimiento.
- Generar un listado de control de mantenimiento: Se deben utilizar listas de control según el mantenimiento a realizar. Esta lista debe contener todas las actividades de mantenimiento de forma detallada, lo que garantiza que el mantenimiento sea exhaustivo y completo. Cabe mencionar, que esta lista debe ser específica según el equipo y mantenimiento a realizar.
- Usar herramientas digitales: La eficiencia es primordial para una gestión eficaz del mantenimiento. Actualmente se cuenta con herramientas digitales que facilitan el seguimiento de las actividades, se pueden crear las listas de revisión de equipos y a una mejora continua de los procesos, automatizando la

programación asignación de tareas.

### 2.3 Disponibilidad física

Es la cantidad de tiempo que el departamento de producción puede usar el equipo, dividido por el tiempo total del periodo, expresado en porcentaje (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019).

#### Ecuación 1

Disponibilidad física de un equipo minero

$$\text{Disponibilidad física} = \left( \frac{\text{Total de horas} - \text{Horas de inactividad}}{\text{Total de horas}} \right) \%$$

Nota: Obtenido de (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

Normalmente las horas totales se basan tanto en horas calendario, como programadas, dependiendo de la metodología de cálculo definida en el acuerdo o en las expectativas del cliente.

#### Tabla 1

*Valores de referencia de disponibilidad física del camión 797F*

MODELO DE MÁQUINA	DISPONIBILIDAD
CAMIÓN 797F	88 – 92 %

Nota: Obtenido de (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

Esta tabla muestra la disponibilidad física del camión 797F. Los valores de referencia de disponibilidad física varían drásticamente según el modelo de máquina, el tamaño, la antigüedad, la versión del diseño y mejoras aplicadas.

### 2.4 Disponibilidad mecánica

Es la relación entre el tiempo que un equipo puede funcionar en la operación

deseada (horas disponibles) dividido por las horas totales en el periodo, expresado en porcentaje. El cálculo de horas disponibles no es un cálculo puro, ya que el resultado se modifica según las horas de inactividad excluidas o limitadas específicamente por los términos del contrato. (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

## Ecuación 2

Disponibilidad mecánica de un equipo minero

$$\text{Disponibilidad mecánica} = \left( \frac{\text{Total de horas} - \text{Horas de inactividad MARC}}{\text{Total de horas}} \right) \%$$

Nota: Obtenido de (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

Los contratos se escriben para garantizar que los equipos de producción estén disponibles para funcionar en una cantidad de horas suficiente para los objetivos de producción de la mina. Los contratos especifican frecuentemente exclusiones del tiempo de inactividad que se aplican a áreas ajenas al control del contratista, como demoras esperando en las instalaciones, los equipos de reparación u otra infraestructura de apoyo que el contratista no espere suministrar y sobre la que tiene poco control. (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

**Tabla 2**

*Disponibilidad contractual del camión minero 797F*

MODELO DE MÁQUINA	DISPONIBILIDAD
CAMIÓN 797F	Según contrato 89%

Nota: Fuente Propia.

Esta tabla muestra la disponibilidad contractual que tiene los camiones 797F con la operación Antapaccay. No hay valor referencial que sea aplicable a la medición de rendimiento de la disponibilidad contractual, este se define según contrato.

## 2.5 MTBS (Mean Time Between Shutdown – Tiempo promedio entre paradas)

Se define como el tiempo promedio entre todas las interrupciones del equipo, ya sean planificadas o no. Esta es la frecuencia promedio de eventos de inactividad de equipos, expresada en horas. (Caterpillar, Administración de equipos de minería (MEM), 2019).

### Ecuación 3

MTBS de un equipo minero

$$\text{MTBS} = \left( \frac{\text{Horas de funcionamiento}}{\text{Paradas totales}} \right) \text{horas}$$

Nota: Obtenido de (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

El MTBS es una medida que combina los efectos de la fiabilidad inherente de la máquina con la eficacia de la organización de administración de mantenimiento para influir en los resultados a base de evitar que los equipos interrumpan su funcionamiento.

Dependiendo de los modelos de máquina, el valor de referencia de una flota nueva de camiones puede ser de 60 a 90 horas. Los valores de referencia que se muestra en el siguiente cuadro representa el mejor rendimiento documentado y sostenible con el paso del tiempo.

**Tabla 3**
*Valores de referencia de MTBS para camiones mecánicos*

MTBS Evaluaciones / Características	797F
Excelente; alto % de inactividad programada; administración de mantenimiento; la organización es muy proactiva.	> 55 horas
Aceptable; la mayor parte del tiempo de inactividad está programada; énfasis importante en la administración de equipos.	45 – 55 horas
Marginal; aproximadamente la mitad de todo el tiempo de inactividad está programado; la disciplina de administración de mantenimiento no está completamente funcional.	35 a 45 horas
Regular; < 40 % del tiempo de inactividad está programada; mínimo de esfuerzo en la administración de equipos.	25 a 35 horas
Deficiente; solo se programan los mantenimientos planeados; la organización de administración de equipos es solo reactiva.	< 25 horas

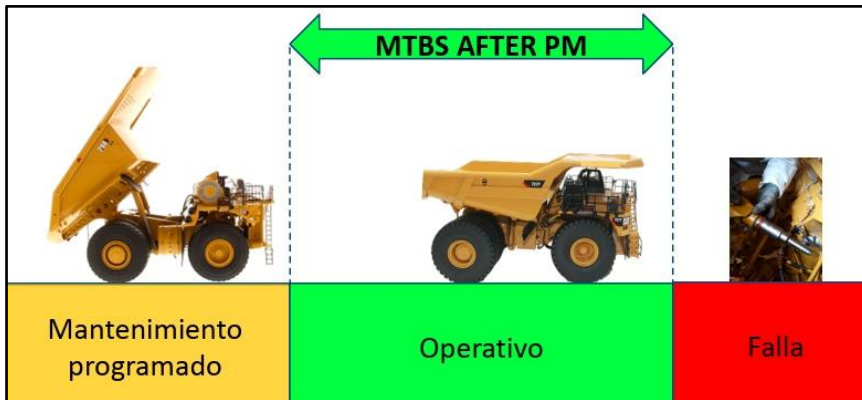
Nota: Obtenido de (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019)

## 2.6 MTBS después del mantenimiento preventivo

Esta medición indica el rendimiento del proceso de mantenimiento preventivo, se evalúa tanto la fiabilidad y disponibilidad del equipo. El MTFS after PM es el tiempo promedio que un equipo funciona sin fallar después de haber completado su mantenimiento preventivo. (Caterpillar, Administración de Equipos de minería (MEM), 2019). El gráfico a continuación muestra las horas de operación del camión, desde el mantenimiento programado, hasta que presenta una falla.

### Ilustración 1

*MTBS después del mantenimiento preventivo*



Nota: Fuente propia

Después de realizar un servicio de mantenimiento preventivo, se calculan las horas de funcionamiento promedio hasta la primera parada de los equipos, este indicador nos da un parámetro válido de calidad y eficacia de mantenimiento realizado. El valor de referencia para camiones de minería es de 105 horas; un objetivo realista es el doble o triple del MTBS general. El seguimiento y las tendencias mensuales de esta medición ofrecen una representación razonable de la calidad y eficacia de PM. Es importante comparar el MTBS after PM con la duración de PM. Debe observarse una correlación positiva y clara entre ambos, ya que cuanto mayor la duración de PM, más largo será el MTBS after PM.

#### 2.7 Camión minero 797F

El camión minero CAT 797F es un equipo minero de acarreo que transporta 363 toneladas métricas (400 ton EE.UU). Es rápido, proporciona una eficiencia de consumo de combustible y ofrece una productividad líder en la industria minera, lo que hace que sea un punto de referencia en cuanto a costos más bajos por tonelada en su clase de tamaño. Acarrea más en cada carga, cada ciclo y cada jornada de

trabajo. (Caterpillar, Camión minero 797F, 2012)

## **Ilustración 2**

*Camión minero 797F Caterpillar*



Nota: Obtenido de (Caterpillar, Camión minero 797F, 2012)

### **Características del camión 797F:**

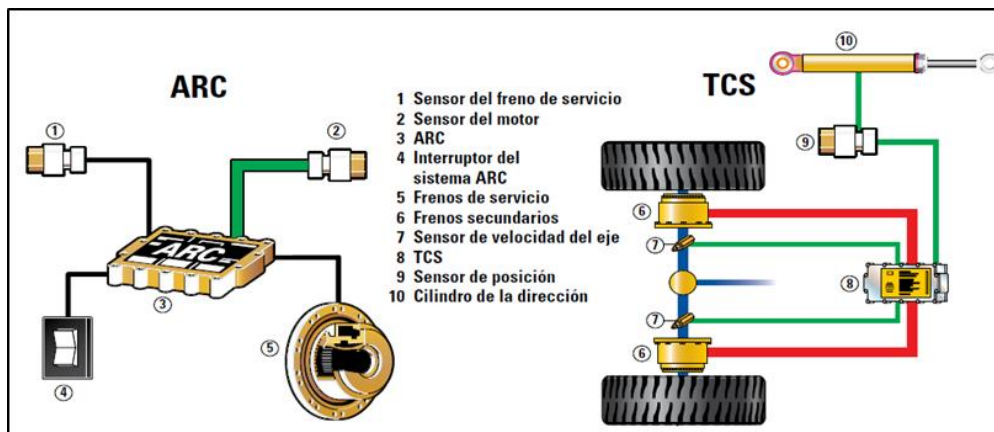
- **Motor:** El motor diésel Cat® C175-20 con posenfriador aire a aire y turbocompresor cuádruple que ha mejorado la capacidad de administración de potencia para máximo rendimiento de acarreo en las aplicaciones de minería más exigentes. El Motor C175-20 tiene un diseño de 20 cilindros.
- **Transmisión:** La servotransmisión planetaria de siete velocidades de Cat se acopla con el motor C175-20 para suministrar potencia constante en una amplia gama de velocidades de operación.
- **Mandos finales:** Los mandos finales Cat funcionan como un solo sistema con la servotransmisión planetaria para aplicar la máxima potencia al

suelo. Fabricados para resistir las fuerzas de par elevado y las cargas de impacto, los mandos finales de reducción doble multiplican el par alto para reducir aún más la tensión del tren de impulsión.

