

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1	Introducción	1
1.1	Acerca de la compañía	1
1.2	Ubicación de instalaciones.....	3
1.2.1	Área cordillera	3
1.2.2	Área puerto	3
1.3	Visión y valores	4
1.4	Presidencia ejecutiva de la compañía	4
1.5	Motivación del estudio.....	5
1.6	Objetivos del estudio	6
1.6.1	Objetivo general	6
1.6.2	Objetivos específicos.....	6
1.7	Alcance	7
1.8	Estructura general	7
CAPITULO 2	Antecedentes	8
2.1	Costo del ciclo de vida.....	8
2.2	Activos en la compañía.....	9
2.2.1	Equipos de carguío	9
2.2.2	Equipos de transporte	11
2.3	Decisiones de reemplazo y conservación	13
2.3.1	Fundamentos del análisis de reemplazo	14
2.3.2	Vida útil económica.....	16
2.3.3	Realización de un análisis de reemplazo	19
2.3.4	Consideraciones adicionales en un análisis de reemplazo.....	20

2.3.5	Análisis de reemplazo realizado en un período definido.....	21
2.3.6	Resumen de la sección de análisis de reemplazo	21
2.4	Modelo de determinación del valor anual de elementos de costos	22
2.5	Depreciación y sus métodos de determinación.....	23
2.5.1	Terminología de depreciación	23
2.5.2	Depreciación en línea recta (LR).....	25
2.5.3	Depreciación de saldo decreciente (SD) y de saldo doble decreciente	26
2.6	Softwares utilizados en la compañía.....	27
2.6.1	Ellipse 8.6.....	27
2.6.2	Dispatch Fleet Management System	28
2.7	Marco teórico	29
2.7.1	Horómetro.....	29
2.7.2	Disponibilidad	30
2.7.3	Utilización	30
2.7.4	Costos de operación.....	30
2.7.5	Costos programados	31
2.7.6	Costos no programados	32
2.7.7	CAPEX.....	33
2.7.8	OPEX.....	33
2.7.9	Costo de oportunidad.....	34
2.7.10	Tasa de descuento e inflación.....	34
2.7.11	Documento Exhibit.....	35
2.7.12	Centro de costos	35
2.8	Plan de trabajo	36

CAPITULO 3	Metodología	37
3.1	Visión General	37
3.2	Paso 1 Plan de análisis	38
3.3	Paso 2 Selección y desarrollo de modelo.....	40
3.4	Paso 3 Aplicación del modelo	43
3.5	Paso 4 Análisis de reemplazo y conservación	44
3.6	Paso 5 Documentación y revisión de resultados.....	45
3.7	Paso 6 Implementación y monitoreo del análisis.....	46
CAPITULO 4	Recolección y análisis de datos.....	47
4.1	Modelo de determinación del valor anual de elementos de costos de camiones	48
4.1.1	Disponibilidad	48
4.1.2	Utilización	53
4.1.3	Costos afectados por contrato.....	53
4.1.4	Costos afectadas por inflación (IPC)	57
4.1.5	Depreciación.....	58
4.2	Modelo de determinación del valor anual de elementos de costos de palas	59
4.2.1	Disponibilidad	59
4.2.2	Utilización	64
4.2.3	Costos de operación.....	64
4.2.4	Costos no programados	65
4.2.5	Costos programados	66
4.2.6	Depreciación.....	67
4.2.7	CAPEX.....	68
4.3	Variables de comparación de modelos desarrollados	73
4.3.1	Costo de oportunidad aplicado a camiones	74

