

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**“OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO
BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA
MINIMIZAR EL TIEMPO DE INACTIVIDAD EN
LA EMPRESA PRODUCTOS NATURALES DE
EXPORTACIÓN S.A”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar al título

profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Juan Enrique Quispe Barraza

Asesor:

Mg. Ing. Walter Antenor del Carmen Rosas Quintero

<https://orcid.org/0000-0002-6068-3996>

Lima - Perú

2025

Informe de Similitud

Juan Enrique Quispe Barraza

OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA MINIMIZAR EL TIEMPO DE IN...

Quick Submit

Quick Submit

Asesores

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3235248219

Fecha de entrega

30 abr 2025, 8:44 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 abr 2025, 8:47 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Confiabilidad_RCM_para_Minimizar_el_Tiempo_de_Inactividad.docx

Tamaño de archivo

2.3 MB

93 Páginas

18.475 Palabras

108.286 Caracteres



Página 2 of 102 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3235248219

16% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

▸ Bibliography

Top Sources

15%  Internet sources

7%  Publications

6%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

 Replaced Characters

47 suspect characters on 14 pages

Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, por ser mi motor y mi constante fuente de inspiración. A mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo y ejemplo de perseverancia. A todos aquellos que, con palabras de aliento o gestos de apoyo, me impulsaron a seguir adelante en cada etapa de esta formación profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza para culminar esta etapa. A la Universidad y a mis docentes, por compartir sus conocimientos y formar parte esencial de mi crecimiento académico. A mi asesor, por su guía constante y valiosos aportes. Y a la empresa Productos Naturales de Exportación S.A., por permitirme aplicar y enriquecer mis competencias profesionales en un entorno real de trabajo.

Tabla de contenidos

Informe de Similitud.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento.....	4
Índice de tablas	6
Índice de Figuras.....	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	79
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS	87

Índice de tablas

Tabla 1. Impacto en indicadores operativos y económicos	41
Tabla 2. Impacto por tipo de equipos afectados	42
Tabla 3. Principales áreas afectadas	43
Tabla 4. Tareas Desarrolladas Durante el Proyecto.....	44
Tabla 5. Fases de implementación del RCM	46
Tabla 6. Análisis de Fallas por Equipo Crítico.....	48
Tabla 7. Matriz de priorización.....	49
Tabla 8. Estrategias de mantenimiento RCM	50
Tabla 9. Análisis Diagnóstico según las 7 Preguntas del RCM.....	50
Tabla 10. Hoja de registro RCM – pregunta 1.....	52
Tabla 11. Hoja de registro RCM – pregunta 2.....	53
Tabla 12. Hoja de registro RCM – pregunta 3.....	54
Tabla 13. <i>Hoja de registro RCM – pregunta 4</i>	55
Tabla 14. Hoja de registro RCM – pregunta 5.....	56
Tabla 15. Hoja de registro RCM – pregunta 6.....	57
Tabla 16. Hoja de registro RCM – pregunta 7.....	58
Tabla 17. Cálculo del Índice de Frecuencia de Fallas (IF)	60
Tabla 18. Cálculo del Índice de Disponibilidad Operativa (IDO).....	61
Tabla 19. Cálculo del Índice de Costo de Mantenimiento (ICM)	62
Tabla 20. Cálculo del Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	63

Tabla 21. Cálculo del Cumplimiento de OTs fuera de tiempo	64
Tabla 22. Cálculo del Tiempo de Inactividad.....	65
Tabla 23. Cálculo de Confiabilidad	65
Tabla 24. Detalle de la implementación	67
Tabla 25. Clasificación y Priorización de Repuestos	69
Tabla 26. Fallas registradas por mes en equipos críticos.....	79
Tabla 27. Índice de disponibilidad operativa (IDO).....	80
Tabla 28. Índice de costo de mantenimiento mensual (ICM).....	81
Tabla 29. Tiempo Medio de Reparación (MTTR).....	81

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama.....	13
Figura 2. Diagrama de Ishikawa.....	40
Figura 3. Diagrama de Pareto	43
Figura 4. Gantt.....	45
Figura 5. 7 preguntas del RCM	51
Figura 6. Confiabilidad tendencia	66
Figura 7. Gestión de OTs.....	68
Figura 8. Reducción de compras de emergencia	71
Figura 9. Porcentaje de OTs cumplidas a tiempo	82