- Sistema de frenado integrado: El sistema de frenos Caterpillar que son refrigerador por aceite proporciona rendimiento fiable y control en los caminos de acarreo en condiciones exigentes. Este sistema integrado relaciona las funciones de retardo, frenos de servicio, secundario y de estacionamiento en el mismo sistema para ofrecer eficiencia de frenado óptima que no consuma combustible durante el retardo.

### Ilustración 3

*Sistema integrado de frenado del camión 797F*



Nota: Obtenido de (Caterpillar, Camión minero 797F, 2012)

- Control automático del retardador hidráulicos (ARC): El sistema de control del retardador automático activado hidráulicamente controla en forma electrónica el retardo en pendientes para un óptimo mantenimiento de las rpm del motor y el rendimiento del sistema de frenado.

- Caja de camión: El bastidor del camión 797F utiliza un diseño de sección en caja, que incorpora 2 secciones forjadas y 14 secciones fundidas en las áreas de alta tensión, con soldaduras continuas, profundas y envolventes para soportar los daños por cargas de torsión sin necesidad de añadir peso adicional.
- Estación del operador: Cuenta con un diseño ergonómico que minimiza la fatiga del operador y maximiza la productividad, esta nueva estación del operador de la Serie F de camiones está diseñada ergonómicamente para lograr un excelente control de la máquina en un ambiente cómodo, productivo y seguro. Los controles están ubicados para uso fácil.

#### **Ilustración 4**

*Estación del operador del camión*



Nota: Obtenido de (Caterpillar, Camión minero 797F, 2012)

#### **2.8 DNC (Diagnóstico de necesidad de capacitación)**

El Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC) es el proceso que orienta la estructuración y desarrollo de planes y programas para el establecimiento

y fortalecimientos de conocimientos, habilidades o actitudes en los participantes de una organización, a fin de contribuir en el logro de los objetivos de la misma.

Para Urgiléz (2022) el plan de capacitación debe actuar planificada y preventiva, brindando soluciones a corto y largo plazo, visualizando necesidades futuras con relación a las nuevas tendencias que puedan implementarse.

## **2.9 Capacitación técnica en maquinaria pesada**

La capacitación técnica en maquinaria pesada es fundamental para el crecimiento de los empleados y de la empresa misma. Según Reyes (2024) indica que este proceso mejora las habilidades de los trabajadores, permitiéndoles alcanzar un desempeño óptimo en el desarrollo de sus actividades. La capacitación no solo incrementa la productividad, sino que también contribuye al desarrollo profesional y a la retención del talento dentro de la organización. Si la empresa cuenta con programas específicos de capacitación técnica, las empresas pueden mantenerse competitivas y adaptarse a nuevas tendencias del mercado.

La capacitación técnica es un tipo de capacitación empresarial que se centra en mejorar las competencias técnicas específicas de los empleados. Ejemplos de esto incluyen el uso de software especializado, maquinaria o herramientas que son cruciales para el desempeño en ciertos roles dentro de la compañía. Al implementar un programa de capacitación técnica, las empresas pueden actualizar a sus empleados en las últimas tecnologías y prácticas del mercado laboral, mejorando así su rendimiento y la productividad del equipo de trabajo.

## **2.10 Competencia técnica en maquinaria pesada**

Las competencias técnicas en maquinaria pesada son todas aquellas descripciones de lo que las personas tienen que saber (conocimientos) y tienen que saber hacer (habilidades) para desarrollar sus funciones de manera eficiente según

los estándares y niveles de calidad establecidos por la organización. A su vez, las competencias técnicas pueden ser divididas en específicas o transversales.

En términos de la importancia de las competencias técnicas, Berrocal y otros (2021) indica que se puede observar la necesidad de desplegar estrategias similares para la capacitación y formación permanente del personal en aquellas competencias que son específicas de unas áreas o ámbitos determinados. En este sentido, se intenta identificar y sistematizar aquellas competencias que suponen especialización (esto es, las competencias técnicas) que contienen un conjunto de conocimientos y habilidades que caracterizan la formación requerida y adquirida para desarrollar de forma excelente unas funciones determinadas en un área específica.

## 2.11 Niveles de desempeño

Los niveles de desempeño o logro se clasifican con términos cualitativos que indican el grado de dominio de la competencia técnica.

**Tabla 4**

*Niveles de desempeño de la competencia*

Nivel	Descripción	Desempeño	Alcance de la capacitación
L1	El técnico realiza la actividad técnica con supervisión (se encuentra en proceso de aprendizaje)	Conoce las técnicas y los conceptos básicos de una actividad. Realiza tareas simples por cuenta propia; requiere de orientación en las tareas más complejas.	Proporcionar temas teóricos, temas básicos y algunos temas prácticos.
L2	El técnico realiza actividades de nivel avanzado aplicando los conceptos	Aplica los términos, conceptos y principios relacionados con la actividad. Analiza las aplicaciones y los problemas en	Proporcionar contenido de nivel avanzado, mejores prácticas, pruebas y ajustes. Desarrollo de aplicaciones

	mayormente sin supervisión.	esta área. Realiza tareas conforme a la norma sin necesidad de ayuda.	prácticas.
L3	El técnico realiza todas las actividades del proceso metodológico (evaluar, diagnosticas, dirigir, reparar, proponer soluciones).	Posee amplios conocimientos, habilidades y experiencia. Instruye y evalúa a otras personas en la aplicación de las actividades. Resuelve problemas complejos y se solicita su asesoría de forma habitual.	Proporcionar contenido de nivel experto, que incluya conocimientos en diagnósticos, interpretaciones, solución de problemas complejos y aplicaciones especiales.

Nota: Fuente Desarrollo técnico Ferreyros

## 2.12 Criticidad de la competencia

Es el grado de impacto o importancia que tiene una competencia específica, ya sea un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes.

**Tabla 5**

*Criticidad de la competencia*

<b>CRITICIDAD</b>	<b>IMPACTO EN INDICADORES</b>
Alto	Impacta directamente en el indicador de mantenimiento (prioritario)
Medio	Impacta medianamente en el indicador de mantenimiento.
Bajo	No tiene mucho impacto en el indicador de mantenimiento.

Nota: Fuente Desarrollo técnico Ferreyros

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Parte de mi desarrollo profesional opté por postular al puesto de Instructor Certificador Caterpillar en la empresa Ferreyros S.A., en el área de Desarrollo Técnico, que es parte de la Gerencia de Recursos Humanos. Este proceso tuvo una duración aproximada de 3 meses. Se inició con una entrevista personal, donde se involucraron temas técnicos referentes a maquinaria pesada Caterpillar, así mismo las habilidades blandas adquiridas. Se logró ingresar satisfactoriamente en el mes de mayo del 2022 en la Sucursal Arequipa.

La empresa Ferreyros es la principal comercializadora de bienes de capital y servicios en el Perú, es reconocida entre las 10 empresas con mayor reputación del Perú. La empresa ha recibido diversos reconocimientos de sus firmas representadas por las buenas prácticas, entre ellos el Best Practice Dealer Challenge, organizado por la división de Minería Global de Caterpillar, por ser el distribuidor Caterpillar a nivel mundial con más aportes de mejores prácticas en talleres.

Empresa: FERREYROS S.A

RUC: 20100028698

A continuación, se presentan los valores de la empresa:

- **Integridad:** Trabajamos con honestidad y transparencia, haciéndonos siempre responsables por nuestras acciones.
- **Compromiso:** Reconocemos nuestro rol y trabajamos día a día para generar mayor acceso a oportunidades, contribuir al crecimiento y desarrollo de la región.
- **Respeto:** Celebramos la diversidad y promovemos un trato digno y respetuoso

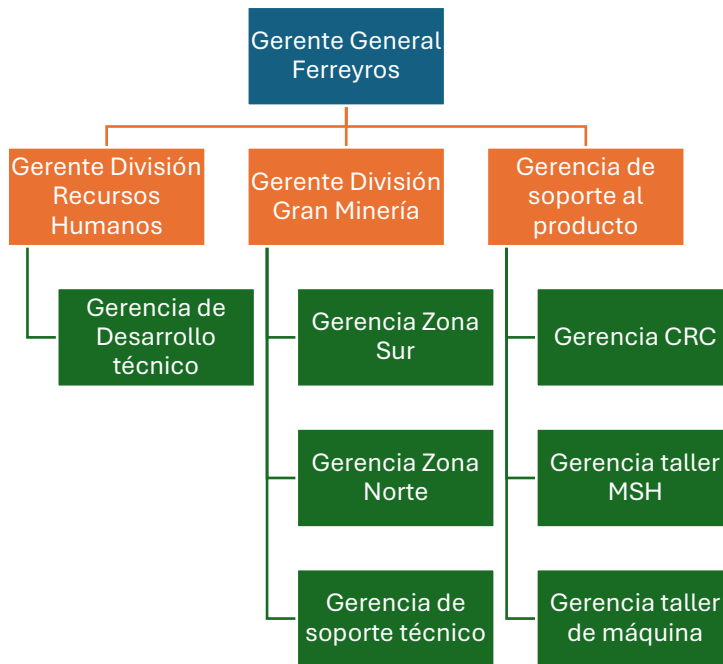
hacia todas las personas.

