

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Motivación.....	2
1.2    Objetivos.....	2
1.2.1    Objetivo principal.....	2
1.2.2    Objetivos específicos .....	3
1.3    Alcances .....	3
1.4    Metodología de Trabajo.....	3
1.5    Estructura del Informe .....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1    Marco Teórico.....	5
2.1.1    Planificación Minera .....	5
2.1.2    Minería Subterránea- Block Panel Caving .....	6
2.1.2.1    Planificación Subterránea .....	9
2.1.3    Minería a Cielo Abierto.....	13
2.1.3.1    Planificación Cielo abierto.....	14
2.1.4    Planificación de largo plazo en Codelco.....	18
2.1.4.1    Proceso PEX.....	18
2.1.4.2    Proceso de Planificación Anual.....	20
2.2    Procesos y estandarización .....	21
2.2.1    Procesos .....	21
2.2.1.1    ¿Qué es un proceso?.....	21
2.2.1.2    Enfoque de gestión por procesos.....	21
2.2.1.3    Tipos de procesos.....	22
2.2.1.4    Elementos de un proceso .....	23
2.2.1.5    Factores de un proceso .....	23
2.2.1.6    Técnicas para la identificación de procesos.....	24
2.2.2    Estandarización de procesos .....	26
2.2.2.1    Técnicas para estandarizar procesos .....	27
2.2.3    Metodología para Construir un indicador de desempeño.....	29
2.3    Estado del arte de la Corporación .....	30

2.3.1	Transferencia de Mejores Prácticas de Tecnologías de la Información para la Planificación Minera a nivel Corporativo (2010).....	30
2.3.2	Estandarización del Proceso Planificación Minera del Presupuesto (Revisión 0) División El Teniente-Codelco.....	35
CAPÍTULO III.....		38
3.	CONCEPTUALIZACIÓN DEL CICLO DE PLANIFICACIÓN MINERO METALÚRGICO.....	38
3.1	Organigrama del área de planificación .....	39
3.2	Descripción del proceso de planificación actual .....	40
3.2.1	Actualización de bases de datos .....	41
3.2.2	Construcción del Plan Minero Metalúrgico .....	42
3.2.3	Evaluación Económica .....	43
3.3	Reestructuración del Proceso.....	43
CAPÍTULO IV .....		46
4.	DISEÑO CONCEPTUAL .....	46
4.1	Roles y responsabilidades .....	46
4.2	Diseño del flujo: etapas, actividades, inputs y outputs.....	47
4.2.1	Etapa N°0: Designación de actores.....	48
4.2.2	Etapa N°1: Conciliación Información Base.....	48
4.2.3	Etapa N° 2 Optimización económica .....	52
4.2.3.1	Etapa N°2 Rajo abierto: Determinación de Pit Final y Definición de Secuencia Económica. ....	52
4.2.3.2	Etapa N° 2 Subterránea: Modelo de Bloques Diluido y Envoltente de Recursos.....	54
4.2.4	Etapa N°3 Rajo Abierto: Diseño de Fases Minero.....	56
4.2.5	Etapa Auxiliar: Verificación Información Base para Opciones.....	58
4.2.6	Etapa N°3 Subterránea: Análisis de Opciones Subterránea .....	59
4.2.7	Etapa N°4: Análisis de Opciones.....	61
4.2.8	Etapa N°5: Plan Minero.....	64
4.2.8.1	Plan Minero PSD.....	66
4.2.8.2	Plan Minero PND .....	67
4.3	Medición del respaldo de información en el sistema. ....	69
4.3.1	Definición de KPI: Porcentaje de éxito en el proceso de respaldo. ....	71
CAPÍTULO V .....		74
5.	IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA Y MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DIVISIONAL .....	74

5.1	Lineamientos para implementar la herramienta computacional.....	76
5.2	Puesta en marcha de la Herramienta. ....	77
5.3	Medición del proceso de respaldo divisional .....	79
CAPÍTULO VI .....		82
6.ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		82
6.1	Del cumplimiento en fecha.....	82
6.2	De la catalogación de documentos.....	84
6.3	Del indicador “Porcentaje de éxito del proceso de respaldo”.....	86
CAPÍTULO VII .....		89
7.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		89
7.1	Conclusiones Generales.....	89
7.2	Recomendaciones .....	92
CAPÍTULO VIII .....		94
8.BIBLIOGRAFÍA.....		94
ANEXOS.....		96
Anexo A .....		96
Anexo B Calendario de etapas y actividades del Ciclo de Planificación .....		97
Anexo C: Escenarios para el manejo de materiales.....		99
Anexo D: Variantes de hundimiento en Panel Caving.....		100
Hundimiento Convencional.....		100
Hundimiento Previo .....		101
Hundimiento Avanzado .....		102
Anexo E: Esquema general del proceso de Planificación .....		103
Anexo F: Resultados Cumplimiento en fecha (X).....		105
Anexo G: Resultados Catalogación de Información (Y) .....		106

