

# Tabla de Contenidos

<b>1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>3</b>
2.1.	Objetivo General .....	3
2.2.	Objetivos Específicos .....	3
2.3.	Justificación.....	3
2.4.	Alcances .....	5
<b>3.</b>	<b>Marco Teórico.....</b>	<b>6</b>
3.1.	Definición del Problema.....	6
3.2.	Construcción del Modelo .....	8
3.3.	Solución del Modelo .....	9
3.4.	Validación del Modelo .....	10
<b>4.</b>	<b>Descripción de las Operaciones Mineras Subterráneas.....</b>	<b>12</b>
4.1.	Labores de Minería.....	12
4.2.	Unidades Operacionales .....	15
4.2.1.	Recurso Minero .....	15
4.2.2.	Puntos de Extracción.....	15
4.2.3.	Subsectores.....	17
4.2.4.	Sectores .....	18
4.3.	Tareas de Procesamiento .....	19
<b>5.</b>	<b>Modelo de Optimización .....</b>	<b>22</b>
5.1.	Datos de Entrada .....	22
5.1.1.	Estado de la Mina.....	22
5.1.2.	Parámetros Técnicos .....	22
5.1.3.	Parámetros Económicos .....	23
5.2.	Modelo Matemático .....	24
5.2.1.	Función Objetivo.....	24
5.2.2.	Variables .....	25
<b>6.</b>	<b>Definición del Problema.....</b>	<b>26</b>
6.1.	Metodología de Apertura de Área Fija.....	28
6.2.	Metodología de Apertura de Área Variable .....	30
<b>7.</b>	<b>Método de Agregación del Recurso Minero.....</b>	<b>33</b>
7.1.	Criterios de agrupación de puntos de extracción. ....	34
7.1.1.	Criterio de distancia máxima .....	34
7.1.2.	Criterio de secuencia máxima .....	35
7.2.	Generación de columnas .....	36
7.3.	Validación de la Metodología .....	38

<b>8.</b>	<b>Modelación de la Extracción de Columnas como un Flujo en Redes .....</b>	<b>42</b>
8.1.	Formulación matemática del modelo de flujo en redes.....	47
8.1.1.	Índices .....	47
8.1.2.	Variables de Decisión .....	47
8.1.3.	Nuevos Conjuntos .....	47
8.1.4.	Nueva Variable.....	47
8.1.5.	Nuevas Restricciones .....	48
8.2.	Habilitación de Área Variable usando arcos .....	52
<b>9.</b>	<b>Validación del Modelo.....</b>	<b>53</b>
9.1.	Características de la Instancia de Validación .....	53
9.1.1.	Estado de la mina .....	53
9.1.2.	Parámetros Técnicos .....	54
9.1.3.	Parámetros Económicos .....	55
9.2.	Definición de las instancias de validación .....	55
9.2.1.	Heurística de Redondeo .....	56
9.3.	Resultados .....	59
9.3.1.	Efecto de la extracción de columnas como un flujo en redes .....	59
9.3.2.	Efecto de la habilitación de área variable .....	61
<b>10.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>64</b>
<b>11.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>66</b>
<b>12.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>69</b>
12.1.	Formulación Matemática Original del Modelo de Optimización, sin Flujo en Redes para las Columnas. ....	69
12.1.1.	Índices .....	69
12.1.2.	Conjuntos .....	70
12.1.3.	Parámetros.....	71
12.1.4.	Variables de decisión .....	74
12.1.5.	Restricciones .....	77
12.1.6.	Función objetivo .....	83