- Equidad: Cada uno de nuestras interacciones están basadas en un trato justo para todos nuestros stakeholders.

La empresa Ferreyros cuenta con el siguiente organigrama:

### Ilustración 5

Organigrama de la empresa Ferreyros



Nota: Fuente Ferreyros S.A.

Dentro de las funciones asignadas en el área de trabajo, es brindar soporte técnico a personal encargado de realizar el mantenimiento preventivo a los equipos mineros que se encuentran en gran minería. Este soporte se realiza a través de dictado de cursos, dictado de charlas técnicas, evaluaciones de tareas y certificación técnicas de mantenimiento. Así mismo parte de mis funciones involucra adquirir nuevos conocimientos y habilidades con un nivel de complejidad mayor, es por ello que también soy evaluado por certificadores Caterpillar de talla mundial, este

proceso garantiza la calidad de enseñanza que se replicará en las diferentes operaciones mineras que cuenta con personal de Ferreyros. Actualmente cuento con la Acreditación CIAP (Caterpillar Instructor Accreditation Program), que es el proceso que Caterpillar brinda para que los instructores cuenten con una metodología para la instrucción. Ver Anexo 1.

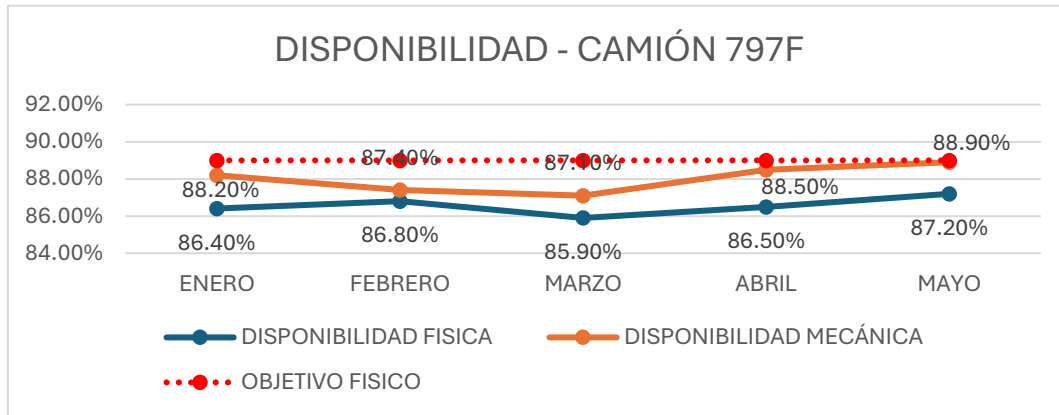
Una de las experiencias adquiridas este año, fue la asignación del personal técnico de la operación minera Antapaccay, que cuenta con una flota de 23 camiones 797F, que se encargan del acarreo del mineral hasta las chancadoras primarias y/o botaderos. Personal de Ferreyros S.A. es el encargado de realizar el mantenimiento de los equipos bajo el contrato MARC.

Para la operación Antapaccay la seguridad es una de los principales valores. Protegen la salud y la seguridad de sus trabajadores, de las comunidades y de otras personas que puedan verse afectadas por sus operaciones. Para ello cuenta con la certificación ISO 45001, norma internacional que especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo.

Una situación a resolver fue la disponibilidad del camión minero 797F que por contrato debe tener una disponibilidad objetiva del 89%, el cual se puede evidenciar en la siguiente ilustración, que durante los 5 primeros meses del presente año 2025 se ha visto afectada directamente por la calidad de mantenimiento, tanto la disponibilidad física y mecánica del camión minero.

**Ilustración 6**

*Disponibilidad del camión mecánico 797F*

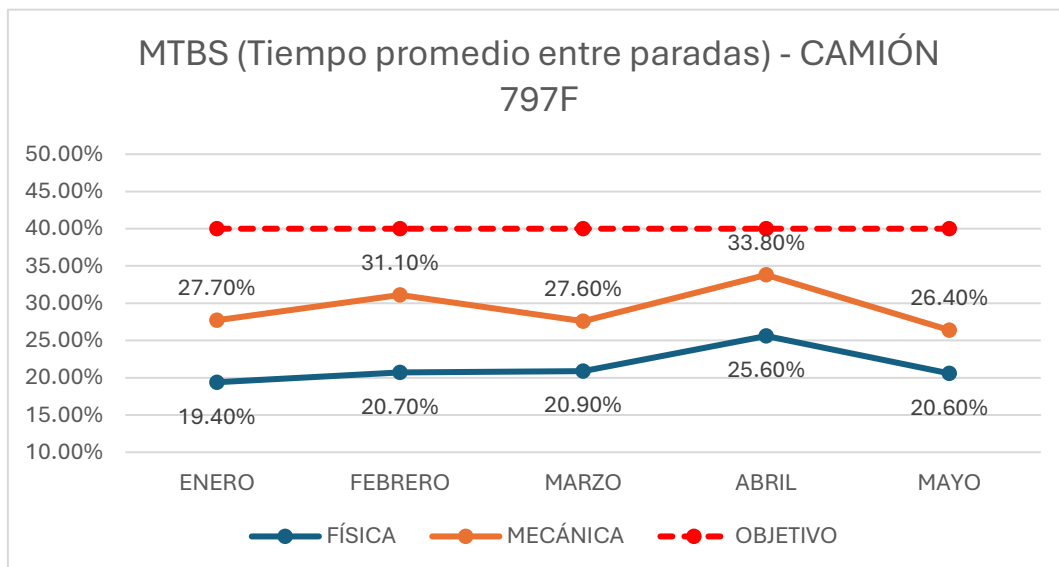


Nota: Fuente Ferreyros S.A.

Así mismo, el indicador de mantenimiento MTBS (Tiempo promedio entre paradas) no superaba las 40 horas hasta que ocurra alguna falla, tener en cuenta que debemos observar el MTBS mecánico, según contrato.

**Ilustración 7**

*Tiempo promedio entre paradas del camión 797F*



Nota: Fuente Ferreyros S.A.

### 3.1 Reporte de fallas recurrentes en los camiones

Parte de la investigación de la problemática presente, se procedió a resumir la frecuencia de las fallas recurrentes en los camiones mineros 797F en los primeros 5 meses del 2025. Se evidencia que el 60% de las fallas recurrentes son relacionados a la evaluación del sistema eléctrico, el cual es el motivo principal de paradas no programadas. Así mismo se identifica que el otro 40% las fallas son relacionadas a inspecciones técnicas, ajustes y procedimiento incorrectos tanto en sistemas de motor como sistemas de máquina.

**Tabla 6**

*Reporte de fallas recurrentes en el camión 797F*

SISTEMA	REPORTE DE FALLA	OBSERVACIONES	FRECUENCIA
ELÉCTRICO	Cambio de inyectores, alta temperatura de escape, Nivel de combustible inoperativo, Equipo se apaga repentinamente, dificultad en levante de la tolva, deslizamiento de transmisión.	Inspección de conectores, inspección de harness, evaluación de resistencia y voltaje. Uso del multímetro.	60%
SISTEMAS DE MOTOR	Alta temperatura de escape, no se realiza la prelubricación, fuga de combustible por filtros primarios, fuga de combustible por cabezal de filtros, baja presión de aceite de motor, pérdida de potencia del motor.	Inspección de mangueras, ajuste incorrecto de filtros, ajuste incorrecto de pernos, montaje incorrecto de screen de motor, filtros de aire obstruidos.	25%
SISTEMAS HIDRÁULICOS	Fuga de aceite hidráulico, fugas en mangueras de frenos, alta presión de bomba de dirección, bajo nivel de aceite de dirección	Inspección de mangueras, nivelación incorrecta del aceite hidráulico, contaminación del aceite	10%

		hidráulico.	
OTROS	Fuga de aceite de suspensiones, Fisuras en barandas y plataformas, baja presión de neumáticos, Lubricación de barras links, etc.	Recarga de suspensiones incorrecta, inspección de componentes incompleta, etc.	5%

Nota: Fuente Ferreyros S.A.

### 3.2 Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC)

Se procedió a realizar un diagnóstico de Necesidades de Capacitación, a partir de la entrevista con la jefatura de Ferreyros en la Operación Antapaccay, se orientó a la estructuración de un programa especializado que se brindará a personal técnico que realiza el mantenimiento preventivo al camión 797F. La siguiente tabla muestra la cuantificación del impacto de los problemas en la operación, así mismo cuál es la situación deseada de cada aspecto.

**Tabla 7**

*Análisis de la situación deseada de cada aspecto clave*

<b>¿Cómo está afectando estos problemas en la operación?</b>	<b>Cuantificación del impacto</b>	<b>¿Cuál es la situación deseada?</b>
Desde el mes de enero se tiene una disponibilidad contractual por debajo del 90 % (mes de marzo 86%).	< 90 % de la disponibilidad en la flota de camiones	La disponibilidad contractual este por encima del 90%.
El personal técnico tiene demoras con los trabajos de búsqueda de información en el SIS y en el uso de la herramienta ET.	Solo el 10% del personal técnico interactúa con las herramientas Caterpillar.	Tener un 70% del personal técnico capacitado en el uso de herramientas Caterpillar ET y SIS.
Los trabajos de reparación del	MTBS after	El personal técnico debe tener las

<p>sistema eléctrico no se realizan con calidad, se tienen que rehacer los trabajos.</p>	<p>PM &lt; 40 horas</p>	<p>competencias para realizar las evaluaciones y reparaciones del sistema eléctrico, para superar un MTBS after PM mayor a 40 horas.</p>
<p>Los trabajos de mantenimiento preventivo no se ejecutan con calidad.</p>	<p>MTBS after PM &lt; 40 horas</p>	<p>Ser efectivos (calidad y tiempo) en la realización del mantenimiento preventivo, las inspecciones técnicas y las evaluaciones de rendimiento, para superar un MTBS after PM mayor a 40 horas.</p>

Nota: Fuente Ferreyros S.A.

