



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Mantenimiento predictivo en los cucharones de excavadoras  
hidráulicas Komatsu PC4000 para mejorar su disponibilidad en una  
minera, Bayóvar 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Villanueva Huaman, Denis Roberto (ORCID: [0000-0002-3334-9423](https://orcid.org/0000-0002-3334-9423))

**ASESOR:**

MSc. Ing. Gil Sandoval, Héctor Antonio (ORCID: [0000-0001-5288-8281](https://orcid.org/0000-0001-5288-8281))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a mis queridos padres Anita y Ruperto que siempre me inculcaron valores, principios y me brindaron el apoyo necesario para cumplir mis objetivos.

A mi esposa Lorena que siempre está a mi lado y a mis 2 hijos: Yamina y Adriel, que son mis más grandes tesoros y el motivo para seguir adelante.

A mis abuelitos Julian y Paula, que fueron mis segundos padres y me inculcaron la Fé en Dios, que desde el cielo siempre están guiando mi camino.

## **Agradecimiento**

Agradezco al Dios todo poderoso por darme salud y brindarme la oportunidad de tener una hermosa familia, de poder compartir gratos momentos con mis compañeros de clase, compañeros de trabajo y amigos.

Agradezco a todos los docentes que con su paciencia y enseñanzas hicieron posible culminar con éxito la formación académica y poder afrontar los nuevos retos que se presenten.

Agradezco a mis amigos y familiares que siempre me brindaron su apoyo, para lograr de forma exitosa la culminación de mi carrera universitaria.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	60
3.7. Aspectos éticos .....	60
IV. RESULTADOS .....	62
V. DISCUSIÓN .....	72
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS .....	87

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Cálculo de la varianza.....	16
<b>Tabla 2.</b> Validez del instrumento de la variable independiente.....	19
<b>Tabla 3.</b> Validez de instrumento de la variable dependiente.....	20
<b>Tabla 4.</b> Juicio de expertos.....	20
<b>Tabla 5.</b> Prueba binomial de juicio de expertos.....	21
<b>Tabla 6.</b> Prueba binomial del profesor 1.....	21
<b>Tabla 7.</b> Prueba binomial del profesor 2.....	22
<b>Tabla 8.</b> Prueba binomial del profesor 3.....	23
<b>Tabla 9.</b> Disponibilidad pre test.....	30
<b>Tabla 10.</b> Fiabilidad pre test.....	31
<b>Tabla 11.</b> Mantenibilidad pre test.....	32
<b>Tabla 12.</b> Datos de la indisponibilidad del cucharón pre test.....	35
<b>Tabla 13.</b> Matriz resumen de la inspección estructural del bucket.....	39
<b>Tabla 14.</b> Registro de fisuras reparadas.....	42
<b>Tabla 15.</b> Registro de fisuras identificadas y reparadas.....	43
<b>Tabla 16.</b> Consideraciones de los puntos críticos del bucket.....	49
<b>Tabla 17.</b> Indisponibilidad del cucharón en post test.....	53
<b>Tabla 18.</b> Datos de disponibilidad post test.....	54
<b>Tabla 19.</b> Datos de mantenibilidad post test.....	55
<b>Tabla 20.</b> Datos de mantenibilidad post test.....	56
<b>Tabla 21.</b> Flujo de caja.....	59
<b>Tabla 22.</b> Estadística descriptiva de la disponibilidad.....	62
<b>Tabla 23.</b> Estadística descriptiva de la fiabilidad.....	64
<b>Tabla 24.</b> Estadística descriptiva de la mantenibilidad.....	66
<b>Tabla 25.</b> Prueba de normalidad de la disponibilidad.....	68
<b>Tabla 26.</b> Prueba de normalidad de la fiabilidad.....	69
<b>Tabla 27.</b> Prueba de normalidad de la mantenibilidad.....	69
<b>Tabla 28.</b> Prueba T de Student de muestras emparejadas de la disponibilidad.....	70
<b>Tabla 29.</b> Prueba T de Student de muestras emparejadas de la fiabilidad.....	71
<b>Tabla 30.</b> Prueba T de Student de muestras emparejadas de la mantenibilidad.....	71

