



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA  
CREACIÓN DE UN LABORATORIO EXPERIMENTAL CON TECNOLOGÍA  
DE TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES (CAVE´S) PARA PROYECTOS  
DE INFRAESTRUCTURA MINERA EN CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
Ingeniero de Ejecución En Gestión Industrial

Alumno:

Sebastián Felipe Águila Valenzuela

Profesor Guía:

Marco Antonio López Rojas

**2018**

A mis padres por su soporte incondicional y su confianza sin límites.

A mis hijas Constanza y Emilia, a mi sobrina Julieta sin ellas no hubiese sido realidad.

A la Familia Pavez Farías y Canales Mancilla por su constante compañía en momentos de dificultad.

Quiero agradecer a mi profesor guía Marco Antonio López Rojas por su confianza, dedicación presentada y constante apoyo para la realización de este proyecto.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

**KEYWORDS:** Realidad virtual, tratamiento digital de imágenes, CAVE, tecnologías de la información, modularización, prefabricación, minería chilena, proyectos estructurales mineros, montaje electromecánico, COCHILCO, SERNAGEOMIN.

Cada día más repetidamente se presta atención como las tecnologías se han asociado a la vida cotidiana de las personas y cómo los países se han preocupado por aprovechar los beneficios de su manejo para acrecentar sus niveles de competitividad.

Chile no se ha quedado atrás en esta carrera, y desde finales de los noventa la preocupación del Estado por generar políticas públicas que animen la adopción, desarrollo y uso de las tecnologías por parte de los ciudadanos, empresas y Gobierno ha sido una tarea continua.

El objetivo del desarrollo de las TIC's en Chile, especialmente en concepto de tratamiento digital de imágenes, consiste en preparar al país para competir en un mundo cada vez más globalizado, que incorpora rápidamente los beneficios de las TIC's y las reconoce como una herramienta clave para incrementar los niveles de desarrollo económico y social. Es así, como en los últimos años, la administración pública ha generado grandes negocios que han permitido acelerar y simplificar actividades y procesos industriales, mejorar el acceso a la información y su uso, y en definitiva, generar valor agregado, tanto para los ciudadanos como para las empresas y otras instituciones del Estado, en este caso la minería. Este nuevo ámbito se ha denominado Gobierno Electrónico, entendiéndolo como el apoyo al desarrollo del quehacer del Estado a través del uso de las TIC's.

Los avances obtenidos en la minería chilena en estos años demuestran que siempre y cuando existan políticas públicas vinculadas y correctamente implementadas, las TIC's tienen un huella decisiva en el bienestar y la equidad, así como en la transparencia y el desarrollo de nuevas formas de trabajo.

Los servicios tecnológicos es el área que ofrece mayores perspectivas de crecimiento. Este sector está muy por encima de los otros dos destacados, el hardware y el software empresarial. Así es que, por cada dólar de software, se desarrollaron tres de servicios aumentando de esta manera la necesidad de implementar tecnologías a medida.

**ÍNDICE DE MATERIAS**

INTRODUCCIÓN ..... 1

**1.DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**  
..... 2

**1.1. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA MODULARIZACIÓN EN LA MINERÍA EN CHILE** ..... 2

    1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto ..... 2

        1.1.1.1. Perspectiva actual del desarrollo de la Industria, en particular la construcción de proyectos mineros, para los especialistas en sistemas de modularización de plantas mineras..... 4

        1.1.1.2. Desarrollo actual del rol de la coordinación de los proyectos en su etapa de gestión..... 4

        1.1.1.3. Principales desafíos por resolver ..... 4

        1.1.1.4. Relación mandante-contratista..... 5

        1.1.1.5. Preparación de las principales empresas contratistas de ingeniería para afrontar los desafíos que presenta la construcción de proyectos cada vez más avanzados ..... 5

        1.1.1.6. Productividad..... 5

        1.1.1.7. Beneficios ..... 7

        1.1.1.8. Existencia de puntos de consenso en el diagnóstico, de lo necesario para que las partes interesadas se comuniquen y generen iniciativas en conjunto ..... 7

        1.1.1.9. Conclusiones respecto de la relación entre el sector de la construcción y la Industria Minera..... 8

    1.1.2. Objetivos del proyecto ..... 9

        1.2.2.1. Objetivo general..... 13

        1.2.2.2. Objetivos específicos ..... 13

    1.1.3. Antecedentes cualitativos ..... 14

        1.1.3.1. A continuación, se muestra un catastro del total de la inversión en Proyectos Mineros y su proyección al 2024 ..... 15

    1.1.2. Contexto de desarrollo del proyecto ..... 22

    1.1.4. Tamaño del proyecto ..... 24

|                                                                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.1.4.1. Dimensiones del mercado .....                                                                                                                           | 24        |
| 1.1.4.2. Capacidad de financiamiento .....                                                                                                                       | 24        |
| 1.1.4.3. Tecnología que utilizar .....                                                                                                                           | 24        |
| 1.1.4.4. Disponibilidad de insumos .....                                                                                                                         | 24        |
| 1.1.4.5. Distribución geográfica del mercado .....                                                                                                               | 25        |
| 1.1.5. Impactos relacionados con el proyecto .....                                                                                                               | 26        |
| <b>1.2. METODOLOGÍA .....</b>                                                                                                                                    | <b>27</b> |
| 1.2.1. Definición de situación base sin proyecto .....                                                                                                           | 27        |
| 1.2.2. Definición de situación base con proyecto .....                                                                                                           | 28        |
| 1.2.3. Análisis de separabilidad .....                                                                                                                           | 29        |
| 1.2.4. Método para medición de beneficios y costos .....                                                                                                         | 29        |
| 1.2.5. Indicadores económicos.....                                                                                                                               | 30        |
| 1.2.6. Criterios de evaluación .....                                                                                                                             | 31        |
| 1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto .....                                                                                                               | 35        |
| <b>2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO.....</b>                                                                                                            | <b>37</b> |
| <b>2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO O MEJORA.....</b>                                                                                                                | <b>37</b> |
| 2.1.1. Descripción del problema de modularización en función de la ingeniería<br>básica y de detalle en ambientes minero industrial.....                         | 38        |
| 2.1.2. Área de funcionamiento en la Industria Minera .....                                                                                                       | 39        |
| 2.1.3. Ejemplo secuencial desde ingeniería y detección de errores .....                                                                                          | 39        |
| 2.1.5. Esquemas funcionales básicos erróneos .....                                                                                                               | 44        |
| 2.1.6. Desarrollo de laboratorio experimental en ambiente CAVE de 5 caras para<br>mejoras en la ingeniería básica para la modularización de plantas mineras..... | 47        |
| <b>2.2. ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA.....</b>                                                                                                             | <b>48</b> |
| 2.2.1. Organismos que realizan inversiones en infraestructuras.....                                                                                              | 50        |
| 2.2.2. El sector minero en Chile demanda empresas que presten servicios referidos<br>en este punto .....                                                         | 50        |

|             |                                                                                                                                                                               |           |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.3.</b> | <b>VARIABLES QUE AFECTAN A LA DEMANDA .....</b>                                                                                                                               | <b>51</b> |
| <b>2.4.</b> | <b>ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA.....</b>                                                                                                                             | <b>52</b> |
| <b>2.5.</b> | <b>COMPORTAMIENTO DEL MERCADO .....</b>                                                                                                                                       | <b>55</b> |
| 2.5.1.      | El mercado de las TIC's en Chile .....                                                                                                                                        | 56        |
| 2.5.2.      | Ventajas y desventajas .....                                                                                                                                                  | 56        |
| <b>2.6.</b> | <b>DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES .....</b>                                                                                                                | <b>58</b> |
| 2.6.1.1.    | Análisis de varianza .....                                                                                                                                                    | 60        |
| <b>2.7.</b> | <b>ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN .....</b>                                                                                                                                         | <b>63</b> |
| <b>2.8.</b> | <b>ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN .....</b>                                                                                                                         | <b>65</b> |
| 2.8.1.      | Identificación de segmentos en el sector minero en Chile.....                                                                                                                 | 65        |
| <b>3.1.</b> | <b>DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS .....</b>                                                                                                                              | <b>66</b> |
| 3.1.1.      | Editor de diagramas de flujos de procesos de modularización<br>infraestructural minero amigable al usuario .....                                                              | 66        |
| 3.1.2.      | Especificaciones de datos .....                                                                                                                                               | 67        |
| 3.1.3.      | Diagramas de flujo integrados .....                                                                                                                                           | 67        |
| 3.1.4.      | Modelos .....                                                                                                                                                                 | 67        |
| 3.1.5.      | Salida de datos .....                                                                                                                                                         | 68        |
| 3.1.6.      | Características.....                                                                                                                                                          | 68        |
| 3.1.7.      | Beneficios .....                                                                                                                                                              | 68        |
| 3.1.8.      | Soporte .....                                                                                                                                                                 | 69        |
| <b>3.2.</b> | <b>DIAGRAMA DE FLUJO .....</b>                                                                                                                                                | <b>69</b> |
| 3.2.1.      | Flujo de proceso diseño a nivel de ingeniería básica, de detallamiento y<br>construcción de módulos de plantas mineras estructurales, sin tecnología CAVE<br>cinco caras..... | 70        |
| 3.2.2.      | Flujo de proceso diseño a nivel de ingeniería básica, de detallamiento y<br>construcción de módulos de plantas mineras estructurales, con tecnología CAVE<br>cinco caras..... | 71        |
| 3.2.3.      | Diagrama de proceso diseño a nivel de talleres de prefabricación, de<br>detallamiento y construcción de módulos de plantas mineras estructurales.....                         | 72        |
| <b>3.3.</b> | <b>BALANCE DE MASA Y ENERGÍA .....</b>                                                                                                                                        | <b>73</b> |
| <b>3.4.</b> | <b>SELECCIÓN DE EQUIPOS.....</b>                                                                                                                                              | <b>73</b> |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.1. Equipos .....                                                   | 79         |
| <b>3.5. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS.....</b>                             | <b>85</b>  |
| <b>3.6. LAY-OUT .....</b>                                              | <b>86</b>  |
| <b>3.7. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS .....</b>   | <b>87</b>  |
| <b>3.8. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO .....</b>                           | <b>88</b>  |
| <b>3.9. CONSUMO DE ENERGÍA.....</b>                                    | <b>89</b>  |
| <b>3.10. PROGRAMAS DE TRABAJO, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL</b>         | <b>90</b>  |
| <b>3.11. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS .....</b> | <b>90</b>  |
| 3.11.1. Análisis y descripción del cargos.....                         | 91         |
| <b>3.12. INVERSIONES EN EQUIPOS Y EDIFICACIONES .....</b>              | <b>117</b> |
| <b>3.14. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO .....</b>                   | <b>120</b> |
| <b>3.15. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA .....</b>            | <b>123</b> |
| <b>3.16. COSTOS DE IMPREVISTOS .....</b>                               | <b>124</b> |
| <b>4.1. ADMINISTRATIVA.....</b>                                        | <b>134</b> |
| 4.1.1. Personal.....                                                   | 134        |
| 4.1.2. Estructura organizacional .....                                 | 134        |
| 4.1.3. Sistemas de información administrativos .....                   | 135        |
| 4.1.4. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos .....       | 136        |
| 4.1.5. Gastos en personal .....                                        | 141        |
| <b>4.2. LEGAL.....</b>                                                 | <b>142</b> |
| 4.2.1. Marco legal vigente nacional.....                               | 142        |
| 4.2.2. Aspectos legales del giro del proyecto .....                    | 143        |
| 4.2.3. Incentivos y gobiernos corporativos .....                       | 144        |
| 4.2.4. Aspectos laborales .....                                        | 145        |
| <b>4.3. SOCIETARIA .....</b>                                           | <b>146</b> |
| <b>4.4. TRIBUTARIA .....</b>                                           | <b>147</b> |
| 4.4.1. Carga tributaria .....                                          | 147        |
| <b>4.5. FINANCIERA .....</b>                                           | <b>149</b> |
| 4.5.1. Políticas, normas, leyes y reglamentos .....                    | 149        |

|                                                                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.5.2. Proyectos e iniciativas de alto impacto que permitan el desarrollo integral de la minería .....                                                                                                         | 150        |
| <b>5.1. COSIDERACIONES A UTILIZAR.....</b>                                                                                                                                                                     | <b>150</b> |
| 5.1.1. Horizonte del proyecto.....                                                                                                                                                                             | 151        |
| 5.1.2. Tasa de descuento .....                                                                                                                                                                                 | 151        |
| 5.1.3. Moneda a utilizar .....                                                                                                                                                                                 | 154        |
| 5.1.4. Impuestos .....                                                                                                                                                                                         | 155        |
| 5.1.5. Depreciaciones.....                                                                                                                                                                                     | 155        |
| 5.1.6. Reinversiones.....                                                                                                                                                                                      | 157        |
| 5.1.7. Valor desecho .....                                                                                                                                                                                     | 157        |
| 5.1.8. Análisis de riesgo.....                                                                                                                                                                                 | 157        |
| <b>5.2. PROYECTO PURO .....</b>                                                                                                                                                                                | <b>157</b> |
| <b>5.3. PROYECTO CON FINANCIAMIENTO .....</b>                                                                                                                                                                  | <b>161</b> |
| <b>5.4. SENSIBILIZACIONES.....</b>                                                                                                                                                                             | <b>162</b> |
| 5.4.1 Beta patrimonial de una acción por el modelo de mercado para un laboratorio experimental con tecnología de tratamiento digital de imágenes (CAVE) para proyectos de infraestructura minera en Chile..... | 162        |
| 5.4.2. Comportamiento bursátiles de las principales compañías de la Industria de Ingeniería y Construcción.....                                                                                                | 165        |
| 5.4.3. Cálculo de tasa de descuento CAPM y tasa WACC.....                                                                                                                                                      | 166        |
| 5.4.4. Cálculo de K0 Costo Promedio Ponderado Capital WACC (K0 – WACC)                                                                                                                                         | 166        |
| <b>5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>                                                                                                                                                                | <b>168</b> |
| <b>5.6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                                                                                                                                                                  | <b>169</b> |
| <b>5.7. SITIOS WWW (WORLD WIDE WEB).....</b>                                                                                                                                                                   | <b>171</b> |

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1-1. Esquema de laboratorio de proyección estereoscópica CAVE .....9

Figura 1-2. Aplicación de escáner en instalaciones mineras-Cadworx Fieldpipe Working  
..... 10

Figura 1-3. Visualizador de SmartPlant AutoDesk Navisworks..... 11

Figura 1-4. Software IMS Fabtrack Canadá. .... 12

Figura 1-5. Estructura de construcción estructural en talleres de fabricación. ....23

Figura 1-6. Mapa de la Gran Minería de Chile. ....25

Figura 2-1. Maqueta digital en plataforma PDMS.....39

Figura 2-2. Extracción de isométricos de cañería de maqueta digital en plataformas  
PDMS, formato IDF.....40

Figura 2-3. Planos de construcción de modularización de cañerías de alto diámetro.....40

Figura 2-4. Ingeniería de detallamiento para modularización de piping y cañería. ....41

Figura 2-5. Prefabricado en taller, producto terminado. Spool.....41

Figura 2-6. Diseño de módulos para proyecto Oil & Gas Sakhalin Island al este de Rusia.  
.....42

Figura 2-7. Transporte terrestre de proyecto Oil & Gas Sakhalin Island al este de Rusia.  
.....42

Figura 2-8. Transporte terrestre de proyecto Oil & Gas Sakhalin Island al este de Rusia.  
.....43

Figura 2-9. Prefabricados en el sector industrial y minero, proyectos recientes, Fluor...43

Figura 2-10. Proyección de laboratorio CAVE cinco caras.....47

Figura 2-11. Mapa minería en Chile. ....64

Figura 3-12. Flujo de proceso de construcción modular con tecnología CAVE cinco caras.  
.....71

Figura 3-13. Lay - Out Laboratorio CAVE cinco caras para proyectos estructurales  
mineros.....86

Figura 4-1. Estructura Jerárquica de profesionales de Laboratorio Experimental en  
Entorno CAVE.....134

Figura 4-2. Estructura de Servicios y Comunicación de datos IMS Fabtrack. .... 136

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1-1. Catastro de proyectos mineros y proyección al 2024 (en MMUS\$). ..... 16

