

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes y motivación .....	2
1.2. Descripción del problema .....	2
1.3. Solución Propuesta .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4
1.5. ALCANCES .....	5
1.7. RESULTADOS ESPERADOS.....	11
2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Mantenimiento .....	12
2.2. Función del mantenimiento .....	14
2.3. Ingeniería y gestión de mantenimiento.....	15
2.4. Norma ISO-55000/1/2 .....	21
2.5. Análisis de criticidad basado en el riesgo.....	21
2.5.1. Métodos Semicuantitativos y Cuantitativos.....	23
2.5.1.1. Matriz de Criticidad por Riesgo: .....	23
2.5.1.2. Método Jack-Knife .....	27
2.5.1.2.1. ISO-Indisponibilidad .....	28
2.5.1.3. Análisis de modos de Fallas y sus Efectos (AMFE) .....	28
2.5.1.3.1. Descripción de AMFE .....	30
2.6. Reducción de Minerales.....	33
2.6.1. Chancado .....	34
2.6.2. Molienda .....	34

3.	METODOLOGÍA .....	36
3.1.	Métodos de Evaluación.....	37
3.1.1.	Matriz de criticidad basada en el riesgo.....	37
3.1.2.	Diagrama Jack-Knife .....	38
3.1.3.	AMFE .....	38
4.	RESULTADOS .....	40
4.1.	Registros de fallas de los equipos .....	40
4.2.	Consecuencias de las fallas de los Equipos .....	41
4.3.	Aplicación de Matriz de Criticidad basada en el Riesgo .....	42
4.4.	Diagrama de Jack-Knife .....	44
4.4.1.	Construcción Detallada Gráfico de Dispersión.....	45
4.4.2.	Diagrama de Jack-Knife para cada Equipo de Planta de Procesos.....	47
4.4.3.	Aplicación de Análisis de modos de fallas y efectos.....	51
4.4.3.1.	AMFE Correas Transportadoras.....	51
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
5.1.	Interpretación ISO-Indisponibilidad .....	55
5.2.	Recomendaciones enfocadas a correas transportadoras. ....	56
6.	CONCLUSIONES .....	62
7.	BIBLIOGRAFÍAS.....	64
8.	ANEXOS .....	67

## Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación Proyecto Chépica (rectángulo rojo). Flanco oriental Cordillera de la Costa. Fuente: Reporte Técnico Proyecto Chépica. ....	6
Figura 2: Ubicación y accesos Proyecto Chépica. Fuente: Reporte Técnico Proyecto Chépica .....	7
Figura 3: Ubicación de Infraestructura principal de Proyecto Chépica. Fuente: Reporte Técnico Proyecto Chépica. ....	10
Figura 4: Representación gráfica de dispersión Jack-Knife. Fuente: Viveros Gunckel & Mena Bustos .....	27

## Índice de Fotografías

Fotografía 1: Planta de Chancado. Fuente: Reporte Técnico Proyecto Chépica.....	8
Fotografía 2: Molino de Bolas, Mina Chépica. Fuente: Reporte Técnico Proyecto Chépica	9
Fotografía 3: Embalse de relaves Mina Chépica. Fuente Reporte Técnico Proyecto Chépica .....	9
Fotografía 4: Polín guía de correa transportadora. Fuente: Elaboración propia.....	56

