

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Implementación de un plan de mantenimiento centrado en la
confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la flota de
perforadoras de una empresa contratista minera, 2024**

Angello Ever Morales Arrieta

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Velásquez Costa José Antonio
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 25 de mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la flota de perforadoras de una empresa contratista minera, 2024

Autor:

Angello Ever Morales Arrieta – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 20 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citados) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.1.1. Problema general.....	14
1.1.2. Problemas específicos	14
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación e importancia	15
1.4. Delimitación del proyecto	16
1.5. Hipótesis y variables.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.2. Bases teóricas	27
2.3. Definición de términos básicos.....	45
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	47
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación.....	47
3.2. Materiales y Métodos (aplicación de la ingeniería).....	48
3.3. Población y muestra	49
3.3.1. Población.....	49
3.3.2. Muestra y muestreo	49
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	49
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	50
3.5. Instrumentos de análisis de datos	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. Presentación de resultados.....	52

4.1.1.	Especificaciones técnicas de la perforadora modelo DM45/LP de la marca Atlas Copco	52
4.1.2.	Diagnóstico del problema e indicadores actuales	56
4.1.3.	Análisis de los indicadores de mantenimiento antes del RCM	66
4.1.4.	Modelo de criticidad MCCR: Matriz de criticidad cualitativa de riesgo (MCCR)	68
4.1.5.	Análisis de modos de fallos y efectos	71
4.1.6.	Evaluación del número de prioridad del riesgo (NPR) antes del RCM	74
4.1.7.	Aplicación de hoja de información y hoja de decisión de RCM.....	79
4.1.8.	Elaboración e implementación del plan de mantenimiento.....	82
4.1.9.	Evaluación del número de prioridad del riesgo (NPR) después del RCM	89
4.1.10.	Análisis de los indicadores de mantenimiento después del RCM	93
4.1.11.	Análisis económico.....	95
4.1.12.	Análisis descriptivo de los indicadores de mantenimiento de la flota de perforadoras	101
4.1.13.	Análisis inferencial	106
4.2.	Discusión de resultados	109
CONCLUSIONES		112
RECOMENDACIONES.....		113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		114
ANEXOS		120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	18
Tabla 2 Probabilidad de ocurrencia de las fallas	30
Tabla 3 Severidad de las fallas	30
Tabla 4 Peso relativo del NPR	31
Tabla 5 Escala de severidad	33
Tabla 6 Escala de ocurrencia	34
Tabla 7 Escala de probabilidad de detección	34
Tabla 8 <i>Hoja de información RCM</i>	36
Tabla 9 Hoja de decisión de RCM	37
Tabla 10 Material	48
Tabla 11 Métodos	48
Tabla 12 Especificaciones técnicas de la perforadora modelo DM45/LP	52
Tabla 13 Componentes principales de la perforadora modelo DM45/LP	53
Tabla 14 Recomendaciones de mantenimiento del fabricante para el modelo DM45/LP	54
Tabla 15 Posibles causas de la baja disponibilidad de la flota de perforadoras	59
Tabla 16 Listado de fallas presentados en la flota perforadora	60
Tabla 17 Pareto de fallas de las perforadoras según el sistema	62
Tabla 18 Cálculo de la disponibilidad antes de implementar RCM	66
Tabla 19 Sistemas críticos de la flota de perforadora del modelo DM45/LP	70
Tabla 20 Hoja de información de AMEF de la flota de perforadora	72
Tabla 21 Grado de severidad de cada modo de falla	74
Tabla 22 Grado de ocurrencia de cada modo de falla	75
Tabla 23 Grado de detección de cada modo de falla	76
Tabla 24 Evaluación del NPR de la flota de perforadoras	77
Tabla 25 Hoja de información RCM de la flota de perforadoras	79
Tabla 26 Hoja de decisión de RCM	80
Tabla 27 Hoja de trabajo de mantenimiento preventivo RCM	82
Tabla 28 Cronograma de las actividades de mantenimiento	83
Tabla 29 Check list de las actividades de mantenimiento propuesta	85
Tabla 30 Hoja de trabajo de mantenimiento preventivo semanal basado en el RCM	86
Tabla 31 Hoja de trabajo de mantenimiento de rutina preventiva semanal	88
Tabla 32 Evaluación del número de prioridad del riesgo (NPR) después del RCM	89
Tabla 33 Instructivo de Mantenimiento - Máquina Perforadora DM45/LP	91
Tabla 34 Cálculo de la disponibilidad después de implementar RCM	93
Tabla 35 <i>Costo total del plan de mantenimiento bajo la metodología RCM</i>	96
Tabla 36 <i>Contenido de la capacitación en la metodología RCM</i>	98
Tabla 37 <i>Flujo de caja para la implementación del RCM</i>	99
Tabla 38 Análisis descriptivo de la variable dependiente disponibilidad	101
Tabla 39 Análisis descriptivo de la dimensión MTBF	103
Tabla 40 Análisis descriptivo de la dimensión MTTR	104
Tabla 41 Prueba de normalidad de los indicadores de mantenimiento de la flota de perforadoras	106
Tabla 42 Prueba de t de Student para muestras emparejadas de la variable disponibilidad	107
Tabla 43 Prueba de t de Student para muestras emparejadas de la dimensión MTBF	108
Tabla 44 Prueba de t de Student para muestras emparejadas de la dimensión MTTR	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujograma de implementación del RCM	32
Figura 2	Diagrama de decisión RCM	38
Figura 3	Como se registran las consecuencias de falla en la hoja de decisión	40
Figura 4	Consecuencias de falla – Un resumen	40
Figura 5	Criterios de factibilidad técnica.....	41
Figura 6	Preguntas “a falta de”	42
Figura 7	Modelo DM45/LP	54
Figura 8	Diagrama de Ishikawa	58
Figura 9	Diagrama de Pareto	59
Figura 10	Total de horas por sistemas en la perforadora modelo DM45/LP	61
Figura 11	Pareto de fallas de la flota de perforadora	63
Figura 12	Datos históricos de la disponibilidad entre los años 2022-2023	65
Figura 13	Variabilidad del MTBF y MTTR antes del RCM	66
Figura 14	Variabilidad de la disponibilidad antes del RCM.....	67
Figura 15	Indicadores de gestión de mantenimiento - Pretest	68
Figura 16	Matriz de criticidad para equipos	70
Figura 17	Variabilidad del MTBF y MTTR después del RCM	93
Figura 18	Variabilidad de la disponibilidad después del RCM	94
Figura 19	Indicadores de gestión de mantenimiento – Post test.	95
Figura 20	Promedio de la disponibilidad (Antes y después del RCM).....	102
Figura 21	Promedio del MTBF (Antes y después del RCM)	104
Figura 22	Promedio del MTTR (Antes y después del RCM)	105