Tabla 1-2. Distribución de planes de cierre simplificados durante el año 2015. .... 19

Tabla 1-3. Distribución de costos de ingeniería en proyectos en cartera de inversión  
proyectada al 2024. .... 20

Tabla 1-4.Cálculo de costo de ingeniería por proyecto infraestructural proyectado al  
2024..... 21

Tabla 2-1. Inversión extranjera del sector de ingeniería y servicios año 2017. .... 48

Tabla 3-1. Infraestructura mínima para el desarrollo de este proyecto. .... 73

Tabla 3-2. Sistemas de procesos mineros y sus correspondientes operaciones unitarias a  
modularizar. .... 76

Tabla 3-3. Detalle de elementos a utilizar para desarrollar los servicios contemplados en  
este proyecto..... 16

Tabla 3-4. Consumo de energía de equipos seleccionados para el  
proyecto.....198

Tabla 3-5. Renta real en cada uno de los puestos de trabajo de acuerdo las rentas de  
mercado.....125

Tabla 3-6. Detalle de Activos Fijos.....126

Tabla 3-7. Detalle de Activos Fijos. (continuación).....127

Tabla 3-8. Detalle de insumos y productos.....129

Tabla 3-9. Detalle de costos operacionales y administrativos.....130

Tabla 3-10. Calculo de exceso o déficit de capital de trabajo.....131

Tabla 3-11. Cálculo de costos de instalación y puesta en marcha.....132

Tabla 3-12. Resumen de costos estimados del proyecto.....133

Tabla 4-1. Detalle de gastos personal administrativo.....141

Tabla 4-2. Costos asociados al cumplimiento de las legislaciones vigentes.....145

Tabla 4-3. Proyección de la tasa de impuesto a la renta.....148

Tabla 4-4. Resumen presupuesto Ministerio de Minería.....150

Tabla 5-1 Costo de Capital Propio.....154

Tabla 5-2. Tasa proyectada de primera categoría.....155

Tabla 5-3. Detalle la tabla de depreciación.....156

Tabla 5-4. Depreciación Software y Hardware para Laboratorio en entorno CAVE.....156

Tabla 5-5. Consumo de energía en KW para Laboratorio en entorno CAVE.....157

Tabla 5-6. Costo anual y escala de sueldos para Laboratorio CAVE cinco  
caras.....157

Tabla 5-7. Costo anual de software para Laboratorio CAVE cinco caras.....158

Tabla 5-8. Determinación de Flujo de Caja Puro.....159

Tabla 5-9. Resumen y cálculo de beta de la Industria de la Construcción e Ingeniería.163

Tabla 5-10. Análisis de sensibilidad aplicado a Flujo de Caja Puro.....166

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1-1. Evolución del índice de producción manufacturera en Chile.....6

Gráfico 1--2. Comportamiento inversional en estructura minera desde ACQ1 2015..... 17

Gráfico 1--3. Distribución de planes de cierre simplificados año 2015..... 19

Gráfico 1-4. Número de empresas según rubro. ....27

Gráfico 1-5. Capacidades y necesidades de desarrollo. ....27

Gráfico 1-6. Empresas proveedoras que innovó durante 2010. ....28

Gráfico 1-7. Inversión en proyectos infraestructurales mineros proyectado al año 2024.  
.....32

Gráfico 2-1. Demanda de servicios de ingeniería año 2017 sector privado y público.....49

Gráfico 2-2. Proyecciones de crecimiento de la demanda. ....54

Gráfico 2-3. Indicadores de Desarrollo Mundial PIB-Chile en Tecnologías de  
Información. ....57

Gráfico 2-4. Empresas proveedoras de ingeniería y montaje en Chile y comportamiento  
en la participación de proyectos. ....58

Gráfico 2-5. Curva de regresión ajustada.....61

Gráfico 2-6. Gráfico datos residuales.....61

Gráfico 4-1. Resultados de estudio para aplicación de tasa de impuesto efectiva. .... 147

Gráfico 5-1. Close Fluor S.A. años 2013 a 2017. .... 165

Gráfico 5-2. Close SNC Lavalin S.A. años 2013 a 2017..... 165

Gráfico 5-3. Close Foster Wheeler Co..... 165

**SIGLA Y SIMBOLOGÍA**

**SIGLA**

|        |   |                                                                                          |
|--------|---|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACHS   | : | Asociación Chilena de Seguridad.                                                         |
| AG     | : | Autogenous Mill (Molino Autógeno).                                                       |
| ANSI   | : | American National Standards Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares). |
| AR     | : | Augmented Reality (Realidad Aumentada).                                                  |
| B/V    | : | Razón Deuda a Valor Empresa                                                              |
| Bl     | : | Beta con Leverage.                                                                       |
| Bu     | : | Beta sin Leverage.                                                                       |
| CAD    | : | Computer Assisted Design (Diseño Asistido por Computadora).                              |
| CAE    | : | Costo Anual Equivalente.                                                                 |
| CAPEX  | : | Capital Expenditures (Inversiones en Bienes de Capitales).                               |
| CAPM   | : | Capital Asset Pricing (Modelo de Valoración de Activos Financieros).                     |
| CAVE   | : | Cave Assisted Virtual Environment (Entorno de Realidad Virtual Inmersiva).               |
| CCNA   | : | Cisco Certified Network Associate (Asociado en Redes con Certificación Cisco).           |
| CFO    | : | Chief Financial Officer (Director Financiero).                                           |
| CIF    | : | Costos Indirectos de Fábrica.                                                            |
| CINVER | : | Comité de Inversiones Extranjeras.                                                       |
| CISCO  | : | Certified Network Associate. (Plan de Capacitación en Tecnología de Redes Informáticas). |
| CLP    | : | Peso chileno.                                                                            |

|          |   |                                                                                                         |
|----------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COCHILCO | : | Comisión Chilena del Cobre.                                                                             |
| CODELCO  | : | Corporación Nacional del Cobre.                                                                         |
| CPE%     | : | Costos por Plazo de Entrega.                                                                            |
| CT       | : | Costo Total.                                                                                            |
| CU       | : | Cobre.                                                                                                  |
| CU C/IVA | : | Costo Unitario con Impuesto al Valor Agregado.                                                          |
| CUN      | : | Costo Unitario Neto.                                                                                    |
| DB       | : | Data Base (Base de Datos).                                                                              |
| DCP      | : | Dirección Controladora de Proyectos.                                                                    |
| DHCP     | : | Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo de Configuración Dinámica de Host).                      |
| DIPRES   | : | Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda.                                                      |
| DL       | : | Decreto de Ley.                                                                                         |
| DLP      | : | Digital Light Processing (Procesamiento Digital de Luz).                                                |
| DVD      | : | Digital Versatile Disc (Disco Versátil Digital).                                                        |
| EIA      | : | Estudio de Impacto Ambiental.                                                                           |
| ENAMI    | : | Empresa Nacional de Minería.                                                                            |
| ENAP     | : | Empresa Nacional del Petróleo.                                                                          |
| EPCM     | : | Engineering, Procurement, Construction Management (Ingeniería, Adquisiciones, Gestión de Construcción). |
| ETAP     | : | Electrical Transient and Analysis Program (Programa Analizador y Transiciones Eléctricas).              |
| EVA      | : | Economic Value Added (Valor Económico Añadido).                                                         |
| FCD      | : | Flujo de Caja Descontado.                                                                               |
| GECHS    | : | Grupo de Empresas Chilenas de Software y Servicios.                                                     |
| HD       | : | High Definition (Alta Definición).                                                                      |

|       |   |                                                                                                 |
|-------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HH    | : | Horas Hombre.                                                                                   |
| HMD   | : | Head Mounted Display (Visualización Montado en Casco).                                          |
| I+D   | : | Investigación y Desarrollo.                                                                     |
| I+D+i | : | Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica.                                             |
| IDF   | : | Isogen Data File (Archivo de Datos Isogen).                                                     |
| IED   | : | Inversión Extranjera Directa.                                                                   |
| IFRS  | : | International Financial Reporting Standards (Normas Internacionales de Información Financiera). |
| ILS   | : | Piscina de Solución Intermedia (Lixiviación).                                                   |
| IMS   | : | Integrated Material Systems (Sistema Integrado de Materiales).                                  |
| IPS   | : | Intruder Prevention System (Sistema de Prevención de Intrusos).                                 |
| ISO   | : | International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización).   |
| IST   | : | Instituto de Seguridad del Trabajo.                                                             |
| IVA   | : | Impuesto al Valor Agregado.                                                                     |
| IVAN  | : | Índice del Valor Actual Neto.                                                                   |
| Kb    | : | Costo de la Deuda.                                                                              |
| Kp    | : | Costo Patrimonial.                                                                              |
| LED   | : | Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz).                                                     |
| LIR   | : | Ley sobre Impuesto a la Renta.                                                                  |

|        |   |                                                                                             |
|--------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| MMUS\$ | : | Millones de Dólares.                                                                        |
| MTO    | : | Material Take Off (Material Necesario para Iniciar).                                        |
| NIC    | : | Normas Internacionales de Contabilidad.                                                     |
| NTP    | : | Network Time Protocol (Protocolo de Tiempo de Red).                                         |
| O/C    | : | Orden de Compra.                                                                            |
| OGP1   | : | Organic Growth Project 1 (Proyecto de Crecimiento Orgánico 1).                              |
| P&ID   | : | Piping and Instrumentation Diagram (Diagrama de Cañerías e Instrumentación).                |
| P/V    | : | Razón Patrimonio a Valor Empresa.                                                           |
| PCIE   | : | Peripheral Component Interconnect Express (Interconexión de Componente Periférico Express). |
| PDF    | : | Portable Document Format (formato de documento portátil).                                   |
| PDMS   | : | Plant Design Management System (Sistema de gestión de diseño de planta).                    |
| PIB    | : | Producto Interno Bruto.                                                                     |
| PITS   | : | Polo de Innovación Tecnológica de Santiago.                                                 |
| PLS    | : | Pregnant leaching solution (solución de lixiviación cargada).                               |
| PMG    | : | Programas de Mejoramiento de la Gestión.                                                    |
| PMI    | : | Project Management Institute.                                                               |
| PRF    | : | Prima por Riesgo Financiero.                                                                |
| PRM    | : | Prima por Riesgo de Mercado.                                                                |
| PU     | : | Precio Unitario.                                                                            |
| RACI   | : | Responsible Accountable Consulted Informed (Responsable Contable Consultado Informado).     |
| RCS    | : | Reactor Cell System (Sistema de Celda del Reactor).                                         |
| REGIC  | : | Registro Integral de Contratistas.                                                          |
| Rf     | : | Tasa Libre de Riesgo.                                                                       |

|             |   |                                                                        |
|-------------|---|------------------------------------------------------------------------|
| Rm          | : | Rentabilidad del Mercado.                                              |
| RON         | : | Retorno Operacional Neto de los Activos Operacionales.                 |
| RT          | : | Radomiro Tomic.                                                        |
| S&P 500     | : | Standard and Poor's 500.                                               |
| SAG         | : | Semiautogenous Mill (Molino Semiautógeno).                             |
| SCM         | : | Sociedad Constructora Minera.                                          |
| SEREMI      | : | Secretarías Regionales Ministeriales.                                  |
| SERNAGEOMIN | : | Servicio Nacional de Geología y Minería.                               |
| SIA         | : | Sistemas de Información Administrativos.                               |
| TIC's       | : | Tecnología de la Información y la Comunicación.                        |
| W%          | : | Weight (Peso Porcentual).                                              |
| WACC        | : | Wighted Average Cost of Capital (Costo de Capital Promedio Ponderado). |
| %           | : | Porcentaje.                                                            |

**SIMBOLOGÍA**

|                |   |                                   |
|----------------|---|-----------------------------------|
| bit            | : | Binary Digit (Dígito Binario).    |
| GB             | : | Gigabyte.                         |
| h              | : | Hora.                             |
| HP             | : | Horse Power (Caballos de Fuerza). |
| Kg             | : | Kilogramo.                        |
| KVA            | : | Kilovoltio Amperios.              |
| KW             | : | Kilowatt.                         |
| Lb             | : | Libra.                            |
| l              | : | Litro.                            |
| MB             | : | Megabyte.                         |
| MHz            | : | Megahercio.                       |
| m              | : | Metro.                            |
| m <sup>3</sup> | : | Metro Cúbico.                     |
| $\bar{x}$      | : | Promedio.                         |
| Ud             | : | Unidad.                           |
| W              | : | Watt.                             |

## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo principal de este proyecto es hacer referencia fundamentalmente al estudio y análisis para estimar el valor económico de las ventajas y desventajas de realizar mejoras en los sistemas o técnicas de modularización en la ingeniería básica y de detallamiento con tecnología de tratamiento digital de imágenes, para lo anterior se recopilarán y analizarán antecedentes de la Industria Minera en Chile respecto a beneficios, tales como la disminución de la mano de obra, mano de obra menos calificada, disminución de los plazos de término de los proyectos en sitios con clima extremo, mejoras en las condiciones de seguridad y mayor control de calidad en el lugar físico del montaje mecánico y electromecánico de un proyecto de características infraestructurales en un proyecto minero. Así también se estimará el valor económico de las desventajas como lo son los mayores costos de transporte, mayores costos de montaje, mayor detallamiento de la ingeniería, mayor participación de especialistas y mayores plazos en la fase de entrega de la ingeniería de detalle.

Posteriormente se realiza una revisión del desarrollo conceptual o prefactibilidad de ingeniería básica o de factibilidad en términos de CAPEX como también de ingeniería de detalle y apoyo a construcción.

A su vez, se realiza la determinación y estudio de las aplicaciones del Tratamiento Inteligente de Imágenes en la construcción y detallamiento de platas mineras mediante su aplicación en sistemas de proyección estereoscópica tipo CAVE, éste ha sido una propuesta permanente en la actualidad debido a que es posible aplicarla a diferentes áreas de la construcción. Es por ello por lo que la Visión Artificial se ha convertido en una de las áreas de trabajo de la inteligencia artificial con más futuro. Por lo anterior se buscará en el presente proyecto los posibles campos de aplicación en la construcción de proyectos mineros a nivel de su ingeniería básica, de detalle, en el montaje mecánico.

De esta forma se proyectarán los datos futuros de la Industria Minera, análisis de operaciones, inversiones, financiamiento; proyectando ingresos, costos, gastos producidos por la implementación de las mejoras mencionadas anteriormente para así poder programar el Flujo de Caja Descontado y de esta manera determinar el valor del proyecto.

Con las conclusiones de los cálculos precedentes, se determina la tasa de descuento, para efectos de valoración de la Industria y así valorar la propuesta de una mejora tecnológica en la Industria de Minera en Chile mediante el método del Costo de Capital Promedio Ponderado.

**CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

## 1. **DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

En el presente capítulo se interiorizará en el diagnóstico de prefactibilidad técnica y económica como así también la metodología de evaluación que tiene por objetivo determinar y describir el diagnóstico actual de los Proyectos Mineros en Chile como también se identificarán los costos necesarios para la implementación del proyecto.

En esta etapa se considerarán los aspectos de ingeniería que son relevantes en los costos involucrados en el proyecto. Se definirá el proceso de producción más adecuado con la tecnología propuesta en un estudio costo beneficio, además de los equipos a utilizar. Se mencionará los proyectos físicos, recursos humanos, y materiales, todo lo anterior en función de los proyectos mineros existentes en cartera y aprobados en su fase inicial de viabilidad técnica; esto deberá ser diseñado y administrado por personal calificado y entrenado en este tipo de sistemas.

### 1.1. **DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA MODULARIZACIÓN EN LA MINERÍA EN CHILE**

#### 1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto

La productividad y la competitividad son temas que, sin dudas, preocupan en el sector minero.

El origen de los estudios de los especialistas lo justifican, precisamente, en relación con la preocupación por estos elementos, sumado a la seguridad en faenas mineras, la capacitación, el desarrollo y aplicación tecnológica, la productividad y la capacidad, se muestran como una solución para enfrentar el escenario que vive hoy la minería y el subsector construcción.

Un aspecto sustancial que se ha identificado es lo importante de establecer una relación de confianza entre el mandante y el contratista. De lo contrario, al momento de nivelar responsabilidades en el desarrollo óptimo de un proyecto, los compromisos se agitan de un lado a otro y las discusiones se tornan infructuosas.