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Divisiones de Codelco .....	2
Figura 2.1: (a) Block Caving típico con sistema de buitras, (b) Explotación en configuración Panel Caving. ....	7
Figura 2.2: Explotación en configuración Macro bloques (V. C. de Proyectos, 2009). ....	8
Figura 2.3: Interacción del macizo rocoso dentro del proceso de planificación .....	10
Figura 2.4: Modelos fundamentales que afectan los parámetros de planificación de una mina de Block Caving .....	10
Figura 2.5 Método eficiente de frontera utilizado para valorar el riesgo y el retorno de diferentes configuraciones de un sistema minero para apoyar la toma de decisiones estratégicas. ....	12
Figura 2.6: Fases esquemáticas para el desarrollo de un rajo .....	13
Figura 2.7 Esquemización del proceso de planificación largo plazo .....	15
Figura 2.8 Modelos fundamentales en planificación a cielo abierto.....	16
Figura 2.9 Fuentes de incertidumbre en proyectos mineros.....	17
Figura 2.10 Modelo de estimación tradicional versus estimación estocástica. ....	18
Figura 2.11 Estructura del Proceso PEX .....	19
Figura 2.12 Gráfico de una cadena de valor genérica.....	25
Figura 2.13 Estructura básica del MICG.....	26
Figura 2.14 Captura y procesamiento de información divisiones en estudio .....	33
Figura 2.15 Salida y publicación de información divisiones en estudio .....	34
Figura 2.16 Modelo de Estandarización Proceso de Planificación división El Teniente. ....	36
Figura 2.17 Esquema situación Proceso de Planificación año 2016. ....	36
Figura 3.1 Organigrama General de Planificación .....	39
Figura 3.2 Descripción del proceso productivo en Codelco.....	40
Figura 3.3 Descripción etapas del proceso de planificación minero metalúrgico.....	41
Figura 3.4 Ciclo de planificación minero metalúrgico Workflow.....	45
Figura 4.1 Modelo de estandarización Proceso de Planificación Minero Metalúrgico ....	46
Figura 4.2 Identificación de responsables .....	47
Figura 4.3 Flujo Conciliación Información Base.....	49
Figura 4.4 Flujo Determinación Pit Final y Definición de Secuencia Económica .....	53

Figura 4.5 Flujo Modelo de Bloques Diluido y Envolvente de Recursos.....	55
Figura 4.6 Flujo Diseño de Fases Minero .....	56
Figura 4.7 Flujo Etapa Auxiliar: Verificación Información Base Opciones .....	58
Figura 4.8 Flujo Análisis de opciones subterráneas .....	60
Figura 4.9 Flujo Análisis de Opciones .....	62
Figura 4.10 Flujo Plan Minero PSD-PND.....	66
Figura 5.1 Modelo Cliente – Servidor .....	74
Figura 5.2 Home Principal del Workflow de Planificación.....	77
Figura 5.3 Workflow Faena 4-Etapa 2 Rajo Pit Final.....	78
Figura 7.1 Home Principal de acceso actualizado al mes de Agosto .....	91
Figura A 0.1 Descripción del proceso de estandarización en la división el Teniente.....	96
Figura D 0.2 Zonas de concentración de esfuerzos. ....	100
Figura D 0.3 Hundimiento Convencional. ....	101
Figura D 0.4 Hundimiento Previo.....	101
Figura D 0.5 Hundimiento Avanzado.....	102
Figura E 0.6 Esquema general del proceso de Planificación-Parte 1 .....	103
Figura E 0.7 Esquema general del proceso de Planificación- Parte 2.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Equipos comunes en los procesos productivos, rajo abierto. ....	14
Tabla 2-2 Eventos que desencadenan en un Proceso Pex .....	19
Tabla 2-3: Ejemplo de simbología empleada en diagrama de flujo. ....	28
Tabla 2-4 Actividades y contenido de cada una de las etapas .....	31
Tabla 2-5 Sistemas por etapa año 2010.....	33
Tabla 3-1 Reestructuración del Ciclo de Planificación Minero Metalúrgico .....	44
Tabla 4-1 Simbología flujograma ciclo de planificación minero metalúrgico .....	48
Tabla 4-2 Inputs-Outputs Conciliación Información Base .....	51
Tabla 4-3 Inputs-Outputs Determinación Pit Final y Definición de Secuencia Económica .....	54
Tabla 4-4 Inputs-Outputs Flujo Modelo de Bloques Diluido y Envolverte de Recursos .	55
Tabla 4-5 Inputs-Outputs Diseño de Fases Minero .....	57
Tabla 4-6 Inputs Análisis de Opciones .....	59
Tabla 4-7 Inputs-Outputs Análisis de Opciones Subterránea. ....	61
Tabla 4-8 Outputs Análisis de Opciones.....	64
Tabla 4-9 Inputs Plan Minero PSD-PND.....	65
Tabla 4-10 Outputs Plan Minero PSD.....	67
Tabla 4-11 Outputs Plan Minero PND .....	69
Tabla 4-12 Resumen calendarización de actividades.....	70
Tabla 4-13 Distribución de ponderación para definir KPI.....	71
Tabla 4-14 Matriz para el indicador “Porcentaje de éxito del proceso de respaldo”. ....	72
Tabla 5-1 Resultados del cumplimiento en fecha por faena y etapa(X).....	80
Tabla 5-2 Catalogación general de documentos .....	80
Tabla 5-3 Resultados Catalogación de Información (Y) .....	81
Tabla 5-4 Resultados para el indicador Porcentaje de éxito de proceso de respaldo ...	81
Tabla 6-1 Cumplimiento en fecha por faena a nivel general.....	82
Tabla 6-2 Cumplimiento en fecha por roles .....	84
Tabla 6-3 Catalogación de documentos (Y) divisional.....	86
Tabla 6-4 Cuadro resumen Indicador y variables .....	87
Tabla 6-5 Resultados de la proyección del indicador .....	88

Tabla B 0-1: Calendario detallado de etapas y actividades del Ciclo de Planificación- Parte 1.....97

Tabla B 0-2: Calendario detallado de etapas y actividades del Ciclo de Planificación- Parte 2.....98

Tabla C 0-3 Abanico de Escenarios Base de Sistemas de Manejo de Materiales .....99

Tabla F 0-4 Fechas de publicación, validación y aprobación de las etapas. ....105

Tabla F 0-5 Semanas de retraso con respecto al plazo estipulado .....105

Tabla G 0-6 Catalogación de documentos de salida por división y etapa .....106