RESUMEN EJECUTIVO

La presente experiencia profesional se desarrolló en la empresa Productos Naturales de Exportación S.A., dedicada a la producción y exportación de colorantes naturales. Se identificó una alta frecuencia de fallas en equipos críticos como el Atomizador 6 y la Caldera Cleaver Brooks, generando más de 400 horas de inactividad anual y pérdidas superiores a \$1.8 millones. Ante esta problemática, se implementó un plan de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM) con el objetivo de reducir el tiempo de inactividad, mejorar la disponibilidad operativa y optimizar los costos. La metodología incluyó análisis de criticidad, FMEA, monitoreo predictivo y gestión digitalizada mediante un CMMS. Los resultados obtenidos fueron altamente favorables: se logró una reducción del 29% en la frecuencia mensual de fallas, un incremento en la disponibilidad operativa promedio hasta el 98.6%, una disminución del 25% en el índice de costo de mantenimiento, y una mejora en el tiempo medio de reparación (MTTR), el cual se redujo a solo 7 minutos por evento. Asimismo, se fortaleció la planificación de mantenimiento preventivo, se redujeron las compras de emergencia en un 23% y se optimizó la gestión de repuestos críticos. Esta experiencia permitió aplicar competencias clave en ingeniería industrial, como análisis de datos, planificación de mantenimiento y mejora continua. Además, evidenció que el enfoque RCM es técnica y económicamente viable, contribuyendo a la sostenibilidad y competitividad de la empresa en el mercado global.

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°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS

- Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2018). *Systems engineering and analysis* (5th ed.). Pearson Education.
- British Standards Institution. (2008). *PAS 55: Asset management. Specification for the optimized management of physical assets*. BSI Group.
<https://www.bsigroup.com/en-GB/PAS-55-Asset-Management/>
- Campbell, J. D., & Reyes-Picknell, J. V. (2020). *Uptime: Strategies for excellence in maintenance management* (3rd ed.). CRC Press.
https://www.academia.edu/41736579/Uptime_Strategies_for_Excellence_in_Maintenance_Management
- Castañeda, D. (2023). *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa Virú S.A.* [Tesis de licenciatura, Universidad de Piura]. Piura - Repositorio Institucional UDEP.
<https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/a4b85ecf-d46d-4591-894a-43dd2e036a92/content>
- Chávez Espinoza, H. (2024). *Propuesta de mejora del plan de mantenimiento aplicando la metodología RCM para aumentar la disponibilidad de las perforadoras Everdigm modelo T450* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/15667/1/IV_FIN_11_TE_Chavez_Espinoza_2024.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2005). *Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - Ley N° 28611*. Diario Oficial El Peruano.
<https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28611.pdf>

- Congreso de la República del Perú. (2011). *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo - Ley N° 29783*. Diario Oficial El Peruano.
<https://www.gob.pe/institucion/mintra/normas-legales/1152661-ley-n-29783>
- Davies, A., & Drake, P. R. (2006). *Maintenance engineering: An introduction*. Butterworth-Heinemann. <https://archive.org/details/maintenanceengine00davi>
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
<https://archive.org/details/outofcrisis00demi>
- Espinosa, R., & Romero, L. (2019). Estado del arte de los sistemas de gestión del mantenimiento: Caso Cuba. *Ingeniería Industrial*, 40(1), 22–31.
<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251002.pdf>
- Flores Escalante, E. H. (2024). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM para mejorar la disponibilidad de las perforadoras Everdigm modelo T450* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16067/1/IV_FIN_108_TE_Flores_Escalante_2024.pdf
- Galindo Vargas, A. C. (2020). *Implementación de la norma ISO 55001 en ISA Intercolombia y su impacto organizacional* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. Repositorio institucional.
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/24820/AdrianaCarolina_GalindoVargas_2020.pdf
- Gálvez, C. (2020). Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial. *Revista Ingeniar*, 3(2), 50–60.
<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/40>

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2008). *NTC 4595: Mantenimiento industrial*. ICONTEC. <https://tienda.icontec.org/gp-mantenimiento-industrial-ntc-4595.html>
- International Organization for Standardization. (2014). *ISO 55001:2014 - Asset management – Management systems – Requirements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/55088.html>
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 - Quality management systems – Requirements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Lee, J., Ni, J., Djurdjanovic, D., Qiu, H., & Liao, H. (2022). *Intelligent maintenance systems: AI and IoT applications*. Springer. <https://www.springer.com/gp/book/9783030802724>
- Ministerio de Energía y Minas del Perú. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería - DS N° 024-2016-EM*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/155831-024-2016-em>
- Miranda, G. (2022). Mantenimiento correctivo en las empresas manufactureras: Estudio de caso en CIFARMA. *Revista Innova Sciences Business*, 4(1), 25–36. <https://www.innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/view/17>
- Mobley, R. K. (2021). *Maintenance fundamentals* (4th ed.). Butterworth-Heinemann. <https://www.elsevier.com/books/maintenance-fundamentals/mobley/978-0-12-818402-8>
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance (RCM II)*. Industrial Press. <https://www.industrialpress.com/reliability-centered-maintenance-rcm-ii>
- Moubray, J. (2018). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press. <https://www.industrialpress.com/reliability-centered-maintenance.html>