Es sobre la base de esta relación estrecha que se pueden encontrar más caminos de mejora. Lo dijo en su oportunidad el Vicepresidente de Proyectos de CODELCO: “Hay que llevar la relación entre mandantes y empresas contratistas en base al respeto y la

confianza, desde la apertura para plantear necesidades, hasta la obligación de cada uno de hacerse cargo de sus responsabilidades en la relación”<sup>1</sup>.

La situación es clara en función de los antecedentes presentados en estas instancias; sin embargo, desde algunos puntos de vista, existe poca iniciativa.

El problema principal es cómo hacer razonar a ambas partes. Las principales empresas contratistas de la construcción en minería han establecido conclusiones respecto a que el punto de inicio en esta materia está en reconocer que las responsabilidades son compartidas. Se ha supuesto que existe un problema de confianza entre contratista y mandante y se cree que los mandantes no confían en los contratistas lo que ellos consideran de muy poca validez. Para lo anterior se debe empezar a trabajar en conjunto, porque, si existen aún tipo de desconfianza, la complejidad será mayor en el desarrollo de proyectos y esto no contribuye a la colaboración entre las partes ni tampoco al desarrollo eficiente de los proyectos.

Todo escenario de crisis o incertidumbre es una oportunidad de mejora. La salida está en cuestionar el cómo se está procediendo en la actualidad, para que, finalmente, se pueda llegar a soluciones más eficientes. Es así como, en este contexto, se abordará esta situación desde la perspectiva de la ingeniería y la gestión de proyectos.

Hay otro eslabón que se debe analizar. Para ello, Paige Wilson, gerente general de Bechtel Chile, una de las empresas de ingeniería y construcción de mayor importancia en la Industria, dio a conocer su impresión sobre el actual momento que vive la minería y la construcción. “Siendo realistas, cada compañía abordará lo que ve como desafíos de productividad de manera distinta, dependiendo de su propia cultura, antecedentes y experiencia de su organización”<sup>2</sup>, también describe que “si trabajamos juntos para cuestionar algunos de los procedimientos estándares de operación que se han desarrollado a lo largo del tiempo, volveremos a construir plantas más ágiles y eficientes, y es exactamente ahí donde todos nosotros queremos estar”<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Revista Construcción Minera y Energía, 01 abril 2017.

<sup>2</sup> Revista Construcción Minera y Energía, 01 agosto 2017.

<sup>3</sup> Revista Construcción Minera y Energía, 01 agosto 2017.

#### 1.1.1.1. Perspectiva actual del desarrollo de la Industria, en particular la construcción de proyectos mineros, para los especialistas en sistemas de modularización de plantas mineras

Respecto al 2017, después de dos años de baja actividad en cuanto a nuevos proyectos, se observan los primeros indicios de una recuperación en el mercado, demostrado en actividades de estudios, que corresponde al primer paso en el desarrollo de cualquier proyecto. Sin embargo, a diferencia del periodo 2008-2015, que estuvo dominado por proyectos Green Field <sup>4</sup>, pareciera que la mayoría de las oportunidades de los próximos 5 a 7 años serán proyectos de expansión en operaciones mineras existentes.

Otra tendencia importante, que caracteriza las nuevas oportunidades del mercado, es la necesidad crítica de contar con una mayor eficiencia de inversión. En el periodo 2008-2015, el mercado estuvo principalmente enfocado en construir nueva capacidad; no obstante, actualmente el enfoque está fijado en un diseño y construcción más económicos para entregar el menor costo de instalación por tonelada y el mejor valor actual neto de proyecto.

#### 1.1.1.2. Desarrollo actual del rol de la coordinación de los proyectos en su etapa de gestión

El rol de la gestión tiene características similares que aplican a todos los proyectos, pero el alcance y los desafíos únicos de un proyecto específico definen las áreas donde un equipo debe enfocar sus esfuerzos. Las capacidades de gestión de proyecto donde se aplican todos los esfuerzos y recursos deben incluir y desarrollar una cultura de seguridad y calidad; definir claramente el alcance y medir el desempeño en comparación al plan, además de administrar y controlar la construcción.

#### 1.1.1.3. Principales desafíos por resolver

Los desafíos de un proyecto específico pueden estar relacionados con la ubicación geográfica del proyecto, lo que requerirá de un plan de tráfico y logística de clase mundial, como por ejemplo el transporte fluvial, transporte terrestre y aéreo de módulos y equipos para el montaje, también un sistema de compras de nivel global que puede requerir de una fuerte necesidad de supervisión de la calidad de los proveedores y desarrollo de la ingeniería a un nivel de precisión poco lograda en proyectos de construcción anteriores.

---

<sup>4</sup> Proyecto Green Field es aquel que se refiere a la realización de un proyecto desde cero, o aquel existente que se cambia en su totalidad. La construcción de nuevas centrales eléctricas, nuevas fábricas, nuevos aeropuertos, proyectos mineros desde cero.

#### 1.1.1.4. Relación mandante-contratista

Las grandes casas de ingeniería se están enfocando en las relaciones, ya que establecer una relación fuerte, transparente y colaborativa con todos los niveles de la organización del cliente, así como con las otras partes interesadas, es un factor crítico para desarrollar un proyecto exitoso. Con el fin de facilitar una estrecha relación, se han enfocado en comprender y establecer claramente los objetivos del cliente y luego desarrollar, en conjunto, una organización y plan de ejecución para alcanzar estos objetivos.

La comunicación regular y el seguimiento constante de los objetivos junto con llegar a acuerdos mutuos sobre los planes para corregir o modificar en respuesta a los cambios que siempre ocurren durante cualquier proyecto son claves. Para asegurar un alineamiento, es esencial establecer una comunicación fluida tanto dentro como fuera del proyecto con los representantes de las gerencias de cada compañía.

#### 1.1.1.5. Preparación de las principales empresas contratistas de ingeniería para afrontar los desafíos que presenta la construcción de proyectos cada vez más avanzados

Los mandantes o clientes están motivados por la seguridad, la ética y la mejora del valor que entrega el proyecto a los accionistas. La tendencia principal que se está resolviendo es un esfuerzo continuo para disminuir el costo total de instalación. Desde la perspectiva de la construcción, esto significa hacer más por menos y mejorar la productividad en terreno. No ha habido mejora significativa en la productividad de la construcción chilena en muchos años. Al mismo tiempo, los costos de insumos han aumentado sustancialmente. Si se trabaja en conjunto (contratista-mandante), para cuestionar algunos de los procedimientos estándares de operación que se han desarrollado a lo largo del tiempo, se podrán construir plantas más ágiles y eficientes, y es exactamente ahí donde la minería chilena enfoca sus esfuerzos.

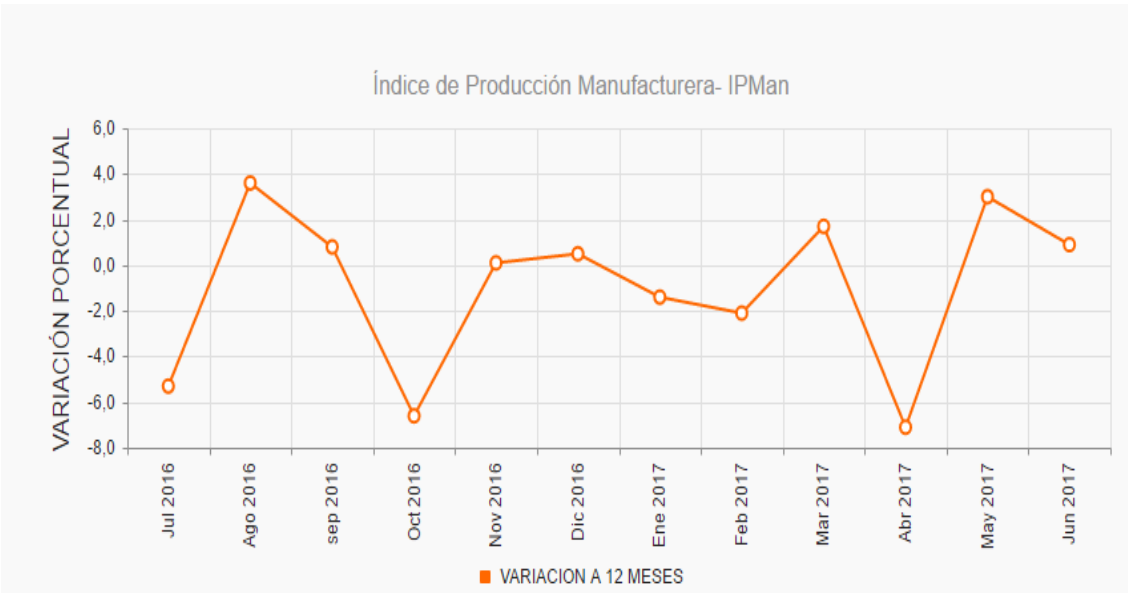
#### 1.1.1.6. Productividad

Los principales actores de la minería en Chile, particularmente los de cobre, están preocupados por sus grandes inversiones y la productividad. Existen muchos elementos que afectan la productividad y que van desde la adquisición y la gestión de los materiales de construcción, la planificación detallada para asegurar la disponibilidad de los frentes de trabajo hasta utilizar mejores técnicas de construcción para reducir las horas y costos de mano de obra en terreno.

Algunas soluciones que se han propuesto son la de resguardar las capacidades globales de compras de algunas empresas especializadas y también las estrategias innovadoras de ingeniería para lograr ahorros en el costo, estos, abordados en los programas del proyecto, también, los equipos de construcción deben ser flexibles en cuanto a la gestión de construcción mediante Contratación Directa<sup>5</sup> y al mismo tiempo emplear técnicas de construcción más eficientes y rentables tales como el pre-armado y la modularización.

La administración de los materiales es clave y existen inversiones en la planificación y control para garantizar que los materiales necesarios estén en terreno cuando se requieran con el fin de apoyar el plan de construcción.

La estrategia de contratación directa, que han implementado las empresas de ingeniería y administradoras de proyectos de construcción minera con socios de construcción chilenos, como por ejemplo Sigdo Koppers y Vial y Vives, para construir gran parte de los proyectos cupríferos en los últimos 15 años, demuestra que se puede controlar la ruta crítica y la cultura del trabajo.



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, año 2017

Gráfico 1-1. Evolución del índice de producción manufacturera en Chile.

<sup>5</sup> Mecanismo excepcional para elegir al contratista público, que encuentra su justificación en el orden público e interés general que debe satisfacer la administración.

#### 1.1.1.7. Beneficios

El beneficio que esto otorga para las empresas de ingeniería y administradoras de proyectos es que son capaces de asegurar que los profesionales se sientan acoplados a los valores reales de seguridad y calidad de las ejecuciones constructivas; esta es una forma que se ha empleado para ser más productivos. Lo anterior ha permitido ver mejoras continuas en los resultados debido a la estrategia de contratación directa.

Respecto a los costos de los servicios descritos anteriormente, las empresas están trabajando fuertemente para estar entre los proveedores de más bajo costo. Algunos se encuentran bien integrados entre ingeniería, adquisiciones y construcción y emplean los mejores procesos y herramientas de su clase. También se impulsa el uso de centros globales de ejecución en muchos casos fuera del territorio nacional, como por ejemplo Nueva Delhi (India), Shanghái (China) y Taipei (Taiwán) para algunos servicios de ingeniería y adquisiciones, y al mismo tiempo se ha utilizado la herramienta Six Sigma<sup>6</sup> y otros métodos para optimizar continuamente el desempeño.

#### 1.1.1.8. Existencia de puntos de consenso en el diagnóstico, de lo necesario para que las partes interesadas se comuniquen y generen iniciativas en conjunto

Cada compañía debe abordar lo que proyecta como desafíos de productividad de manera distinta, dependiendo de su propia cultura, antecedentes y experiencia de su organización.

En algunos casos y debido a que se realiza construcción con contratación directa con socios chilenos, se tiene la capacidad de trabajar en conjunto para generar la mejor combinación de experiencia local y prácticas internacionales de construcción para incrementar la productividad.

---

<sup>6</sup> Metodología centrada en la reducción de la variabilidad, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

#### 1.1.1.9. Conclusiones respecto de la relación entre el sector de la construcción y la Industria Minera

El éxito de la Industria Minera y la Industria Chilena de la construcción es interdependiente. Las compañías mineras necesitan crecer continuamente y aumentar su capacidad y para esto necesitan a la Industria Chilena de la construcción.

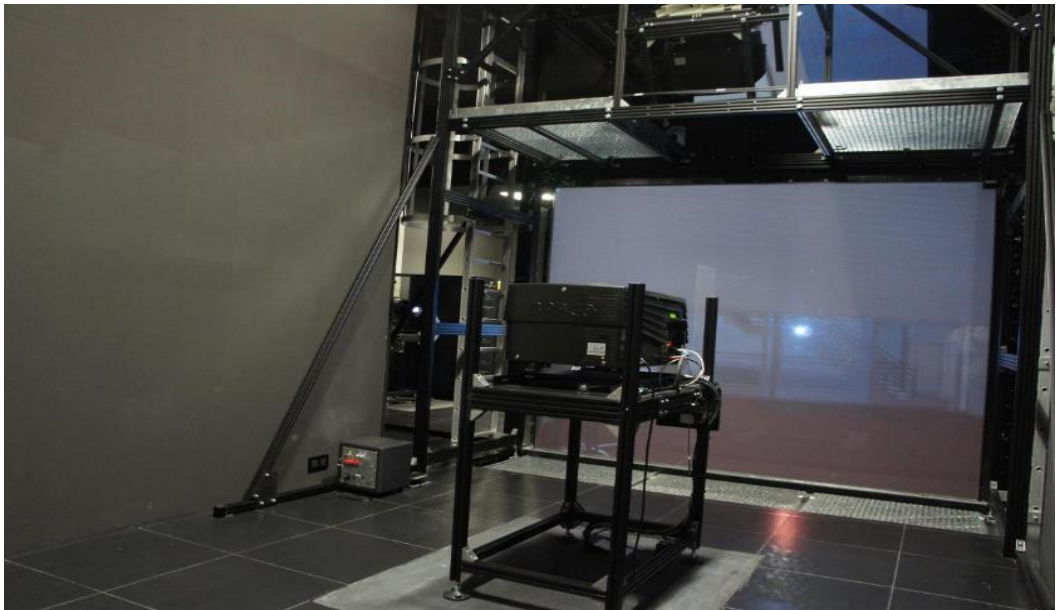
En cuanto a la relación que se genera entre el mandante y contratista en la celebración de un contrato, en general los contratos no reflejan claramente el alcance del proyecto:

- ✓ Están muy enfocados en lo legal, pero muy débiles en definición del proyecto. Por definición, el contrato de construcción tiene la obligación legal de ser “de buena fe”.
- ✓ Se induce al error ya que el mandante tiene la convicción que la suma alzada asegura el 100% del proyecto y que las especificaciones técnicas y planos son completos y claros.
- ✓ El contratista, por otro lado, asume, apuesta, que todo está definido o será definido. Asume que planimetría, ingeniería, especificaciones técnicas y otros son cercanos al 100% del proyecto, se subestima los riesgos e imprevistos durante la ejecución, el mandante subestima el efecto del retraso de los estados de pagos, de las modificaciones y ampliaciones del contrato y especificaciones técnicas.
- ✓ Determinar si bajo un ambiente tecnológico, en el diseño de procesos para la fábrica y el taller, son importante para la modularización, considerando que la etapa de diseño se debe conocer si es fácil fabricar un producto, o incluso si es fabricable, determinar esto en una fase inicial del proceso de diseño elimina muchos errores que podrían resultar caros.
- ✓ El contratista, por su parte, tiene dificultad en distinguir lo que es ampliación, adicionales, cambios de alcance y su efecto sobre plazo y costo.
- ✓ Cuantificar los errores de diseño de los productos que se pueden trasladar fácilmente al diseño de los procesos de fabricación. Detectar las inconsistencias de ingeniería o diseño antes de empezar a fabricar y evitar que la producción se vea afectada.

