



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE LUBRICACION PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD DE PALAS EN UNA EMPRESA DEL RUBRO MINERO, AÑO 2018.”

Modalidad de Suficiencia Profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Anali Isabel Marcos Salvador

Bach. Dayton Ramos Nación

**Asesor:**

Mg. Ing. Aldo Guillermo Rivadeneyra Cuya

Lima – Perú

2018

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el(la) Bachiller **Anali Isabel Marcos Salvador y Dayton Ramos Nación**, denominada:

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE LUBRICACION PARA  
OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD DE PALAS EN UNA EMPRESA DEL RUBRO  
MINERO, AÑO 2018”**

---

Ing. Aldo Guillermo, Rivadeneyra Cuya

**ASESOR**

---

Ing. Lira, Guzmán José

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Ing. Teodoro, Riega Zapata

**JURADO**

---

Ing. Johnny David, Arrustico Loyola

**JURADO**

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía.  
A mi madre Liz por todo su gran apoyo  
y confianza.

A mi hija Alexia por toda su  
paciencia durante todo este tiempo.

Anali Isabel Marcos Salvador

Agradezco en primer lugar a Dios  
por guiarme durante todo el mi camino  
siempre por darme fuerzas para superar  
los obstáculos y dificultades.

Gracias a todas las personas que  
me apoyaron directa e indirectamente en  
la realización de este trabajo de  
investigación.

Dayton Ramos Nación

## AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Anali Isabel Marcos salvador

A nuestro guía celestial por darnos la salud, a todas las personas que intervinieron en este proceso de investigación y aprendizaje, a mi familia quien me apoyado siempre para desarrollarme profesionalmente.

Dayton Ramos Nación

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>FUENTES .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1. Antecedentes .....	15
1.2. Realidad Problemática .....	19
1.3. Formulación del Problema .....	20
1.3.1. <i>Problema General</i> .....	20
1.3.2. <i>Problema Específico</i> .....	20
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i> .....	20
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i> .....	20
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i> .....	20
1.4. Justificación .....	21
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	21
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i> .....	21
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i> .....	21
1.4.4. <i>Justificación Académica</i> .....	21
1.5. Objetivo .....	22
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	22
1.5.2. <i>Objetivo Específico</i> .....	22
1.5.2.1. <i>Objetivo específico 1</i> .....	22
1.5.2.2. <i>Objetivo específico 2</i> .....	22

1.5.2.3.	<i>Objetivo específico 3</i>	22
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b>		<b>23</b>
2.1.	Investigación relacionada con el tema	23
2.1.1.	<i>Antecedentes Internacionales</i>	23
2.1.2.	<i>Antecedentes Nacionales.</i>	25
2.2.	Mantenimiento	27
2.2.1.	<i>Evolución Histórica del Mantenimiento</i>	29
2.2.2.	<i>Tipos de Mantenimiento</i>	29
2.2.2.1.	<i>Mantenimiento Correctivo</i>	29
2.2.2.2.	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	29
2.2.2.3.	<i>Mantenimiento Predictivo</i>	30
2.2.2.4.	<i>Mantenimiento en uso base para TPM</i>	30
2.3.	Benchmarking	31
2.4.	Indicadores de Mantenimiento	31
2.4.1.	<i>Fiabilidad</i>	31
2.4.1.1.	<i>Tiempo Medio entre fallas (MTBF) – Mean time between failures</i>	31
2.4.2.	<i>Mantenibilidad</i>	32
2.4.2.1.	<i>Tiempo promedio para reparar (MTTR) – Mean Time To Repair.</i>	32
2.4.3.	<i>Disponibilidad</i>	32
2.5.	Lubricación	34
2.5.1.	<i>Funciones de la lubricación</i>	34
2.5.2.	<i>Mecanismos de falla en los sistemas de lubricación</i>	35
2.6.	Herramientas de diagnóstico del problema	37
2.6.1.	<i>Etapas del Proceso de Lubricación</i>	37
2.6.2.	<i>Etapas del Proceso de Lubricación</i>	39
2.7.	Pareto	43