4.3.2	Costo de oportunidad aplicado a palas	77
4.3.3	Horas operativas	79
CAPITULO 5 Resultados		80
5.1	Vida útil económica óptima de los activos	80
5.1.1	Camión Komatsu 830 nuevo	81
5.1.2	Camión Komatsu 830 CA06	81
5.1.3	Camión Komatsu 930 nuevo	82
5.1.4	Camión Komatsu 930 CA47	82
5.1.5	Pala Bucyrus 495HI nueva	83
5.1.6	Pala Bucyrus 495HI PA03.....	83
5.1.7	Pala Bucyrus 495HR nueva.....	84
5.1.8	Pala Bucyrus 495HR PA09	84
5.1.9	Pala P&H 4100XPC	85
5.1.10	Pala P&H 4100XPC PA11	85
5.2	Vida útil económica óptima de activos estandarizados	86
5.2.1	Resultados de situación para comparar tipos de camión	87
5.2.2	Resultados de situación para comparar tipos de pala	88
CAPITULO 6 Análisis de resultados.....		91
6.1	Análisis de reemplazo y conservación en camiones	91
6.1.1	Análisis de reemplazo y conservación entre camiones del mismo tipo	92
6.1.2	Análisis de reemplazo y conservación entre camiones de diferente tipo	93
6.2	Análisis de reemplazo y conservación en palas	94
6.2.1	Análisis de reemplazo y conservación entre palas del mismo tipo	95
6.2.2	Análisis de reemplazo y conservación entre palas de diferente tipo	97

CAPITULO 7	Conclusiones	99
CAPITULO 8	Recomendaciones.....	101
CAPITULO 9	Bibliografía.....	102
CAPITULO 10	Anexos.....	103
A.	Tablas de tiempo panne no programado	103
B.	Tabla de actividades mantenimiento programado (MST)	107
C.	Tipo de información presente en documento exhibit.....	118
D.	Centros de costo utilizados	123
E.	Horas operativas activos de carguío y transporte	126
F.	Variación del IPC.....	127
G.	Stock componentes mayores.....	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Utilización equipos de transporte	53
Tabla 2. Costos contractuales camión 830	54
Tabla 3. Costos contractuales camión 930	54
Tabla 4. Tramos tarifa de cobro de contrato Komatsu	56
Tabla 5. Costos actuales variables afectadas por IPC	57
Tabla 6. Utilización equipos de carguío	64
Tabla 7. Consumo promedio de energía por tipo de pala.....	64
Tabla 8. Costo por stock de componentes mayores.....	69
Tabla 9. Valor y frecuencia de cambio de componentes críticos	70
Tabla 10. Velocidad de camiones en ruta Ujina-Tranque	74
Tabla 11. Tiempo de ciclo camiones en ruta Ujina-Tranque	74
Tabla 12. Capacidad de tolva camiones Komatsu	74
Tabla 13. Rendimiento Operacional camiones Komatsu	75
Tabla 14. Cálculo de horas operativas.....	75
Tabla 15. Traslado anual de material en ruta Ujina-Tranque	75
Tabla 16. Costo anual de la tonelada trasladada en ruta Ujina- Tranque [USD/t]	76
Tabla 17. Rendimiento de las palas	77
Tabla 18. Horas operativas necesarias para cargar 27,7 [Mt]	77
Tabla 19. Diferencia de horas operativas necesarias para mover 27,7 [Mt]	78
Tabla 20. Costo por hora operativa palas Bucyrus PA03 y PA09.....	78
Tabla 21. Resultados camión Komatsu 830 nuevo.....	81
Tabla 22. Resultados camión Komatsu 830 CA06.....	81
Tabla 23. Resultados camión Komatsu 930 nuevo.....	82
Tabla 24. Resultados camión Komatsu 930 CA47.....	82
Tabla 25. Resultados pala Bucyrus 495HI	83
Tabla 26. Resultados pala Bucyrus 495HI PA03	83
Tabla 27. Resultados pala Bucyrus 495HR.....	84
Tabla 28. Resultados pala Bucyrus 495HR PA09.....	84
Tabla 29. Resultados pala P&H 4100XPC.....	85
Tabla 30. Resultados pala P&H 4100XPC.....	85