### 1.1.2. Objetivos del proyecto

El objetivo inicial del proyecto es valorar las mejoras en la modularización de plantas mineras infraestructurales en sus etapas de ingeniería básica, de detalle, en el área abastecimiento, bodega, contratos de construcción y montaje utilizando tecnología avanzada de procesamiento digital de imágenes y sus aplicaciones en sistemas de proyección estereoscópica tipo CAVE<sup>7</sup>.

Se deberá presentar el diseño e implementación de un módulo experimental que cuenta con una instalación de un sistema de proyección estereoscópica tipo CAVE, que trata de un sistema de visualización 3D envolvente en el que la ilusión de inmersividad se consigue utilizando tecnología de proyección estéreo contra cinco pantallas de grandes dimensiones, compuestas de modo que simulan un cubo dentro del cual se sitúa el usuario, lo anterior en un laboratorio remoto, donde se propone un método novedoso para realizar una maqueta virtual a escala real de una planta de producción de mineral, sistemas o subsistemas de esta.



Fuente: Elaboración mediante información obtenida de Universidad Politécnica de Madrid año 2017.

Figura 1-1. Esquema de laboratorio de proyección estereoscópica CAVE

<sup>7</sup> Cave Automatic Virtual Environment – Entorno virtual asistido en laboratorios.

De esta manera encontrar las distancias del máximo central a los mínimos secundarios del patrón de difracción utilizando las herramientas que proporciona el procesamiento digital de imágenes y la visión por computador. Para la adquisición de los datos experimentales se deberá usar equipos, hardware y software especializados como Cadworx y otros como Foundation Laser Scanning que se encargan de la captura, el procesamiento y la comunicación entre el servidor y la interfaz.



Fuente: Elaboración mediante información obtenida de Empresa Pixis S.A. año 2017.

Figura 1-2 Aplicación de escáner en instalaciones mineras-Cadworx Fieldpipe Working

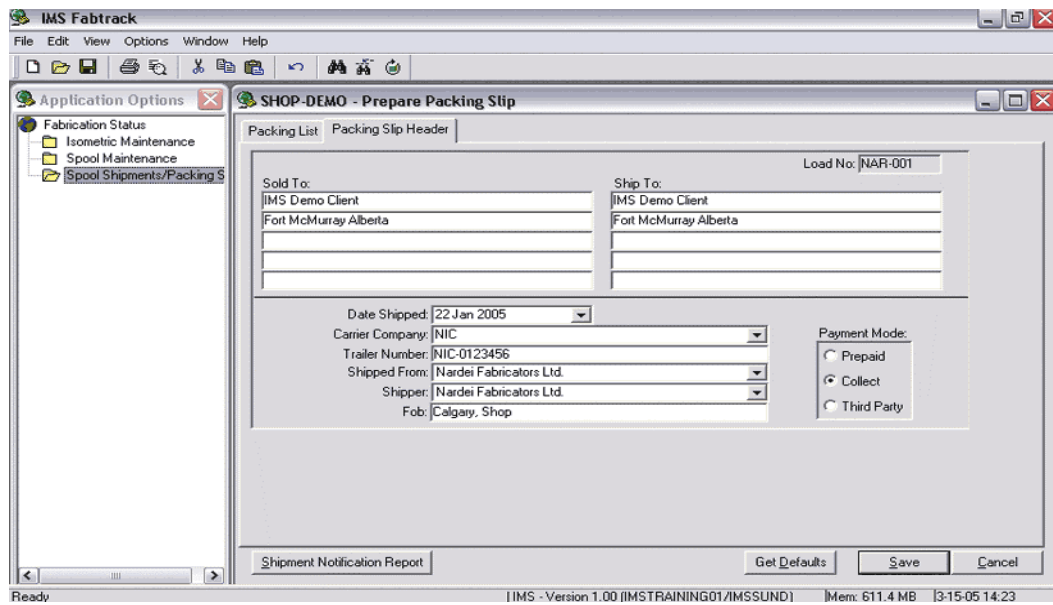
Para la visualización e interfaz se podrán utilizar herramientas case tales como los que ofrece Intergraph Corporation, algunos ejemplos de esto son SmartPlant y sus productos derivados tales como Spoolgen, Isometrics y Isketch, para efectos de lectura, tratamiento y modularización de planos electrónicos generados por la maqueta digital a partir de una maqueta física desarrollada en laboratorios.



Fuente: Proyecto Aconcagua Cogeneration Project-ENAP año 2017.

Figura 1-3. Visualizador de SmartPlant AutoDesk Navisworks.

Para el orden, seguimiento, planificación, programación constructiva, ingeniería básica, de detalle e integración del sistema de materiales para la fabricación de los módulos en serie en los talleres de fabricación, se podrán utilizar softwares tales como IMS Fabtrack (Canadá) o Matrix (Escocia).



Fuente: Información Proyecto Explotación Mina Ministro Hales-control de Piping y Spools año 2013.

Figura 1-4. Software IMS Fabtrack Canadá.

#### 1.2.2.1. Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es realizar un estudio para determinar la prefactibilidad técnica y económica para la aplicación de mejoras en los sistemas de modularización infraestructural para proyectos mineros en Chile con tecnología de tratamiento digital de imágenes (CAVE), y su impacto económico en la Industria Minera.

#### 1.2.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Revisión, recopilación y estudio de la información técnica para la realización de este proyecto, financiado y abordado por SERNAGEOMIN, esta información debe ser relacionada con el impacto de las nuevas tecnologías como también debe cumplir con las características de confiabilidad de la información disponible, que sea de fuentes conocidas o proveniente de instituciones legítimas del Estado.
- ✓ Realizar un estudio costo beneficio correspondiente a la implementación de laboratorios en ambiente CAVE de cinco caras en las instalaciones de faena del mandante en proyectos infraestructurales mineros, de esta manera se determinará la optimización de costos por concepto de errores en la modularización o prefabricación por módulos.
- ✓ Hacer un estudio de la inversión en proyectos infraestructurales mineros con el fin de estimar mercado existente y estudiar los tiempos de demora, sobrecostos por mala ejecución de ingeniería y montaje en terreno.
- ✓ Elaborar un estudio técnico de impacto, en términos económicos, de la Industria. Para lo anterior se deberá determinar el beta de la Industria que se calculará a partir de la información disponible de los principales actores en el rubro minero, para esto también se determinará la significancia estadística de los datos presentados respecto al mercado, específicamente la información presentada por el indicador S&P 500<sup>8</sup>.
- ✓ Determinar el impacto en los contratistas finales de la cadena de producción, así como también investigar temas legales, medio ambientales y regulaciones referente a este proyecto.
- ✓ Evaluar los datos financieros y económicos del proyecto, con la finalidad de tomar decisiones con datos monetarios concretos y concluir referente a optar al desarrollo del presente proyecto, desde la óptica costo beneficio.

---

<sup>8</sup> El índice Standard & Poor's 500 también conocido como S&P 500 es uno de los índices bursátiles más importantes de Estados Unidos. Al S&P 500 se lo considera el índice más representativo de la situación real del mercado.

### 1.1.3. Antecedentes cualitativos

La tabulación de estos antecedentes se realizará a través recopilación de datos públicos de compañías mineras, de ingeniería y empresas investigadoras. Se deberá extraer información relevante de los mandantes y contratistas de la minería, que son los demandantes de la ingeniería básica y de detalle de proyectos de infraestructura. Dicha recopilación se realizará de manera presencial con estos usuarios, aplicando entrevistas e identificando los principales problemas que conciernen a la prefabricación o modularización de plantas productivas mineras.

Si se logra descubrir necesidades insatisfechas en el mercado objetivo, se podrán establecer barreras de entrada en la integración de los sistemas que llevan a cabo la realización de este proyecto, es por ello, que detectar a tiempo dichas insatisfacciones y descubrir los aspectos más relevantes de interés para los clientes es de vital importancia para establecer una estrategia tecnológica adecuada.

Con el fin de obtener datos cualitativos actualizados referente a profesionales del área, se utilizó con este propósito entrevistas semi-estructuradas; este tipo de instrumento de investigación cualitativa consiste según Meters (2005) en contar con varios observadores para evitar sesgos personales y tener perspectivas, lo cual implica un equipo de investigadores; pero el punto de vista es que la investigación cualitativa (a diferencia de la cuantitativa), la observación no puede delegarse, el investigador necesita “palpar en carne propia” el ambiente y las situaciones.

El observador cualitativo a veces, incluso vive o juega un papel en el ambiente. El papel del investigador debe ser apropiado para situaciones humanas que no pueden ser capturadas a distancia

Los periodos de observación cualitativa son abiertos (Analistas 2005). Se puede decidir hacer entrevistas o sesiones, pero no se puede prescindir de la observación.<sup>9</sup>

#### ✓ **Entrevistas**

En el contexto de este proyecto, como se mencionó anteriormente, se utilizaron entrevistas semiestructuradas, mediante un cuestionario de carácter cualitativo ya que es más íntima, flexible y abierta. Estas entrevistas se define como una reunión para intercambiar información entre una persona (entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados).

Se considerará que una entrevista, a través de las preguntas y respuestas, se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema (Janesick,

---

<sup>9</sup> Libro metodología de la investigación, McGraw-Hill Interamericana, cuarta edición, página 596 a 597.

1998). Es por esto, que las entrevistas semiestructuras en este estudio, se basarán en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información sobre temas deseados (es decir no todas las preguntas están predeterminadas).

Es por esto por lo que regularmente en la investigación cualitativa, las primeras entrevistas son abiertas y de tipo “piloto”, y van estructurándose conforme avanza el trabajo de campo (Mertens, 2005), pero no es usual que sean estructuradas<sup>10</sup>.

#### 1.1.3.1. A continuación, se muestra un catastro del total de la inversión en Proyectos Mineros y su proyección al 2024

De acuerdo con las características de este proyecto de mejora, se utilizarán datos reales pronosticados por la Comisión Chilena de Cobre dependiente del Ministerio de Minería, COCHILCO, en lo que respecta a proyecciones de venta, capacidad productiva e inversiones. De acuerdo con esto y con las estadísticas que se han detectado los últimos años las controversias relacionadas con el rubro de la construcción son frecuentes y como se explicó, gran parte de ellas se relacionan con la complejidad de los contratos y el número de actores en su desarrollo. De esta forma, entre los años 1992 a 2007 y 2010 a 2013, un 65% de los contratos con controversias corresponden a la construcción de obra y le sigue la prestación de servicios con un 17% (explotación y puesta en marcha de obras, suministro de materiales, montaje y mantención, movimiento masivo de tierras). En el mismo rango de años, en un 57% de los casos, el arbitraje comenzó con obra ejecutada, en especial cuando el demandante es el contratista. En el tramo 2010-2013, un 53% de los demandantes, corresponde a los contratistas, mientras que los mandantes alcanzan un 30%. En cuanto a los demandados, el panorama es más uniforme, 46% para contratistas y 41% para el mandante. Los medios de pruebas más importantes, en este ámbito son los documentos y testigo.

Por otro lado, pese a que en la estadística posee la mayoría (28%), se aprecia una baja en el término de los procesos de acuerdo. Los arbitrajes vigentes siguen con un 26%, el abandono con un 25% y las sentencias con un 21%, todo esto entre el 2010 y 2013.

---

<sup>10</sup> Libro metodología de la investigación, McGraw-Hill Interamericana, cuarta edición, página 597.

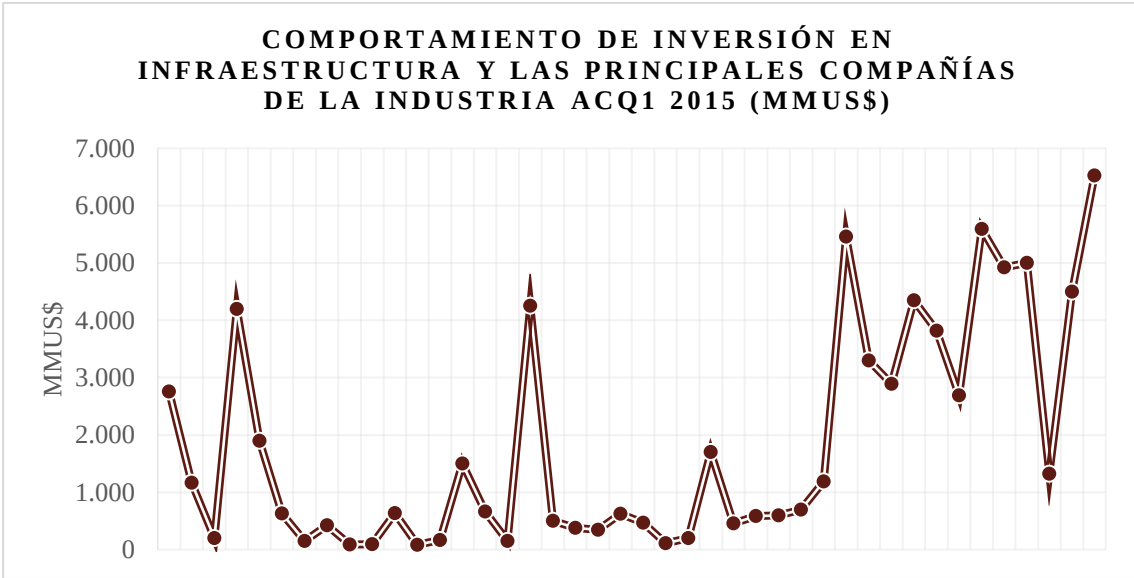
Tabla 1-1. Catastro de proyectos mineros y proyección al 2024 (en MMUS\$).

| PM        | Proyecto                        | Operador                        | R       | Etap            | PA             | Inv. MMUS\$ |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|---------|-----------------|----------------|-------------|
| 2015-2019 | Otros proyectos de desarrollo   | Codelco Chile                   | Varia s | Ejecución       | N/A            | 2.758       |
| 2015-2019 | Proyectos de información        | Codelco Chile                   | Varia s | Factibilidad    | N/A            | 1.165       |
| 2015      | Romeral fase V                  | Cía Minera del Pacífico         | IV      | Ejecución       | EIA aprobado   | 198         |
| 2015      | Escondida OGP 1                 | Minera Escondida Ltda.          | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 4.199       |
| 2015      | Antucoya                        | Minera Antucoya                 | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 1.900       |
| 2015      | Actualización Esperanza         | Minera Centinela                | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 630         |
| 2015      | Valle Central Expansión         | Minera Valle Central            | VI      | Ejecución       | EIA aprobado   | 152         |
| 2016      | Planta de tratamiento de Mo     | Molyb Ltda.                     | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 425         |
| 2016      | Oso Negro                       | Minera San Fierro de Chile Ltda | II      | Factibilidad    | EIA aprobado   | 90          |
| 2016      | Planta recuperadora de metales  | Planta Rec. De Metales SpA      | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 96          |
| 2016      | Encuentro de Óxidos             | Minera Centinela                | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 636         |
| 2016      | Modificaciones El Tesoro        | Minera Centinela                | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 86          |
| 2016      | Actualización Quebrada Blanca   | Cia. Minera Teck Quebrada       | I       | Factibilidad    | EIA presentado | 165         |
| 2017      | Sierra Gorda Expansión 220 ktpd | Sierra Gorda SCM                | II      | Factibilidad    | EIA presentado | 1.500       |
| 2017      | Ampliación Pampa Blanca         | SQM Nitrato                     | II      | Factibilidad    | EIA aprobado   | 665         |
| 2017      | Nueva Esperanza - Arqueros      | Laguna Resources Chile          | II      | Factibilidad    | Sin EIA        | 150         |
| 2017      | Pascua                          | Cía. Minera Nevada              | II      | Ejecución       | EIA suspendido | 4.250       |
| 2017      | Arbiolo                         | Ingenieros asesores Ltda.       | II      | Factibilidad    | Sin EIA        | 503         |
| 2017      | Cerro Blanco                    | SCM White Mountain Titanium     | II      | Factibilidad    | EIA aprobado   | 380         |
| 2017      | Caspiche Óxidos                 | Eton Chile                      | II      | Factibilidad    | Sin EIA        | 344         |
| 2017      | El Espino                       | Pucobre                         | IV      | Factibilidad    | EIA presentado | 624         |
| 2017      | Cerro Colorado Cont.            | Pampa Norte                     | I       | Factibilidad    | EIA presentado | 467         |
| 2017      | Los Bronces - Fase 7            | AngloAmerican Sur S.A.          | RM      | Factibilidad    | EIA presentado | 112         |
| 2018      | La Colpa Fase 7                 | Kinross Minera de Chile Ltda.   | I       | Factibilidad    | EIA presentado | 200         |
| 2018      | Santo Domingo                   | Santo Domingo SCM               | I       | Factibilidad    | EIA aprobado   | 1.700       |
| 2018      | Candelaria 2030                 | Cía. Contractual Minera         | I       | Factibilidad    | EIA aprobado   | 460         |
| 2018      | Cerro Maricunga                 | Minera Atacama Pacific Gold     | I       | Factibilidad    | Sin EIA        | 587         |
| 2018      | Diego de Almagro                | Compañía Minera Sierra Norte    | I       | Factibilidad    | EIA aprobado   | 597         |
| 2018      | Productora                      | Sociedad Minera El Águila       | I       | Prefactibilidad | Sin EIA        | 700         |
| 2018      | Ampliación Marginal             | Minera los Pelambres            | IV      | Factibilidad    | Sin EIA        | 1.190       |