2.7.1.	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	44
2.7.2.	<i>Clave para aplicar Pareto</i> .....	44
2.8.	Diagrama de Causa Efecto .....	44
2.9.	Diagrama Gantt .....	45
2.10.	Las Palas .....	46
2.10.1.	<i>Ciclo de trabajo y condiciones operaciones</i> .....	46
2.10.2.	<i>Proceso de Carga</i> .....	46
2.11.	Definición de términos básicos .....	49
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO</b> .....		<b>51</b>
3.1.	Desarrollo de Objetivo Especifico 1 .....	51
3.2.	Matriz de Criticidad de equipos .....	52
3.3.	Análisis de criticidad .....	53
3.4.	Benchmarking .....	56
3.5.	Medición de disponibilidad Actual .....	56
3.5.1.	<i>Diagnóstico inicial del proceso de sistemas de lubricación de Palas</i> .....	57
3.5.2.	<i>Diagnóstico inicial de almacenamiento de Lubricantes (R1P)</i> .....	59
3.5.2.1.	<i>Importancia</i> .....	59
3.5.2.2.	<i>Practicas Actuales</i> .....	59
3.5.3.	<i>Diagnóstico inicial de cuarto de lubricación (R2P)</i> .....	61
3.5.3.1.	<i>Importancia</i> .....	61
3.5.3.2.	<i>Practicas actuales</i> .....	61
3.5.4.	<i>Diagnóstico inicial de tareas de aplicación de lubricante (H1P)</i> .....	62
3.5.4.1.	<i>Importancia</i> .....	62
3.5.4.2.	<i>Practicas actuales</i> .....	63
3.5.5.	<i>Diagnóstico inicial de exclusión de contaminantes (C1P)</i> .....	64
3.5.5.1.	<i>Importancia</i> .....	64
3.5.5.2.	<i>Practicas actuales</i> .....	65
3.5.6.	<i>Muestreo (A4P)</i> .....	67
3.5.6.1.	<i>Importancia</i> .....	67