- Nakajima, S. (1988). *Introduction to total productive maintenance (TPM)*. Productivity Press. <https://archive.org/details/introductiontotpmtotalproductivemaintenance>
- National Fire Protection Association. (2023). *NFPA 70B: Recommended practice for electrical equipment maintenance*. NFPA. <https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards/All-Codes-and-Standards/List-of-Codes-and-Standards/detail?code=70B>
- Nowlan, F. S., & Heap, H. F. (2019). *Reliability-centered maintenance*. United States Department of Defense. <https://www.dau.edu/cop/log/documents/reliability-centered-maintenance-fs-nowlan-and-howard-f-heap-dtd-dec-1978>
- Puma Surco, J. (2023). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para la excavadora 350G LC John Deere de la empresa CGM Rental* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13643/8/IV_FIN_11_TE_Puma_Surco_2023.pdf
- Rojas, F., & Flores, J. (2023). Aplicación del modelo de gestión de mantenimiento (MGM) en SINEA Perú. *Revista Académica de Estudios Empresariales*, 12(2), 88–101. <https://revistas.ponteditora.org/index.php/rae/article/view/968>
- Smith, R. (2020). *Rules of thumb for maintenance and reliability engineers* (2nd ed.). Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/rules-of-thumb-for-maintenance-and-reliability-engineers/smith/978-0-12-810051-6>
- Society for Maintenance & Reliability Professionals. (2018). *SMRP body of knowledge framework for maintenance and reliability best practices*. SMRP. <https://www.smrp.org>
- Tamayo Ruíz, Y. S., & Quiceno Maya, C. D. (2024). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para el equipo termoformador de una empresa de*

procesamiento cárnico [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Biblioteca

Digital Universidad de Antioquia.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/39879/1/TamayoYeny_202

[4_RCMEquipoTermoformador.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/39879/1/TamayoYeny_2024_RCMEquipoTermoformador.pdf)

Vázquez, M. A., & Ruiz, P. (2022). Evaluación de la gestión de activos a partir de la ISO

55000: Consideraciones teóricas y prácticas. *ResearchGate*.

[https://www.researchgate.net/publication/362659066_Evaluacion_de_la_Gestio](https://www.researchgate.net/publication/362659066_Evaluacion_de_la_Gestion_de_activos_a_partir_de_la_ISO_55_000_Consideraciones_teoricas)

[n_de_activos_a_partir_de_la_ISO_55_000_Consideraciones_teoricas](https://www.researchgate.net/publication/362659066_Evaluacion_de_la_Gestion_de_activos_a_partir_de_la_ISO_55_000_Consideraciones_teoricas)

Velásquez Cuevas, M. I. (2020). *Metodología de aplicación de la familia de normas ISO*

55000 a la gestión de activos intangibles [Tesis de maestría, Universidad de

Sevilla]. Biblioteca Universitaria de Sevilla.

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/72133/fichero/TFM->

[2133%2BVEL%C3%81SQUEZ%2BCUEVAS%2C%2BMAT%C3%8DAS%2](https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/72133/fichero/TFM-2133%2BVEL%C3%81SQUEZ%2BCUEVAS%2C%2BMAT%C3%8DAS%2)

[BIGNACIO.pdf](https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/72133/fichero/TFM-2133%2BVEL%C3%81SQUEZ%2BCUEVAS%2C%2BMAT%C3%8DAS%2BIGNACIO.pdf)

Villagra, D., & Martínez, C. (2021). Mantenimiento industrial en máquinas herramientas

aplicando AMFE para la mejora del tiempo de respuesta. *Revista de Ingeniería*,

29(3), 66–74. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923>

Wireman, T. (2019). *Developing performance indicators for managing maintenance*.

Industrial Press. [https://www.industrialpress.com/developing-performance-](https://www.industrialpress.com/developing-performance-indicators-for-managing-maintenance.html)

[indicators-for-managing-maintenance.html](https://www.industrialpress.com/developing-performance-indicators-for-managing-maintenance.html)

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in*

your corporation. Simon & Schuster. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54834-0>

Woodhouse, J. (2001). *Asset management: Concepts & practices*. The Woodhouse

Partnership Ltd. <https://archive.org/details/assetmanagementc0000wood>