

Tabla de Contenido

Índice de Ilustraciones	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Gráficos	vi
1 Introducción.....	1
1.2 Objetivo General.....	3
1.3 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Alcances.....	3
2 Antecedentes y estado del Arte	4
2.1 Método de explotación Panel Caving	4
2.2.1 Preparación Minera	5
2.2 Planificación minera	6
2.2.1 Concepto.....	6
2.2.2 Revisión bibliográfica:	8
2.2.3 Herramientas computacionales en preparación minera.....	11
2.3 Análisis crítico del estado del arte	15
3 Caso de Estudio Esmeralda DET.....	18
3.1 Sector de explotación mina Esmeralda, El Teniente	18
3.2 Contexto de Esmeralda Sur (Bloque 1 y 2)	20
3.3 Planificación minera DET.....	21
3.4 Preparación Minera Mina Esmeralda.....	23
3.5 Estrategia y consideraciones de modelamiento	24
3.6 Esmeralda UCL.....	25
3.7 Consideraciones operacionales Caso de Estudio	29
4 Modelamiento de preparación minera corto plazo mediante UDESS.....	32
4.1 Modelo Conceptual.....	32
4.2 Estrategia de Modelamiento	34
4.3 Datos de Entrada.....	35
4.2.1 Actividades.....	35
4.2.2 Precedencias	38
4.2.3 Restricciones	40

4.3 Modelamiento trimestral.....	44
4.3.1 Observaciones y Datos de entrada	44
4.3.2 Datos de entrada por Subnivel, modelo trimestral mina Esmeralda	54
5 Análisis y Resultados.....	60
5.2 Discusión y análisis de resultados Caso de Estudio	60
5.2 Resultados y análisis Modelo Trimestral	73
5.3 Análisis del proceso Workflow	102
5 Conclusiones, Recomendaciones y medidas de mitigación	107
6 Bibliografía.....	110

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1:Esquema de disposición de niveles típico de panel Caving	5
Ilustración 2: Proceso genérico de planificación minera por etapas (Elaboración propia)	7
Ilustración 3: Disposición de sectores mina El Teniente, vista en planta.....	19
Ilustración 4: Distinció de bloques 1 y 2 de ESM.	20
Ilustración 5: Layout general de crecimiento caing para bloque 1 ESM.....	21
Ilustración 6: Layout UCL ESM, Desarrollos horizontales	25
Ilustración 7: Simbología de colores por mes, UCL ESM, desarrollos Horizontales	26
Ilustración 8: Secciones típicas UCL ESM	26
Ilustración 9: Layout UCL ESM, Desarrollos Verticales.....	27
Ilustración 10: Layout UCL ESM, Fortificaciones especiales	27
Ilustración 11: Layout UCL ESM, Pozos de Hidrofractura	28
Ilustración 12: Secuencia constructiva nivel de Hundimiento Esmeralda	30
Ilustración 13: Ajuste de Periodos en UDESS	31
Ilustración 14: Flujo de un modelo de optimización para secuenciamiento de actividades en planificación mina.....	32
Ilustración 15: Metodología conceptual de modelamiento.....	34
Ilustración 16: Esquema de modelamiento ESM	35
Ilustración 17: Esquema de incorporación de secuencia constructiva como precedencias, caso de estudio	39
Ilustración 18: Esquema de estrategia para tratamiento de restricciones	51
Ilustración 19: Layout y simbología Nivel de Producción ESM, Desarrollos horizontales.....	55
Ilustración 20: Secuencia constructiva Nivel de Producción Esmeralda	56
Ilustración 21: Layout Nivel de Acarreo ESM.....	57

Ilustración 22: Secuencia constructiva Nivel de Acarreo Esmeralda.....	58
Ilustración 23: Layout Sub-Nivel de Ventilación ESM.....	59
Ilustración 24: Secuencia constructiva Sub-Nivel de Ventilación Esmeralda	60
Ilustración 25: Nivel de Hundimiento, periodo de Enero, Modelo Anual	62
Ilustración 26: Nivel de Hundimiento, periodo de Enero, Modelo Trimensual, Semana 1	63
Ilustración 27: Nivel de Hundimiento, periodo de Enero, Modelo Trimensual, Semana 4	64
Ilustración 28: Nivel de Hundimiento, periodo de Abril, Modelo Anual.....	65
Ilustración 29: Nivel de Hundimiento, periodo de Marzo, Modelo Trimensual, Semana 1	66
Ilustración 30: Nivel de Hundimiento, periodo de Enero, Modelo Trimensual, Semana 4	67
Ilustración 31: Agendamiento inicio mes de Enero, Modelo Trimestral, NP, Esmeralda	78
Ilustración 32: Agendamiento mes de Enero, Modelo Anual, NP, Esmeralda	79
Ilustración 33: Agendamiento inicio mes de Febrero, Modelo Trimestral, NP, Esmeralda.....	80
Ilustración 34: Agendamiento mes de Febrero, Modelo Anual, NP, Esmeralda.....	80
Ilustración 35: Agendamiento inicio mes de Marzo, Modelo Trimestral, NP, Esmeralda.....	81
Ilustración 36: Agendamiento mes de Marzo, Modelo Anual, NP, Esmeralda.....	81
Ilustración 37: Agendamiento fin mes de Marzo, Modelo Trimestral, NP, Esmeralda	82
Ilustración 38: Metodología de modelación mediano plazo en UDESS	106

