

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION.....	1
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	2
2 ESTADO DEL ARTE	4
2.1 Planificación Minera	4
2.2 Metodología tradicional para la planificación de largo plazo	4
2.2.1 Generación de pits anidados	5
2.2.2 Selección de pit final.....	6
2.2.3 Generación de pseudo fases o pushbacks	7
2.2.4 Diseño de fases operativas	7
2.2.5 Plan de producción	8
2.3 Parámetros geométricos del diseño de fases en minas a cielo abierto.....	8
2.3.1 Ecuaciones para el cálculo de los parámetros de diseño.....	9
2.4 Optimización en planificación Minera	11
2.4.1 El problema del pit final	11
2.4.2 Agendamiento de producción de minas a cielo abierto	12
2.5 Problema CPIT	15
2.5.1 Problema CPIT+	16
2.6 Algoritmos evolutivos	16
2.6.1 Algoritmos evolutivos aplicados a la minería.....	17
2.6.2 Algoritmo genético (AG).....	18
2.7 Agrupamiento de datos.....	22
2.7.1 Técnicas de Agrupamiento	22
2.7.2 Algoritmo K-means	23
3 METODOLOGÍA.....	26
3.1 Algoritmo Genético.....	27
3.1.1 Generación de conos operativos mediante un algoritmo genético.....	27
3.1.2 Representación del individuo.....	28
3.1.3 Evaluación de la solución	28
3.1.4 Selección.....	29
3.1.5 Operadores genéticos.....	29
3.2 Algoritmo K-means	31
3.3 Plan de producción	31
4 CASOS DE ESTUDIO	32
4.1 Cálculo del pit final	33
4.1.1 Valorización económica	33
4.2 Definición del pit final.....	33
4.3 Metodología tradicional.....	36
4.3.1 Generación de Pits anidados	36
4.3.2 Agrupación de pits anidados en pushbacks	38
4.3.3 Plan de producción	39
4.4 Aplicación de metodología basada en inteligencia artificial	41

4.4.1	Algoritmo genético para generación de conos operativos	41
4.4.2	Selección de pushbacks utilizando el algoritmo K-means.....	41
4.4.4	Análisis del tamaño de población y número de generaciones	44
4.4.5	Generación de Planes de producción (metodología IA)	47
4.5	Diseño de Fases	48
4.5.1	Parámetros geométricos para el diseño de fases	49
4.5.2	Generación de Planes de producción post diseño	51
5	Análisis de resultados	54
5.1	Caso de estudio MCL	54
5.1.1	Comparación de pushbacks resultantes entre metodología tradicional y metodología IA 54	
5.1.2	Comparación de planes de producción (previo diseño) entre metodología tradicional y metodología IA	56
5.1.3	Comparación de diseño de fases entre metodología tradicional y metodología IA	57
5.1.4	Comparación de resultados previos y post diseño	59
5.1.7	Comparación de planes de producción entre metodología tradicional y metodología IA post diseño	63
5.1.8	Resumen de resultados para el caso MCL	65
5.2	Caso de estudio Iron_bm	66
5.2.1	Comparación de pushbacks resultantes entre metodología tradicional y metodología IA 66	
5.2.2	Comparación de planes de producción (previo diseño) entre metodología tradicional y metodología IA	69
5.2.3	Comparación de diseño de fases entre metodología tradicional y metodología IA	71
5.2.4	Comparación de resultados previos y post diseño	73
5.2.7	Comparación de planes de producción entre metodología tradicional y metodología IA post diseño	77
5.2.8	Resumen de resultados para el caso Iron_bm	79
6	CONCLUSIONES	81
	Recomendaciones.....	82
7	BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS		87
	Anexo 1. Características de los equipos usados para cada caso de estudio	87
	Anexo 2. Vista en planta y cortes YZ de los pushbacks generados por la metodología IA para diferente valor de “k”	88
	Anexo 3. Análisis de tamaño de población.....	94
	Anexo 4. Resultados aproximación del VAN para cada caso de estudio.....	97
	Anexo 5. Resultados plan de producción por periodo para cada caso de estudio.....	98
	Anexo 6 . Resultados diseño de Fases	105
ARTÍCULO		113