

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL DE LA TESIS	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA TESIS.....	2
1.3. METODOLOGÍA DE LA TESIS	2
2. MARCO CONCEPTUAL	3
2.1. MÉTODO DE CONTRATO “PROJECT DELIVERY METHOD”	3
2.1.1. MÉTODO DESIGN-BID-BUILD	4
2.1.1.1. Fortalezas y Debilidades	5
2.1.2. MÉTODO DESIGN AND BUILD O EPC.....	5
2.1.2.1. Obligación que Asume el Contratista	6
2.1.2.2. El Estándar de Conducta Exigible al Contratista Bajo la Modalidad de Contrato “EPC”	7
2.1.2.3. Fortalezas y Debilidades	7
2.1.3. MÉTODO EPCM.....	7
2.1.3.1. Fortalezas y Debilidades	8
2.1.4. MÉTODO BOT.....	8
2.2. MODALIDAD DE CONTRATACIÓN.....	10
2.2.1. MODALIDAD DE CONTRATACIÓN BASADA EN EL PRECIO	10
2.2.1.1. Modalidad a Suma Alzada	10
2.2.1.2. Modalidad a Precio Unitario	11
2.2.1.3. Modalidad a Costo Reembolsable.....	12
2.3. SELECCIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN	13
2.3.1. INTRODUCCIÓN.....	13
2.3.2. PRINCIPALES ELEMENTOS A CONSIDERAR POR EL DUEÑO PARA EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA CONTRACTUAL.....	16
2.3.2.1. Definición del Alcances del Proyecto	16
2.3.2.2. Definición del Método y Modalidad del Contrato	16
2.3.2.3. Control y Gerenciamiento de la Gestión del Cambio en la Fase de Construcción.....	16
2.3.2.4. Plazo	17
2.3.2.5. Calidad	17
2.3.2.6. Complejidad y Singularidad del Proyecto.....	17
3. CONTEXTO ESTRATÉGICO DEL PROYECTO CHUQUICAMATA SUBTERRÁNEA	18
3.1. CONTRATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN AREA PRODUCTIVA.....	23
3.2. CONTRATOS SISTEMA DE MANEJO DE MINERALES	23
3.3. CONTRATOS DE INFRAESTRUCTURA PERMANENTE	24
3.4. CONTRATOS DE INFRAESTRUCTURA.....	24
3.5. CONTRATOS DE SOPORTE	25
4. ANTECEDENTES DEL CASO BASE.....	27

5.	BENCHMARK DE OBRAS MINERAS EN PROYECTOS DE SIMILAR NATURALEZA.....	28
5.1.	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS DEL REFERENTE EN CONTRATOS DE DESARROLLO DEL AREA CONSTRUCTIVA DE LA MINA	29
5.1.1.	ESTRUCTURA DE COSTOS DEL REFERENTE EN CONTRATOS PRINCIPALES	30
5.2.	TIEMPO EFECTIVO Y TASA MENSUAL DE DESARROLLOS EN CONTRATOS DE SIMILAR NATURALEZA.....	35
5.3.	PRINCIPALES INDICADORES DE GESTIÓN DEL REFERENTE EN MATERIAS DE PRODUCTIVIDAD.....	37
5.4.	SUBCONTRATACIÓN DESARROLLOS VERTICALES	38
5.5.	PRINCIPALES CAUSAS DE INCREMENTO EN EL COSTO DE LOS CONTRATOS.....	38
6.	ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN PARA EL RAMP UP DEL PROYECTO.....	39
6.1.	ESTRATEGIAS DE CONTRATACIÓN ACORDE A LA RELACIÓN RIESGOS Y COSTOS.....	41
6.1.1.	CONCENTRACIÓN DEL MERCADO DE SERVICIOS DE OBRAS MINERAS EN PROYECTOS ESTRUCTURALES	41
6.1.2.	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN.....	45
6.1.3.	CONSIDERACIONES PARA LA ALTERNATIVA 1	46
6.1.3.1.	Ramp Up Alternativa 1	46
6.1.3.2.	Horas Efectivas Alternativa 1	47
6.1.3.3.	Tasa Mensual en Ramp Up Alternativa 1	47
6.1.3.4.	Tasa Mensual en Régimen de Producción Alternativa 1	48
6.1.4.	ESTIMACIÓN DE COSTOS ALTERNATIVA 1	48
6.1.5.	CONSIDERACIONES PARA LA ALTERNATIVA 2	50
6.1.5.1.	Ramp Up Alternativa 2	50
6.1.5.2.	Horas Efectivas Alternativa 2	50
6.1.5.3.	Tasa Mensual en Ramp Up Alternativa 2.....	50
6.1.5.4.	Tasa Mensual en Régimen de Producción Alternativa 2.....	50
6.1.6.	ESTIMACIÓN DE COSTOS ALTERNATIVA 2.....	51
6.2.	MODELO DE CONTRATO EFICIENTE	53
6.2.1.	ASIGNACIÓN EQUITATIVA DEL RIESGO	53
6.2.2.	INCENTIVOS PARA EL MODELO CONTRACTUAL BASADO EN LAS CLÁUSULAS CON MAYOR NEGOCIACIÓN ENTRE LAS PARTES.....	56