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar en qué medida la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la disponibilidad de la flota de perforadoras en una empresa contratista minera durante el año 2024. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental de tipo longitudinal, tomando como muestra cuatro perforadoras modelo DM45/LP que presentaban indicadores de mantenimiento poco favorables. Tras aplicar el programa RCM, el tiempo medio entre fallas (MTBF) aumentó en un 127.39%, pasando de 29.5 a 67.08 horas, lo que evidenció una mayor continuidad operativa de los equipos. Simultáneamente, el tiempo medio de reparación (MTTR) se redujo en un 66.93%, de 7.77 a 2.57 horas, optimizando los procesos de mantenimiento y acortando los tiempos de recuperación ante fallas. Estas mejoras contribuyeron a un incremento significativo en la disponibilidad de las perforadoras, que se elevó del 79% al 96%, representando una mejora absoluta del 21.52%. En conclusión, la implementación del RCM no solo incrementó la eficiencia operativa al reducir interrupciones y maximizar el uso de los equipos, sino que también impulsó la productividad y sostenibilidad de las operaciones mineras, reafirmando su valor estratégico en contextos industriales complejos.

Palabras clave: Mantenimiento centrado en confiabilidad, disponibilidad, perforadoras, MTBF, MTTR.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the extent to which the implementation of a Reliability-Centered Maintenance (RCM) plan improves the availability of the drill fleet in a mining contractor company during 2024. A quantitative approach with a pre-experimental longitudinal design was used, with a sample of four DM45/LP drills that had unfavorable maintenance indicators. After applying the RCM program, the Mean Time Between Failures (MTBF) increased by 127.39%, from 29.5 to 67.08 hours, indicating greater operational continuity of the equipment. At the same time, the Mean Time to Repair (MTTR) was reduced by 66.93%, from 7.77 to 2.57 hours, optimizing maintenance processes and shortening recovery times after failures. These improvements contributed to a significant increase in the availability of the drills, rising from 79% to 96%, representing a total improvement of 21.52%. In conclusion, the implementation of RCM not only increased operational efficiency by reducing interruptions and maximizing equipment utilization but also boosted productivity and sustainability in mining operations, reaffirming its strategic value in complex industrial environments.

Palabras clave: Reliability-Centered Maintenance, availability, drill rigs, MTBF, MTTR.