3.5.6.2.	<i>Practicas actuales</i> .....	68
3.5.7.	<i>Programa de mejora</i> .....	68
3.5.8.	<i>Diagnóstico Gets</i> .....	69
3.5.9.	<i>Diagnóstico Rotación de Repuestos</i> .....	69
3.6.	Desarrollo del objetivo específico 2 .....	71
3.6.1.	<i>Almacenamiento de Lubricantes (R1P)</i> .....	72
3.6.1.1.	<i>Mejoras propuestas</i> .....	72
3.6.2.	<i>Almacén de lubricación (R2P)</i> .....	74
3.6.2.1.	<i>Mejoras propuestas</i> .....	74
3.6.3.	<i>Tareas de aplicación de lubricante (H1P)</i> .....	76
3.6.3.1.	<i>Mejoras propuestas</i> .....	76
3.6.4.	<i>Exclusión de contaminantes (C1P)</i> .....	76
3.6.4.1.	<i>Mejoras propuestas</i> .....	76
3.6.5.	<i>Muestreo (A4P)</i> .....	77
3.6.5.1.	<i>Mejoras propuestas</i> .....	77
3.6.5.2.	<i>Disponibilidad Proyectado después de Mejoras</i> .....	79
3.6.6.	<i>Propuesta de Implementación de sistemas de protección Gets</i> .....	81
3.7.	Desarrollo del objetivo específico 3 .....	83
	<b>CAPÍTULO 4.    RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>
4.1.	RESULTADOS .....	84
4.2.	CONCLUSIONES .....	90
4.3.	RECOMENDACIONES .....	91
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>92</b>
	<b>CAPÍTULO 5.    Bibliografía .....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1:1. REGIONES PRODUCTORAS DE COBRE 2017 .....	16
FIGURA 1.1:2 COMPARATIVO PRODUCCIÓN AÑO 2000 A 2017 AL AÑO.....	16
FIGURA 1.1:3 PROCESO PRODUCTIVO.....	17
FIGURA 1.1:4 TAJO ABIERTO .....	18
FIGURA 2.1:1. DISPONIBILIDAD MAQUINAS CATERPILLAR ABRIL 2017 .....	24
FIGURA 2.2:1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO. ....	29
FIGURA 2.6:1. REFERENCIAS DE NIVELES DE GESTIÓN SEGÚN METODOLOGÍA ASCEND.....	38
FIGURA 2.6:2. ETAPAS DEL PROCESO DE LUBRICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ASCEND.....	39
FIGURA 2.6:3. ELEMENTOS DE SELECCIÓN DEL LUBRICANTE. ....	40
FIGURA 2.6:4. ELEMENTOS DE SELECCIÓN DEL LUBRICANTE. ....	41
FIGURA 2.6:5. ELEMENTOS DE MANEJO Y APLICACIÓN.....	41
FIGURA 2.6:6. ELEMENTOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN. ....	42
FIGURA 2.6:7. ELEMENTOS DE ANÁLISIS DE LUBRICANTE. ....	42
FIGURA 2.6:8. ELEMENTOS DE DISPOSICIÓN BIOLÓGICA.....	43
FIGURA 2.7:1. DIAGRAMA PARETO .....	44
FIGURA 2.8:1. DIAGRAMA CAUSA EFECTO DEL PROBLEMA .....	45
FIGURA 2.9:1. DIAGRAMA GANTT .....	46
FIGURA 2.10:1. CICLO DE CARGA EN DOS PUNTOS DE POSICIÓN. ....	47
FIGURA 3.1:1. DISPONIBILIDAD ACTUAL .....	51
FIGURA 3.2:1. MATRIZ DE CRITICIDAD PARA CALCULAR CRITICIDAD DE EQUIPOS.....	52
FIGURA 3.3:1. VALORACIÓN DE CRITICIDAD POR TIPO DE IMPACTO.....	53
FIGURA 3.3:2. VALORACIÓN DE CRITICIDAD POR OCURRENCIA. ....	53
FIGURA 3.3:3. CRITERIOS DE CRITICIDAD SEGÚN EQUIPOS. ....	53
FIGURA 3.3:4. CLASIFICACIÓN POR NIVEL DE CRITICIDAD.....	54
FIGURA 3.3:5. EVENTOS DE FALLA REPETITIVA. ....	54
FIGURA 3.3:6. ANÁLISIS BASADOS EN DIAGRAMA PARETO.....	55
FIGURA 3.3:7. FALLAS MÁS RESALTANTES .....	55
FIGURA 3.5:1. MAQUINAS P & H DISPONIBILIDAD REAL VS BUDGET 2017 & 2018 .....	57
FIGURA 3.5:2. MADUREZ DEL PROCESO DE EVALUACIÓN. ....	58
FIGURA 3.5:3. OPORTUNIDADES RELEVANTES.....	58

<b>FIGURA 3.5:4 PRIORIZACIÓN TAREAS .....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 3.5:5. CILINDRO ABIERTO EN ZONA DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA 3.5:6. CILINDROS EXPUESTOS AL MEDIO AMBIENTE(AGUA). .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 3.5:7. BOMBA DE ACEITE MAL MONTADA. ....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 3.5:8. CAMBIO DE BOMBA A CILINDRO DE GRASA.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 3.5:9. MANGUERAS DE TRANSVASE.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 3.5:10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES BASADOS EN GANTT.....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 3.5:11. ANÁLISIS COSTO ACTUAL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 3.5:12. REPUESTOS DE MAYOR ROTACIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 3.5:13 DISPONIBILIDAD REAL &amp; BUDGET 2017 &amp; 2018. ....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 3.6:1 PROYECCIÓN DE ALMACÉN.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 3.6:2 DIMENSIONES DE ALMACENES .....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 3.6:3. PROPUESTA DE ORDEN Y ACOPIO DE LUBRICANTES. ....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 3.6:4. IMPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS DE LUBRICACIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 3.6:5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA DESARROLLO DE MEJORA.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 3.6:6. CRECIMIENTO DE GRADO DE MADUREZ DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN. ....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 3.6:7. NORIA 2013 .....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 3.6:8 PROYECCIÓN DE COSTOS USANDO GETS.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 3.6:9. ACCESORIOS DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 4.1:1. ANÁLISIS DE PROYECCIÓN.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 4.1:2. ANÁLISIS PROYECTADO A 5 AÑOS .....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 4.1:3 DATOS DISPONIBILIDAD HISTÓRICOS 2014 A 2018.....</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA 4.1:4 FOTOS ACTIVIDAD ACTUAL.....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 4.1:5 FOTOS DE PROPUESTA DE MEJORA .....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 4.1:6. COMPARATIVO DE CUCHARON CON Y SIN GET PROTECTOR SHARK.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2:1. VALORIZACIONES REALES VS VALORIZACIONES PLANIFICADAS. ....	25
TABLA 2:2. TABLA DE DISPONIBILIDAD MECÁNICA .....	26
TABLA 3:1. CUADRO DISPONIBILIDAD HISTÓRICO 2017 & 2018.....	56
TABLA 3:2. DISPONIBILIDAD – MTBF- MTTR DE PALAS PROYECTADA 2018. ....	80

