



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORAR LA BAJA DISPONIBILIDAD DE LOS TRACTORES
D11T POR EL RECALENTAMIENTO DEL REFRIGERANTE DEL
MOTOR”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Raul Sandro Amado Cervantes

Asesor:

Mg. Ing. Eduardo Reyes Rodriguez
<https://orcid.org/0000-0003-2050-9616>

Cajamarca - Perú

2024

Mejorar la baja disponibilidad de los tractores D11T por recalentamiento del refrigerante de motor.

INFORME DE SIMILITUD






Página 2 of 56 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:2980336849

15% Similitud general

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

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

TABLA DE CONTENIDO

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Monitoreo a los operadores de los tractores D11T por parte del área de Operaciones de Mina.</i>	31
Tabla 2 <i>Entrenamiento a los operadores de los tractores D11T por parte del área de Operaciones de Mina.</i>	32
Tabla 3 <i>Programa de ordenes de trabajo 2023 y 2024 para los mantenimientos de 250 Horas</i>	33
Tabla 4 <i>Piezas necesarias instalar un radiador MESABI a un tractor D11T.</i>	38
Tabla 5 <i>Llamados por fallas de recalentamiento del refrigerante en los tractores D11T</i>	43
Tabla 6 <i>Cambio de radiador AMOCS por radiador MESABI</i>	44
Tabla 7 <i>Calculo de disponibilidad con y sin aplicación de la mejora</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Extracción y movimiento de tierra con equipos.</i>	10
Figura 2	<i>Equipos que se usan para el movimiento de tierra</i>	10
Figura 3	<i>Planta de molienda para tratamiento del mineral.</i>	11
Figura 4	<i>Planta de flotación y relaves para el tratamiento del mineral.</i>	11
Figura 5	<i>Planta del proceso final de extracción de cobre fino.</i>	12
Figura 6	<i>Zona de almacén en el Puerto de Callao.</i>	12
Figura 7	<i>Capital humano de Minera Chinalco Perú.</i>	13
Figura 8	<i>Organigrama estructural de Minera Chinalco Perú S.A.</i>	16
Figura 9	<i>Ejemplo de uso del diagrama Ishikawa de la causa y el efecto.</i>	19
Figura 10	<i>Ficha técnica de Tractor D11T.</i>	20
Figura 11	<i>Motor C32 del tractor D11T</i>	21
Figura 12	<i>Diagrama de la circulación del refrigerante.</i>	23
Figura 13	<i>Estructura del radiador AMOCS.</i>	23
Figura 14	<i>Diagrama Ishikawa causa efecto para la flota D11T.</i>	30
Figura 15	<i>Tractor trabajando se visualiza el polvo y barro ingresando al radiador</i>	35
Figura 16	<i>Radiador AMOCS con los núcleos obstruidos con polvo y barro</i>	37
Figura 17	<i>Estructura del Radiador MESABI.</i>	39
Figura 18	<i>Desmontaje del radiador AMOCS en el tractor D11T/TO103 OT 16145625.</i>	41
Figura 19	<i>Montaje del radiador MESABI en el tractor D11T / TO103 OT 16145625.</i>	41

RESUMEN EJECUTIVO

El problema principal abordado fue la baja disponibilidad de los tractores D11T de Minera Chinalco Perú, afectada por recurrentes problemas de recalentamiento del refrigerante del motor, lo cual provocó la disminución en la disponibilidad de los tractores.

Para resolver este problema, realicé un análisis exhaustivo utilizando la ingeniería de métodos y el diagrama de Ishikawa de causa y efecto como herramientas principales, para identificar la causa raíz del recalentamiento del refrigerante, formé un equipo multidisciplinario que incluyó áreas claves de mantenimiento, aplicamos la lluvia de ideas y la técnica de los 5 porqués para construir dicho diagrama y realizar un análisis más profundo de las causas y subcausas.

El análisis reveló deficiencia en el diseño del sistema de enfriamiento, siendo la obstrucción del radiador la causa principal debido a las condiciones operativas extremas, como las altas concentraciones de polvo y barro. La solución implementada fue la instalación de un nuevo sistema de radiador MESABI en los tres tractores, realizada entre el 12/09/2023 al 15/02/2024.

Como resultado, los reportes de fallas mecánicas por recalentamiento se redujeron a cero. La disponibilidad de los tractores mejoró del 88.0% al 89.6%, proyectando un aumento de la disponibilidad del 1.6 % para 2024.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, así como la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS

- BOCÁNGEL WEYDERT, G. A., ROSAS ECHEVARRÍA, C. W., BOCÁNGEL MARIN, G. A., PERALES FLORES, R. S., & HILARIO CARDENAS, J. R. (2021). *INGENIERIA INDUSTRIAL / Ingeniería de Métodos*. Obtenido de <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-I.pdf>
- Caterpillar Inc. (2024). *Información del Sistema de Refrigeración del Tractor D11T*. Obtenido de <https://sis2.cat.com/#/detail?keyword=KSNR9886&tab=service&serialNumber=ama&infoType=4&serviceMediaNumber=KSNR9886&serviceIeSystemControlNumber=i02193415>
- Caterpillar Inc. (2024). *Información Motor C32 del Tractor D11T*. Obtenido de <https://sis2.cat.com/#/detail?keyword=KSNR9886&tab=service&serialNumber=ama&infoType=4&serviceMediaNumber=KSNR9886&serviceIeSystemControlNumber=i03758727>
- Días Provedano, G. (2021). *Diagrama de Causa Efecto o de Ishikawa*. Obtenido de <https://terotecnic.com/formacion-industrial/diagrama-de-causa-efecto-o-de-ishikawa/>
- Ortega, J., & Colmeras, N. (2021). *Ingeniería de Métodos*. Obtenido de <https://issuu.com/juanortegac/docs/revista>
- Predictiva21. (2023). *Disponibilidad en mantenimiento y eficiencia de los equipos*. Obtenido de <https://predictiva21.com/disponibilidad-mantenimiento/>

Mejorar la baja disponibilidad de los tractores D11T por recalentamiento del refrigerante de motor.

Rodrigues, G. (2024). *Cómo se Mide las Disponibilidad en Mantenimiento*. Obtenido de

<https://www.blog.auvo.com/latam/como-mide-disponibilidad-en-mantenimiento>

Scene7. (2020). *Ficha Técnica del tractor D11T CM20240130-6b9b6-aeef2*. Obtenido de

<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20240130-6b9b6-aeef2>

Yepes, V. P. (2021). *El estudio de métodos como técnica de mejora de la productividad*.

Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/05/10/el-estudio-de-metodos-como-tecnica-de-mejora-de-la-productividad/>