

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Motivación del trabajo	1
1.2.	Objetivos	1
1.2.1.	Objetivo General	1
1.2.2.	Objetivos Específicos	1
1.3.	Alcances	2
1.4.	Hipótesis.....	2
1.5.	Organización del trabajo	2
2.	ANTECEDENTES	4
2.1.	División El Teniente, Codelco	4
2.2.	Gerencia de Obras Mina, División El Teniente, Codelco	7
2.3.	Construcción de un sistema de traspaso de mineral	8
2.3.1.	Excavación de punto de vaciado	11
2.3.2.	Construcción de punto de brocal	12
2.3.3.	Desquinche y blindaje de pique	13
2.3.4.	Base martillo	14
2.3.5.	Frontón gabinete.....	15
2.3.6.	Tiros de habilitación.....	16
2.3.7.	Habilitación eléctrica martillo.....	16
2.3.8.	Excavación y fortificación de buzón.....	17
2.3.9.	Construcción de buzón	19
2.3.10.	Montaje de buzón	20
2.3.11.	Habilitación hidráulica	21
2.3.12.	Habilitación eléctrica buzón.....	22
2.4.	Interferencias en la construcción de un SdT	22
2.4.1.	Polvorazo/tronadura	22
2.4.2.	Servicios	23
2.4.3.	Otros contratos	23
2.4.4.	Puntos de Vaciado.....	23
2.4.5.	Producción.....	23
2.4.6.	Otros	23
2.5.	Simulación como herramienta para preparación minera.....	23

2.6.	Método de Montecarlo	26
2.6.1.	Características	26
2.6.2.	Aplicaciones	27
2.6.3.	Ventajas	27
2.6.4.	Desventajas.....	27
2.7.	Ajuste de datos y distribuciones de probabilidad.....	28
2.7.1.	Definiciones	28
2.7.2.	Determinación del tipo de distribución de un conjunto de datos	29
2.7.3.	Test de Chi-cuadrado	29
2.7.4.	Test de Kolmogorov – Smirnov	30
2.7.5.	Test de Anderson - Darling	30
3.	METODOLOGÍA.....	32
3.1.	Formulación del problema	32
3.2.	Modelo conceptual	33
3.3.	Modelo computacional.....	35
3.3.1.	Minería	36
3.3.2.	Perforación	36
3.3.3.	Fortificación con shotcrete	36
3.3.4.	Extracción de mineral.....	37
3.3.5.	Otros	37
3.3.6.	Obras Civiles, Montaje y Habilitación Hidráulica	37
3.3.7.	Hormigonado.....	38
3.3.8.	Movimiento de materiales	38
3.3.9.	Montaje mecánico	38
3.3.10.	Habilitación hidráulica	39
3.3.11.	Habilitación eléctrica.....	39
3.3.12.	Puesta en marcha.....	39
3.4.	Recopilación y análisis estadístico de datos.....	40
3.5.	Verificación del modelo	40
3.6.	Validación de modelo.....	41
3.7.	Escenarios de estudio	41
3.8.	Interfaz del modelo para el usuario	42
4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS	44
4.1.	Tiempos de interferencias operacionales	44

4.2.	Tiempos de fallas de equipos	46
4.3.	Tiempos de mantenciones de equipos	47
5.	SIMULACIÓN DE ESCENARIOS	48
5.1.	Simulación de escenarios	48
5.1.1.	Escenario 1: Simulación Revisión B (Caso Base)	49
5.1.2.	Escenario 2: Simulación de inicio retrasado	50
5.1.3.	Escenario 3: Simulación de “caso estudio” información real a la fecha	50
5.1.4.	Escenario 4: Impacto de interferencia con otros contratistas	51
5.1.5.	Escenario 5: Impacto de interferencia con operación mina	52
5.1.6.	Escenario 6: Control de interferencias en 50%	53
5.1.7.	Escenario 7: Añadir recursos, 1 cuadrilla de obras civiles.....	54
5.1.8.	Escenario 8: Añadir recursos, 1 grúa para obras civiles extra	54
5.1.9.	Escenario 9: Añadir recursos, 1 cuadrilla y 1 grúa extra para obras civiles	55
5.1.10.	Escenario 10: Adición de recursos y control de interferencias 50%	56
6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
6.1.	Beneficio económico.....	60
7.	CONCLUSIONES.....	62
8.	TRABAJOS FUTUROS.....	64
9.	BIBLIOGRAFÍA	65
10.	ANEXOS	67
10.1.	Anexo 1: Ajustes de distribuciones para interferencias operacionales	67
10.1.1.	Interferencia corte de energía.....	67
10.1.2.	Interferencia corte de agua	70
10.1.3.	Interferencia por otras empresas contratistas	73
10.1.4.	Interferencia por disponibilidad de pique de marina.....	76
10.1.5.	Interferencia por trabajos de producción.....	79
10.1.6.	Trabajos de producción	82
10.2.	Anexo 2: Ajustes de distribuciones para fallas de equipos	85
10.2.1.	Falla de Jumbo	85
10.2.2.	Falla de LHD	88
10.2.3.	Falla de Equipo levante	91
10.2.4.	Falla de Mixer	94
10.2.5.	Falla de Roboshot.....	97
10.2.6.	Falla de Camión tolva	100

10.3.	Anexo 3: Ajustes de distribuciones para mantenciones de equipos.....	103
10.3.1.	Mantenición de Jumbo	103
10.3.2.	Mantenición de LHD.....	106
10.3.3.	Mantenición de Equipo levante	109
10.3.4.	Mantenición de Mixer	112
10.3.5.	Mantenición de Roboshot.....	115
10.3.6.	Mantenición de Camión tolva	118
10.4.	Anexo 4: Código de programación	121
10.5.	Anexo 5: Desglose de tiempos de actividades sin interferencia	153
10.6.	Anexo 6: Desglose ECO-05 Gasto General Empresa Contratista.....	157