



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación del mantenimiento planificado para mejorar la productividad del área de perforación de una empresa minera de Cobre Huaraz - 2019

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

**AUTOR:**

Flores Mamani, Johny Walter (ORCID: 0000-0002-8651-1818)

**ASESOR:**

Mg. Saavedra Farfán, Martin Gerardo (ORCID: 0000-0002-6386-2826)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA - PERÚ**

2019

## Dedicatoria

Esta tesis se las dedico a mis padres que en vida fueron muy trabajadores, a mi padre que no tenía muchas expectativas con mi persona, aquí están los resultados, a mi linda madre que me vio hasta sus últimos días estudiando, a mi hermana Ely ejemplo de perseverancia a mi familia, Fernanda, Mateo y Neysi que son razón de estar vivo.

## Agradecimiento

Agradecer primeramente a Dios. Por haberme dado la salud y trabajo porque sin ello no hubiera podido salir adelante. También agradecer a todas las personas que me apoyaron incondicionalmente en el ambiente académico y laboral. Porque sin ellos no hubiera sido posible esta tesis.

## Declaratoria de Autenticidad

### Declaratoria de Autenticidad

Yo Johny Walter Flores Mamani, identificado con DNI N.º 41160130, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima ,20 junio de 2019



Johny Walter Flores Mamani

D.N.I 41160130

# Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	ix
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática .....	2
1.2. Trabajos previos .....	9
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	15
1.4. Formulación del problema .....	32
1.5. Justificación del estudio .....	32
1.6. Hipótesis .....	33
1.7. Objetivos .....	34
II. MÉTODO .....	35
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	36
2.2. Variables y Operacionalización .....	37
2.3. Población y muestra .....	43
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	43
2.5. Métodos de análisis de datos .....	44
2.6. Aspectos éticos .....	45
2.7. Desarrollo de la propuesta .....	45
III. DISCUSIÓN .....	79
3.1. Análisis descriptivo .....	80
3.1.1 Variable Dependiente - Productividad .....	80
3.2. Resultados Inferenciales .....	92
IV. CONCLUSIONES .....	99
V. RECOMENDACIONES .....	101
REFERENCIAS .....	103
ANEXOS .....	105

## Índice de tablas

Tabla 1. Causas de la baja productividad de la flota de perforadoras .....	5
Tabla 2. Valores para evaluar la matriz .....	6
Tabla 3. Causas evaluadas mediante la Matriz de correlación .....	6
Tabla 4. Frecuencia acumulada.....	7
Tabla 5. <i>Análisis comparativo de teorías de mantenimiento</i> .....	18
Tabla 6. <i>Objetivos y alcance del mantenimiento Planificado</i> .....	21
Tabla 7. <i>Análisis comparativo de indicadores y fórmulas</i> .....	24
Tabla 8. <i>Factores de la productividad</i> .....	29
Tabla 9. <i>Dimensiones y fórmula de la productividad</i> .....	32
Tabla 10. <i>Diseño cuasi experimental con pre prueba y post prueba</i> .....	36
Tabla 11. <i>Disponibilidad de perforadoras ROC L8 - abril 2019</i> .....	51
Tabla 12. <i>Tiempos de mantenimiento y disponibilidad</i> .....	52
Tabla 13. <i>Diagrama de Gantt - Cronograma de Ejecución febrero a – julio</i> .....	54
Tabla 14. <i>Paradas por fallas antes de la mejora</i> .....	58
Tabla 15. <i>Paradas por fallas después de la mejora</i> .....	59
Tabla 16. <i>Medición de la VD - Productividad después de la mejora</i> .....	68
Tabla 17. <i>Medición de la VI – Mantenimiento planificado a través de la disponibilidad de la perforadora TD-020.</i> .....	70
Tabla 18. <i>Resumen Pre y Post test</i> .....	71
Tabla 19. <i>Requerimientos para la aplicación del mantenimiento planificado</i> .....	71
Tabla 20. <i>Cálculo del costo mensual de la producción de metros perforados.</i> .....	72
Tabla 21. <i>Margen de contribución mes de abril 2019 (PRE – TEST)</i> .....	73
Tabla 22. <i>Margen de contribución mes de mayo 2019 (POST – TEST)</i> .....	74
Tabla 23. <i>Cálculo del margen de contribución y el beneficio</i> .....	74
Tabla 24. <i>Resumen de la mejora a la aplicación del mantenimiento planificado</i> .....	76
Tabla 25. <i>Datos previos para el cálculo del VAN y TIR</i> .....	77
Tabla 26. <i>Cálculo del VAN</i> .....	77
Tabla 27. <i>Cálculo del TIR</i> .....	77
Tabla 28. <i>Comparación de la productividad antes y después de la aplicación del mantenimiento planificado</i> .....	81
Tabla 29. <i>Comparación de porcentajes</i> .....	81
Tabla 30. <i>Comparación de la eficiencia antes y después de la aplicación Mantenimiento Planificado.</i> .....	83
Tabla 31. <i>Comparación de porcentajes</i> .....	83
Tabla 32. <i>Comparación de la eficacia antes y después de la aplicación Mantenimiento Planificado.</i> .....	85
Tabla 33. <i>Comparación de porcentajes</i> .....	85
Tabla 34. <i>Comparación del Mantenimiento Planificado a través de la disponibilidad antes y después de la mejora.</i> .....	87
Tabla 35. <i>Comparación de porcentajes</i> .....	88
Tabla 36. <i>Comparación de la confiabilidad (mtbf) antes y después de la aplicación del mantenimiento planificado</i> .....	89
Tabla 37. <i>Comparación de horas</i> .....	90
Tabla 38. <i>Comparación de la mantenibilidad (mttr) antes y después de la aplicación del mantenimiento planificado</i> .....	91