Posteriormente se procedió a analizar la causa raíz de cada aspecto clave expresado por el cliente.

**Tabla 8**

Análisis de la causa raíz de los problemas expuestos

Aspectos claves de los problemas expuestos por el cliente	Análisis de la causa raíz	
	¿Qué sucedió?	Capacitación
<b>No conocen el manejo de la herramienta informática Caterpillar SIS WEB.</b>	Demoras en búsqueda de información relevante durante los trabajos (Búsqueda de número de parte, pruebas y ajustes, especificaciones.)	Capacitación en la herramienta SIS WEB.
<b>No conocen el manejo de la herramienta Caterpillar ET (Electronic Technician).</b>	No hay interacción con la herramienta ET, solo personal eléctrico.	Capacitación en manejo de la herramienta ET para personal mecánico.
<b>No conocen los procedimientos correctos de mantenimiento del camión 797F.</b>	No realiza los procedimientos de mantenimiento correctamente.	Capacitación en la hoja de ruta y los procedimientos del mantenimiento preventivo.
<b>No hay orden y limpieza durante el desarrollo del mantenimiento preventivo.</b>	Hay paradas no programadas debido a la contaminación durante el mantenimiento, se verifica en los muestreos de fluidos.	Capacitación en Control de Contaminación durante el mantenimiento preventivo.
<b>Falta de conocimiento en inspecciones técnicas.</b>	Hay paradas no programadas debido a inspecciones técnicas, tanto mecánicas como eléctricas.	Capacitación en inspección técnica, calibración de válvulas, inspección de filtros e inspección del sistema eléctrico.
<b>No se realiza una evaluación correcta del camión 797F luego del PM.</b>	Hay paradas no programadas debido a la verificación del equipo, posterior al mantenimiento.	Capacitación en sistemas del camión 797F y sistemas del motor C175.

Nota: Fuente Ferreyros S.A.

Luego se procedió a relacionar los temas de capacitación, de acuerdo a la brecha encontrada en el análisis de causa raíz. Dichos temas de entrenamiento se basan en alcanzar competencias técnicas que debe tener el personal técnico.

**Tabla 9**
*Asociación de brecha de capacitación con un tema de entrenamiento*

Brecha encontrada producto del análisis	Curso técnico	Competencia técnica	Temas de capacitación para mitigar la brecha
El personal técnico tiene poca experiencia con el camión 797F en las actividades de mantenimiento.	Mantenimiento preventivo e inspecciones técnicas del camión 797F	Realizar el mantenimiento preventivo del camión minero 797F.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección general y lavado del equipo.</li> <li>• Reconocimiento de componentes del camión y de los controles del operador.</li> <li>• Inspección mecánica y eléctrica.</li> <li>• Muestreo de fluidos y corte de filtros.</li> <li>• Hoja de ruta del mantenimiento preventivo.</li> </ul>
El personal no tiene competencias técnicas para realizar evaluaciones de los sistemas del camión 797F.	Sistemas del camión 797F	Explicar las pruebas de rendimiento del camión 797F.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test de transmisión y convertidor.</li> <li>• Pruebas de rendimiento del sistema de frenos, levante, eje posterior y dirección.</li> </ul>
No se aplica correctamente las actividades básicas de control de contaminación.	Control de contaminación	Mantener el orden y limpieza en los talleres utilizando las herramientas necesarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios básicos de control de contaminación.</li> <li>• Norma ISO 4406.</li> <li>• Herramientas de control de contaminación en talleres y campo.</li> </ul>
No se realiza con calidad las pruebas de	Pruebas y ajustes	Realizar las pruebas de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas del sistema de lubricación, refrigeración,</li> </ul>

rendimiento del motor C175.	críticos del motor C175.	rendimiento y ajustes críticos del motor C175	combustible, admisión y escape. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración y recesión de válvulas.</li> </ul>
La mayoría del personal técnico no interactúa con la herramienta informática Caterpillar SIS WEB.	Uso de la herramienta informática Caterpillar SIS WEB	Realizar la búsqueda de procedimientos de trabajo, especificaciones de ajuste e identificación de piezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la información por número de serie y prefijo.</li> <li>• Reconocer la ruta de operación de sistemas, pruebas y ajustes, troubleshooting e identificación de piezas.</li> </ul>
La mayoría del personal técnico no utiliza la herramienta de servicio y diagnóstico ET.	Uso de la herramienta Caterpillar ET (Electronic Technician).	Realizar las calibraciones e interpretación de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento de conexión del ET.</li> <li>• Descarga de informes de producto.</li> <li>• Creación de datalogger e interpretación de resultados.</li> <li>• Calibraciones del camión 797F.</li> </ul>
El personal tiene poca experiencia con las inspecciones técnicas del sistema eléctrico	Inspecciones técnicas del sistema eléctrico	Realizar la inspección y reparación del sistema de 24V.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación del plano eléctrico.</li> <li>• Identificación de componentes eléctricos del camión.</li> <li>• Inspecciones del sistema eléctrico.</li> <li>• Reparación de harness.</li> </ul>

Nota: Fuente Ferreyros S.A.

Por último, se procedió a generar una matriz de competencias técnicas, donde se le asignó un nivel y criticidad de competencia a desarrollar.

**Tabla 10**

*Matriz de criticidad de las competencias técnicas*

Competencia técnica	Nivel de competencia	Criticidad
Realizar el mantenimiento preventivo del camión minero 797F.	L2	ALTO
Explicar las pruebas de rendimiento del camión 797F.	L2	ALTO
Mantener el orden y limpieza en los talleres utilizando las herramientas necesarias.	L3	ALTO
Realizar las pruebas de rendimiento y ajustes críticos del motor C175	L1	MEDIO
Realizar la búsqueda de procedimientos de trabajo, especificaciones de ajuste e identificación de piezas usando la herramienta informática SIS.	L3	MEDIO
Realizar las calibraciones e interpretación de resultados usando la herramienta de diagnóstico ET.	L2	BAJO
Realizar la inspección y reparación del sistema de 24V.	L2	ALTO

Nota: Fuente Propia

### 3.3 Planificación del programa especializado

De acuerdo al diagnóstico realizado (DNC) se implementó un programa de capacitación especializado de mantenimiento preventivo del camión minero 797F, aplicado a la operación Antapaccay – Gran Minería. Este programa estuvo dirigido a 12 técnicos líderes de la operación, se aplicó la metodología de cascada, para replicar a todos los técnicos de la operación. Este proceso tuvo una duración de 4

meses.

### Objetivos del programa especializado:

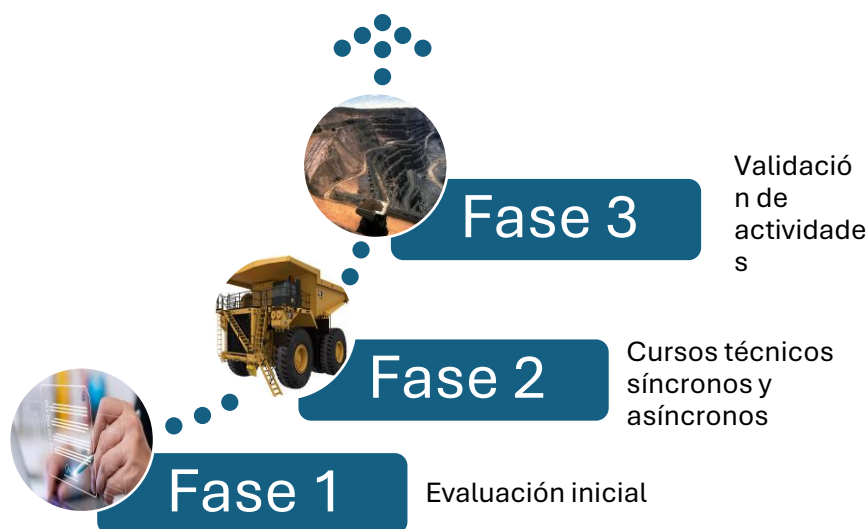
- Desarrollar competencias técnicas, enfocadas en realizar trabajos de mantenimiento en el camión 797F.
- Contribuir en alcanzar un MTBS después del PM mayor a 40 horas y una disponibilidad contractual mayor a 90%.

Este programa se realizó en 6 fases, comenzando desde una evaluación inicial al personal técnico. Posteriormente se brindó los cursos técnicos enfocado en las competencias técnicas a lograr de acuerdo a nuestro análisis de causa raíz. Por último, se realizó una validación de actividades en la operación minera Antapaccay, evidenciando el logro de las competencias adquiridas.

La validación de actividades se realizó a cargo del certificador especializado en el camión minero 797F, junto con la aprobación de la jefatura correspondiente.