## FUENTES

FUENTE 1:1 MINEM .....	16
FUENTE 1:2 MINEM .....	16
FUENTE 1:3 MINEM .....	17
FUENTE 1:4 FOTO MINERA .....	18
FUENTE 2:1. DESARROLLADO EN TESIS, (EDUARDO & PIMIENTA, 2017). ....	24
FUENTE 2:2. DESARROLLADO EN TESIS, (GUERRA POMA, 2014). ....	25
FUENTE 2:3. (MORA, 2009).....	29
FUENTE 2:4. (NORIA, 2013).....	38
FUENTE 2:5. (NORIA, 2013) .....	39
FUENTE 2:6. (NORIA, 2013).....	40
FUENTE 2:7. (NORIA, 2013).....	41
FUENTE 2:8. (NORIA, 2013) .....	41
FUENTE 2:9. (NORIA, 2013) .....	42
FUENTE 2:10. (NORIA, 2013) .....	42
FUENTE 2:11. (NORIA, 201) .....	43
FUENTE 2:12. FOTO TOMADA EN MINA. ....	47
FUENTE 3:1 TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....	51
FUENTE 3:2. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....	52
FUENTE 3:3. DATA ÁREA DE CONFIABILIDAD MINERA CHINALCO.....	52

<b>FUENTE 3:4. DATA ÁREA DE CONFIABILIDAD MINERA CHÍNALCO.....</b>	<b>53</b>
<b>FUENTE 3:5. DATA ÁREA DE CONFIABILIDAD MINERA CHINALCO.....</b>	<b>53</b>
<b>FUENTE 3:6. DATA ÁREA DE CONFIABILIDAD MINERA CHÍNALO. ....</b>	<b>53</b>
<b>FUENTE 3:7. REGISTRO MANTENIMIENTO MINERA .....</b>	<b>54</b>
<b>FUENTE 3:8. BASE DATOS MINERA ÁREA DE CONFIABILIDAD. ....</b>	<b>54</b>
<b>FUENTE 3:9. BASE DATOS MINERA ÁREA DE CONFIABILIDAD .....</b>	<b>55</b>
<b>FUENTE 3:10. ANÁLISIS BASADOS EN PARETO DATA DE MINERA.....</b>	<b>55</b>
<b>FUENTE 3:11. BASE DATOS ÁREA CONFIABILIDAD MINERA.....</b>	<b>56</b>
<b>FUENTE 3:12. BASE DATOS ÁREA CONFIABILIDAD MINERA.....</b>	<b>57</b>
<b>FUENTE 3:13. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>58</b>
<b>FUENTE 3:14. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>58</b>
<b>FUENTE 3:15 TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>59</b>
<b>FUENTE 3:16. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>60</b>
<b>FUENTE 3:17. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>62</b>
<b>FUENTE 3:18. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018) .....</b>	<b>64</b>
<b>FUENTE 3:19. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>66</b>
<b>FUENTE 3:20. TOMADO DE EMPRESA MINERA. (2018). ....</b>	<b>67</b>
<b>FUENTE 3:21. ELABORADO POR DESARROLLADORES DE PROYECTO.....</b>	<b>68</b>
<b>FUENTE 3:22. ELABORADO POR DESARROLLADORES DE PROYECTO.....</b>	<b>69</b>
<b>FUENTE 3:23. ELABORADO POR ÁREA DE CONFIABILIDAD.....</b>	<b>70</b>
<b>FUENTE 3:24. DESARROLLADO POR ELABORADORES DE TESIS.....</b>	<b>71</b>
<b>FUENTE 3:25 ELABORADO POR PARTICIPANTES DE TESIS .....</b>	<b>72</b>
<b>FUENTE 3:26 MINERA DONDE SE REALIZA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>73</b>
<b>FUENTE 3:27. NORIA 2013 .....</b>	<b>74</b>
<b>FUENTE 3:28. ESTÁNDARES NORIA 2013.....</b>	<b>75</b>
<b>FUENTE 3:29. ELABORACIÓN DE LOS PARTICIPANTES INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>78</b>
<b>FUENTE 3:30. BASE CONFIABILIDAD MINERA, ELABORADO POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>80</b>
<b>FUENTE 3:31. ELABORADO POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>81</b>
<b>FUENTE 3:32 ELABORADO POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>81</b>
<b>FUENTE 3:33. PROVEEDORES DE GETS .....</b>	<b>82</b>
<b>FUENTE 4:1. DESARROLLADO POR PARTICIPANTES DE TESIS .....</b>	<b>84</b>
<b>FUENTE 4:2. FUENTE ÁREA CONFIABILIDAD DESARROLLADOR POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>85</b>