Índice de Tablas

Tabla 1: Discretización de tramos horizontales Esmeralda.....	28
Tabla 2: Actividades NH, rev B 2017	37
Tabla 3: Fragmento de archivo de actividades UDESS, caso de estudio.	38
Tabla 4: Criterio de ponderación de rendimientos, planificación Anual.....	41
Tabla 5: Hitos caso de estudio.....	42
Tabla 6: Actividades Esmeralda, rev B 2017	47
Tabla 7: Ejemplo archivo de Actividades (ACT.txt) Esmeralda.....	49
Tabla 8: Ejemplo archivo de Precedencias (PREC.txt) Esmeralda	50
Tabla 9: Estadísticas básicas caso de estudio, modelo de largo y mediano plazo.....	61
Tabla 10: Vista ampliada, plan de largo plazo, caso de estudio	68
Tabla 11: Vista ampliada, plan de mediano plazo, caso de estudio	68
Tabla 12: Distribución de restricciones, Caso de estudio.....	70
Tabla 13: Datos de entrada modelo Trimensual Esmeralda	73
Tabla 14: Comparación de Precedencias, Modelo Anual-Trimensual	76
Tabla 15: Cuadro resumen de restricciones modelo Trimensual	76
Tabla 16: Avance de actividad NADHXC58CN1338, Modelo Anual	91
Tabla 17: Avance de actividad NADHXC58CN1338, Modelo Trimensual	92
Tabla 18: Avance de actividad NADHXC58CN1338, Modelo Trimensual, cambio de precedencias.	94
Tabla 19: Avance de actividad NPDHZ52, Modelo Anual.....	95
Tabla 20: Avance de actividad NPDHZ52, Modelo Trimensual	95

Tabla 21: Avance de actividad NPDHZ52, Modelo Trimensual, cambio de precedencias	96
Tabla 22: Iteración sobre periodos del modelo	100

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Distribución de restricciones, Caso de estudio.....	70
Gráfico 2: Comparación de actividades, Modelo Anual-Trimensual.....	74
Gráfico 3: Distribución de precedencias por tipo	75
Gráfico 4: Distribución de restricciones por tipo y subnivel , modelo trimensual Esmeralda	77
Gráfico 5: Comparación de rendimiento de obras en avance porcentual, Modelo Trimestral v/s Modelo Anual.....	83
Gráfico 6: Modelos Trimensual/Anual, Desarrollos Horizontales Nivel de Acarreo, ESM	85
Gráfico 7: Modelos Trimensual/Anual, Desarrollos Horizontales Nivel de Hundimiento, ESM .	85
Gráfico 8: Modelos Trimensual/Anual, Desarrollos Horizontales Nivel de Producción, ESM....	86
Gráfico 9: Modelos Trimensual/Anual, Desarrollos Horizontales Subnivel Nivel de Ventilación, ESM.....	86
Gráfico 10: Modelos Trimensual/Anual Desarrollos Verticales Nivel de Acarreo, ESM	87
Gráfico 11: Modelos Trimensual/Anual Desarrollos Verticales Nivel de Hundimiento, ESM ...	87
Gráfico 12: Modelos Trimensual/Anual Desarrollos Verticales Nivel de Producción, ESM.....	88
Gráfico 13: Modelos Trimensual/Anual Desarrollos Verticales Sub-Nivel de Ventilación, ESM	88
Gráfico 14: Comparación modelos Trimensual/Anual, Carpetas de Rodado NP	89
Gráfico 15: Comparación modelos Trimensual/Anual, Construcción vía férrea, NA	89
Gráfico 16: Comparación modelos Trimensual/Anual, Construcción Trolley, NA.....	90
Gráfico 17: Comparación modelos Trimensual/Anual, PA y HF, NH.....	90
Gráfico 18: Periodos vs actividades fuera de trimestre de evaluación	100