6.2.3.	PROPUESTA DE TARIFAS REFERENCIALES PARA DESARROLLOS MINEROS HORIZONTALES (TARIFA PARA EL METRO DE TÚNEL EJECUTADO) “SHOULD COST”	57
6.2.4.	ESTRATEGIA DE NEGOCIACIÓN PROPUESTA.....	61
7.	CONCLUSIÓN	62

BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS 65	
ANEXO A: CÁLCULO DEL SHOULD COST / COSTO DIRECTO.....	65
ANEXO B: ENTREGABLES MÍNIMOS REQUERIDOS.....	68
ANEXO C: ESTRUCTURA DE COSTOS DESARROLLOS MINEROS HORIZONTALES.....	69
ANEXO D: PRINCIPALES PALANCAS PARA LLEGAR A LA ESTIMACIÓN MÁXIMO POTENCIAL EN DESARROLLOS HORIZONTALES	70
ANEXO E: ESQUEMA DE MACROBLOQUES.....	71
ANEXO F: CONFIGURACIÓN DE LA MINA SUBTERRÁNEA EN TRES NIVELES	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Modelo EPC, Ventajas y Desventajas.....	7
Tabla 2.2: Modelo EPCM, Ventajas y Desventajas.....	8
Tabla 2.3: Resumen Método de Contrato.....	9
Tabla 2.4: Modelo Suma Alzada, Ventajas y Desventajas.....	11
Tabla 2.5: Modelo Precio Unitario, Ventajas y Desventajas.....	12
Tabla 2.6: Modalidad de contrato, tipo de riesgo y grado de definición del encargo.....	13
Tabla 3.1: Comparativa Caso Base versus Reformulación.....	21
Tabla 3.2: Estimado definitivo del PMChS.....	21
Tabla 3.3: Alcance y Grupos de Gestión PMChS.....	21
Tabla 3.4: Tipos de Contratos distribuidos por Unidad de Gestión.....	22
Tabla 3.5: Número de Contratos por Unidad de Gestión.....	22
Tabla 3.6: Contratos de Construcción Área Productiva PMChS.....	23
Tabla 3.7: Contratos de Construcción Manejo de Minerales PMChS.....	23
Tabla 3.8: Contratos de Construcción de Infraestructura Permanente.....	24
Tabla 3.9: Contratos de Construcción de Infraestructura PMChS.....	24
Tabla 3.10: Contratos de Soporte PMChS.....	25
Tabla 4.1: Diferencias entre ofertas de mercado y CAPEX.....	27
Tabla 4.2: Cambios relevantes en aspectos comerciales.....	27
Tabla 5.1: Desglose de partida oferta económica contrato CC-10 PMChS año 2016.....	30
Tabla 5.2: Desglose de partida oferta económica contrato CC-81 PAN-NNM año 2019.	30
Tabla 5.3: Rango de valores para el costo directo de desarrollo horizontales.....	31
Tabla 5.4: Análisis comparativo de los costos de la mano de obra, materiales y equipos.	32
Tabla 5.5: Estructura asociada a los gastos generales de la empresa Referente.....	33
Tabla 5.6: Comparación de la empresa Referente con otras empresas en la DET.....	34
Tabla 5.7: Valores mínimo y máximo de Gastos Generales.....	34
Tabla 5.8: Ejemplo de Requerimientos de logística y servicios.....	37
Tabla 5.9: Principales KPI del referente en proyectos Andes Norte y Chuquicamata Subterráneo.....	38
Tabla 5.10: Principales causales de incremento en el monto de los contratos.....	39

Tabla 6.1: Principales cantidades de obra para la construcción del área productiva de la mina.	40
Tabla 6.2: Escala cualitativa para evaluar los riesgos del Contrato en el Proyecto.....	43
Tabla 6.3: Participantes principales licitaciones contratos mineros período 2010-2019.	43
Tabla 6.4: Parámetros a considerar en el período de Ramp Up.	46
Tabla 6.5: Supuestos respecto a los disparos/día.....	48
Tabla 6.6: Metros a ejecutar desde el año 2021 hasta el año 2025.	48
Tabla 6.7: Partidas de precios unitarios con mayor incidencia – rango de valores en la evaluación Alternativa 1.	49
Tabla 6.8: Costo estimado de la alternativa de contratación n°1.	49
Tabla 6.9: Metros a ejecutar desde el año 2021 hasta el año 2025.	50
Tabla 6.10: Metros en riesgo en el plazo de ejecución.	51
Tabla 6.11: Partidas de precios unitarios con mayor incidencia – rango de valores en la evaluación Alternativa 2.	51
