

# Tabla de Contenido

<b>Dedicatoria</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>vi</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Descripción del problema . . . . .	2
1.3. Objetivos . . . . .	4
1.3.1. Objetivo general . . . . .	4
1.3.2. Objetivos específicos . . . . .	4
1.3.3. Alcances . . . . .	4
1.4. Organización de la tesis . . . . .	5
<b>2. Problema de la planificación de la producción de largo plazo en minas de hundimiento</b>	<b>6</b>
2.1. Minería Subterránea . . . . .	6
2.1.1. Método de explotación Block/Panel Caving . . . . .	7
2.2. Planificación Minera . . . . .	9
2.3. Criterios de secuencias de explotación . . . . .	10
2.3.1. Aspectos geomecánicos en el punto de inicio del caving . . . . .	10
2.3.2. Aspectos geomecánicos en la secuencia de explotación . . . . .	10
2.3.3. Control de caveback en la secuencia de explotación . . . . .	12
2.4. Fuentes de incertidumbre en la planificación minera . . . . .	14

2.5.	Uso de las simulaciones de leyes en la planificación minera . . . . .	15
2.6.	Planificación minera bajo incertidumbre . . . . .	17
2.7.	Introducción medida de riesgo . . . . .	18
2.7.1.	Ejemplo de aplicación, medida de riesgo en la planificación minera . . . . .	19
2.8.	Proceso de Planificación en minas tipo caving . . . . .	20
2.9.	Definición de conceptos en la planificación en panel caving . . . . .	21
2.9.1.	Altura de Columna . . . . .	21
2.9.2.	Dilución . . . . .	22
2.9.3.	Modelo de comportamiento de dilución de Laubscher . . . . .	22
2.9.4.	Footprint y Envolvente Económica en Minas explotadas por Block/Panel Caving . . . . .	24
<b>3.</b>	<b>Análisis Bibliográfico</b>	<b>27</b>
3.1.	Planificación minera en Block/Panel Caving . . . . .	27
3.2.	Planificación minera bajo incertidumbre . . . . .	29
3.3.	Planificación minera en block/panel caving, bajo incertidumbre . . . . .	30
3.4.	Discusión del estado del arte . . . . .	32
<b>4.</b>	<b>Metodología</b>	<b>34</b>
4.1.	Etapas de elaboración de los modelos de optimización . . . . .	35
4.1.1.	Desarrollo del modelo de optimización para agendamiento tradicional . . . . .	35
4.1.2.	Desarrollo del modelo de optimización para agendamiento por frecuencia de pertenencia por periodo . . . . .	38
4.1.3.	Desarrollo del modelo de optimización para agendamiento por la peor ganancia de cada bloque . . . . .	39
4.2.	Desarrollo de precedencias entre bloques para el método de panel caving . . . . .	40
4.2.1.	Precedencias de Avance de Hundimiento . . . . .	40
4.2.2.	Precedencias Verticales . . . . .	40
4.3.	Estrategias de agendamiento . . . . .	41

4.4.	Análisis de los planes de producción . . . . .	42
4.5.	Metodología de resolución para todos los casos de estudio . . . . .	43
4.5.1.	MineLink . . . . .	44
4.5.2.	DOPPLER . . . . .	45
<b>5.</b>	<b>Caso de Estudio</b>	<b>46</b>
5.1.	Generalidades . . . . .	46
5.2.	Definición de reservas . . . . .	47
5.3.	Rebloqueo y definición de área de hundimiento . . . . .	49
5.4.	Posición de los puntos de inicio . . . . .	50
5.5.	Agendamiento a largo plazo . . . . .	51
5.6.	Estrategias de agendamiento . . . . .	52
5.6.1.	Estrategia de Agendamiento tradicional Dirección NE . . . . .	52
5.6.2.	Estrategia de Agendamiento tradicional Dirección SW . . . . .	53
5.6.3.	Estrategia de agendamiento por índice de frecuencia de pertenencia por periodo . . . . .	55
5.6.4.	Estrategia de agendamiento por índice de frecuencia de pertenencia por periodo, dirección NE . . . . .	56
5.6.5.	Estrategia de agendamiento por índice de frecuencia de pertenencia por periodo, dirección SW . . . . .	58
5.7.	Estrategia de agendamiento valorizando la peor ganancia a nivel de bloque . . . . .	61
5.7.1.	Estrategia de agendamiento a través de las peores ganancias, dirección NE . . . . .	61
5.7.2.	Estrategia de agendamiento a través de las peores ganancias, dirección SW . . . . .	62
<b>6.</b>	<b>Análisis de resultados</b>	<b>64</b>
6.1.	Introducción . . . . .	64
6.2.	Tonelaje de mineral alimentando a planta . . . . .	64
6.3.	Evaluación de finos contenidos en la alimentación a planta . . . . .	65
6.4.	Evaluación económica . . . . .	66

6.4.1. VAN acumulado por estrategia de agendamiento, bajo la misma dirección . . . . .	66
6.5. Análisis de riesgo por secuencia de hundimiento . . . . .	68
<b>7. Conclusiones y trabajos futuros</b>	<b>71</b>
7.1. Conclusiones . . . . .	71
7.1.1. Planificación minera en Panel Caving . . . . .	71
7.1.2. Métodos para incorporar la información de incertidumbre en la planificación . . . . .	71
7.1.3. Caso de Estudio . . . . .	72
7.2. Trabajo Futuro . . . . .	73
<b>8. Bibliografía</b>	<b>76</b>
<b>9. Anexo</b>	<b>80</b>
9.1. Histogramas de asignación de minado por bloques, de los 100 planes individuales. . . . .	80
9.2. Asignación de bloques para distintas estrategias y dirección. . . . .	84
9.3. Planes de producción . . . . .	86