| PM   | Proyecto                          | Operador                    | R       | Etap            | PA             | Inv.<br>MMUS\$ |
|------|-----------------------------------|-----------------------------|---------|-----------------|----------------|----------------|
| 2019 | Sulfuros RT Fase II               | Codelco Div. Radomiro Tomic | II      | Factibilidad    | EIA presentado | 5.459          |
| 2019 | Spence Growth Option              | Pampa Norte                 | II      | Factibilidad    | EIA presentado | 3.300          |
| 2019 | Dominga                           | Andes Iron                  | IV      | Factibilidad    | EIA presentado | 2.888          |
| 2019 | Desarrollo Distrito Centinela (*) | Minera Centinela            | II      | Factibilidad    | EIA presentado | 4.350          |
| 2020 | Chuquicamata Subterránea          | Codelco Div. Chuquicamata   | II      | Ejecución       | EIA aprobado   | 3.816          |
| 2020 | Rajo Inca                         | Codelco Div. Salvador       | III     | Prefactibilidad | Sin EIA        | 2.691          |
| 2020 | Quebrada Blanca Hipógeno          | Cía Minera Teck Quebrada    | I       | Factibilidad    | Sin EIA        | 5.590          |
| 2021 | Nuevo Nivel Mina                  | Codelco Div. El teniente    | VI      | Ejecución       | EIA aprobado   | 4.920          |
| 2021 | El Abra Mill Project              | SCM El Abra                 | II      | Factibilidad    | Sin EIA        | 5.000          |
| 2022 | Traspaso Mina-Planta              | Codelco Div. Andina         | V       | Ejecución       | N/A            | 1.323          |
| 2022 | Relincho                          | Cía Minera Relincho Copper  | Atacama | Factibilidad    | Sin EIA        | 4.500          |
| 2024 | Nueva Andina Fase II              | Codelco Div. Andina         | V       | Factibilidad    | EIA presentado | 6.524          |

Fuente: Comisión Chilena de Cobre, COCHILCO año 2017.

Según los datos que nos muestra la Comisión Chilena de Cobre los proyectos infraestructurales mineros, en términos de inversión, proyectados al año 2024 es de 77.290 MMUS\$.



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Comisión Chilena de Cobre año 2017.

Gráfico 1-2. Comportamiento inversional en estructura minera desde ACQ1 2015.

Por lo general los errores en la ingeniería desarrollada en plantas mineras se detectan a través de estudios realizados por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

De esta manera, SERNAGEOMIN debe velar por las normativas para captar, aceptar o rechazar proyectos mineros y esto se logra a través de dos líneas de trabajo, que se detallan a continuación:

#### 1.1.3.2. Evaluación de planes de cierre

La evaluación de proyectos de cierre consiste en un análisis de forma (admisibilidad), es decir, que cumpla con la presentación de todos los antecedentes para que el proyecto pueda ser evaluado y un análisis de fondo donde se revisa técnicamente la información presentada, velando que el plan de cierre incorpore todas las instalaciones de la faena.

El procedimiento que le aplica a cada faena depende de la capacidad de extracción y/o beneficio de mineral que la faena tenga aprobado sectorialmente, de este modo, si la capacidad de extracción y/o beneficio de mineral es inferior o igual a 10.000 toneladas por mes, el plan de cierre debe ajustarse al procedimiento simplificado, si por el contrario la faena tiene capacidad de extracción y/o beneficio de mineral autorizado superior a 10.000 toneladas por mes, el plan de cierre debe someterse al procedimiento de aplicación general. Durante el año 2015.

El Departamento de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas Mineras se pronunció (aprobando o rechazando) 880 planes de cierre, de acuerdo con lo siguiente:

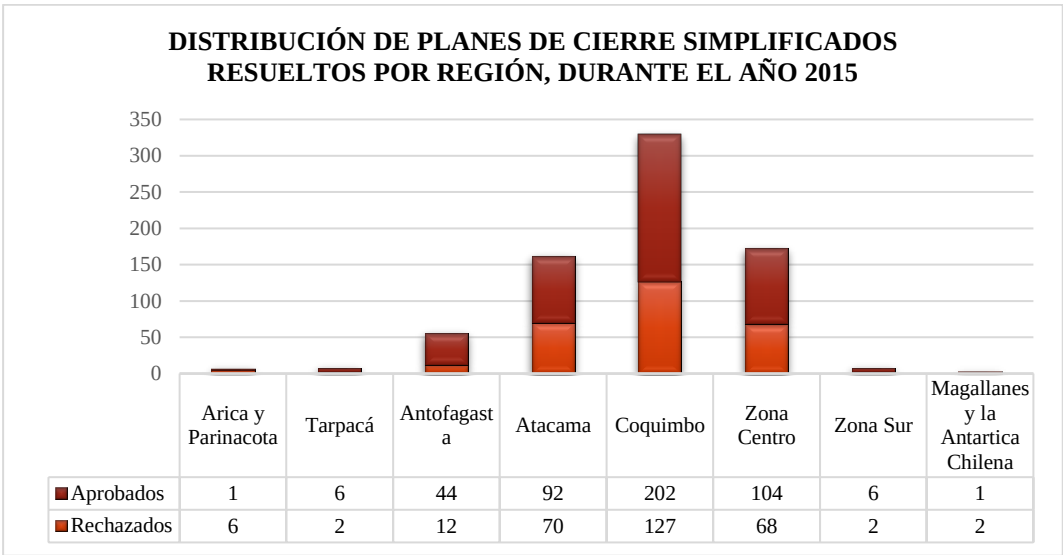
1.1.3.3. Planes de cierre sometidos al procedimiento simplificado

Durante el año 2015 se emitieron 745 resoluciones sobre planes de cierre de faenas mineras, cuya capacidad de extracción y/o beneficio es igual o inferior a 10.000 toneladas por mes, de los cuales 456 fueron aprobados y los restantes 289 fueron rechazados de acuerdo con la siguiente distribución regional:

Tabla 1-2. Distribución de planes de cierre simplificados durante el año 2015.

| Región                               | Resueltos | Aprobados | Rechazados |
|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|
| Total                                | 745       | 456       | 289        |
| Arica y Parinacota                   | 7         | 1         | 6          |
| Tarapacá                             | 8         | 6         | 2          |
| Antofagasta                          | 56        | 44        | 12         |
| Atacama                              | 162       | 92        | 70         |
| Coquimbo                             | 329       | 202       | 127        |
| Zona Centro (1)                      | 172       | 104       | 68         |
| Zona Sur (2)                         | 8         | 6         | 2          |
| Magallanes y de la Antártica Chilena | 3         | 1         | 2          |

Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería – SERNAGEOMIN, año 2017.



Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería-SERNAGEOMIN año 2017.

Gráfico 1-3. Distribución de planes de cierre simplificados año 2015.

1.1.3.4. Planes de cierre sometidos al procedimiento de aplicación general

En cuanto a los proyectos de Planes de cierre de faenas cuya capacidad de extracción y/o beneficio de mineral es superior a 10.000 toneladas por mes, los proyectos resueltos ascienden a 135, de los cuales 78 fueron aprobados y los restantes 57 fueron rechazados.

1.1.3.5. Presupuesto de gasto de ítem de ingeniería en Proyectos Mineros

Dentro de los datos cuantitativos, es un dato muy relevante contar con el porcentaje total proyectado del presupuesto de ingeniería en un proyecto minero, para determinar lo anterior se usarán datos del presupuesto total del proyecto y se proyectará.

Tabla 1-3. Distribución de costos de ingeniería en proyectos en cartera de inversión proyectada al 2024.

| Base de Cálculo                                          | MMUS\$ | W%    |
|----------------------------------------------------------|--------|-------|
| Total de proyectos en cartera proyectados al 2024 (MMUS) | 77.290 |       |
| Total, ingeniería                                        | 4.975  |       |
| Ingeniería Básica                                        | 3.483  |       |
| Ingeniería de Detalle                                    | 1.493  | 6,44% |
| Intervalo máximo                                         | 457    | 7,0%  |
| Intervalo mínimo                                         | 5      | 6,0%  |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de proyección COCHILCO año 2017.

Para la tabla anterior se proyectará un porcentaje de costos asociados a la ingeniería básica y de detalle en un intervalo máximo de un 7% y un mínimo de un 6%.

Los valores presentados a continuación se estimaron según base de cálculo de tabla 1-3, los intervalos se asignarán proporcionalmente de acuerdo con el volumen de la inversión como la fase del proyecto, expansión, nuevo, reposición o de enlace.

Tabla 1-4.Cálculo de costo de ingeniería por proyecto infraestructural proyectado al 2024.

| Puesta en Marcha | Proyecto                        | Operador                        | Inv. MMUS \$ | %Sobre Inversión | Ingeniería MMUS\$ |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| 2015-2019        | Otros proyectos de desarrollo   | Codelco Chile                   | 2.758        | 6,3%             | 174               |
| 2015-2019        | Proyectos de información        | Codelco Chile                   | 1.165        | 6,2%             | 72                |
| 2015             | Romeral fase V                  | Cía Minera del Pacífico         | 198          | 6,0%             | 12                |
| 2015             | Escondida OGP 1                 | Minera Escondida Ltda.          | 4.199        | 6,7%             | 281               |
| 2015             | Antucoya                        | Minera Antucoya                 | 1.900        | 6,0%             | 114               |
| 2015             | Actualización Esperanza         | Minera Centinela                | 630          | 6,1%             | 38                |
| 2015             | Valle Central Expansión         | Minera Valle Central            | 152          | 6,0%             | 9                 |
| 2016             | Planta de tratamiento de Mo     | Molyb Ltda.                     | 425          | 6,4%             | 27                |
| 2016             | Oso Negro                       | Minera San Fierro de Chile Ltda | 90           | 6,0%             | 5                 |
| 2016             | Planta recuperadora de metales  | Planta Rec. De Metales SpA      | 96           | 6,0%             | 6                 |
| 2016             | Encuentro de Óxidos             | Minera Centinela                | 636          | 6,3%             | 40                |
| 2016             | Modificaciones El Tesoro        | Minera Centinela                | 86           | 6,2%             | 5                 |
| 2016             | Actualización Quebrada Blanca   | Cía. Minera Teck Quebrada       | 165          | 6,0%             | 10                |
| 2017             | Sierra Gorda Expansión 220 ktpd | Sierra Gorda SCM                | 1.500        | 6,2%             | 93                |
| 2017             | Ampliación Pampa Blanca         | SQM Nitrato                     | 665          | 6,0%             | 40                |
| 2017             | Nueva Esperanza - Arqueros      | Laguna Resources Chile          | 150          | 6,0%             | 9                 |
| 2017             | Pascua                          | Cía. Minera Nevada              | 4.250        | 6,6%             | 281               |
| 2017             | Arbiolo                         | Ingenieros asesores Ltda.       | 503          | 6,4%             | 32                |
| 2017             | Cerro Blanco                    | SCM White Mountain Titanium     | 380          | 6,2%             | 24                |
| 2017             | Caspiche Óxidos                 | Eton Chile                      | 344          | 6,4%             | 22                |
| 2017             | El Espino                       | Pucobre                         | 624          | 6,0%             | 37                |
| 2017             | Cerro Colorado Cont.            | Pampa Norte                     | 467          | 6,4%             | 30                |
| 2017             | Los Bronces - Fase 7            | AngloAmerican Sur S.A.          | 112          | 6,0%             | 7                 |
| 2018             | La Colpa Fase 7                 | Kinross Minera de Chile Ltda.   | 200          | 6,1%             | 12                |
| 2018             | Santo Domingo                   | Santo Domingo SCM               | 1.700        | 6,3%             | 107               |
| 2018             | Candelaria 2030                 | Cía. Contractual Minera         | 460          | 6,1%             | 28                |
| 2018             | Cerro Maricunga                 | Minera Atacama Pacific Gold     | 587          | 6,2%             | 36                |
| 2018             | Diego de Almagro                | Compañía Minera Sierra Norte    | 597          | 6,3%             | 38                |
| 2018             | Productora                      | Sociedad Minera El Águila       | 700          | 6,4%             | 45                |
| 2018             | Ampliación Marginal             | Minera los Pelambres            | 1.190        | 6,4%             | 76                |
| 2019             | Sulfuros RT Fase II             | Codelco Div. Radomiro Tomic     | 5.459        | 6,7%             | 366               |
| 2019             | Spence Growth Option            | Pampa Norte                     | 3.300        | 6,3%             | 208               |

| Puesta en Marcha | Proyecto                          | Operador                   | Inv. MMUS\$ | %Sobre Inversión | Ingeniería MMUS\$ |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|------------------|-------------------|
| 2019             | Dominga                           | Andes Iron                 | 2.888       | 6,3%             | 182               |
| 2019             | Desarrollo Distrito Centinela (*) | Minera Centinela           | 4.350       | 6,0%             | 261               |
| 2020             | Chuquicamata Subterránea          | Codelco Div. Chuquicamata  | 3.816       | 6,0%             | 229               |
| 2020             | Rajo Inca                         | Codelco Div. Salvador      | 2.691       | 6,0%             | 161               |
| 2020             | Quebrada Blanca Hipógeno          | Cía Minera Teck Quebrada   | 5.590       | 6,5%             | 363               |
| 2021             | Nuevo Nivel Mina                  | Codelco Div. El Teniente   | 4.920       | 6,4%             | 315               |
| 2021             | El Abra Mill Project              | SCM El Abra                | 5.000       | 7,0%             | 350               |
| 2022             | Traspaso Mina-Planta              | Codelco Div. Andina        | 1.323       | 6,0%             | 79                |
| 2022             | Relincho                          | Cía Minera Relincho Copper | 4.500       | 6,5%             | 293               |
| 2024             | Nueva Andina Fase II              | Codelco Div. Andina        | 6.524       | 7,0%             | 457               |
|                  |                                   |                            | $\bar{x}$   | 6,3%             | 4.975             |
|                  |                                   |                            | Máximo      | 7,0%             | 457               |
|                  |                                   |                            | Mínimo      | 6,0%             | 5                 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de proyección COCHILCO año 2017.