Tabla 31. Resultados camión Komatsu 830 nuevo con costo de oportunidad	87
Tabla 32. Resultados camión Komatsu 830 CA06 con costo de oportunidad	87
Tabla 33. Resultados pala Bucyrus 495HI nueva con costo de oportunidad	88
Tabla 34. Resultados pala Bucyrus 495HI PA03 con costo de oportunidad.....	88
Tabla 35. Resultados pala Bucyrus 495HR nueva con costos de oportunidad.....	89
Tabla 36. Resultados pala Bucyrus 495HR PA09 con costo de oportunidad	89
Tabla 37. Tabla resumen de principales resultados en camiones	90
Tabla 38. Tabla resumen de principales resultados en palas	90
Tabla 39. Tiempos de panne no programado de camiones agrupados anualmente.....	103
Tabla 40. Tiempos de panne no programado de palas agrupados anualmente.....	106
Tabla 41. Programa de mantenimiento camión Komatsu 830	107
Tabla 42. Programa de mantenimiento camión Komatsu 930	108
Tabla 43. Programa de mantenimiento pala Bucyrus 495HI.....	109
Tabla 44. Programa de mantenimiento pala Bucyrus 495HR	112
Tabla 45. Programa de mantenimiento pala P&H 4100XPC	115
Tabla 46. Ejemplo documento exhibit.....	118
Tabla 47. Centros de costos camión Komatsu 830.....	123
Tabla 48. Centros de costos camión Komatsu 930.....	123
Tabla 49. Centros de costos equipos de carguío.....	124
Tabla 50. Horas operativas de camiones	126
Tabla 51. Horas operativas de palas	127
Tabla 52. Variación del IPC	127
Tabla 53. Stock componentes mayores flota palas Bucyrus 495HI	128
Tabla 54. Stock componentes mayores flota palas Bucyrus 495HR.....	129
Tabla 55. Stock componentes mayores flota palas P&H 4100XPC.....	130

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curvas del valor anual de los elementos de costo que determinan la VUE	17
Gráfico 2. Disponibilidad de camiones nuevos	49
Gráfico 3. Comportamiento histórico desde año 2010 tiempo panne camiones	50
Gráfico 4. Tendencia tiempo panne no programado en camiones	50
Gráfico 5. Tiempo de mantenimiento programado	51
Gráfico 6. Disponibilidad histórica de flota de camiones	52
Gráfico 7. Tendencia curva de disponibilidad histórica flota de camiones.....	52
Gráfico 8. Vector de costos "Repuestos y componentes"	55
Gráfico 9. Tendencia vector "repuestos y componentes".....	55
Gráfico 10. Depreciación de camiones.....	58
Gráfico 11. Disponibilidad de palas nuevas	60
Gráfico 12. Tendencia del tiempo de panne no programado en palas.....	60
Gráfico 13. Tiempo de mantenimiento programado pala Bucyrus 495HI	61
Gráfico 14. Tiempo de mantenimiento programado pala Bucyrus 495HR.....	62
Gráfico 15. Tiempo de mantenimiento programado pala P&H 4100XPC.....	62
Gráfico 16. Disponibilidad histórica de flota de palas	63
Gráfico 17. Tendencia curva de disponibilidad histórica de flota de palas.....	63
Gráfico 18. Curva de tendencia costos no programados en equipos de carguío	65
Gráfico 19. Costo mantención programada pala Bucyrus 495HI.....	66
Gráfico 20. Costo mantención programada pala Bucyrus 495HR	66
Gráfico 21. Costo mantención programada pala P&H 4100XPC	67
Gráfico 22. Depreciación de palas.....	67
Gráfico 23. Programa de inversión pala Bucyrus 495HI	71
Gráfico 24. Programa de inversión pala Bucyrus 495HR	71
Gráfico 25. Programa de inversión pala P&H 4100XPC	71
Gráfico 26. Comportamiento CAPEX pala Bucyrus 495HI.....	72
Gráfico 27. Comportamiento CAPEX pala Bucyrus 495HR	72
Gráfico 28. Comportamiento CAPEX pala P&H 4100XPC	73
Gráfico 29. Costo de Oportunidad ruta Ujina-Tranque.....	76