### Ilustración 8

*Fases del programa especializado 797F*



Nota: Fuente Propia

### 3.4 Desarrollo del programa especializado

#### 3.4.1 Fase 1: Evaluación inicial

Esta fase se realizó bajo una evaluación tipo entrevista del personal asignado, donde se realizaron preguntas sobre los procedimientos de mantenimiento que aplican diariamente en la operación minera, tomando en cuenta los criterios de seguridad y control de contaminación durante las actividades. La evaluación tuvo una valoración de 0 a 100%.

**Tabla 11**

*Resultados de la evaluación inicial*

TEMA	COMPETENCIA TÉCNICA	RESULTADO
Fluidos	El técnico debe indicar los tipos de fluidos, explicar la función SAE, API, interpretación código de limpieza	25%
Filtros	El técnico debe identificar los tipos de filtros según el sistema, especificación de micraje y clasificación según diseño.	36%
Cambio de filtros	El técnico debe explicar el procedimiento de cambio de filtro según el sistema.	32%
Muestreo de aceite	El técnico debe explicar el procedimiento según tipo de muestreo.	48%
Componentes del Mantenimiento Preventivo	El técnico debe identificar los componentes que se realizan trabajos durante el mantenimiento preventivo, tales como: Filtros, rejillas, taponos, respiraderos, acumuladores, etc.	52%
Pruebas operacionales	El técnico debe explicar los procedimientos de las pruebas de rendimiento del sistema de frenos, levante, dirección y calado.	24%

Nota: Fuente Propia

### 3.4.2 Fase 2: Cursos técnicos

Esta segunda etapa tuvo una duración de 3 meses, donde se brindaron los cursos técnicos específicos, de acuerdo al DNC realizado previamente. Este plan de capacitación tuvo un total de 72 horas de entrenamiento técnico.

**Tabla 12**

*Horas de capacitación del programa especializado*

CURSO TÉCNICO	HORAS DE CAPACITACIÓN
Mantenimiento preventivo e inspecciones técnicas del camión 797F	16 horas
Sistemas del camión 797F	12 horas
Control de contaminación	4 horas
Pruebas y ajustes críticos del motor C175	16 horas
Uso de la herramienta informática Caterpillar SIS WEB	4 horas
Uso de la herramienta Caterpillar ET (Electronic Technician)	4 horas
Inspecciones técnicas del sistema eléctrico	16 horas

Nota: Fuente propia.

### 3.4.3 Fase 3: Validación de actividades

En esta etapa se realizó in situ en la operación minera, donde cada personal técnico tuvo que demostrar las competencias técnicas adquiridas durante el entrenamiento, así mismo realizar el seguimiento de los indicadores de mantenimiento, el cual refleja la calidad del mantenimiento realizado. Se entregó certificados, en conjunto con la jefatura de la operación Antapaccay.

### 3.5 Medidas de seguridad durante el mantenimiento preventivo

Es importante destacar los procedimientos de seguridad aplicados durante el desarrollo de las actividades del mantenimiento preventivo del camión 797F, estos procedimientos son basados en los PETS (procedimiento escrito de trabajo seguro) que cumple Ferreyros dentro de la operación Antapaccay.

**Protocolos de fatalidad de alto riesgo asociados:** Aislamiento de energía, trabajo en altura y uso de herramientas rotativas.

**Personal responsable:** Supervisor de Mantenimiento, Técnico mecánico, Técnico eléctrico, Especialista de camiones, Personal de planeamiento, Jefe de planeamiento, Ingeniero de seguridad, salud y medio ambiente.

**Equipos de protección personal:**

- Casco ANSI/ISEA Z89.1-2009
- Lentes de seguridad ANSI Z87
- Zapatos de seguridad de caña media
- Mameluco denim S/N
- Chaleco de seguridad ANSI/ISEA 107-1999
- Protector de oídos / orejeras EN352-3
- Guante anticorte kevlar / nitrilo nivel 4 Norma Europea EN388 D2-D3
- Mascarilla N95

**Consideraciones generales / restricciones:**

**Está prohibido:**

- Operación de equipos sin autorización
- Utilizar elementos de izaje deteriorados.
- Realizar movimientos sin tocar claxon.
- Ingreso de personal no autorizado.

- Colocarse en la línea de fuego.
- Realizar trabajos en paralelo a distinto nivel.

**Es obligatorio:**

- Aislar y bloquear la máquina antes de iniciar el trabajo.
- Haber recibido y aprobado el curso de aislamiento y bloqueo.
- Realizar el trabajo una vez llenado el IPERC continuo – ATS y este con las firmas respectivas.
- Chequeo de equipos y/o herramientas.
- Realizar el permiso con exposición a energías con las firmas respectivas.

Las medidas de seguridad implementadas están basadas en la referencia legal DS 024-2016 EM y su modificatoria DS 023-2017. Los capítulos aplicados se encuentran en el Anexo 2.

Los procedimientos escritos de trabajo durante la realización del mantenimiento preventivo del camión minero 797F se encuentran en el Anexo 3.

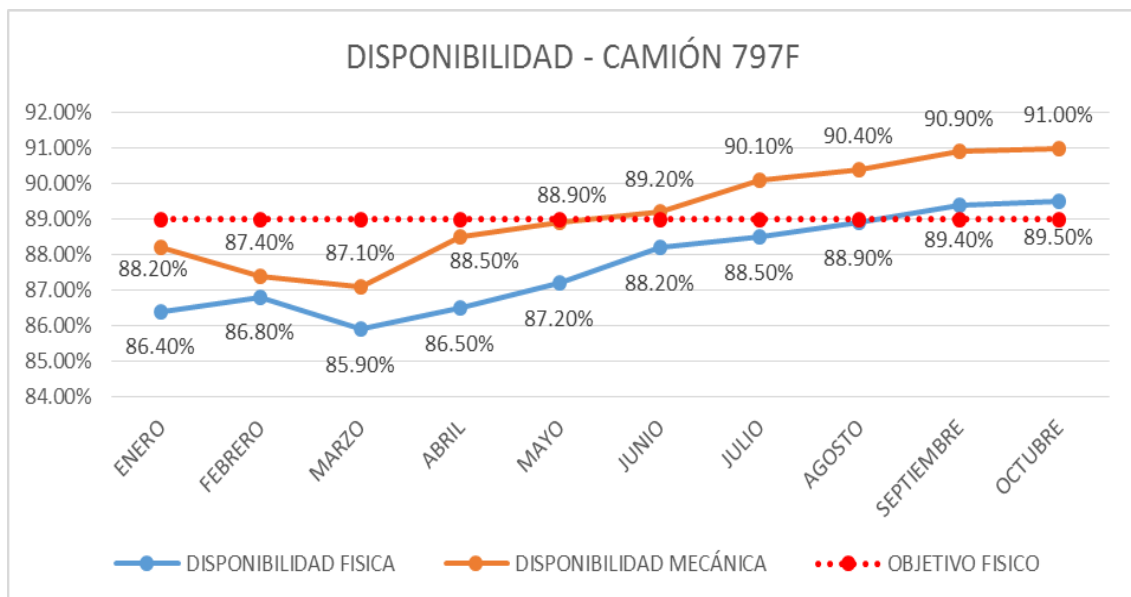
### CAPÍTULO IV. RESULTADOS

A continuación, se muestra el impacto de la capacitación técnica en los indicadores de mantenimiento en la flota de camiones 797F, en un periodo de 6 meses de capacitación a partir del mes de mayo. Los resultados se muestran hasta el mes de octubre del año 2025.

El primer indicador de mantenimiento como objetivo de este estudio, es la disponibilidad mecánica. Se observa que en el mes de marzo tuvo un 87.1%, fue el más bajo del año. Sin embargo, a partir del mes de mayo, se ve un aumento progresivo, logrando aumentar hasta en un 3% en el mes de julio. Esta disponibilidad mecánica actual supera con creces el objetivo planteado en un principio. En la siguiente imagen se muestra el impacto directo en el indicador mencionado, mostrando una tendencia positiva para posteriores meses.

#### Ilustración 9

Disponibilidad actual del camión 797F

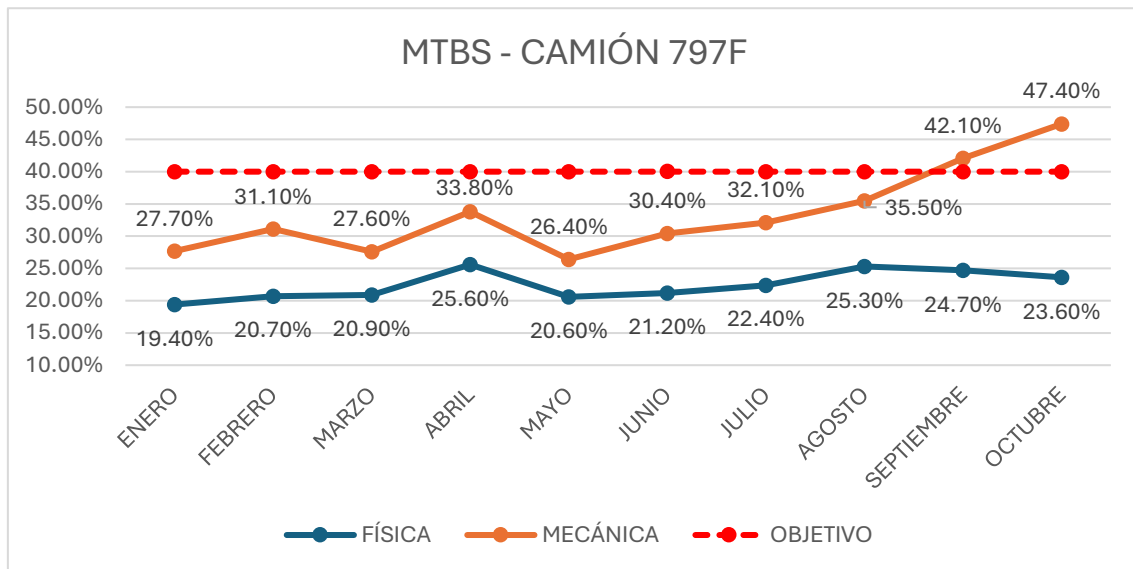


Nota: Fuente Ferreyros S.A.

