

FACULTAD DE INGENIERÍA



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ANÁLISIS Y MONITOREO DE ACEITE DE MOTOR
CON LA METODOLOGÍA RCM PARA EL
MANTENIMIENTO PREDICTIVO A
EXCAVADORAS SOBRE ORUGAS KOMATSU EN
LA EMPRESA KOMAQ SERVICE S.A.C.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Antonio Alexander Arias Alarcon

Asesor:

Mg. Ing. Juan Miguel de la Torre Ostos

Lima - Perú

2021

● **TABLA DE CONTENIDO**

●	DEDICATORIA	2
●	AGRADECIMIENTO	3
●	TABLA DE CONTENIDO	4
●	ÍNDICE DE TABLAS	6
●	ÍNDICE DE FIGURAS	7
●	ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
●	RESUMEN EJECUTIVO	10
●	CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
	1.1.4. <i>Relaciones del puesto:</i>	14
	1.1.5. <i>Condiciones de trabajo:.....</i>	14
	▪ 1.2.1. <i>Descripción.</i>	14
	▪ 1.2.2. <i>Año de Fundación.</i>	15
	▪ 1.2.3. <i>Organigrama:</i>	15
	▪ 1.3.1. <i>Productos y servicios que brinda la empresa Kommaq Service SAC:.....</i>	18
●	CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
	2.1.1. <i>Conceptos Básicos.</i>	20
	2.1.2. <i>Evolución del mantenimiento (Moubray, 1997, pág. 2).....</i>	23
	2.1.4. <i>RCM – las siete preguntas básicas.</i>	27
	2.1.5. <i>RCM y sus Fases.</i>	28
	2.1.6. <i>Implementación de un RCM.....</i>	30
	2.1.7. <i>RCM permite lo siguiente:</i>	32
	2.1.8. <i>Indicadores del plan de mantenimiento:.....</i>	32
	2.1.9. <i>Diagrama de Gantt.</i>	34
	2.1.10. <i>Diagrama de decisión RCM.....</i>	35
	2.1.11. <i>Consecuencia de la falla de la hoja de decisión.</i>	36
2.2.	¿Cómo se describe el mantenimiento predictivo?	36
	2.5.1. <i>Breve historia de implementación de la excavadora:</i>	39
	2.5.2. <i>Excavadora Hidráulica sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8.....</i>	40
	2.5.3. <i>Motor Komatsu:</i>	40
	2.5.4. <i>Sistema eléctrico:.....</i>	43
	2.5.5. <i>Sistema hidráulico:</i>	43
	2.5.6. <i>Monitor electrónico:</i>	45
	2.5.7. <i>Sistema de tren de rodado:</i>	45
	2.5.8. <i>Rueda guía:.....</i>	46
	2.5.10. <i>Equipo de trabajo:</i>	47
	2.5.11. <i>Peso de operación:.....</i>	48



2.6. Descripción de la máquina:	48
• CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	50
3.2.2. <i>Miembros del grupo:</i>	52
3.3.1. <i>Situación actual de los equipos:</i>	53
3.3.3. <i>Formato de inspección de equipo.</i>	53
3.3.4. <i>Plan de mantenimiento preventivo basado en análisis de aceite.</i>	56
3.3.5. <i>PM Clinic,</i>	56
3.3.6. <i>KOMTRAX. Sistema de monitoreo satelital.</i>	56
3.3.7. <i>KUC.</i>	56
3.3.8. <i>Análisis de aceite:</i>	57
3.3.9. <i>Monitoreo de frecuencia de cambio de aceite de los componentes de la excavadora marca Komatsu PC350LC-8:</i>	58
3.3.10. <i>Costo de muestras de aceite:</i>	59
3.3.11. <i>Cartilla de mantenimiento preventivo (Reemplazo de componentes):</i>	59
3.3.12. <i>Cartilla de mantenimiento preventivo (Reemplazo de fluidos):</i>	60
3.5.1. <i>Implementación del RCM:</i>	62
3.6. Plan de Mantenimiento Propuesto	63
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:	64
3.10. Procedimiento – Herramientas de Ingeniería	65
3.11. Principio de Pareto:	66
3.12. Optimización del análisis y monitoreo de aceite lubricante.	67
3.12.1. <i>Análisis de criticidad:</i>	67
• CAPÍTULO IV. RESULTADOS	70
• CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1. Conclusiones.	89
• REFERENCIAS	92
• ANEXOS	94



● **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Indicadores de Mantenimiento.	34
Tabla 2. Matriz de Consistencia.	62
Tabla 3. Matriz de Criticidad.	70
Tabla 4. Condiciones Permisibles.	79

● **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Descripción de la Empresa.	16
Figura 2. Organigrama Kommaq Service.	17
Figura 3. Ubicación de la Empresa.	18
Figura 4. Equipos Komatsu.	19
Figura 5. Equipos Komatsu.	20
Figura 6. expectativas de Mantenimiento.	25
Figura 7. Patrón de Falla.	26
Figura 8. Técnicas de Mantenimiento.	26
Figura 9. Hoja de Trabajo RCM.	32
Figura 10. Grupo de Trabajo RCM.	33
Figura 11. Diagrama de Gantt.	35
Figura 12. Diagrama de Decisión de RCM.	36
Figura 13. Consecuencia de Falla en la Hoja de Decisión.	37
Figura 14. Contaminantes en el Motor.	40
Figura 15. Excavadora Hidráulica sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8	41
Figura 16. Motor Marca Komatsu.	42
Figura 17. Sistema de Combustible de excavadora sobre orugas modelo PC350LC-8.	42
Figura 18. Sistema de Enfriamiento de excavadora sobre orugas modelo PC350LC-8.	43
Figura 19. Sistema de Admisión de excavadora sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8	44
Figura 20. Cilindro Hidráulico de excavadora sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8.	45
Figura 21. Bomba Hidráulica de excavadora sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8.	45
Figura 22. Panel Monitor de Excavadora sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8	46
Figura 23. Sistema Tren de Rodado de excavadora sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8.	47
Figura 24. Rueda Guía de excavadora sobre orugas modelo PC350LC-8	47
Figura 25. Sistema de Estructura de excavadora marca Komatsu modelo PC350LC-8.	48
Figura 26. Excavadora sobre orugas marca Komatsu modelo PC350LC-8.	49
Figura 27. Descripción de la Máquina – Excavadora sobre orugas modelo PC350LC-8	49
Figura 28. Vista Lateral de Excavadora marca Komatsu modelo PC350LC-8.	50
Figura 29. Organigrama Propuesto.	54
Figura 30. Check List de Equipos.	55
Figura 31. Check List de Equipos.	56
Figura 32. Proceso PM Clinic.	57
Figura 33. Proceso de Medición KUC.	58
Figura 34. Proceso de Medición KUC.	58