**Se determina que el costo por proyecto infraestructural representa un valor de 4.975 MMUS\$ y un porcentaje promedio de un 6,3%.**

1.1.2. Contexto de desarrollo del proyecto

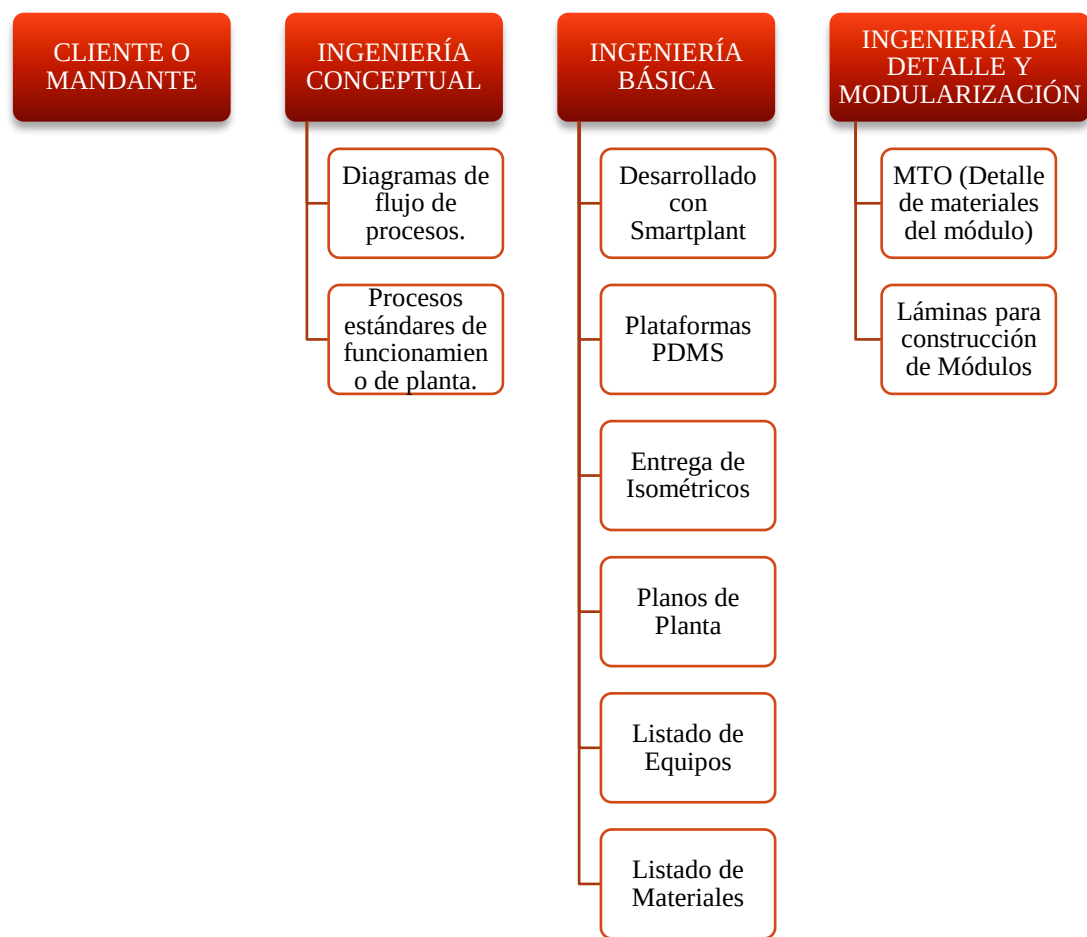
El propósito del presente proyecto no es satisfacer la demanda ingeniería en proyectos infraestructurales mineros en Chile; si no el estudio de uso de mejoras con sistemas CAVE cinco caras a partir de la tecnología de tratamiento digital de imágenes.

En la actualidad, se conocen 42 proyectos en distintas fases y que el valor total proyectado al 2024 en proyectos infraestructurales es de 77.290 MMUS\$.

Lo que también se indica en cálculos precedentes es la cantidad de inversión en ingeniería básica y de detalle, 4.975 MMUS\$ totales, 3.483 y 1.493 MMUS\$ respectivamente

El presente estudio determinará y representará si es aceptable desde un criterio económico y financiero llevar a cabo esta mejora, para su implementación en SERNAGEOMIN; para esto se determinará más adelante cual es costo real de la Industria bajo la perspectiva de uso e implementación de los sistemas, para finalmente determinar el valor económico y porcentual de este proyecto; además se tendrá como principal parámetro la disminución de estos costos debido a fallas producto de indefiniciones por parte del cliente o del mandante.

Los proyectos mineros desde la etapa de ingeniería conceptual desarrollada por el cliente hasta la ingeniería de detallamiento en talleres de fabricación de los contratistas posee la siguiente estructura para llevar a cabo la construcción modular de sistemas y subsistemas sin incluir sistemas CAVE y de Tratamiento Digital de Imágenes:



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Vicepresidencia de Proyectos de CODELCO año 2017.

Figura 1-5. Estructura de construcción estructural en talleres de fabricación.

Se conoce que la relación cliente y agente contratista en lo que respecta a la ingeniería, es muy variable dado que se rige por cláusulas que están estipuladas en los contratos de construcción, que carecen, muchas veces, de aspectos técnicos y se apegan más a lo legal.

Lo que este proyecto superpone es que el cliente o mandante establezcan un tipo de comunicación o retroalimentación con el contratista en todas las fases de la ingeniería, partiendo por terreno simulando en ambientes digitales que permitan, bajo un mismo lenguaje, comunicarse por medio de datos específicos de la construcción.

#### 1.1.4. Tamaño del proyecto

Los factores que determinan o condicionan el tamaño de un laboratorio que se implementará con la propuesta del proyecto, es una tarea limitada por las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño y la demanda, la disponibilidad de las materias primas, la tecnología, los equipos y el financiamiento interno que posean las compañías mineras. Todos estos factores contribuyen a simplificar el proceso de aproximaciones sucesivas, y las alternativas de tamaño entre las cuáles se puede escoger, se van reduciendo a medida que se examinan los factores condicionantes mencionados, y que se detallarán a continuación.

##### 1.1.4.1. Dimensiones del mercado

De acuerdo con el segmento de mercado minero que se obtuvo mediante el estudio de empresas mineras que tuviesen proyecciones de inversión a futuro en proyectos infraestructurales, se determina producir un laboratorio experimental y así el tamaño de este, el dato utilizado será con la información disponible, pasada y futura proyectada al 2024.

##### 1.1.4.2. Capacidad de financiamiento

Producto que se les planteará a los gestores de proyecto utilizar el sistema mencionado anteriormente; el sistema de financiamiento se dará por el valor costo de éste, estimado, que se compone de capitales proporcionados por capitales privados o públicos.

##### 1.1.4.3. Tecnología que utilizar

Esta otra variable condicionante del tamaño del proyecto tiene que ver con ciertos procesos tecnológicos que exigen un volumen mínimo de producción que puede ser superior a las necesidades y programación del proyecto, de tal manera que los costos de operación pueden resultar muy elevados, que no permiten la implementación y por ende la operación del proyecto.

##### 1.1.4.4. Disponibilidad de insumos

Esta otra variable determinante del tamaño del proyecto, por lo que se obliga a analizar la oferta actual y futura de los insumos más importantes, con el fin de conocer a corto y largo plazo su existencia; además se debe evaluar la posibilidad de emplear insumos sustitutos si el proyecto lo permite.

1.1.4.5. Distribución geográfica del mercado

Igualmente, se debe tener en cuenta la ubicación geográfica de los clientes del proyecto, para pensar en varias unidades de producción, ubicadas en diferentes zonas geográficas para atender las necesidades de cada una.

✓ A continuación, se mostrará el mapa minero de Chile.



Fuente: <http://www.consejominero.cl>.

Figura 1-6. Mapa de la Gran Minería de Chile.

#### 1.1.5. Impactos relacionados con el proyecto

En la prefabricación para instalaciones nuevas y modificaciones a proyectos ya existentes, se apoya a los contratistas en nuevos proyectos de construcción y también a propietarios y operadores en modificaciones de sus instalaciones existentes.

Se trata de combinar todas las áreas de servicio de prefabricación, llamados módulos, estos módulos dependen de un sistema, como, por ejemplo, Molienda, un subsistema, Molino de Pebbles, pudiendo lograr un módulo de Pebbles y sus componentes internos, como el piping, spool, listado de instrumentos, metros cuadrados de estructura, tipo de estructura, metros de cable y accesorios.

Una fase de ingeniería acelerada y un tiempo más corto para el mercado puede realizarse mediante la reutilización de información y el manejo de datos cerrado durante todo el proyecto, fases de planificación, construcción, operación, desmontaje y la reutilización. Esto explica la información de equipos de proceso, así como para flujos de trabajo de ingeniería y el diseño de la planta.

Un flujo de trabajo de planificación modular y estandarizado es esencial para la modularización física. Para abordar esto en la producción y permitir una producción descentralizada, una modularización física de las plantas de proceso se puede aplicar además de la planificación del flujo de trabajo en multitalleres.

La modularización física puede tener lugar a un nivel de aparatos, plantas y logística como así en la red de producción si la modularización es deseable, los módulos compatibles contruidos como unidades adaptables se ensamblan para formar plantas multiusos.

Durante la siguiente operación, la intercambiabilidad de módulos individuales simplifica el mantenimiento, servicio y reduce los tiempos de cambio operacional datos obtenidos durante la producción pueden ser utilizados, el ingeniero de planta para definir estrategias de mantenimiento y para optimizar los módulos ya planificados para futuros proyectos.

Después de la fase de producción, en las etapas de mantención es posible dismantelar una planta mientras que la información y los componentes físicos pueden ser reutilizados.

Disminuir la mano de obra en el sitio, mano de obra menos calificada en terreno, disminución de plazos en sitios con clima extremo, condiciones más seguras y mayor control de calidad.

1.2. **METODOLOGÍA**

1.2.1. Definición de situación base sin proyecto

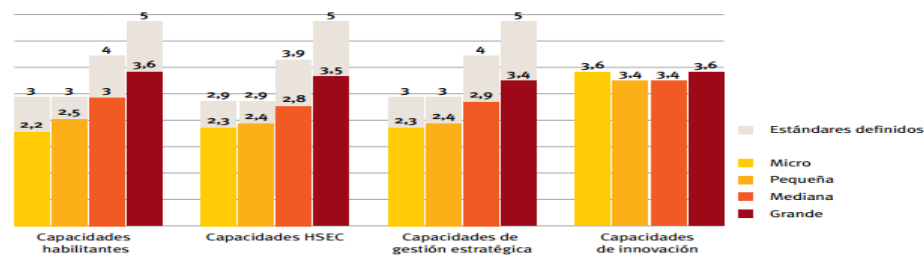
En relación con el tipo de bienes y/o servicios ofrecidos, se observa que 56% de las empresas del universo de proveedores provee equipos y provisiones. Le siguen en número aquellas que proveen de servicios de contratistas, que representan 25% del total y, luego, aquellas que proveen de servicios de ingeniería y consultoría y servicios de soporte, cuyos números representan 11% y 8% del total, respectivamente.



Fuente: Base de datos REGIC<sup>11</sup> año 2017.

Gráfico 1-4. Número de empresas según rubro.

En el gráfico siguiente se muestra el promedio obtenido por los proveedores para cada capacidad, según tamaño de empresa. Se observa una distribución similar en las capacidades de habilitantes, de seguridad y de gestión estratégica, para las que el promedio es mayor mientras mayor sea el tamaño de las empresas.



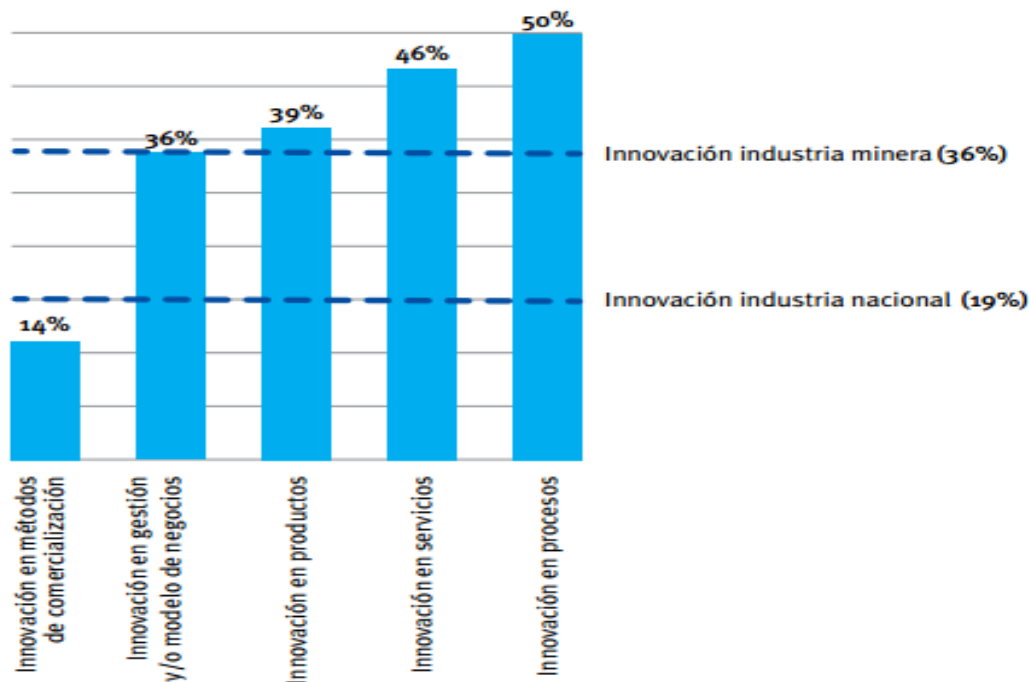
Fuente: Proveedores de la Minería en Chile año 2017.

Gráfico 1-5. Capacidades y necesidades de desarrollo.

<sup>11</sup> [www.regic.cl](http://www.regic.cl), Empowered by Archilles.

1.2.2. Definición de situación base con proyecto

✓ Porcentaje de empresas proveedoras que innovó durante 2010, según ámbito de la innovación.



Fuente: Proveedores de la minería en Chile - Capacidades y necesidades de desarrollo año 2017.

Gráfico 1-6. Empresas proveedoras que innovó durante 2010.

Se puede inferir entonces, que, para los próximos, a partir del 2010, las mejoras a implementar en la fase de ingeniería de proyectos mineros y la aplicación de innovación con sistemas digital de imágenes y plataformas CAVE pueda abrirse de un nicho específico en la Industria Minera, basado en el comportamiento ya existente.

Este estudio no incluye otras variables, tanto externas como internas, que podrían aumentar o disminuir las proyecciones actuales. Se analizarán esas condiciones más adelante. Basado en lo que se muestra, también se puede apreciar una brecha de innovación y mejoras en la constructibilidad de la implementación del proyecto en estudio y como impactaría en varios aspectos de manera beneficiosa.

### 1.2.3. Análisis de separabilidad

El proyecto de inversión en estudio no depende de que exista otro proyecto para que pueda existir, es por ello por lo que, para efectos de este estudio, no aplica el análisis de separabilidad. Este proyecto sólo considerado la realización de los objetivos planteados y alcances de este y no considera otros proyectos similares.

### 1.2.4. Método para medición de beneficios y costos

Para la medición de los beneficios y costos inicialmente se usará el método de Flujo de Caja Descontados, calculando el beta de la Industria Minera después de realizadas las mejoras en la ingeniería básica y de detalle a través de los sistemas de modularización aplicado a las áreas de infraestructuras de proyectos mineros, estos valores se obtendrán a partir de la medición del precio de las acciones de los actores del mercado respecto al índice más representativo, en este caso; el Standar and Poors 500. También se estimará el flujo de efectivo que generen activos incorporados a esta mejora (RON <sup>12</sup>) y de esta manera imputarlos como exceso o déficit de capital de trabajo para así descontarlo o adicionarlo al flujo de caja.

El beta calculado se usará como tasa de descuento, mediante el método del costo de capital promedio ponderado (WACC).

Se estudiará el proyecto con un horizonte de tiempo de 5 años, 2017 a 2022, usando el año 2023 como año perpetuo para efectos de descuento en el flujos de caja.

Para el análisis de costos se estudiará la implementación de un laboratorio experimental inicialmente financiado 100% por capitales provenientes de la minería, se determinará el listado de materiales y equipos con sus valores originales y se aplicará el respectivo método de depreciación, para proyección de estos valores, se asumirá que la inversión en nuevos activos, es igual al valor de reposición que será el 100% de la depreciación ya que son activos del área tecnológica y se tomarán las acciones para mantener su funcionabilidad en el tiempo, prologando la vida útil de estos o considerar el costo de reemplazo de los activos tecnológicos.

---

<sup>12</sup> Retorno operacional neto de los activos operacionales.

