

# Tabla de Contenido

Número de página

<b>Resumen</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Motivación . . . . .	1
1.2 Objetivo general . . . . .	3
1.3 Objetivos específicos . . . . .	3
1.4 Alcances . . . . .	3
<b>2 Revisión Bibliográfica</b>	<b>4</b>
2.1 Minería por el método de Caving . . . . .	4
2.1.1 Block/Panel Caving . . . . .	4
2.1.2 Variante de explotación en Macrobloques . . . . .	5
2.2 Ventilación en minería subterránea . . . . .	7
2.2.1 Ventiladores de minas . . . . .	8
2.2.2 Cálculo de potencia de un ventilador . . . . .	9
2.2.3 Leyes de los ventiladores . . . . .	10
2.2.4 Ley de Atkinson . . . . .	11
2.2.5 Tipos de sistemas de ventilación forzada . . . . .	11
2.2.6 Sistemas de control de ventilación bajo demanda . . . . .	13
2.3 Energía solar fotovoltaica . . . . .	16
2.3.1 Radiación Solar . . . . .	16
2.4 Sistemas fotovoltaicos . . . . .	18
2.4.1 Sistemas fotovoltaicos on-grid o conectados a la red . . . . .	19
2.4.2 Sistemas fotovoltaicos off-grid o aislados . . . . .	19
2.5 Componentes de un sistema fotovoltaico . . . . .	20
2.5.1 Paneles solares . . . . .	20
2.5.2 Estructura de soporte . . . . .	21
2.5.3 Inversor . . . . .	22
2.5.4 Regulador de carga . . . . .	23
2.5.5 Contador de energía bidireccional . . . . .	24
2.6 Situación actual de Chile . . . . .	24
2.7 Sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) . . . . .	26
2.7.1 Componentes de un BESS . . . . .	27
2.7.2 Tipos de Baterías . . . . .	27
2.7.2.1 Baterías de Plomo-Ácido . . . . .	27
2.7.2.2 Baterías de Litio . . . . .	28
2.7.3 Integración con energías renovables no convencionales . . . . .	28

<b>3</b>	<b>Metodología</b>	<b>31</b>
3.1	Caracterización de la mina . . . . .	31
3.1.1	Método de explotación . . . . .	31
3.1.2	Proceso de extracción . . . . .	32
3.1.3	Localización geográfica . . . . .	32
3.2	Estimación del flujo requerido . . . . .	33
3.3	Estimación de la potencia . . . . .	35
3.3.1	Potencia ventilación principal . . . . .	35
3.3.2	Potencia ventiladores secundarios . . . . .	36
3.4	Estimación de costos . . . . .	36
3.4.1	Costo de inversión de la central . . . . .	37
3.4.2	Costos de operación y mantenimiento . . . . .	39
3.4.3	Costos del sistema de ventilación bajo demanda . . . . .	39
3.4.4	Costo de la electricidad . . . . .	39
3.5	Cuantificación del Recurso Solar . . . . .	40
3.6	Dimensionamiento de escenarios fotovoltaicos . . . . .	41
3.6.1	Definición del problema . . . . .	41
3.6.2	Función objetivo . . . . .	42
3.6.3	Variables . . . . .	43
3.6.4	Restricciones . . . . .	44
3.6.5	Escenarios a evaluar . . . . .	45
3.7	Disminución de la huella de carbono . . . . .	46
3.8	Evaluación técnico-económica . . . . .	47
3.8.1	Valor actualizado neto . . . . .	47
3.8.2	Tasa interna de retorno . . . . .	48
3.8.3	Tiempo de recuperación de capital . . . . .	48
3.8.4	LCOE . . . . .	49
3.8.5	LCOSS . . . . .	49
3.8.6	Análisis de sensibilidad . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Resultados y Discusiones</b>	<b>52</b>
4.1	Estimación del flujo requerido . . . . .	52
4.1.1	Macrobloques en Desarrollo . . . . .	52
4.1.2	Macrobloque en socavación . . . . .	55
4.1.3	Macrobloque en Producción . . . . .	60
4.1.4	Perfil de flujo global . . . . .	62
4.2	Estimación de la potencia . . . . .	64
4.2.1	Potencia ventilación principal . . . . .	64
4.2.2	Potencia ventiladores secundarios . . . . .	64
4.3	Cuantificación Recurso Solar . . . . .	65
4.4	Evaluación de los escenarios . . . . .	66

4.4.1	Central fotovoltaica . . . . .	66
4.4.2	Central fotovoltaica con acumulación . . . . .	68
4.4.3	Ventilación on-demand . . . . .	70
4.4.4	Ventilación on-demand junto con central fotovoltaica con acumulación . . . . .	71
4.5	Análisis de sensibilidad . . . . .	72
4.5.1	Central fotovoltaica . . . . .	73
4.5.2	Central fotovoltaica con acumulación . . . . .	73
4.5.3	Ventilación on-demand . . . . .	74
4.5.4	Central fotovoltaica con acumulación y VOD . . . . .	75
4.6	Disminución de la huella de carbono . . . . .	76
4.6.1	Contrato de energías renovables . . . . .	77
4.7	Caso especial: LHD eléctricos . . . . .	78
<b>5</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>80</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>82</b>