	Análisis y monitoreo de aceite de motor con la metodología RCM para el mantenimiento predictivo a excavadoras sobre orugas Komatsu en la empresa KOMAQ SERVICE SAC.	
Figura 35.	Análisis de Muestra de Aceite.	58
Figura 36.	Monitoreo de frecuencia de cambios de aceite de la excavadora marca Komatsu.	59
Figura 37.	Costo de Muestra de Aceite.	60
Figura 38.	Cartilla de Mantenimiento - Componentes.	60
Figura 39.	Cartilla de Mantenimiento Preventivo-Fluidos.	61
Figura 40.	Plan de Mantenimiento Propuesto.	64
Figura 41.	Organigrama propuesto.	65
Figura 42.	Diagrama de Causa y Efecto - Ishikawa.	67
Figura 43	Matriz de Riesgo..	69
Figura 44.	Formato de Muestra de Aceite.	74
Figura 45.	Muestreo de Aceite de motor PC350LC-8.	74
Figura 46.	Descripción de Costo de Capacitación de las Tres Fases.	76
Figura 47.	Muestra de aceite color verde.	81
Figura 48.	Muestra de aceite color naranja	82
Figura 49.	Muestra de aceite color rojo.	83
Figura 50.	Componentes para reparación.	85
Figura 51.	Proceso para inicio de reparación.	87
Figura 52.	Proceso para inicio de reparación.	88
Figura 53.	Nuevo Proceso para el mantenimiento predictivo a excavadora Komatsu modelo PC350LC-8.	89

- **ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1. Análisis de criticidad.	68
Ecuación 2. Cálculo de indicadores.	89

- **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de suficiencia profesional cuyo título es : Análisis y monitores de aceite de motor con la metodología RCM para el mantenimiento predictivo a excavadoras sobre orugas Komatsu en la empresa KOMAQ SERVICE SAC, tiene como finalidad mejorar la disponibilidad de equipos, aplicando y mejorando el mantenimiento predictivo basado en los análisis de aceite, después de hacer un análisis interno de ésta, se determinó que su problemática es la baja disponibilidad de los equipos de maquinaria pesada. La metodología aplicada para el estudio fue mantenimiento RCM. Consta de realizar un análisis de muestreo de aceite para ser llevados a un laboratorio el cual nos brinda un reporte que nos permita identificar qué porcentaje de contaminación de aceite existen dentro de los compartimientos, estos podrían ser permisibles o críticos.

Aplicando un plan de mantenimiento predictivo basado en los análisis de aceite se ha logrado mejorar la disponibilidad del equipo analizado de un 89.66% a un 92%, el incremento es de 2.34 %; logrando superar el estándar corporativo de tener como mínimo un 90% de disponibilidad.

Finalmente se recomienda que las empresas utilicen la presente metodología RCM para el mantenimiento predictivo a excavadoras cuyos resultados han sido comprobados en el presente trabajo.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, análisis de aceite lubricante, disponibilidad de maquinaria.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

● **REFERENCIAS**

- Duffuaa, S. A. Raouf, & Dixon, J. (2009). Sistemas de Mantenimiento, planeación y Control. México: Limusa Wiley.
- Gonzales, R. (marzo de 2015). Repositorio Unab. Obtenido de <http://repositorio.unab.cl>
- Komatsu Mining Corp. (2018). Obtenido de [http://mining.komatsu/es/servicios/servicios-tecnicos-y-en-terreno/field-services/mantencion-centrado-en-la-confiabilidad-\(rcm\)](http://mining.komatsu/es/servicios/servicios-tecnicos-y-en-terreno/field-services/mantencion-centrado-en-la-confiabilidad-(rcm)).
- Montilla, C. (2016). Fundamentos de mantenimiento industrial. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mounbray, J. (1997). Mantenimiento Centrado de Confiabilidad (RCM). Oxford: editorial Butterworth Heinemann 2da edición.
- Partidas, G. (2018). Administrador de Motores. Obtenido de <file:///C:/User/Administrador/Downloads/RCM%20MOTORES.pdf>.
- Rivera M. Ceferino, R. & Li Gálvez, C. (2016). Repositorio académico UPC. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe>
- Roa, J. & Gómez, J. (2015). Universidad Industrial Santander. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co>
- Rumbo Minero. (2017). Rumbo Minero. Obtenido de <http://www.rumbominero.com/>
- Yengle, E. (2016). UPNBOX Repositorio Institucional. Obtenido de www.repositorio.edu.pe



- Yupanqui, C. (2016). UPNBOX Repositorio Institucional. Obtenido de www.repositorio.upn.edu.pe
- Francisco Javier Gonzales Fernández. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, 2da edición. Editorial Confederal