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Esquematación del diseño de investigación. ....	11
Figura 2. Formula estadística. ....	15
Figura 3. Formula de la desviación estándar. ....	17
Figura 4. Principales clientes. ....	26
Figura 5. Principales productos. ....	27
Figura 6. Diagrama de flujo de la compañía. ....	28
Figura 7. Layout. ....	29
Figura 8. Gráfica de indicadores del pre test. ....	33
Figura 9. Análisis de indisponibilidad por sistema del pretest. ....	34
Figura 10. Análisis de indisponibilidad por subsistema del pretest. ....	34
Figura 11. Cronograma de actividades. ....	37
Figura 12. Flujo grama del mantenimiento predictivo. ....	38
Figura 13. Ejecución de la inspección estructural. ....	40
Figura 14. Gráfica de fisuras identificadas por semana. ....	41
Figura 15. Gráfica de fisuras identificadas por equipo. ....	41
Figura 16. Muestra la gráfica de fisuras reparadas. ....	42
Figura 17. Gráfica de las fisuras identificadas y reparadas. ....	43
Figura 18. Identificación de Gets. ....	44
Figura 19. Cumplimiento de medición de Gets. ....	45
Figura 20. Porcentaje máximo de desgaste de Gets. ....	45
Figura 21. Cambio de Gets durante el post test. ....	46
Figura 22. Registro del cambio uñas del bucket. ....	47
Figura 23. Identificación de puntos críticos del Bucket. ....	48
Figura 24. Matriz de criticidad de bucket. ....	50
Figura 25. Ponderación de criticidad del Bucket. ....	51
Figura 26. Horas de operación actual del Bucket. ....	51
Figura 27. Horas acumuladas del Bucket. ....	52

Figura 28. Análisis de indisponibilidad por sistema en el postest.....	52
Figura 29. Análisis de Indisponibilidad del subsistema en el postest. ....	53
Figura 30. Gráfica de indicadores post test.....	57
Figura 31. Comparación de indicadores pre test y post test.....	57
Figura 32. Gráfica de disponibilidad pre test. ....	63
Figura 33. Gráfica de disponibilidad post test.....	63
Figura 34. Gráfico de la fiabilidad pre test. ....	65
Figura 35. Gráfica de la fiabilidad post test. ....	65
Figura 36. Gráfica de la mantenibilidad pre pest. ....	67
Figura 37. Gráfica de la mantenibilidad post test. ....	67

## Resumen

El presente trabajo de investigación denominado Mantenimiento predictivo en los cucharones de excavadoras hidráulicas Komatsu PC4000 para mejorar su disponibilidad en una minera, Bayóvar 2022 tuvo como objetivo mejorar la disponibilidad. La investigación es de tipo aplicada, el enfoque cuantitativo, el diseño pre experimental y el nivel es explicativo. La población del estudio está determinada por los mantenimientos predictivos con sus datos cuantitativos de los Indicadores (KPI) de la variable disponibilidad y sus dimensiones confiabilidad y mantenibilidad de las 7 excavadoras hidráulicas PC4000, que serán calculados de manera diaria y consolidados semanalmente tomados en un periodo de 3 meses antes (setiembre 2021 – noviembre 2021) y 3 meses (febrero 2022- abril 2022) después de aplicar el mantenimiento predictivo. La técnica empleada fue la observación mediante instrumentos físicos y documentales aplicados a través ensayos no destructivos y registrados en formatos de inspección. La validación de los instrumentos se realizó a través de los juicios de expertos por el cual influye para los análisis de datos el software SPSS versión 22.

En conclusión, el mantenimiento predictivo mejora la media de la disponibilidad de 78.9 % antes a 83 % después, teniendo una mejora de 4.1 %.

**Palabras Clave:** Mantenimiento predictivo, disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad.



## **Abstract**

The present research work called Predictive maintenance in the buckets of Komatsu PC4000 hydraulic excavators to improve their availability in a mining company, Bayóvar 2022 had the objective of improving availability. The research is of an applied type, the quantitative approach, the pre-experimental design, and the level is explanatory. The study population is determined by the predictive maintenance with its quantitative data of the indicators (KPI) of the availability variable and its reliability and maintainability dimensions of the 7 PC4000 hydraulic excavators, which will be calculated daily and consolidated weekly taken in a period 3 months before (September 2021 – November 2021) and 3 months (February 2022- April 2022) after applying predictive maintenance. The technique used was observation through physical and documentary instruments applied through non-destructive tests and recorded in inspection formats. The validation of the instruments was carried out through the judgments of experts by which the SPSS version 22 software influences the data analysis.

In conclusion, predictive maintenance improves the average availability from 78.9% before to 83% after, having an improvement of 4.1%.

**Keywords:** Predictive maintenance, availability, reliability, maintainability.