

# Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	1
1.1	Formulación del estudio propuesto .....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivo Específico .....	2
1.3	Hipótesis de Trabajo .....	2
1.4	Metodología.....	2
<b>2</b>	<b>Recursos y Reservas</b> .....	4
2.1	Conceptos .....	4
2.2	Inventario.....	6
<b>3</b>	<b>Proceso Planificación Minera</b> .....	8
<b>4</b>	<b>Modelo de Recursos</b> .....	10
4.1	Información básica.....	11
4.2	Modelos Geológicos .....	13
4.3	Modelo de Bloques .....	15
4.4	Entidades involucradas.....	16
<b>5</b>	<b>Proceso Estandarización Modelo de Recursos</b> .....	18
5.1	Repositorio .....	18
5.2	Flujo de Trabajo.....	20
5.3	Mínimos Entregables Modelo de Recursos.....	37
5.3.1	Introducción .....	37
5.3.2	Actualización Información básica.....	37
5.3.3	Actualización Modelos Geológicos .....	52
5.3.4	Actualización Modelo de Bloques .....	55
<b>6</b>	<b>Evaluación Costo/Beneficio</b> .....	76
<b>7</b>	<b>Discusiones</b> .....	78
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b> .....	82
<b>9</b>	<b>Bibliografía</b> .....	83
	<b>Anexos</b> .....	84

# Índice de Tablas

Tabla 1: Inventario de recursos geológicos in situ. Extraído de Memoria anual Codelco 2015....	7
Tabla 2: Inventario de recursos en depósitos artificiales. Extraído de Memoria anual Codelco 2015. ....	7
Tabla 3: Identificación de los procedimientos o protocolos.....	39
Tabla 4: Precisión aceptada en el proceso de medio testigo.....	40
Tabla 5: Estadística global de las muestras control medio testigo.....	41
Tabla 6: Identificación de valores fuera de rango en el control de medio testigo.....	41
Tabla 7: (a) Valores certificados Materiales de Referencia. (b) Estadística global por Material de Referencia. ....	43
Tabla 8: Ejemplo de listado de componentes de la base de datos. ....	45
Tabla 9: Listado de variables de cada componente de la base de datos.....	45
Tabla 10: Estadística por población de datos.....	46
Tabla 11: (a) Información tipos de muestreo de la base de datos. (b) Identificación de información histórica por tipo de muestreo.....	46
Tabla 12: Recuento de muestras en la base de datos analizadas por QAQC. ....	46
Tabla 13: (a) Recuento de sondajes con y sin información de collar. (b) Recuento de sondajes con y sin certificado de topografía.....	47
Tabla 14: Clasificación de sondajes según largo total.....	47
Tabla 15: Recuento muestras según si el muestreo cuenta o no con medida de desviación. ...	48
Tabla 16: (a) Recuento de sondajes según si el muestreo cuenta o no con medida de desviación. (b) Recuento de sondajes con y sin certificado de trayectoria. ....	48
Tabla 17: Recuento de muestras según la recuperación.....	48
Tabla 18: (a) Recuento de las muestras según la categoría de calidad. (b) Recuento de las muestras según categoría de calidad y por tipo de información. ....	50
Tabla 19: Recuento de muestras según medida de densidad.....	50
Tabla 20: Recuento de muestras según remapeo y medición de leyes.....	50
Tabla 21: Lista de chequeo base de datos.....	51
Tabla 22: Recuento sondajes utilizados en los modelos geológicos. ....	53
Tabla 23: Lista de chequeo de modelos geológicos.....	54
Tabla 24: Recuento compósitos por rango de largo de soporte original. ....	56
Tabla 25: Cantidad de compósitos por elemento principal. ....	56
Tabla 26: (a) Cantidad de muestras según tipo de muestreo. (b) Cantidad de muestras según si pertenece a sondajes históricos.....	57
Tabla 27: Lista de chequeo base de datos de estimación.....	57
Tabla 28: Información datos escapados.....	62

Tabla 29: Cantidad de bloques y sub-bloques según la dirección.....	64
Tabla 30: Variables del Modelo de Bloques .....	64
Tabla 31: Parámetros para el cálculo de variogramas. ....	65
Tabla 32: Método de Estimación por cada elemento.....	66
Tabla 33: Recuento de valores de ley asignados por elemento. ....	68
Tabla 34: Recursos clasificados como medidos, indicados e inferidos (Curva tonelaje – Ley Recursos) .....	70
Tabla 35: Comparación estadística global entre compósitos y valores estimados.....	75
Tabla 36: Lista de chequeo del modelo de bloques. ....	75

