

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcances	4
1.4. Estructura de la Tesis	4
2. Antecedentes Bibliográficos	6
2.1. Minería Subterránea	6
2.2. Métodos Mineros Subterráneos	6
2.3. Sistema Minero Panel Caving	9
2.3.1. Campo de Aplicación	9
2.3.2. Descripción del Método	10
2.3.3. Layout de la Mina	11
2.3.4. Estado Tensional del Macizo Rocosó en Producción	11
2.3.5. Velocidad de Extracción	12
2.3.6. Variables Consideradas en las Variantes de Panel Caving	13
2.3.7. Variantes de Hundimiento Panel Caving	14
2.4. Desarrollo y Preparación Minera	19
2.4.1. Excavaciones Mineras	19
2.4.2. Obras Civiles	21
2.4.3. Montaje	23
2.5. Planificación Minera en Panel Caving	23
2.6. Investigación de Operaciones en Minería	26
2.6.1. Investigación de Operaciones en Minería Subterránea	26
2.7. Estudios Similares	28
2.7.1. Contribución de la Tesis	30
3. Herramienta de Agendamiento y Planificación UDESS	32
3.1. Funcionamiento de UDESS	32
3.1.1. Actividades	33
3.1.2. Restricciones	33
3.1.3. Función Objetivo	34
3.1.4. Resultados	35

4. Metodología	36
4.1. Metodología	36
4.2. Principales Supuestos	37
4.3. Modelamiento en UDESS	37
4.3.1. Generalidades del Modelamiento en Panel Caving	37
4.3.2. Metodología del Modelamiento	39
4.3.3. Modelamiento de la Etapa de Producción	40
4.3.4. Modelamiento de la Etapa de Preparación	43
5. Caso Estudio 1: Análisis y Resultados	48
5.1. Parámetros de Entrada	48
5.1.1. Modelo de Bloques	49
5.1.2. Criterios Económicos	49
5.1.3. Criterios de Planificación	50
5.1.4. Consideraciones Geométricas y Geomecánicas	51
5.2. Ejercicio 1: Optimización de Actividades de Producción	52
5.2.1. Resultados del Caso de Estudio 1	52
5.2.2. Análisis de Resultados Caso Estudio 1	53
5.3. Ejercicio 2: Discretización de Columnas	54
5.3.1. Resultados Ejercicio 2	55
5.3.2. Análisis de Resultados Ejercicio 2.	56
5.4. Ejercicio 3: Discretización de Columnas y Punto de Inicio de Hundimiento	57
5.4.1. Resultados Ejercicio 3	58
5.4.2. Análisis de Resultados Ejercicio 3.	58
5.5. Ejercicio 4: Discretización de Columnas y Velocidades de Extracción	59
5.5.1. Resultados Ejercicio 4	59
5.5.2. Análisis de Resultados Ejercicio 4.	60
6. Caso Estudio 2: Análisis y Resultados	61
6.1. Ejercicio 5: Planificación Tradicional	62
6.2. Ejercicio 6: Incorporación de Preparación a la Planificación Tradicional	62
6.3. Ejercicio 7: Metodología Propuesta	62
6.4. Estrategia Operacional de Apertura de Bateas	63
6.5. Metodología de Trabajo para los Ejercicios 5, 6 y 7	64
6.5.1. Metodología del Ejercicio 5	64
6.5.2. Metodología del Ejercicio 6	64
6.5.3. Metodología del Ejercicio 7	65
6.6. Parámetros de Entrada para Planificación de Producción	66
6.6.1. Modelo de Bloques	66
6.6.2. Criterios Económicos	67
6.6.3. Criterios de Planificación	68
6.6.4. Consideraciones Geométricas y Geomecánicas	68
6.7. Parámetros de Entrada - Planificación de Preparación Minera	69
6.7.1. Malla de Extracción, Layout de la Mina y Diseño Minero	69
6.7.2. Criterios de Desarrollo y Preparación	70
6.7.3. Secuencia de Apertura de Puntos	70
6.8. Resultados Ejercicio 5: Planificación Tradicional	71

6.9. Resultados Ejercicio 6: Incorporación de Preparación a la Planificación Tradicional	74
6.9.1. Agendamiento de Producción	74
6.9.2. Agendamiento de Preparación	75
6.9.3. Ingresos, Costos y Valor Presente Neto del Agendamiento	77
6.9.4. Comparación Ejercicio 5 y 6	79
6.10. Resultados Ejercicio 7: Metodología Propuesta	82
6.10.1. Agendamiento de Producción	82
6.10.2. Agendamiento de Preparación	84
6.10.3. Ingresos, Costos y VPN del Agendamiento	86
6.10.4. Comparación Metodología Propuesta con ejercicios 5 y 6	88
7. Conclusiones y Trabajo Futuro	95
7.1. Caso Estudio 1	95
7.2. Caso Estudio 2	95
7.3. Trabajo futuro	97
Bibliografía	98