Así mismo, como segundo objetivo, el impacto en el indicador del MTBS posterior a un mantenimiento preventivo logró su objetivo de superar las 40 horas en el mes de septiembre y octubre, el cual muestra el aumento de las competencias técnicas del personal asignado al mantenimiento preventivo.

**Ilustración 10**

*Tiempo promedio entre paradas actual del camión 797F*



Nota: Fuente Ferreyros S.A.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

A lo largo de mi experiencia profesional, he podido comprobar el impacto que tiene la capacitación técnica respecto a los indicadores de mantenimiento de los equipos mineros, dentro de los cuales se crean programas especializados específicos, donde se abarcan temas prácticos y teóricos, que favorecen al desarrollo profesional y personal de los involucrados. Todo ello reduce drásticamente los reportes de paradas no programadas de los equipos mineros, y sobre todo los reportes de incidentes y accidentes, manteniendo una cultura de seguridad.

### **Recomendaciones**

Se recomienda continuar con la investigación de nuevas metodologías de entrenamiento técnico, el cuál optimizará los indicadores de mantenimiento de los equipos mineros.

Así mismo se recomienda, aplicar las lecciones aprendidas en esta investigación, permitiendo aumentar los conocimientos técnicos y cerrar aún más las brechas que se irán encontrando en el camino.

## REFERENCIAS

- Aldana, C. (2019). *Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la*. [Tesis de Maestría, Universidad del Callao] Repositorio Insitucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12952/4374> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)
- Berrocal, F., Ramirez, R., & Alonso, M. (2021). La elaboración de modelos de competencias técnicas y su aplicación en la detección de necesidades formativas. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*. Instituto Nacional de Administración Pública, España. (Consultado el 25 de noviembre del 2025)
- Caterpillar. (2012). Camión minero 797F. *CAT*, 1-22 (Consultado el 25 de noviembre de 2025)
- Caterpillar. (2019). Administración de Equipos de minería (MEM). *CAT*, 5-50. (Consultado el 25 de noviembre de 2025)
- Ferreyros. (01 de 12 de 2019). Obtenido de <https://www.ferreyros.com.pe/nosotros/acerca-de-ferreyros/> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)
- García, S., & Muñoz, A. (2019). *Análisis de Metodologías del Mantenimiento*. [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte] Repositorio Institucional UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/23030> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)
- Pachao, J. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo programado para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones 797F en el proyecto operaciones Mina Toquepala de la empresa Ferreyros S. A.* [Tesis de Titulación, Universidad Continental] Repositorio Institucional Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12418> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)
- Quetama, E. (2023). *Implementación de un proceso de capacitación para la Gestión Eficiente del Mantenimiento de la flota vehicular de Coordinadora Mercantil SA 2023*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica de Pereira] Repositorio

Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11059/15461> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)

Reyes, I. C. (18 de agosto de 2024). *CognosOnline*. Consultado el 25 de noviembre de 2025, de <https://cognosonline.com/que-es-capacitacion-laboral/> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)

Ruiz, R. (2020). *Impacto de la capacitación laboral en el conocimiento corporativo del Hospital Regional Virgen de Fátima de la provincia de Chachapoyas, Región Amazonas - 2019*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas] Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2145> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)

SafetyCulture. (30 de mayo de 2025). Consultado el 25 de noviembre de 2025, de <https://safetyculture.com/es/temas/gestion-del-mantenimiento>

SafetyCulture. (04 de septiembre de 2025). Consultado el 25 de noviembre de 2025, de <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-preventivo>

Urgiléz, T. E. (2022). *Diagnóstico de necesidades y plan de capacitación para el personal operativo del hospital del Río*. [Tesis de licenciatura, Universidad del Azuay, Repositorio institucional]. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12336> (Consultado el 25 de noviembre del 2025)

ANEXOS

ANEXO N°1: Certificado de Acreditación CIAP



**ANEXO N°2:** Referencia Legal: DS 024-2016 EM y modificatoria DS 023-2017

TÍTULO TERCERO: SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD  
OCUPACIONAL

- CAPÍTULO VII: Capacitación
- CAPÍTULO VIII: Equipo de protección personal (EPP)
- CAPÍTULO X: Estándares y procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS)
- CAPÍTULO XIII: Señalización de áreas de trabajo y código de colores
- CAPÍTULO XIV: Permiso escrito de trabajo de alto riesgo
- CAPÍTULO XV: Sistemas de comunicación
- CAPÍTULO XVI: Inspecciones, auditorias y controles

TÍTULO QUINTO: GESTIÓN DE SERVICIOS Y ACTIVIDADES CONEXAS

- CAPÍTULO V: Maquinaria, equipos y herramientas
- CAPÍTULO VII: Almacenamiento y manipuleo de materiales
- CAPÍTULO VIII: Orden y limpieza
- CAPÍTULO IX: Manejo de residuos

**ANEXO N°3:** Procedimiento escrito de trabajo seguro del mantenimiento preventivo del camión 797F. PETS N ° 067

ETAPAS DE LA TAREA	RIESGO / ASECTO	PROCEDIMIENTO
<p>1. Toma de muestras de lubricantes, descarga de datos e inspección de equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a superficies calientes</li> <li>• Arranque inesperado</li> <li>• Movimiento inesperado</li> <li>• Aplastamiento.</li> <li>• Equipo energizado</li> <li>• Caídas a diferente nivel.</li> <li>• Iluminación deficiente</li> <li>• Golpes</li> <li>• Exposición a posturas inadecuadas</li> <li>• Atrición de dedos y manos</li> <li>• Potencial Derrames de Hidrocarburos</li> <li>• Atropellos</li> <li>• Exposición a Ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: Guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• Contar con permiso de trabajo con exposición de energía no eléctrica.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• Realizar un bloqueo parcial en la transmisión (control a nivel de suelo), ya que para muestreo de lubricantes el equipo deberá estar arrancado a bajas rpm.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>• Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo gigante y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>• La operación de un equipo gigante sin estar capacitado y autorizado está prohibida.</li> <li>• Tome las siguientes muestras con el equipo arrancado en BAJAS RPM (Muestra de aceite motor, refrigerante, aceite de transmisión, aceite de convertidor, aceite del Sistema hidráulico freno y levante, de aceite del Sistema de Dirección y Fan, aceite de diferencial y mandos finales, aceite de ruedas delanteras, del sistema de combustible.</li> <li>• Realizar descarga de datos et y vims en los puertos de servicio ubicados en la parte de atrás del asiento del operado.</li> <li>• Verificar en advisor por códigos activos y eventos registrados.</li> <li>• Verificar que no exista rozamiento de tubos, mangueras y mazos de cables.</li> <li>• Comprobar que no haya tubos mangueras y mazos de cables asegurados incorrectamente.</li> <li>• Inspeccionar mangueras por re secamiento.</li> <li>• Verificar posibles fugas con linterna en zonas de iluminación deficiente.</li> <li>• Inspeccionar visualmente el estado de todos los componentes principales. Vea si hay pernos flojos, acumulación de basura, fuga de aceite, fuga de refrigerante, piezas rotas o piezas desgastadas.</li> <li>• Verificar sonido anormal de componentes.</li> <li>• Segregar los desechos generados.</li> </ul>
<p>2. Ingreso al área de trabajo, traslado de equipos, materiales y</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Caída de componentes</li> <li>• Aplastamiento</li> <li>• Atrición de dedos y manos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el IERC CONTINUO (Análisis de Seguridad en el trabajo), PERMISO DE TRABAJO EN ALTURA y PERMISIO DE AISLAMIENTO Y BLOQUEO correspondiente al trabajo contemplando seguridad y medio ambiente. Hacer firmar los documentos por supervisores de taller y asesor de seguridad.</li> <li>• Uso de EPP: Guantes anticorte y lentes de seguridad.</li> <li>• Mantener el área de trabajo limpia y ordenada en todo momento.</li> </ul>