# Índice de Ilustraciones

Figura 1: Relación general entre los Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Mineras. Extraído de Código JORC, 2012. ....	5
Figura 2: Transformación de recursos a reservas, como parte de un plan minero. ....	9
Figura 3: Esquema del proceso de planificación minera. ....	9
Figura 4: Secuencia de Componentes del Modelo de Recursos. ....	10
Figura 5: Ejemplos de interpretación geológica de secciones, vistas en 2D y 3D (izquierda) y de la Unidad Geológica 2D de Litología (derecha).....	14
Figura 6: (a) Ejemplo ilustrativo de un Modelo de Bloques. (b) Ejemplo de un bloque con sus variables. ....	15
Figura 7: Esquema organizacional de entidades relacionadas con el proceso de actualización del modelo de recursos, (a) a nivel Corporativo (b) a nivel Divisional.....	17
Figura 8: Flujo de Trabajo General para la actualización del Modelo de Recursos. ....	22
Figura 9: (a) Ciclo de Actualización Información básica, inicio Flujo de Trabajo. (b) Proceso de Aprobación Información básica. ....	26
Figura 10: (a) Ciclo de Actualización Modelos Geológicos, Segundo Ciclo del Flujo de Trabajo. (b) Proceso de Aprobación Modelos Geológicos. ....	28
Figura 11: (a) SubCiclo de Base de Datos Compositada, Ciclo Actualización Modelo de Bloques, Tercer Ciclo del Flujo de Trabajo. (b) Proceso de Aprobación Base de Datos Compositada. ...	30
Figura 12: (a) SubCiclo de Sólidos de Estimación, Ciclo Actualización Modelo de Bloques, Tercer Ciclo del Flujo de Trabajo. (b) Proceso de Aprobación Sólidos de Estimación.....	32
Figura 13: (a) SubCiclo de Estimación y Categorización, Ciclo Actualización Modelo de Bloques, Tercer Ciclo del Flujo de Trabajo. (b) Proceso de Aprobación Estimación y Categorización. ....	34
Figura 14: (a) Ciclo Incorporación de la Topografía y/o Recursos Artificiales al Modelo de Bloques, Cuarto Ciclo del Flujo de Trabajo. (b) Proceso de Aprobación Incorporación de la Topografía y/o Recursos Artificiales al Modelo de Bloques. ....	36
Figura 15: Leyenda del Flujo de Trabajo.....	36
Figura 16: Ejemplos gráficos control para CuT (a) Dispersión. (b) Diferencia relativa v/s ley promedio. (c) Diferencia relativa absoluta por porcentaje de datos. (d) Diferencia relativa en el tiempo.....	41
Figura 17: Ejemplo de gráfico control estándares para CuT (a) Ley certificada v/s ley reportada por el laboratorio. (b) Número batch v/s ley reportada por el laboratorio. (c) Ley reportada por el laboratorio en el tiempo. (d) Desviaciones estándar del estándar por fecha de envío. ....	44
Figura 18: (a) Parámetros para clasificar la calidad de las muestras, según NCC-31. (b) Criterio para asignar la calidad de las muestras, según NCC-31.....	49
Figura 19: Ejemplo de Unidades de Alteración. ....	53
Figura 20: Porcentaje de coincidencia de los sólidos con el mapeo geológico, para la litología.54	
Figura 21: Ejemplo de análisis de la longitud soporte original de las muestras. Los compósitos utilizados corresponden a muestras de longitud de 10 m.....	56

Figura 22: (a) Definición de dominios de estimación para CuT. (b) Definición de dominios de estimación para Mo. (c) Criterio de definición de Unidades de Estimación Cobre. ....	59
Figura 23: (a) Ley media de CuT por Unidad de Estimación. (b) Ley media v/s desviación estándar para las Unidades de Estimación de CuT. (c) Distribución de probabilidad acumulada para las Unidades de Estimación de CuT. (d) Gráfico del límite de contacto entre dos Unidades de Estimación de CuT (e) Serie de gráficos de ley de Cobre por tipo de grava y ubicación. ....	62
Figura 24: Resumen de Modelos de variogramas, por sector de estimación (Andina) .....	65
Figura 25: Ejemplos de gráficos de variogramas experimental y teóricos, para una Unidad de Estimación de CuT (izquierda) y para una Unidad de Estimación de Mo (derecha) (Auditoria RT 2015 Magri) .....	66
Figura 26: Método de estimación para CuT, Mo, As según Unidades de Estimación. (Modelo Chuqui Subte).....	66
Figura 27: (a) Estrategia de búsqueda para Mo (b) Ejemplo de asignación de leyes de Cu en bloques no estimados. (Andina).....	68
Figura 28: Ejemplo de definición y valores de Unidades de densidad. ....	69
Figura 29: Criterio de clasificación entre recursos medidos e indicados.....	70
Figura 30: Revisión visual en una sección, entre la información de sondajes y bloques del Modelo de Mo. ....	72
Figura 31: Ejemplo de gráfico swath plot de CuT en la dirección Este, para una unidad de estimación. ....	72
Figura 32: Distribuciones leyes CuT muestras originales (verde) y ley CuT estimadas bloques (azul). (a) Gráfico de probabilidad acumulada (b) Gráfico scatter plot (c) Gráfico cuantiles. ....	74
Figura 33: Resultados de un back flagging entre compósitos y modelo de bloques, por unidad de estimación.....	74