Tabla 39. <i>Comparación de porcentajes</i> .....	91
Tabla 40. <i>Prueba de normalidad de productividad con Shapiro Wilk</i> .....	93
Tabla 41. <i>Prueba de hipótesis general con Wilcoxon</i> .....	93
Tabla 42. <i>Estadística de Prueba de Wilcoxon para la productividad</i> .....	94
Tabla 43. <i>Prueba de normalidad de productividad con Shapiro Wilk</i> .....	95
Tabla 44. <i>Prueba de hipótesis general con Wilcoxon</i> .....	96
Tabla 45. <i>Estadística de Prueba de Wilcoxon para la eficiencia</i> .....	96
Tabla 46. <i>Prueba de normalidad de productividad con Shapiro Wilk</i> .....	97
Tabla 47. <i>Prueba de hipótesis general con Wilcoxon</i> .....	98
Tabla 48. <i>Estadística de Prueba de Wilcoxon para la eficacia</i> .....	98

## Índice de figuras

Figura 1. Ranking de principales productores de cobre mundial .....	2
Figura 2. Evolución del mantenimiento.....	17
Figura 3. Clasificación del mantenimiento planificado .....	18
Figura 4. Comportamiento de la disponibilidad .....	22
Figura 5. Tiempos de parada por mantenimiento .....	24
Figura 6. Tiempo total de Ejecución de la tarea .....	27
Figura 7. Control de la productividad.....	27
Figura 8. Unidades de medida de la productividad <i>Fuente: Cruelles, J. 2013.productividad e incentivos. Pag, 12.</i> .....	30
Figura 13. Referencia de la empresa .....	45
Figura 14. Organigrama general .....	47
Figura 15. Flujo del proceso productivo.....	49
Figura 17. Bancos de voladura.....	50
Figura 18. Productividad antes de la aplicación del MP .....	51
Figura 19. Medición de la VI – del Mantenimiento Planificado a través de la disponibilidad Antes de la mejora .....	52
Figura 20. Fotos de la implementación del taller de perforadoras.....	57
Figura 21. Top ten antes de la mejora.....	58
Figura 22. Top ten después de la mejora .....	60
Figura 23. Proceso de mantenimiento predictivo antes de la mejora .....	61
Figura 24. Proceso de mantenimiento predictivo después de la mejora .....	62
Figura 25. Proceso de mantenimiento periódico antes de la mejora .....	63
Figura 26. Proceso de mantenimiento periódico después de la mejora .....	64
Figura 27. Proceso de mantenimiento periódico antes de la mejora .....	65
Figura 28. Mantenimiento planificado.....	66
Figura 29. Proceso de mantenimiento periódico después de la mejora .....	67
Figura 30. Gráfica de la Productividad después de la mejora .....	69
Figura 31. Representación Gráfica de Disponibilidad de la perforadora TD-020 .	71
Figura 9. Comparación de porcentajes de productividad .....	82
Figura 10. Comparación de porcentajes de la eficiencia.....	84
Figura 11. Comparación de porcentajes de eficacia. ....	86
Figura 12. Comparación porcentual de la disponibilidad .....	88
Figura 13. Comparación de la confiabilidad (MTBF) .....	90
Figura 14. Comparación de porcentajes de la mantenibilidad.....	92



