

# Tabla de Contenido

1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Motivación .....	1
1.2 Objetivos .....	2
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Introducción .....	4
2.2 Impacto de las Colgadas y el Sobretamaño .....	5
2.3 Colgadura de Zanja.....	10
2.4 Diseño de Mallas de Extracción y Bateas .....	15
2.5 Modelamiento Numérico de Flujo Gravitacional y Colgadas .....	18
2.6 Metodología para la Caracterización de la forma de los bloques.....	22
2.7 Conclusión de Referencias Bibliográficas.....	23
3. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Propuesta .....	24
3.2 Introducción a la Herramienta a utilizar: 3DEC.....	25
3.2.1 Fundamentos de los Cálculos de Elementos Discretos en 3DEC.....	26
3.2.2 Ecuaciones de Movimiento: Ciclo de Cálculo.....	27
3.3 Modelos Constitutivos .....	28
3.3.1 Modelos Constitutivos de Bloques.....	28
3.3.2 Modelos Constitutivos de Discontinuidades.....	28
3.4 Discrete Fractures Networks en 3DEC .....	29
3.4.1 Parámetros de los DFN en 3DEC .....	29
3.4.2 Factor de Densidad.....	31
3.5 Algoritmo de Encogimiento de Bloques.....	31
3.5.1 Fundamento del Algoritmo de Encogimiento .....	32
3.6 Etapas de la Metodología.....	34
3.6.1. Generación de la Geometría de Batea a Estudiar .....	34
3.6.2 Selección del DFN a Utilizar .....	34
3.6.3 Aplicación Del DFN .....	35
3.6.5 Cargar Nuevo Set de Bloques en el Modelo.....	37
3.6.6 Comprobación de la Curva Granulométrica.....	37
3.6.7 Definir Parámetros del modelo .....	39
3.6.8 Formación de la Pila .....	46
3.6.9 Extracción .....	47

3.6.10 Comprobación del Comportamiento del Modelo .....	47
4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA: FORMACIÓN DE COLGADURA EN BATEA .....	49
4.1 Diseño de la Batea.....	49
4.2 Generación de la Curva Granulométrica.....	50
4.2.1 Descripción de la Curva Resultante.....	51
4.3 Aplicación de Factor de Encogimiento y verificación de la curva granulométrica .....	54
4.5 Parámetros del Modelo.....	56
4.6 Formación de la Pila & Extracción.....	56
4.7 Evaluación de Resultados del Modelo y Discusión .....	57
4.7.1 Estimación de la Pendiente de la Pila.....	57
4.7.2 Densidad Aparente.....	57
4.7.3 Flujo de Material y Formación de Colgadura .....	58
Volumen y Masa Extraída del Modelo Antes de la Formación de Colgadura .....	59
4.8 Resumen de Resultados del Caso de Estudio y Discusión.....	60
4.8.1 Ángulo de Reposo .....	60
4.8.2 Densidad Aparente.....	61
4.8.3 Número de Ciclos de Extracción, Volumen y Masa Removida antes de la Formación de Colgadura .....	61
5. DISCUSIÓN DE LOS FACTORES Y SU INFLUENCIA EN EL MODELO .....	62
5.1 Efecto del Factor de Densidad .....	62
5.3 Efecto del Factor de Escalamiento .....	64
5.4 Efecto del Factor de Encogimiento en la Curva Granulométrica .....	66
5.5 Efecto del Ángulo de Fricción en el Ángulo de Pila .....	67
5.6 Relación entre Factor de Encogimiento y Densidad Aparente Obtenida .....	68
5.7 Efecto del Factor de Amortiguamiento en el Tiempo de Resolución del Modelo .....	69
6. CONCLUSIONES .....	70
7 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....	72
8. BIBLIOGRAFÍA.....	74