Las técnicas de evaluación económica se usan para transformar la información disponible y la experiencia en lo concerniente a ambientes de exploración, programas y proyectos de interés en valores esperados y criterios de riesgo. Estos miden el atractivo económico del proyecto y permiten valorizar, comparar y seleccionar entre alternativas disponibles. Los métodos se basan en la estimación del flujo de caja previstos para el proyecto y las relaciones tiempo - valor del dinero. Los flujos de caja se proyectan primero libres de impuesto y luego se les aplican las respectivas políticas de impositivas que incluyen tanto los créditos de impuestos, como los pagos para la determinación del flujo de caja después de impuesto. El flujo de caja puede ser afectado significativamente por la inflación o tasas de cambio de moneda, para lo cual deben tomarse las provisiones necesarias. Algunos de los parámetros económicos están basados solamente en la distribución en el tiempo de los flujos de caja futuros, estos incluyen: la ganancia total, tamaño del proyecto, costo relativo y período de recuperación del capital. Por otra parte, los conceptos básicos de flujo de caja y del valor del tiempo para el dinero se combinan de varias maneras para evaluar los flujos de caja descontados; se determinan principalmente cuatro parámetros: Costo Anual Equivalente (CAE), Valor Actual Neto (VAN), Razón del valor actual neto (IVAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). Los valores de los indicadores de flujos de caja descontados se obtienen combinando los valores individuales estimados para condiciones futuras esperadas de variables geológicas, de ingeniería, de mercado y de políticas gubernamentales. Este Análisis de Valor Esperado constituye la primera etapa de la evaluación económica de una alternativa de inversión minera.

#### 1.2.5. Indicadores económicos

En un Flujo de Caja, los flujos de caja libre son modelados sobre un horizonte de tiempo determinado (período explícito de proyección), y luego descontados para reflejar su valor presente. Además de estos flujos de caja, este valor debe ser determinado para flujos de caja generados más allá del horizonte de proyección, comúnmente llamado “valor terminal” o “perpetuidad” (período implícito de proyección). Entonces, un FCD será altamente sensible a la tasa de descuento.

A pesar de la rigurosidad de los fundamentos teóricos, los parámetros de valoración incluidos a través de una metodología de Flujo de Caja son principalmente proyecciones de largo plazo, las cuales intentan modelar los números de un sector económico, los factores específicos de una Industria y las tendencias macroeconómicas que ejerzan ciertos grados de variabilidad en los resultados de una Industria específica.

El componente del valor terminal en un Flujo de Caja generalmente representa la mayor parte del valor implícito final y es extremadamente sensible a los efectos acumulativos de los supuestos operacionales que subyacen a las proyecciones. En consecuencia, las proyecciones de largo plazo y la elección del valor de un múltiplo final de salida y/o la tasa de crecimiento perpetuo, ocupan un rol fundamental en determinar el valor económico bajo análisis.

En general, cuando hablamos de la determinación de una tasa de descuento para descontar los flujos generados por la Industria (en su parte operativa), en un contexto de una valoración por el método de Flujo de Caja, hablamos del costo de capital (tasa de los activos). Esta tasa se calcula frecuentemente como un promedio ponderado entre el costo de la deuda ( $k_b$ ) y la rentabilidad exigida por los accionistas, que se le denomina con frecuencia “costo patrimonial” ( $k_p$ ). Así, al calcular el costo de capital de esta manera, se le da el nombre de “WACC” (costo de capital promedio ponderado en sus siglas en inglés). El WACC es la tasa a la que se deben descontar los Flujos de Caja Libre Totales para obtener el valor total de una empresa (en su parte operativa). El fin es que los ahorros de los impuestos asociados a los intereses por el pago de una deuda financiera se incorporen en la tasa de descuento y no en los flujos de caja de la empresa.

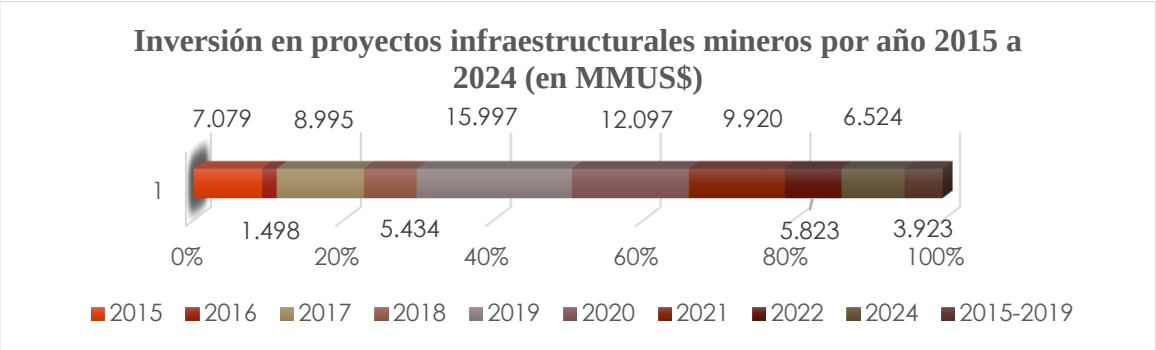
#### 1.2.6. Criterios de evaluación

En primer lugar, se debe mencionar y determinar que dada la naturaleza del estudio, el presente estudio es independiente y no mutuamente excluyente de otros proyectos que se estén desarrollando en el momento, ya que las plataformas bases de comunicación en ambientes CAVE existen o se pueden modificar de acuerdo con la investigación y los criterios de evaluación técnica, además ya no depende de la aceptación de otros trabajos tecnológicos o de construcción modular para que este exista.

El presente estudio también se clasifica dentro de los que tienen como finalidad el aumento en la capacidad productiva de un sector industrial determinado (en este caso, el desarrollo de mejoras a la ingeniería básica y de detalle para la construcción de sistemas modulares). Según su tamaño, aunque tenga cierto impacto en aspectos sociales, económicos, medioambientales y en el mercado al cual pertenece, se puede sostener que el proyecto en cuestión se puede clasificar como marginal, ya que los niveles de impacto que se mencionaron no alcanzan a ser tan gravitantes como para considerarlo un proyecto estructural.

Una vez definido, de manera general, el proyecto en cuestión también es definido como proyecto de evaluación privada, ya que, la mirada con que se plantea el proyecto y la finalidad que este tiene, es la mirada del inversionista, en donde todos los aspectos (condiciones propias del inversionista y entorno del proyecto), serán analizados desde el punto de vista de quien invierte.

Para determinar con qué criterio se va a evaluar el proyecto, es necesario realizar un análisis al siguiente gráfico, que representa los montos de inversión actual y por años futuros en proyectos infraestructurales mineros.



Fuente: Elaboración propia. Proveedores de la minería en Chile - Capacidades y necesidades de desarrollo.

Gráfico 1-7. Inversión en proyectos infraestructurales mineros proyectado al año 2024.

- ✓ BHP Billiton Chile define en 2017 proyecto de US\$ 3.000 millones.

Se podría esperar que tras desembolsar en distintos proyectos más de US\$ 11 mil millones en los últimos cinco años, en 2017 BHP Billiton Chile haría una pausa en su ritmo inversional. Pero no. El próximo año, la compañía angloaustraliana presentará al directorio un plan de unos US\$ 3 mil millones para alargar la vida útil del yacimiento Spence en 50 años. Se trata del Proyecto Minerales Primarios o Spence Hipógeno (en inglés Spence Growth Option o SGO).

Esta iniciativa considera dos obras que en julio de 2015 iniciaron su estudio de impacto ambiental. Una es la planta concentradora para minera Spence de 95 mil toneladas, que considera una inversión preliminar de US\$ 2.500 millones. La otra es la planta desalinizadora para tratar 800 litros de agua por segundo destinada a la faena y que contempla US\$ 800 millones en su diseño. Ambos proyectos, cuyos presupuestos están sujetos aún a distintos ajustes, darán empleo a cinco mil personas durante el período peak.

Entre los años 2011 y 2016, BHP Billiton desarrolló la expansión de Escondida (llamada en OGP1), que costó US\$ 4.200 millones; una segunda planta desalinizadora por US\$ 3.430 millones para esta minera, y la central a gas Kelar, que implicó un desembolso de US\$ 600 millones, entre otros.

- ✓ CODELCO aumentará en 26% sus inversiones.

CODELCO invertirá US\$ 3.800 millones en 2017, casi 26% más que este año, cuando desembolsó alrededor de US\$ 3 mil millones. Los focos estarán en Chuquicamata Subterránea y proyectos relativos al cumplimiento del DS28, que busca reducir emisiones contaminantes. Ambas iniciativas entran a una etapa de mayores gastos, explica CODELCO.

Además de estas obras, los proyectos estructurales prioritarios para la estatal son Traspaso Andina -un proyecto que amplía la producción actual, pero no implica el costo de la iniciativa anterior, Andina 244 y Rajo Inca, que es el yacimiento que prolonga la vida útil de El Salvador. Otro proyecto que recibirá recursos es el Nuevo Nivel Mina de El Teniente, que, si bien se retrasó respecto de su cronograma inicial debido a dificultades geológicas, va a requerir recursos para avanzar en distintas obras.

- ✓ Antofagasta Minerals invertirá un monto de US\$ 900 millones.

En 2017 se está proyectando inversiones totales por US\$ 900 millones, señalan los ejecutivos de ejecutivo de Antofagasta Minerals, quienes precisan que se trata de un monto parecido al del 2016. Se destinará a terminar la planta de molibdeno y el proyecto Óxido Encuentro (para producir óxidos de cobre en el yacimiento Encuentro), ambos de Minera Centinela. Parte del presupuesto irá a los proyectos de continuidad operacional y al desarrollo de mina en distintas faenas.

El proyecto más importante para Antofagasta es el de Infraestructura Complementaria de Pelambres, con una inversión de US\$ 1.100 millones. Se suma una segunda planta concentradora en Minera Centinela por US\$ 2.700 millones. Ambos están en estudio de impacto ambiental, por lo que no invertirán en ellos en 2017.

- ✓ SQM quiere producir más litio en Chile y Argentina.

Mientras “aguas arriba” hay una guerra entre distintas empresas chinas para entrar en su matriz Pampa Calichera, “aguas abajo”, en SQM, el objetivo de las compañías asiáticas, la apuesta es aumentar la producción de litio, tanto en Chile como en Argentina. El monto total de inversión asciende a US\$ 280 millones, un alza respecto del año anterior. Según información dada en la última conference call, la empresa invertirá en mantención entre US\$ 100 millones y US\$ 120 millones, y de manera adicional incrementará su presencia en el negocio del litio, dada el alza de la demanda y del precio internacional. Destinará unos US\$ 30 millones en la expansión de la producción de hidróxido de litio en Chile y desembolsará otros US\$ 100 millones en el proyecto de litio en Argentina, donde es socia con Lithium Americas Corp. en el salar de Caucharí. SQM prevé invertir US\$ 30 millones en aumentar la producción de nitrato de potasio en Chile.

- ✓ Sector Tecnología

En plena fase de ejecución del plan de inversiones más ambicioso de su historia está una de las principales empresas del mercado, Sonda. Tal programa abarca el período 2016-2018 e involucra US\$ 790 millones en crecimiento orgánico y adquisición de compañías, explica Chief Financial Officer (CFO) de Sonda. La cifra prácticamente duplica el monto de inversiones del trienio anterior. La inversión en crecimiento orgánico, de US\$ 250 millones, está dirigida principalmente a 5 áreas. Una: contratos de integración de sistemas y externalización de servicios informáticos de grandes empresas. Dos: potenciar el uso de tecnologías tales como Cloud, Smart Cities y Big Data, entre otros.

### 1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto

El proyecto de mejora tiene como objeto de este estudio y para su correcta evaluación requerirá contar con los siguientes pasos a seguir, como parte de su estructura y metodología, a continuación, se mencionarán y detallarán en líneas generales los aspectos más relevantes de cada etapa:

- ✓ Realizar estudio técnico, que comprende la realización de la estimación y análisis de costos para evaluar las alternativas que se dispongan para producir el servicio que se desea realizar, además este estudio permitirá proveer la información necesaria para cuantificar el monto de las inversiones y costo de operación que tendrá el proyecto.
- ✓ Realizar estudio de análisis organizacional, que corresponde al análisis de los factores que inciden en la organización (estrategia, tecnología, estabilidad) y los efectos económicos que estos aspectos organizacionales pueden tener en la prefactibilidad y rentabilidad del proyecto.
- ✓ Realizar estudio legal, que comprende el estudio societario, el estudio tributario, el estudio ambiental, para que el presente proyecto se encuentre enmarcado dentro de la normativa legal vigente y no estar sujeto a no ser viable producto de restricciones de este ámbito.
- ✓ Realizar estudio económico y financiero, que comprende la determinación de la moneda a evaluar, la determinación de la tasa de descuento (retorno mínimo exigido por el inversionista a la inversión del proyecto), criterios de decisión a utilizar (que faciliten y guíen el proceso de toma de decisiones, tales como, VAN, TIR, RB/C, PAYBACK), realizar el flujo de caja para estimar la rentabilidad del proyecto, realizar un análisis de sensibilidad para poder establecer los límites donde el riesgo económico del proyecto es controlable.

Todos estos estudios tienen el propósito de que el presente proyecto de inversión sea evaluado en términos monetarios con el fin de terminar su factibilidad económica y financiera, con un horizonte de evaluación de 5 años.

## **CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO**

## **2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO**

Teniendo en cuenta que el resultado final de este proyecto deberá ser distribuido o implementado en un mercado específico como el minero, es siempre adecuado analizar la potencialidad de ese mercado. Esto se hace con el propósito de determinar la capacidad del proyecto para generar ahorros durante su etapa operativa. Esa capacidad de generación de recursos será un factor determinante para la implementación y ejecución de este proyecto.

En esta investigación se deberá evaluar los mercados a los que está expuesto el presente estudio y también se deberá medir la capacidad de generar recursos a partir de los activos operacionales netos que se contemplarán en este estudio de prefactibilidad técnica y económica; de esta manera se determinará si es viable o no llevar a cabo el proyecto con capitales internos. Esas evaluaciones se pondrán a prueba una vez el proyecto entre en su etapa operativa y se pueda medir en un escenario real la potencialidad del mercado al cual está sujeto el bien o servicio que se pretende comercializar o prestar.

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO O MEJORA**

Este estudio de prefactibilidad técnica y económica, relativo a las mejoras en rubro de la minería, está definida como un conjunto de soluciones tecnológicas adaptadas en un laboratorio en terreno, bajo una mirada experimental referente al tratamiento digital de imágenes y aplicación en sistemas de proyección estereoscópica de tipo CAVE cinco caras, para que de esta manera se puedan realizar de mejor manera la ingeniería básica y de detallamiento y así evitar contradicciones en las fases de modularización, construcción y montaje de infraestructuras productivas en el sector minero.

### 2.1.1. Descripción del problema de modularización en función de la ingeniería básica y de detalle en ambientes minero industrial

La fabricación consta de dos fases fundamentales: la planificación de la fabricación del producto y la puesta en práctica de dicho plan. Los fabricantes líderes del mercado ya están aplicando tecnologías CAVE en ambas.

Además del diseño de productos, la segunda área en la que las empresas han utilizado sus entornos CAVE es el diseño de procesos para la fábrica y el taller, explica David Nahon<sup>13</sup>, experto en realidad virtual de renombre internacional, que actualmente es director de virtualidad inmersiva de Dassault Systemes (la empresa que publica Compass). La iV es aún más importante para la fabricación, porque en la etapa de diseño hay que saber si es fácil fabricar un producto, o incluso si es fabricable. Descubrir todo esto en una fase inicial del proceso de diseño elimina muchos errores que podrían resultar caros.

Las empresas que utilizan software de diseño 3D y un sistema de gestión del ciclo de vida del producto, diseñan las herramientas, la línea de montaje y otros procesos de fabricación de forma paralela al diseño del producto. Aunque el planteamiento es eficiente, cualquier error de diseño puede trasladarse al proceso de fabricación, donde podría no ser detectado hasta el inicio de la producción.

Un error de diseño que se traslada a fabricación, y luego resulta que las piezas para montaje en terreno no caben en la planta, no descubrirlo a tiempo puede salir muy caro. Tal vez se vea obligado a rediseñar la fabricación.

Todo el tiempo que dedique a resolver el problema es tiempo perdido de producción, lo que aumenta los costos, y además el producto no está en el mercado, lo que reduce los ingresos.

Como la iV permite analizar modelos 3D a escala real, es más fácil detectar cualquier problema de diseño del producto y de los procesos de fabricación.

Una vez que empieza la producción, la realidad aumentada (AR) ayuda a los trabajadores de la fábrica a realizar su labor con más rapidez y precisión. La empresa francesa Diota, que crea aplicaciones de AR para las industrias automotriz, aeroespacial, petrolera y química, lleva colaborando con empresas de fabricación desde 2010.