Tabla 6.12: Costo estimado de la alternativa de contratación n°2.	52
Tabla 6.13: Propuesta de asignación de los riesgos principales a la programación mensual de obras.....	54
Tabla 6.14: Propuesta de asignación de los riesgos principales en la logística de obras.	55
Tabla 6.15: Propuesta de asignación de los riesgos principales en el avance de las obras.	55
Tabla 6.16: Cláusulas con mayor relevancia en la negociación de adjudicación de contratos mineros.....	56
Tabla 6.17: Incidencia en costos de los distintos tipos de secciones sobre la cantidad de obras a ejecutar en el footprint de la mina subterránea.	57
Tabla 6.18: Incidencia sobre el monto total de la oferta del Contratista Referente.	57
Tabla 6.19: Costo directo por sección según Benchmark.	58
Tabla 6.20: Should cost para desarrollos horizontales en secciones menores a 25 m ² .	58
Tabla 6.21: Disminución del personal administrativo al disminuir los requerimientos administrativos de Codelco.	59
Tabla 6.22: Oferta adjudicada PMChS 2016 v/s óptimo para la dotación de gastos generales.	59
Tabla 6.23: Estructura de costo óptima para los desarrollos horizontales en footprint...	59
Tabla 6.24: Estructura de costo del Referente v/s Estructura de Costo óptima.	60
Tabla 6.25: Principales para la negociación del contrato.	61
Tabla 6.26: Estructura de costos óptima de desarrollos mineros horizontales.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Matriz de aspectos claves de la estrategia de Contratación.	14
Figura 2.2: Objetivos y Prioridades para el Desarrollo de una Estrategia Contractual. ...	15
Figura 2.3: Roles del Contratista y del Dueño en Proyecto Main Contractor o EPCM. ...	15
Figura 2.4: Rol del Dueño y Contratistas en Proyecto Dirigido por el Dueño.	16
Figura 3.1: Producción Anual de Cobre - Proyecciones según el Plan de Negocios y Desarrollo 2018.	18
Figura 3.2: Impacto de los Proyectos estructurales en el mercado de proveedores “Insumos relevantes y Obras 2011-2025”.	19
Figura 3.3: Antecedentes Generales del PMChS.	19
Figura 3.4: Proyecto Chuquicamata Subterráneo.	20
Figura 3.5: Distribución porcentual de contratos en el PMChS.	22
Figura 3.6: Obras y Trabajos del PMChS.	26
Figura 4.1: Productividad Total de los factores (PTF), año base 2000.	28
Figura 5.1: Requerimientos (El Qué), Alcance Proyecto Andes Norte.	29
Figura 5.2: Precio unitario de los desarrollos horizontales.	31
Figura 5.3: Estructura de Costo para desarrollo horizontales de la empresa Referente.	32
Figura 5.4: Horas efectivas versus promedio mes, desde el Ramp Up en PMChS.	35
Figura 5.5: Horas efectivas versus Desarrollos horizontales ejecutados en Contrato CC- 10.	36
Figura 5.6: Horas efectivas versus Desarrollos horizontales ejecutados en Contrato CC- 81.	36
Figura 6.1: Alcance del Ramp Up Proyecto Chuquicamata Subterránea.	40
Figura 6.2: Cuadrantes de categorización de los contratos en Proyectos Estructurales.	42
Figura 6.3: Adjudicación de contratos mineros en Proyectos Estructurales de Codelco.	44
Figura 6.4: Montos adjudicados por empresas en Proyectos Estructurales.	44
Figura 6.5: Número de disparos estimados en Ramp Up.	47
Figura 6.6: Estimación del monto probabilístico alternativa de contratación n°1.	49
Figura 6.7: Estimación del monto probabilístico alternativa de contratación n°2.	52
Figura 6.8: Estructura de costos en desarrollos mineros horizontales del Referente en distintos proyectos v/s la estructura óptima de costos.	60