<p>herramientas al punto de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobresfuerzo</li> <li>• Potencia derrame de sustancia química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección pre operacional de todas las herramientas, verificar que cuente con la cinta trimestral.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea.</li> <li>• Para el traslado de equipo y/o herramientas pesadas (menores a 100Kg) o de gran tamaño deberán ser trasladadas en la tolva de la camioneta o camión de acuerdo con las dimensiones de los equipos / herramientas.</li> <li>• Prohibido cargar más de 25 Kg por persona; solicitar apoyo para traslado de equipos pesados.</li> <li>• Revisar que toda sustancia química cuente con la rotulación rombo NFPA; contar con las Hojas MSDS.</li> <li>• En caso de riesgo de derrame, se deberá trasladar la sustancia con su respectiva bandeja.</li> <li>• En caso de tormenta eléctrica estar atento al tipo de alerta.</li> <li>• Verificar el estado de los equipos de izaje y revisión de capacidades de carga</li> <li>• Solicitar bolsas de residuos para el acopio en campo.</li> <li>• Política de Suspensión y Derecho a no realizar trabajos inseguros.</li> <li>• Verificación de Listos para trabajar, en caso corresponda se reporta al supervisor inmediato y se toma el plan de acción inmediata.</li> <li>• Cumplimiento de política de Fatiga y Somnolencia.</li> </ul>
<p>3. Recepción de equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arranque inesperado</li> <li>• Movimiento inesperado</li> <li>• Atropellos</li> <li>• Aplastamientos</li> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Golpes</li> <li>• Atrición de dedos y manos</li> <li>• Contacto con objeto cortante / punzante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación del trabajo a realizar con personal asignado a la tarea, mínimo 2 personas para laborar.</li> <li>• Para el caso de equipos energizados se deberá verificar el estado de la batería y/o carga.</li> <li>• Verificar operatividad de puente grúa.</li> <li>• Verificar que todos los repuestos se encuentren en el lugar de trabajo.</li> <li>• El equipo debe estar en una superficie plana.</li> <li>• Para aliviar la presión en el circuito de la dirección, mueva el interruptor de arranque del motor a la posición DESCONECTADA. Esto activará una válvula de solenoide para aliviar la presión de dirección hidráulica de los acumuladores de la dirección.</li> <li>• Deberá contar con los respectivos tranca llantas colocados.</li> <li>• En caso de estar la tolva levantada esta deberá contar con los 02 cables de retención de tolva. No es necesario levantar la tolva para realizar esta tarea</li> <li>• Inspección del área de trabajo, mantener zonas de acceso libres de obstáculos. Delimitar el área de trabajo, para evitar el ingreso de personas ajenas a la labor.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• Esperar 5 minutos antes del bloqueo de la llave general para asegurar el alivio completo de presiones residuales del sistema. Verificar presiones en ADVISOR.</li> <li>• Cumplir con el estándar de Aislamiento y Bloqueo de Antapaccay.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> </ul>

<p>4. Realización de trabajos paralelos por personal de Antapaccay y otras empresas contratistas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a superficies calientes.</li> <li>• Exposición a superficies cortantes</li> <li>• Arranque inesperado</li> <li>• Movimiento inesperado</li> <li>• Atropellos</li> <li>• Inhalación de humo</li> <li>• Equipo energizado</li> <li>• Caídas a diferente nivel.</li> <li>• Exposición a posturas inadecuadas</li> <li>• Atrición de dedos y manos</li> <li>• Exposición a Ruido.</li> <li>• Atrapamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa que ingrese al área deberá contar según aplique con PETAR: Aislamiento y bloqueo, exposición a energía no eléctrica, trabajos con riesgo de incendio y explosiones, Izaje y levantamiento de carga.</li> <li>• En el caso de trabajos críticos NO PROGRAMADOS, se deberá realizar la coordinación con el Líder de mantenimiento de Antapaccay.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>• Todo trabajo crítico realizado en paralelo deberá contar con su procedimiento escrito de trabajos seguro, y se deberá dar cumplimiento a lo establecido en dicho documento, adicional el área deberá estar delimitada barreras duras a las establecidas ya en las bahías. Trabajos en paralelo en la misma Línea vertical están prohibidos.</li> <li>• Todo el personal deberá contar con la capacitación y autorización de acuerdo a los trabajos críticos a realizar.</li> <li>• Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>• A la temperatura de operación, el aceite de diferencial, mandos finales y ruedas delanteras están calientes y bajo presión.</li> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, superficies calientes y/o cortantes, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• Para la realización de pruebas y evaluaciones con contacto abierto se deberá contar con permiso de trabajo con exposición de energía no eléctrica.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• Verifique que el área por donde se va a desplazar se encuentre libre de obstáculos.</li> <li>• Esperar de 5 minutos que el motor este en baja en vacío para apagar la máquina.</li> <li>• Aplicar nuevo ESTANDAR de AISLAMIENTO Y BLOQUEO (TAN-EAR-SEG-001-REG-002) En el equipo tarjeta y candado amarillo, en la caja grupal tarjeta y candado azul. Candado personal de bloqueo color rojo. Se agrega Formulario Permiso de aislamiento y bloqueo.</li> <li>• El supervisor mecánico responsable de la tarea identificará las fuentes de energías, comunicará al personal involucrado del área y coordinará el Bloqueo y etiquetado del equipo con el dueño del área operativa el cual comunica al Personal Autorizado en aislamiento y bloqueo para realizar el bloqueo correspondiente una vez aisladas y bloqueadas las energías se verificará la energía residual en el circuito y disiparlas.</li> <li>• El supervisor mecánico responsable de la tarea verificará los puntos de bloqueo Mecánico (frenos de estacionamientos aplicados), Bloqueo potencial (cuñas en los neumáticos y trabas en las articulaciones), Bloqueo eléctrico (verificar el candado y tarjeta en punto de bloqueo). El supervisor hará una prueba de energía cero con una prueba de arranque del equipo, Luego verificará que todos los técnicos mecánicos coloquen su candado y tarjeta.</li> </ul>
---	--	--

<p>5. Mantenimiento de motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a superficies calientes</li> <li>• Caídas a diferente nivel.</li> <li>• Exposición a posturas inadecuadas.</li> <li>• Atrición de dedos y manos.</li> <li>• Exposición a Ruido</li> <li>• Contacto con sustancias químicas.</li> <li>• Potencial Derrames de Hidrocarburos</li> <li>• Generación de residuos</li> <li>• Exposición a vapores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, superficies calientes y/o cortantes, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• Para la realización de pruebas y evaluaciones con contacto abierto se deberá contar con permiso de trabajo con exposición de energía no eléctrica.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>• Usar lámparas o reflector para mejorar la iluminación.</li> <li>• No permita que aceite o componentes calientes entren en contacto con la piel.</li> <li>• Evite inhalar vapor de aceite caliente.</li> <li>• Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>• Uso de bandejas de contención de derrames y mantas absorbentes.</li> <li>• Segregación de residuos.</li> </ul>
<p>6. Mantenimiento del sistema de levante y frenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Contacto con superficies cortantes</li> <li>• Contacto con superficie caliente</li> <li>• Caídas a nivel y desnivel</li> <li>• Resbalones, Caídas</li> <li>• Generación de residuos</li> <li>• Ingreso partículas / sustancias a ojos</li> <li>• Exposición a Ruido.</li> <li>• Contacto directo o indirecto de energías residuales mecánicas y/o hidráulicas</li> <li>• Contacto con aceites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• A la temperatura de operación el aceite del sistema hidráulico y filtros están calientes.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>• No permita que aceite o componentes calientes entren en contacto con la piel.</li> <li>• Evite inhalar vapor de aceite caliente.</li> <li>• Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>• Uso de bandejas de contención de derrames y mantas absorbentes.</li> <li>• Segregación de residuos.</li> </ul>
<p>7. Mantenimiento del sistema de</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Contacto con superficies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> </ul>