## Resumen

La investigación se propuso como objetivo; determinar como la aplicación de un Mantenimiento Planificado en la perforadora TD-020 mejoraba la productividad en el área de perforaciones de la empresa Minera de Cobre, Huaraz 2019.

La empresa minera es una de las principales productoras de concentrados de cobre. Ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari en la Región Ancash a 200 km. de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4,300 msnm.

Por su finalidad la investigación fue aplicada, porque hará uso de estrategias del mantenimiento planificado para dar solución a la disponibilidad operativa de la perforadora TD-020. Esta máquina es la que registra la disponibilidad más baja por causa de paradas por averías o fallas, de un total de 10 perforadoras modelo Roc L18 marca Atlas Coopco con la que cuenta el área de perforaciones. Las paradas no planificadas por averías están afectando el costo del metro perforado.

Su alcance fue longitudinal pues se evalúa los cambios mediante mediciones antes y después de haber aplicado la variable independiente - Mantenimiento planificado y ver su resultado sobre la variable dependiente - productividad. La investigación por su diseño fue experimental, ya que se manipuló la variable independiente observando los cambios en la variable dependiente mediante el pre y post test. Por su nivel la investigación es explicativa pues mostró el efecto de la variable independiente sobre la dependiente para el incremento de la productividad de la perforadora TD-020. Por su enfoque, la investigación fue de tipo cuantitativa ya que se evaluaron los datos antes y el después de aplicar el Mantenimiento Planificado medido a través de la disponibilidad.

Se demostró que la productividad pre test era de 46.40%, y la del post test de 57.70% Podemos inferir que el Mantenimiento Planificado ha permitido mejorar la productividad en un 11.30%.

**Palabras claves:** Mantenimiento Planificado, mejora, productividad.

## **Abstract**

The research was set as an objective; Determine how the application of Planned Maintenance in the TD-020 drilling machine improves productivity in the drilling area of the company Minera de Cobre, Huaraz 2019.

The mining company is one of the main producers of copper concentrates. Located in the district of San Marcos, province of Huari in the Ancash Region, 200 km. from the city of Huaraz and at an average altitude of 4,300 meters above sea level.

For its purpose, the research is Applied, because it will use Planned Maintenance strategies to solve the operational availability of the TD-020 drilling machine. This machine is the one that registers the lowest availability due to stoppages due to breakdowns or failures, of a total of 10 rock drills model Roc L18 brand Atlas Coopco, with which the drilling area has. Unplanned outages due to breakdowns are affecting the cost of the drilled meter.

Its scope was longitudinal since the changes are evaluated through measurements before and after having applied the independent variable - Planned Maintenance and seeing its result on the dependent variable - Productivity. The research by its design was experimental, since the independent variable was manipulated observing the changes in the dependent variable through the pre and post test. Due to its level, the research is explanatory since it showed the effect of the independent variable on the dependent variable for the increase in productivity of the TD-020 drilling machine. Due to its approach, the research was quantitative, since the data were evaluated before and after applying the Planned Maintenance measured through availability.

It was shown that the pre-test productivity was 46.40%, and that of the post-test 57.70%. We can infer that the Planned Maintenance has allowed to improve productivity by 11.30%.

**Keywords:** Planned Maintenance, improvement, productivity.



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Código : F06 –PP-PR-02.02 Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, Mgtr. SAAVEDRA FARFAN MARTIN GERARDO, docente asesor de la **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** y de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor(a) de la Tesis titulada: "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DE PERFORACION DE UNA EMPRESA MINERA DE COBRE - HUARAZ 2019 ", del estudiante JOHNY WALTER FLORES MAMANI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Proyecto de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 22 de julio del 2019

.....  
**Mgtr. Saavedra Farfán Martín Gerardo**  
**DNI: 02649481**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / <b>Vicerrectorado de Investigación y Calidad</b>	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------