

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Proyecto Antucoya.....	1
1.1.1 Descripción del proyecto	1
1.1.2 Recursos Minerales.....	3
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivos generales	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 ALCANCES	4
1.4 Organización del trabajo.....	5
2 ANTECEDENTES.....	6
2.1 Breve reseña histórica.....	6
2.3.1 Clasificación de los modelos.....	7
2.4 Métodos de Simulación.....	8
2.5 Simulación Dinámica de Eventos Discretos	9
2.5.1 Elementos del SED	14
2.6 Estado del arte.....	16
2.7 Norma ASARCO.....	17
2.7.1 Disponibilidad y utilización de los equipos.....	18
2.7.2 Tiempos medios de falla y entre fallas de los equipos de chancado	19
2.8 Estudios previos	19
2.9 Análisis crítico sobre la aplicabilidad del sistema modelado	20
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO: MODELO CONCEPTUAL	21
3.1 Supuestos	22
3.2 Límite de Batería Sistema.....	23

3.2.1	Subsistema Mina	23
3.2.2.	Subsistema Planta de Chancado	24
3.3	Criterios Generales	26
3.4	Criterios de Diseño	27
3.4.1	Mantenciones Área Seca - Planta.....	27
3.4.2	Parámetros de Diseño Planta Chancado	27
3.4.3	Flujos de procesamiento del circuito	28
3.4.4	Infraestructura e instalaciones	29
3.4.5	Interferencias Operacionales estimadas	32
3.5	Criterios de Operación.....	34
3.5.1	Interferencias Operacionales	34
3.6	Distribución probabilística asociada a Camiones.....	36
3.7	Variables de salida del modelo	40
4.	MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA DE EVENTOS DISCRETOS	41
4.1	Elementos de la simulación	41
4.2	Implementación Caso Base.....	48
4.3	Calibración del modelo	48
5.	RESULTADOS	49
5.1	Resultados Caso Base	49
5.3.1	Indicadores de Disponibilidad y Utilización.....	51
6.	VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN	53
6.1.	Validación por partes	53
6.2	Verificación del sistema modelado	54
7.	ANÁLISIS DE ESCENARIOS	56
7.1	Análisis económico del escenario	61
8.	ANÁLISIS CRÍTICO DE RESULTADOS.....	63
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65

9.1	Conclusiones Generales.....	65
9.2	Recomendaciones.....	67
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
11.	ANEXOS	72
11.1	Detalle Equipos modelados Planta Chancado	72
11.1.1	Chancado Primario	72
11.1.2	Chancado Secundario.....	72
11.1.3	Chancado Terciario	73
11.2	Simulación Terminante del Sistema.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Valores habituales de disponibilidad y utilización para chancadores.	19
Tabla 3-1: Flujos Equipos Principales Línea Chancado – Caso Base.	29
Tabla 3-2: Caracterización del mineral para transporte en correas Planta Chancado.	30
Tabla 3-3: Características del mineral.	30
Tabla 3-4: Curva granulométrica estimada.	31
Tabla 3-5: Velocidades de diseño Correas Transportadoras Planta Chancado.	32
Tabla 3-6: MTTR y MTBF usados para Simulación Dinámica - Planta Chancado	33
Tabla 4-1: Ciclo Transporte Mineral a Chancado.	46
Tabla 4-2: Elementos principales de simulación.	47
Tabla 5-1: Disponibilidad y Utilización Equipos Principales – Caso Base.	52
Tabla 5-2: Disponibilidad y Utilización máxima para equipos de chancado.	52
Tabla 6-1: Flujos por equipos Diseño v/s Caso Base Modelo.	53
Tabla 6-2: Tiempos medios de falla Diseño v/s Caso Base Modelo.	54
Tabla 7-1: Diferencia Porcentual de Escenarios A y B – Producción Anual estimada.	56
Tabla 7-2: Producción Escenario C – Fase Régimen.	58
Tabla 7-3: Disponibilidad y Utilización Equipos Principales – Escenario C. ..	59
Tabla 7-4: Estadísticas básicas corridas – N° camiones por año (N° CAEX/día).	60
Tabla 7-5: Estadísticas básicas corridas – Ritmo de producción (ktpd).	60
Tabla 7-6: Datos Evaluación Beneficio Marginal.	61
Tabla 11-1: Datos Cálculo Número de Corridas.	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Curvas Tonelaje - Ley de Recursos.	3
Gráfico 3-1: Histograma de camiones que alimentan Planta Chancado.	37
Gráfico 4-1: Cantidad de camiones con mineral a Planta Chancado.	50
Gráfico 4-2: Producción Caso Base – Etapa Régimen.....	51
Gráfico 7-1: Camionadas Escenario C – Etapa Régimen.....	57
Gráfico 7-2: Ritmo Producción Escenario C – Etapa Régimen.....	58
Gráfico 7-3: Resumen Análisis Escenarios – Producción Diaria estimada	59
Gráfico 7-4: Resumen Análisis Escenarios – Producción Anual estimada. ...	60
Gráfico 7-5: Análisis Sensibilidad - Precio Cu.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Límite de batería Sistema Carguío y Transporte Mina – Planta de Chancado	5
Figura 2-1: Etapas a desarrollar en un estudio de simulación.	11
Figura 2-2: Distribución de tiempos según norma ASARCO.	17
Figura 3-1: Topografía Mina – Marzo 2015.....	24
Figura 3-2: Interferencias Operaciones relevantes – Turno A.	35
Figura 3-3: Interferencias Operaciones relevantes – Turno B.	35
Figura 3-4: Criterio de Decisión – Cola Descarga Alimentación Chancado... ..	38
Figura 3-5: Criterio de Decisión – Tolva Descarga Alimentación Chancado. ..	39
Figura 4-1: Representación Sistema Planta Chancado Antucoya.	42
Figura 4-2: Subsistema Mina – Representación Layout Mina Marzo 2015. ..	43
Figura 4-3: Subsistema Mina – Representación Modelo.	44
Figura 4-4: Subsistema Chancado Primario – Representación Modelo.....	45
Figura 4-5: Subsistema Chancado Secundario – Representación Modelo....	45
Figura 4-6: Subsistema Chancado Terciario – Representación Modelo.	46
Figura 4-7: Tiempo de corrida del modelo.	48
Figura 6-1: Representación Gráfica N° 1 – Nivel llenado de equipos durante la corrida.....	55
Figura 6-2: Representación Gráfica N°2 – Nivel llenado de equipos durante la corrida.	55
Figura 11-1: Diagrama de Flujo Planta Chancado – Área Seca.....	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2-1: Cálculo de la disponibilidad de equipos en la operación.	18
Ecuación 2-2: Cálculo de la utilización de equipos en la operación.	18
Ecuación 7-1: Beneficio Diferencial - Escenario 3.....	61
Ecuación 11-1: Número de corridas necesarias.....	75