<b>FUENTE 4:3. FUENTE ÁREA CONFIABILIDAD DESARROLLADOR POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>86</b>
<b>FUENTE 4:4 MINERA DONDE SE REALIZA LA PROPUESTA DE MEJORA.....</b>	<b>87</b>
<b>FUENTE 4:5 MINERA DONDE SE REALIZA LA PROPUESTA DE MEJORA.....</b>	<b>87</b>
<b>FUENTE 4:6. FUENTE ÁREA CONFIABILIDAD DESARROLLADOR POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>88</b>
<b>FUENTE 4:7. FUENTE ÁREA CONFIABILIDAD DESARROLLADOR POR PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>89</b>

## RESUMEN

La finalidad de nuestra propuesta de mejora es que se minimice las demoras que son generadas por las diversas fallas del sistema en las operaciones, en todas las fallas se genera un costo de mantenimiento y servicio, en el caso que no es planificado este no está considerado en el presupuesto anual, que se quiere con ello identificando los problemas con la herramienta Ascend, brindar una alternativa de solución, para mejorar la disponibilidad de los equipos que realizan las operaciones y generan productividad.

El presupuesto de mantenimiento se ha incrementado de USD \$ 61,800 a USD \$ 91,700 aproximadamente, la presente propuesta de mejora tiene como objetivo optimizar la disponibilidad de las palas el proceso de los sistemas de lubricación para incrementar la confiabilidad, a su vez optimizar los costos de mantenimiento que generan un costo adicional a la producción del mineral procesado.

En la actualidad el proceso de lubricación se realiza en base a programas que no se cumplen a cabalidad o se realizan por cumplir, mas no por tener conciencia de la importancia de dicho proceso y de lo que implicaría su mala práctica.

Para ello realizaremos un ejemplo de análisis actual de los equipos, en base a ello se realizará la metodología de cómo mejorar la disponibilidad de los equipos, a su vez la tesis podría aplicarse a minas de tajo abierto.

Una de las metodologías basadas en la ingeniería de la confiabilidad efectivas que desarrollaremos es la Metodología Ascend, el cual aplica directamente a todo el proceso de lubricación siendo este un tema de gran envergadura el cual si no se lleva un buen control nuestros costos se incrementarían perjudicando al área de mantenimiento afectando en el incremento de gastos para la producción.

La metodología de la Ascend se basa en el uso del análisis de modos y efectos de falla, también nos brindó un buen enfoque de análisis el diagrama de Pareto, herramientas fundamentales el cual aplicamos en la presente investigación brindando las propuestas de mejora para su posterior implementación, la cual nos permitirá incrementar

el tiempo medio entre fallas, minimizar la generación de paros no programados, incrementar la productividad, vida útil de los equipos de la minera.

Palabras Clave: Disponibilidad de equipos, Reducción de costos, Planificación de mantenimiento deficiente, sistemas de lubricación, Análisis de modos de falla, Propuestas de mejora.