transmisión y convertidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cortantes</li> <li>• Contacto con superficie caliente</li> <li>• Caídas a nivel y desnivel</li> <li>• Resbalones, Caídas</li> <li>• Generación de residuos</li> <li>• Ingreso partículas / sustancias a ojos</li> <li>• Exposición a Ruido.</li> <li>• Contacto directo o indirecto de energías residuales mecánicas y/o hidráulicas</li> <li>• Contacto con aceites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• A la temperatura de operación el aceite la transmisión, filtros y aceite del convertidor están calientes.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>• No permita que aceite o componentes calientes entren en contacto con la piel.</li> <li>• Evite inhalar vapor de aceite caliente.</li> <li>• Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>• Uso de bandejas de contención de derrames y mantas absorbentes.</li> <li>• Segregación de residuos.</li> </ul>
8. Mantenimiento de ruedas delanteras y posterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Contacto con superficies cortantes</li> <li>• Contacto con superficie caliente</li> <li>• Caídas a nivel y desnivel</li> <li>• Resbalones, Caídas</li> <li>• Generación de residuos</li> <li>• Ingreso partículas / sustancias a ojos</li> <li>• Exposición a Ruido.</li> <li>• Contacto directo o indirecto de energías residuales mecánicas y/o hidráulicas</li> <li>• Contacto con aceites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• A la temperatura de operación las ruedas delanteras, filtros y aceite del eje posterior están calientes.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>• Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>• No permita que aceite o componentes calientes entren en contacto con la piel.</li> <li>• Evite inhalar vapor de aceite caliente.</li> <li>• Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>• Uso de bandejas de contención de derrames y mantas absorbentes.</li> <li>• Segregación de residuos.</li> </ul>
9. Mantenimiento de dirección y fan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Contacto con superficies cortantes</li> <li>• Contacto con superficie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• A la temperatura de operación el aceite de dirección, fan y filtros están calientes.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>caliente</li> <li>Caídas a nivel y desnivel</li> <li>Resbalones, Caídas</li> <li>Generación de residuos</li> <li>Ingreso partículas / sustancias a ojos</li> <li>Exposición a Ruido.</li> <li>Contacto directo o indirecto de energías residuales mecánicas y/o hidráulicas</li> <li>Contacto con aceites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>No permita que aceite o componentes calientes entren en contacto con la piel.</li> <li>Evite inhalar vapor de aceite caliente.</li> <li>Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>Uso de bandejas de contención de derrames y mantas absorbentes.</li> <li>Segregación de residuos.</li> </ul>
10. Mantenimiento del sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Golpes</li> <li>Contacto con superficies cortantes</li> <li>Contacto con superficie caliente</li> <li>Caídas a nivel y desnivel</li> <li>Generación de residuos</li> <li>Ingreso partículas / sustancias a ojos</li> <li>Exposición a Ruido.</li> <li>Contacto directo o indirecto de energías residuales eléctricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>A la temperatura de operación el aceite de dirección, fan y filtros están calientes.</li> <li>Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>Comunicación / coordinación con el personal involucrado en el trabajo.</li> <li>No permita que aceite o componentes calientes entren en contacto con la piel.</li> <li>Desconocer cómo funcionan los sistemas del equipo minero y operarlos, podría causar daños personales, materiales y/o muertes.</li> <li>Inspeccione/Reemplace faja del Alternador.</li> <li>Inspeccione/Reemplace faja del Aire Acondicionado.</li> <li>Inspeccione/Reemplace Faros de Trabajo.</li> <li>Inspeccione/Reemplace Alarma de Retroceso.</li> <li>Inspeccione/Reemplace Luces direccionales.</li> <li>Inspeccione/remplace conectores con seguros vencidos.</li> <li>Inspeccione/remplace cableado por aplastamiento, rozamiento y sulfatamiento de pines.</li> <li>Asegure los mazos de cables sueltos.</li> <li>Segregación de residuos.</li> </ul>
11. Llenado de fluidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contacto con sustancias Químicas</li> <li>Exposición a vapor álcali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deberá desbloquear el equipo para arrancar y realizar la nivelación de aceite del equipo.</li> <li>Se deberá contar con PERMISO DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN DE ENERGÍA NO ELECTRICA.</li> <li>Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caída a diferente nivel</li> <li>• Contacto con superficies cortantes</li> <li>• Potencial derrames de aceite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• overol de trabajo.</li> <li>• Identifique los puntos de atrición y/o atrapamiento, no se exponga a la línea de fuego.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• No exponer partes del cuerpo a superficies cortantes.</li> <li>• No permita que el aceite entre en contacto con la piel.</li> <li>• Se deberá realizar bloqueo parcial de equipo en transmisión para asegurar posibles movimientos repentinos.</li> <li>• Utilice escalera de 3 a 4 peldaños.</li> <li>• Llene el aceite de motor, la capacidad de aceite del motor es de 417 litros (110,2 galones).</li> <li>• Llene el aceite del tanque de dirección, la capacidad de aceite de dirección y fan es de 360 litros.</li> <li>• Llene el aceite del convertidor de torque y de la transmisión, la capacidad de aceite del sistema de transmisión y convertidor es de 629 lts (166,2 galones).</li> <li>• Llene el aceite del sistema diferencial, mando final y ruedas delanteras, la capacidad de aceite del sistema de diferencial y mando final es de 1543 lts. (407,6 galones). La capacidad de aceite de ruedas delanteras es de 66 lts .17 galones cada uno</li> <li>• Llene el refrigerante.</li> <li>• Verifique el nivel después de haber arrancado el equipo mínimo por 10 minutos a bajas rpm. El nivel de aceite se deberá mantener en el rango verde.</li> <li>• Verifique que no existan fugas aceite, en caso de derrames comunique y proceda a contener con bandejas</li> </ul>
<p>12. Pruebas operacionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con superficie Caliente</li> <li>• Exposición a vapor álcali</li> <li>• Caídas al mismo nivel.</li> <li>• Caída a diferente nivel</li> <li>• Contacto con superficies cortantes.</li> <li>• Choque de unidad móvil.</li> <li>• Atropellos</li> <li>• Aplastamiento</li> <li>• Ruido</li> <li>• Amago de incendio</li> <li>• Emisión de gases de combustión</li> <li>• Resbalones, Caídas</li> <li>• Ingreso de partículas /</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• La operación de equipo pesado sin capacitación y sin autorización está prohibido.</li> <li>• Daño personal o la muerte se puede resultar si la maquina se mueve repentinamente.</li> <li>• Se deberá contar con PERMISO DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN DE ENERGÍA NO ELECTRICA.</li> <li>• Comunicación adecuada con el operador de equipo.</li> <li>• Durante el comisionado de motor no debe haber ningún personal debajo del camión o cercanías de camión.</li> <li>• Se deberá realizar bloqueo parcial de equipo en transmisión para asegurar posibles movimientos repentinos.</li> <li>• Instalar tranca llantas en ambos lados de la rueda 1 y delimitar área de trabajo para evitar ingreso de personal ajeno al área.</li> <li>• Realizar las pruebas operacionales de equipo.</li> <li>• El recorrido a efectuar será en las inmediaciones de los talleres hasta alcanzar la temperatura de operación.</li> <li>• Personal de mantenimiento realizara una inspección general de la máquina para descartar posibles fugas o desperfectos.</li> <li>• Una vez el equipo este a temperatura de operación se deberá inspeccionar por fugas de lubricantes.</li> </ul>

	sustancias a ojos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez terminadas las pruebas operacionales, el equipo es entregado al Supervisor de Mantenimiento Antapaccay.</li> <li>• Esperar 5 minutos en baja en vacío el motor antes de apagar la máquina.</li> <li>• Informar al Líder de Mantenimiento que el equipo se encuentra operativo.</li> </ul>
13. Retiro del camión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo en movimiento</li> <li>• Atropellos</li> <li>• Caídas al mismo nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de EPP: guantes de nitrilo y/o guantes anti corte; lentes de seguridad, casco de seguridad con barbiquejo, overol de trabajo.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza el área de trabajo en todo momento.</li> <li>• Al retirar el camión de bahías deberá contar con cuatro vigías, con su respectiva paleta de pare-siga.</li> <li>• Comunicación ida y vuelta con operador para realizar maniobra.</li> <li>• Coordine con los compañeros involucrados y con el operador.</li> <li>• Los vigías se deberán colocar en cada extremo del camión, cuatro puntos, no colocarse en puntos ciegos.</li> <li>• Retire todas las herramientas y materiales sobrantes, así como las piezas cambiadas.</li> <li>• Devuelva todas herramientas que se hayan utilizado, los materiales sobrantes deberán ser reubicados o desechados, así como las piezas cambiadas.</li> <li>• Realice el orden y la limpieza del área de trabajo, deje libre los accesos y salidas para evitar tropiezos y/o resbalones.</li> <li>• Recolecte todos los residuos generales en una bolsa para su segregación en punto de acopio autorizado de acuerdo al código de colores.</li> <li>• Quite el bloqueo parcial de la transmisión.</li> <li>• Comunique al Líder del trabajo sobre la finalización de las labores.</li> </ul>

**ANEXO N°4:** Constancia de trabajo de la empresa Ferreyros S.A.



## CONSTANCIA DE TRABAJO

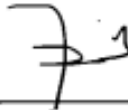
**Ferreyros Sociedad Anónim**, con R.U.C. N° **20100028698** certifica que el(la) Sr(a)(ta) **SOBRADOS CRUZ GERSON BRAYAN**, identificado(a) con el DNI/CE Nro. **70010219**, trabaja en nuestra empresa desde el **16 de Mayo de 2022** hasta la fecha, desempeñando actualmente el cargo **Instructor Técnico II**, en el área **Cap. Téc. - Gran Minería Sur - SUC. AREQUIPA**.

Se expide el presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima , 25 de Febrero de 2025


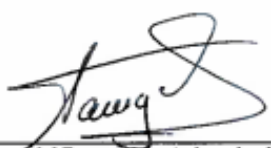

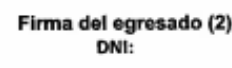
Atentamente,

**FERREYROS S.A.**



\_\_\_\_\_  
JORGE DURÁN CHENEAUX  
GERENTE DIVISIÓN DE RECURSOS HUMANOS

ANEXO N°5: Carta de autorización de la empresa Ferreyros S.A.

<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA</b>		
Yo <u>Luis Alberto Vargas Flores.</u>		
<small>(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)</small>		
identificado con DNI o CE N° <u>43137894.</u> , como representante legal de la empresa / institución: <u>FERREYROS S.A.</u>		
_____ con R.U.C. N° <u>20100028698</u>		
ubicada en la ciudad de <u>Arequipa</u> . Otorgo la <b>AUTORIZACIÓN</b> de uso de información a:		
1) Gerson Brayan Sobrados Cruz, con DNI/CE 70010219		
2) _____, con DNI/CE _____		
Egresado/s del Programa de pregrado ( <input checked="" type="checkbox"/> ) o Programa de Posgrado ( <input type="checkbox"/> ) de la Universidad Privada del Norte, para que utilice la siguiente información de la empresa:		
<u>Tablas de Indicaciones de Mantenimiento, Formato DNC, Cursos Recursos, PETS</u>		
<small>(Detallar la información a entregar por ejemplo: libros contables, procedimientos, encuesta, plano, documentos del área XXX, etc.)</small>		
con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Trabajo de Investigación, ( ) Tesis o ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de ( ) Bachiller, ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Título Profesional ( ) Maestro, ( ) Doctor.		
Autorizo expresamente el uso de la información con fines académicos, incluyendo su publicación en el repositorio de la Universidad Privada del Norte, contribuyendo con la comunidad educativa y sociedad en su conjunto.		
Respecto al uso del nombre y/o cualquier distintivo de la empresa, se determina: <small>(marcar con una "X" la opción seleccionada)</small>		
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Mantener en reserva</b> el nombre y/o cualquier distintivo de la empresa.		
<input type="checkbox"/> <b>Autorizo mencionar</b> el nombre y/o cualquier distintivo de la empresa.		
		<b>Lugar y fecha de emisión</b> <small>(19 / 11 / 2023)</small>
		
Firma del Representante Legal o Autoridad DNI o CE: <u>43137894.</u>		
		
Firma del egresado (1) DNI: <u>70010219</u>	Firma del egresado (2) DNI: _____	
<small>Nota: se solicita mantener todos los campos de información requeridos en el presente formato.</small>		
CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN
FECHA DE VIGENCIA	23/10/2024	11
		PÁGINA
		Página 1 de 1