Gráfico 30. Costo de oportunidad palas Bucyrus PA03 y PA09	78
Gráfico 31. Curvas del modelo desarrollado para el camión Komatsu 830 nuevo	81
Gráfico 32. Curvas del modelo desarrollado para el camión Komatsu 830 CA06	81
Gráfico 33. Curvas del modelo desarrollado para el camión Komatsu 930 nuevo	82
Gráfico 34. Curvas del modelo desarrollado para el camión Komatsu 930 CA47	82
Gráfico 35. Curvas del modelo desarrollado para pala Bucyrus 495HI.....	83
Gráfico 36. Curvas del modelo desarrollado para pala Bucyrus 495HI PA03.....	83
Gráfico 37. Curvas del modelo desarrollado para pala Bucyrus 495HR	84
Gráfico 38. Curvas del modelo desarrollado para pala Bucyrus 495HR PA09	84
Gráfico 39. Curvas del modelo desarrollado para pala P&H 4100XPC	85
Gráfico 40. Curvas del modelo desarrollado para pala P&H 4100XPC PA11	85
Gráfico 41. Curvas camión Komatsu 830 nuevo incluyendo costo de oportunidad	87
Gráfico 42. Curvas para camión Komatsu 830 CA06 incluyendo costo de oportunidad.....	87
Gráfico 43. Curvas pala Bucyrus 495HI nueva incluyendo costo de oportunidad.....	88
Gráfico 44. Curvas pala Bucyrus 495HI PA03 incluyendo costo de oportunidad.....	88
Gráfico 45. Curvas pala Bucyrus 495HR nueva incluyendo costo de oportunidad	89
Gráfico 46. Curvas pala Bucyrus 495HR PA09 incluyendo costo de oportunidad.....	89

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Rajo Rosario, botaderos y stocks	2
Ilustración 2. Ubicación geográfica de Collahuasi.....	3
Ilustración 3. Organigrama Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.....	4
Ilustración 4. Vista general pala Bucyrus 495HI.....	9
Ilustración 5. Vista general pala Bucyrus 495HR	10
Ilustración 6. Vista general pala P&H 4100XPC	10
Ilustración 7. Vista general camión Komatsu 830.....	12
Ilustración 8. Vista general camión Komatsu 930.....	12

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Valor anual total de costos.....	16
Ecuación 2. VA de la inversión.....	17
Ecuación 3. Ecuación completa VA total.....	18
Ecuación 4. Factores utilizados en el VA total de costos.....	18
Ecuación 5. Funciones Excel para el modelo de determinación de VA.....	18
Ecuación 6. Tasa de depreciación.....	25
Ecuación 7. Cargo anual de depreciación.....	25
Ecuación 8. Valor en libros después de t años.....	25
Ecuación 9. Máxima tasa de depreciación anual.....	26
Ecuación 10. Tasa de depreciación para el año t.....	26
Ecuación 11. Cargo anual de depreciación.....	26
Ecuación 12. Cargo anual de depreciación.....	26
Ecuación 13. Definición de disponibilidad.....	30
Ecuación 14. Definición de utilización.....	30

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Procedimiento de análisis de reemplazo y conservación.....	37
Diagrama 2. Plan de análisis.....	38
Diagrama 3. Selección y desarrollo del modelo.....	40
Diagrama 4. Aplicación del modelo.....	43
Diagrama 5. Análisis de Reemplazo & Conservación.....	44
Diagrama 6. Documentación & Revisión de Resultados.....	45
Diagrama 7. Implementación & Monitoreo del análisis.....	46