

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Motivación del trabajo</b> .....	1
<b>1.2 Objetivos</b> .....	2
<b>1.2.1 Objetivo General</b> .....	2
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	3
<b>1.3 Alcances</b> .....	3
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	4
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	6
<b>3.1 Revisión Bibliográfica</b> .....	6
<b>3.1.1 Teoría de Kenneth Lane: “The Economic definition of ore”</b> .....	6
<b>3.1.2 Aplicación de Brett King: “Cash Flow Grades”</b> .....	7
<b>3.1.3 Memoria de Ignacio Medina: “Valores de corte multivariable en planificación minera”</b> ...	8
<b>3.1.4 Memoria de Marcelo Vargas: “Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla”</b> .....	9
<b>3.1.5 Morales C. y Rubio E: "Development of a mathematical programming model to support the planning of short-term mining"</b> .....	11
<b>3.1.6 Smith M. L.: “Optimizing short-term production schedules in surface mining: Integrating mine modeling software with AMPL/CPLEX”</b> .....	12
<b>3.1.7 Análisis Bibliográfico</b> .....	13
<b>3.2 Antecedentes del proyecto</b> .....	15
<b>3.2.1 Antecedentes de la empresa</b> .....	16
<b>3.2.2 Antecedentes de OVR</b> .....	17
<b>4. DESARROLLO</b> .....	20
<b>4.1 Actualización de modelo de productividad</b> .....	20
<b>4.2 Actualización de costos</b> .....	23
<b>4.3 Generación de curvas de beneficio</b> .....	25
<b>4.4 Estudio de materiales de baja ley</b> .....	31
<b>4.4.1 Sulfuros</b> .....	31
<b>4.4.2 Mixtos</b> .....	34
<b>4.4.3 Óxidos</b> .....	36
<b>4.5 Definición de modelo de costo de venta</b> .....	38
<b>5. RESULTADOS</b> .....	42
<b>5.1 Aplicación de OVR en estudio de Ore Control</b> .....	42

<b>5.2</b>	<b>Uso de OVR en plan del año fiscal</b> .....	45
<b>5.3</b>	<b>Implementación de OVR en Ore Control y Corto Plazo</b> .....	50
<b>5.3.1</b>	<b>Estandarización en Ore Control</b> .....	51
<b>5.3.2</b>	<b>Estandarización en Planificación de Corto Plazo</b> .....	52
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	53
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de valores de corte .....	9
Tabla 2: Varianza de modelo tiempos de ciclo en el tiempo .....	21
Tabla 3: Inputs de costos de script de costos.....	24
Tabla 4: Recuperaciones promedio de materiales en destinos .....	30
Tabla 5: Características de sulfuros secundarios y primarios de baja ley.....	31
Tabla 6: Leyes de corte marginal de sulfuros primarios y secundarios .....	33
Tabla 7: Tonelaje de sulfuros primarios y secundarios sobre ley de corte marginal y bajo 0.3% .....	33
Tabla 8: Leyes de corte marginal de sulfuros en función de costos de capital de sustento.....	33
Tabla 9: Características de mixtos de baja ley .....	34
Tabla 10: Ley de corte marginal y tonelaje de mixtos de baja ley .....	35
Tabla 11: Leyes de corte marginal de mixtos en función de costos de capital de sustento .....	35
Tabla 12: Características de óxidos de baja ley.....	36
Tabla 13: Ley de corte marginal y tonelaje de óxidos de baja ley .....	37
Tabla 14: Leyes de corte marginal de óxidos en función de costos de capital de sustento .....	38
Tabla 15: Aplicación de castigos en función de contenido de As y Zn.....	39
Tabla 16: Máximo y mínimo de costo de venta variable en año fiscal 2018 .....	41
Tabla 17: Comparación de planes de caso base y CuRec/t.....	46
Tabla 18: Comparación de plan Caso base y nuevo plan CuRec/t .....	49

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ejemplo de aplicación.....	1
Ilustración 2: Esquema de valorización.....	2
Ilustración 3: VAN diferencial en función de ley de corte.....	6
Ilustración 4: Esquema de cálculo de CuRec/t.....	18
Ilustración 5: Esquema de cálculo de US\$/t.....	18
Ilustración 6: Comportamiento de tiempos de ciclo en fase PL1.....	20
Ilustración 7: Comparación de tiempos de ciclo de data y modelo.....	21
Ilustración 8: Gráfico de dispersión de tiempos de ciclo entre modelo y data.....	22
Ilustración 9: Ejemplificación de script de modelo de productividad.....	22
Ilustración 10: Curvas de beneficio de sulfuros primarios en ambos rajos.....	27
Ilustración 11: Curvas de beneficio de sulfuros secundarios en ambos rajos.....	28
Ilustración 12: Curvas de beneficio de material parcial en ambos rajos.....	28
Ilustración 13: Curvas de beneficio de mixtos en ambos rajos.....	29
Ilustración 14: Curvas de beneficio de óxidos en ambos rajos.....	29
Ilustración 15: Curva de beneficio de sulfuros primarios de baja ley.....	32
Ilustración 16: Curva de beneficio de sulfuros secundarios de baja ley.....	32
Ilustración 17: Curva de beneficio de mixtos de baja ley.....	34
Ilustración 18: Curva de beneficio de óxidos de baja ley.....	37
Ilustración 19: Gráfico de dispersión bloques a concentradora con costo de venta variable versus fijo....	40
Ilustración 20: Curvas de beneficio de mixtos con 30% y 35% de recuperación en LS.....	43
Ilustración 21: Curva de beneficio por material en LO.....	43
Ilustración 22: Curva de beneficio por material en LS.....	44
Ilustración 23: Comparación de finos con plan caso base y CuRec/t.....	46
Ilustración 24: Gráfico cascada de fino en plan caso base y CuRec/t.....	47
Ilustración 25: Gráfico cascada de fino plan caso base y CuRec/t.....	48
Ilustración 26: Gráfico cascada de finos plan caso base y CuRec/t.....	48
Ilustración 27: Esquema de alineación entre áreas con OVR.....	50
Ilustración 28: Forma de trabajo en Vulcan con OVR.....	52

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula del método Cash Flow Grade .....	7
Ecuación 2: Función objetivo para maximizar fino .....	10
Ecuación 3: Fórmula de cálculo de CuRec/h .....	18
Ecuación 4: Fórmula de cálculo de US\$/h.....	18
Ecuación 5: Fórmula de beneficio de procesamiento .....	26
Ecuación 6: Fórmula de beneficio de lastre .....	26
Ecuación 7: Ecuación de beneficio mineral dependiente solo de ley .....	26
Ecuación 8: Ecuación de costo de venta unitario fijo.....	39
Ecuación 9: Ecuación de costo de venta variable .....	40