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Parámetros de la confiabilidad operacional. Fuente: (Mendoza, 2000).....	22
Ilustración 3: Matriz de Criticidad por Riesgo. Fuente: (Romero, 2013).....	24
Ilustración 4: Matriz de criticidad basada en riesgo, Fuente: (Romero, 2013) .....	37
Ilustración 5: Frecuencia de falla de los equipos. Fuente: Elaboración propia. ....	40
Ilustración 6: Aplicación de matriz de criticidad. Fuente: (Romero, 2013).....	43
Ilustración 7: Gráfico de Dispersión Jack Knife N° Intervenciones vs MTTR, Equipo: Chancadores. Fuente: Elaboración propia. ....	47
Ilustración 8: Gráfico de Dispersión Jack Knife N° Intervenciones vs MTTR. Equipo: Correas Transportadoras. Fuente: Elaboración propia. ....	48
Ilustración 9: Gráfico de Dispersión Jack Knife N° Intervenciones vs MTTR. Equipo: Celdas de Flotación. Fuente: Elaboración propia. ....	49
Ilustración 10: Gráfico de Dispersión Jack Knife N° Intervenciones vs MTTR. Equipo: Molinos. Fuente: Elaboración Propia. ....	50
Ilustración 11: Elementos principales correas transportadoras. Fuente: Rotrans. ....	57
Ilustración 12: Correa Transportadora, dividida por etapas para comprobar componentes desalineados. Fuente: Spinozzi. ....	58

## Índice de Tablas

Tabla 1: Formato muestra de AMFE. Fuente: (Bestratén Belloví & Orriols Ramos, 2004 ) .....	29
Tabla 2: Clasificación de la gravedad del modo de fallo. Fuente: (Bestratén Belloví & Orriols Ramos, 2004 ) .....	31
Tabla 3: Clasificación de la frecuencia de ocurrencia del modo de fallo. Fuente: (Bestratén Belloví & Orriols Ramos, 2004 ) .....	32
Tabla 4: Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo. Fuente: (Bestratén Belloví & Orriols Ramos, 2004 ) .....	32
Tabla 5: Criticidad asociada a cada activo. Fuente: Elaboración propia.....	44
Tabla 6: Componentes desalineados con sus respectivas medidas. Fuente: Spinozzi.....	58
Tabla 7: Acciones correctivas/preventivas para correas transportadoras. Fuente: Elaboración propia.....	61
Tabla 8: Formato de Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Fuente: Minera Paicaví.....	67
Tabla 9: Responsable de Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Fuente: Minera Paicaví.....	67
Tabla 10: Probabilidad de que ocurra una actividad peligrosa y/o riesgosa. Fuente: Minera Paicaví. ....	67
Tabla 11: Consecuencia producida por una actividad peligrosa y/o riesgosa. Fuente: Minera Paicaví.....	68
Tabla 12: Mapa de Criticidad asociado a las consecuencias y probabilidades de actividades peligrosas y/o riesgosas. Fuente: Minera Paicaví.....	68
Tabla 13 : Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, Equipo: Celdas de Flotación. Fuente: Minera Paicaví.....	69
Tabla 14: Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Equipo: Molinos de bolas. Fuente: Minera Paicaví.....	70
Tabla 15: Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Equipo: Correas Transportadoras. Fuente: Minera Paicaví.....	71
Tabla 16: Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Equipo: Chancadores. Fuente: Minera Paicaví.....	72

Tabla 17: Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos. Equipo: Parilla Seleccionadora. Fuente: Minera Paicaví. ....	73
Tabla 18: Un resumen de los principales indicadores de rendimiento para el proceso de mantenimiento. Fuente: (Weber & Thomas, 2006).....	74
Tabla 19: Resumen de indicadores de rendimiento de mantenimiento atrasados. Fuente: (Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin, 2010).....	76
Tabla 20: Cantidad de fallas y Tiempos medios para reparar, Equipo: Chancador. Fuente: Elaboración propia.....	76
Tabla 21: Cantidad de fallas y Tiempos medios para reparar, Equipo: Correas Transportadoras. Fuente: Elaboración propia.....	77
Tabla 22: Cantidad de fallas y Tiempos medios para reparar, Equipo: Celdas de Flotación. Fuente: Elaboración propia.....	78
Tabla 23: Cantidad de fallas y Tiempos medios para Reparar, Equipo: Molinos. Fuente: Elaboración propia.....	79
Tabla 24: Aplicación de Análisis modal de fallos y efectos, Correas transportadoras. Fuente: Elaboración propia.....	80