## ABSTRACT

The purpose of our improvement proposal is to minimize the delays that are generated by the various system failures in the operations, in all the failures a maintenance and service cost is generated, in the case that it is not planned this is not considered in the annual budget, which is used to identify the problems with the Ascend tool, provide a solution alternative, to improve the availability of the teams that perform the operations and generate productivity.

The maintenance budget has been increased from USD \$ 61,800 to USD \$ 91, approximately 700. The purpose of this improvement proposal is to optimize the availability of the blades, the process of the lubrication systems to increase the reliability, at the same time optimize the maintenance costs that generate an additional cost to the production of the processed ore.

Currently, the lubrication process is carried out based on programs that are not fully met or are carried out, but not because of the importance of this process and what its bad practice would imply.

For this we will make an example of current analysis of the equipment, based on this the methodology of how to improve the availability of the equipment will be carried out, in turn the thesis could be applied to open pit mines.

One of the methodologies based on the effective reliability engineering that we will develop is the Ascend Methodology, which applies directly to the entire lubrication process, this being a major issue which, if not well controlled, would increase our costs, damaging to the maintenance area affecting the increase in expenses for production.

The methodology of the Ascend is based on the use of the analysis of modes and effects of failure, it also gave us a good analysis approach Pareto diagram, fundamental tools which we apply in the present investigation providing the improvement proposals for its later implementation, which will allow us to increase the average time between failures, minimize the generation of unscheduled stoppages, increase the productivity, useful life of the mining equipment.



Keywords: Equipment availability, cost reduction, poor maintenance planning,  
lubrication systems, failure modes analysis, improvement proposals.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

### CAPÍTULO 5. Bibliografía

- 50minutos.es. (2016). *EL principio de Pareto: Optimice su negocio con la regla 80/20*. España: Economía y empres 50minutos.es.
- Aguila, M. A. (2012). *e la Gestion de Mantenimiento Basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de cajamarca*. Cajamarca: Tesis Titulo Profesional Ingenieria Industrial.
- del Catillo, F. (2007). *Tribologia: Fricción, Desgaste y Lubricacion*. Mexico: Cuatitan Izcalli.
- Dounce, E. (2007). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Eduardo, O. S., & Pimienta, Y. S. (2017). *Diseño de un programa de mantenimiento para la flota de camiones Caterpillar 777G de cerro Matoso, Utilizando la metodologia mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM)*. Colombia: universidad del norte, departamento de ingenieria industrial, Maestria en ingenieria administrativa.
- Fernandez, F. j. (2012). *Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestion*. España: ARTEGRAF S.A.
- Garrido, S. G. (2003). Organización y gestion integral de mantenimiento. En S. G. Garrido, *Organización y gestion integral de mantenimiento* (págs. 1,2,24,39,41). Madrid: Edicione Diaz de Santos S.A.
- Guerra poma, J. C. (2014). *Plan de lubricación para mejorar la disponibilidad de las maquinas pesadas utilizada en el mantenimiento de carreteras en la empresa ICCGSA*. Huancayo: Tesis para optar Titulo profesional.
- Jimenez, A. J. (6 de octubre de 2010). *Backlog: El índice clave para el manejo de la carga de trabajo en mantenimiento*. Obtenido de PLANIFICACION Y PROGRAMACION (PYP): <https://maintenancela.blogspot.com/search?q=backlog>
- Komatsu. (30 de 07 de 2018). *Mining Komatsu*. Obtenido de P&H 4100: <https://mining.komatsu/product-details/4100xpc>
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, Ejecución y Control*. Mexico: Alfaomega rupo.

Noria. (11 de Febrero de 2013). *http://noria.mx/*. Obtenido de *http://noria.mx/ascend/*:  
*http://noria.mx/noria/aviso-de-privacidad/*

Ñavincopa, C. (2010). Administración del mantenimiento. *Evaluación de Gestión de Mantenimiento* (pág. 26). Lima: Tecsup.

Solis, R. (2013). *Estrategias de Aseguramiento de Disponibilidad palas de cable de empresamina radomiro tomic*. Santiago de Chile: Tesis Grado de Magister.

Victor M, C. M. (2006). *Metodología para integrar la tecnología del análisis de aceite a los programas de mantenimiento predictivo en sistemas hidráulicos de potencia*. santiago de queretaro: Tesis de maestría.