---

<sup>13</sup> Consultor experto realidad ambientes CAVE.

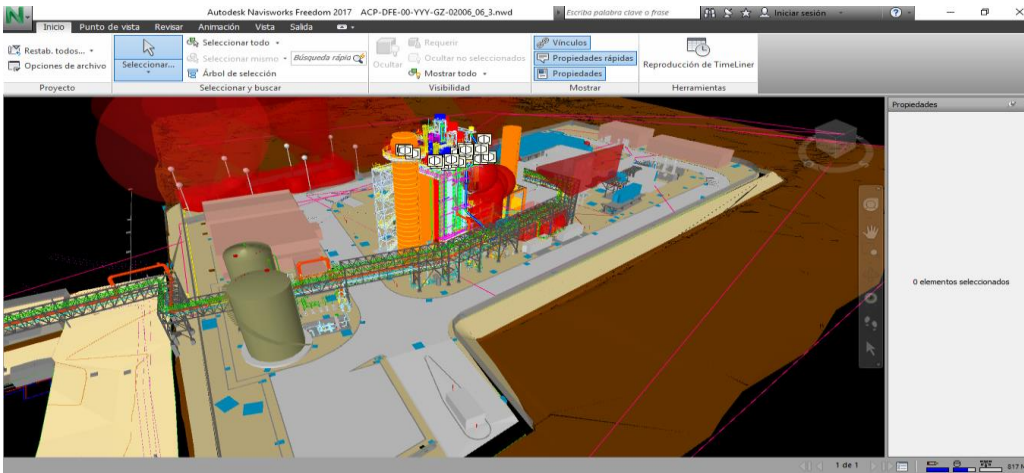
2.1.2. Área de funcionamiento en la Industria Minera

Actualmente los contratos de construcción e ingeniería para proyectos de infraestructura de carácter minero industrial se gestionan a través del mandante y la casa de ingeniería respectiva, los cuales desarrollan la ingeniería conceptual y básica de las distintas disciplinas que contemplan un montaje electromecánico de planta productora de mineral en cualquiera de sus fases.

Producto de lo anteriormente comentado, en este proyecto los contratos de ingeniería se centran más en lo legal que en lo técnico, dejando de lado el alcance del proyecto, solicitud de adicionales, líneas de fabricación y montaje no diseñadas, incongruencias entre planos de fabricación digital en formato IDF<sup>14</sup> y los planos físicos entregables en formato PDF.

Actualmente los proyectos de infraestructura se construyen en ambientes digitales inteligentes y en plataformas PDMS<sup>15</sup>, como por ejemplo Intergraph, que entrega información al software que trabajan en formatos de prefabricación digital en IDF.

2.1.3. Ejemplo secuencial desde ingeniería y detección de errores



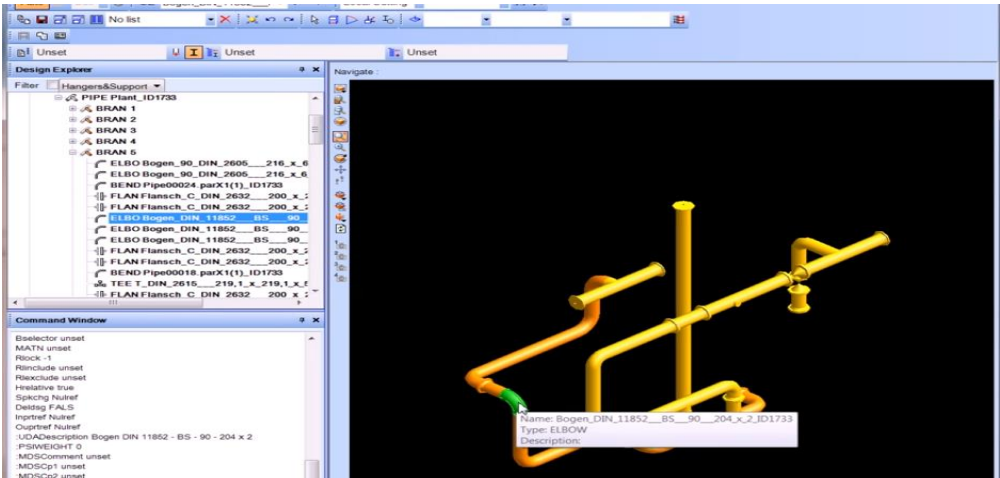
Fuente: Datos de Aconcagua Cogeneration Project 2017-Duro Felguera Energy.

Figura 2-1. Maqueta digital en plataforma PDMS.

<sup>14</sup> El Formato de datos intermedio (IDF) es un formato de proveedor neutral que permite intercambiar la información del ensamblaje de circuitos impresos (PCA) entre los sistemas PCB para diseño de croquis (ECAD) y los sistemas CAD Mecánicos como SolidWorks. CircuitWorks lee y escribe IDF 2.0, IDF 3.0 e IDF 4.0.

<sup>15</sup> Plant Design Management System.

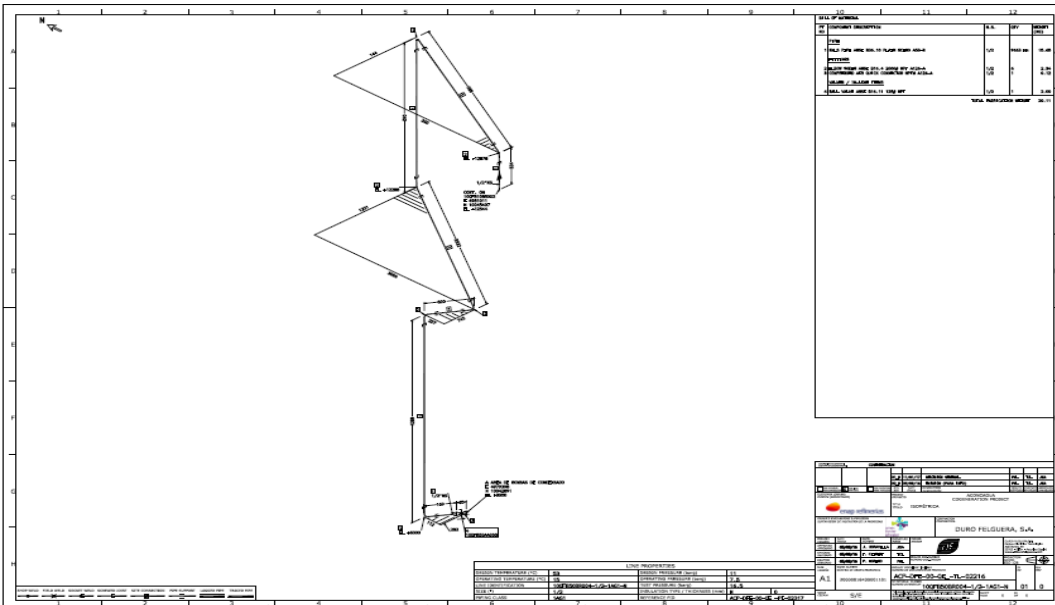
- ✓ Extracción de isometría de piping de maqueta digital en plataformas PDMS, formato IDF.



Fuente: Aconcagua Cogeneration Project 2017-Duro Felguera Energy, Software Spoolgen.

Figura 2-2. Extracción de isométricos de cañería de maqueta digital en plataformas PDMS, formato IDF.

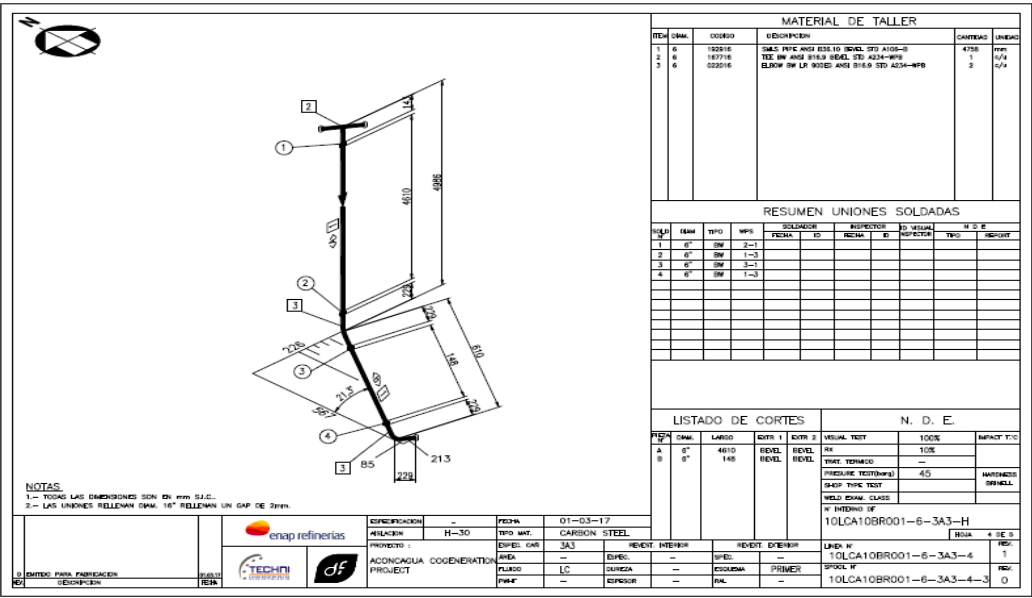
- ✓ Planos de construcción de modularización de cañerías de alto diámetro para fluidos industriales PDF, Ingeniería Básica.



Fuente: Aconcagua Cogeneration Project 2017-Duro Felguera Energy, lámina isométrica.

Figura 2-3. Planos de construcción de modularización de cañerías de alto diámetro.

- ✓ Ingeniería de detallamiento para modularización de piping y cañería, plano de fabricación.



Fuente, Aconcagua Cogeneration Project 2017-Duro Felguera Energy año 2017.

Figura 2-4. Ingeniería de detallamiento para modularización de piping y cañería.

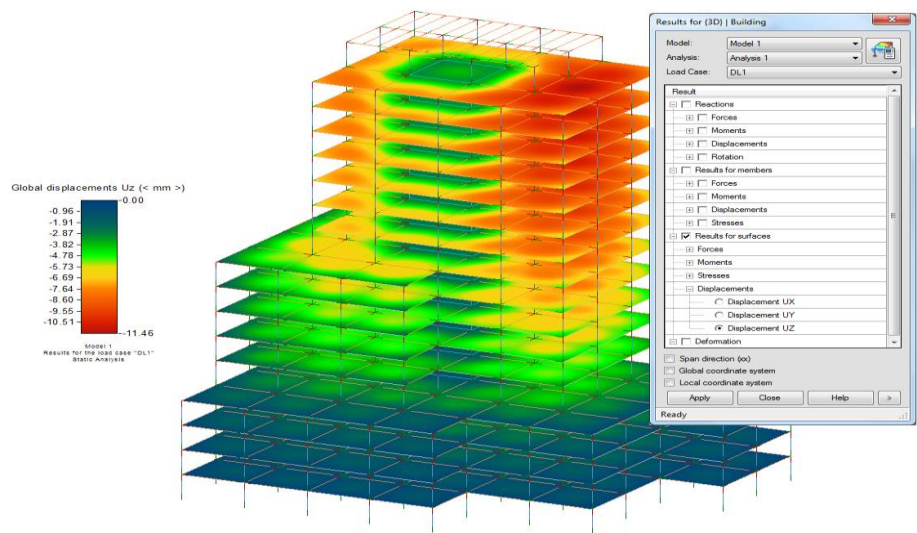
- ✓ Modularización de sistema de cañerías, prefabricado en taller, producto terminado.



Fuente: Aconcagua Cogeneration Project 2017-Duro Felguera Energy.

Figura 2-5. Prefabricado en taller, producto terminado. Spool.

- ✓ Modularización en transporte terrestre, prefabricado en laboratorio, etapa de diseño.



Fuente: Fluor Chile – Engineering and Construction Services in Chile año 2017.

Figura 2-6. Diseño de módulos para proyecto Oil & Gas Sakhalin Island al este de Rusia.

- ✓ Se transportaron 34 módulos totalizando 38.000 toneladas. Se tuvo que reforzar el puente Chayvo Bay Bridge de 835 m de longitud y 9 m de ancho para la carga de 1.700 toneladas / metro.



Fuente: Fluor Chile – Engineering and Construction Services in Chile año 2017.

Figura 2-7. Transporte terrestre de proyecto Oil & Gas Sakhalin Island al este de Rusia.

- ✓ Modularización en transporte terrestre, prefabricado en taller, producto terminado



Fuente: Fluor Chile – Engineering and Construction Services in Chile año 2017.

Figura 2-8. Transporte terrestre de proyecto Oil & Gas Sakhalin Island al este de Rusia.

- ✓ Transporte fluvial, prefabricado en taller, módulo terminado.

Fabricación y montaje de 20 módulos en New Iberia, Louisiana, transportados a North Slope de Alaska. 36.712 toneladas.



Fuente: Fluor Chile – Engineering and Construction Services in Chile año 2017.

Figura 2-9. Prefabricados en el sector industrial y minero, proyectos recientes, Fluor.

Dada la inconsistencia entre uno o varios de los sistemas de diseño para la modularización completa de un proyecto de infraestructura minero, lo que impacta directamente al contratista y a la ingeniería de detalle, provoca discrepancias y problemas en los siguientes aspectos:

- ✓ **Mala disposición de equipos (lay out):** distancias entre fases, y fases a tierra, altura de las conexiones, tipos de pórticos, y soportes, calculados de manera errónea.
- ✓ **Dimensiones de máxima de los edificios:** Mala definición de niveles, definición de locales.
- ✓ **Mala definición y especificación de equipos:** Incongruencia en compra de materiales y equipos tales como interruptores (medio de interrupción), seccionadores (forma, tipo, dos o tres columnas, polos en fila india, o paralelos, de seccionamiento vertical, pantógrafo).

#### 2.1.5. Esquemas funcionales básicos erróneos

La ingeniería básica no es constructiva, con los planos disponibles en esta etapa no se pueden construir ni montar los equipos. Esta documentación es suficiente para evaluar la obra y los trabajos de montaje, con suficiente aproximación para lograr una cotización válida, pero si la ingeniería está mal diseñada y con incongruencias, la evolución del proyecto y los errores en el alcance de éstos induce a que pocas veces las empresas se encuentren dentro de uso correcto de presupuesto de costos.

Por otra parte, se consideran diversos tipos de riesgos a los que se enfrentan las partes en el contrato de construcción pueden ser clasificados en los siguientes grupos principales:

- ✓ **Riesgos de construcción:** Incluyen los riesgos relacionados con la calidad del suelo, demoras en la entrega, falla del constructor para cumplir con las especificaciones del proyecto e incapacidad para obtener las autorizaciones o licencias gubernamentales.

- ✓ **Riesgos operacionales:** Tales como las restricciones en la operación y adelanto de las obras, tal como se había planeado en el programa de trabajo, problemas técnicos.
- ✓ **Riesgos de suministro:** Básicamente los relacionados con la escasez de materia prima necesaria para el adelanto de las obras.
- ✓ **Riesgo comercial:** Incluye la incapacidad para comercializar los productos fruto del proyecto.
- ✓ **Riesgo político, legal y fuerza mayor:** Incluyen desastres naturales como terremotos e inundaciones; también los cambios en las leyes del país en donde se desarrollan las obras.

Es por lo anterior que se hace necesario aplicar tecnologías de seguimiento y control de calidad, con un equipo multidisciplinario de ingenieros de todas las áreas involucradas en un proyecto de infraestructura por parte del mandante, es necesario que trabajen en este equipo jefaturas y direcciones de proyectos para poder visualizar y contrarrestar errores en el diseño de la ingeniería básica y mitigar los riesgos en las fases constructivas, es decir, que exista retroalimentación desde terreno mediante un laboratorio experimental en ambiente CAVE de 5 caras que se describe a continuación:

El laboratorio debe considerar una instalación de un sistema de proyección estereoscópica tipo CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), que trata de un sistema de visualización 3D envolvente en el que la ilusión de inmersividad se consigue utilizando tecnología de proyección estéreo Active Infitec, contra cinco pantallas de grandes dimensiones, compuestas de modo que simulan un cubo dentro del cual se sitúa el usuario.

La CAVE de cinco caras consta de:

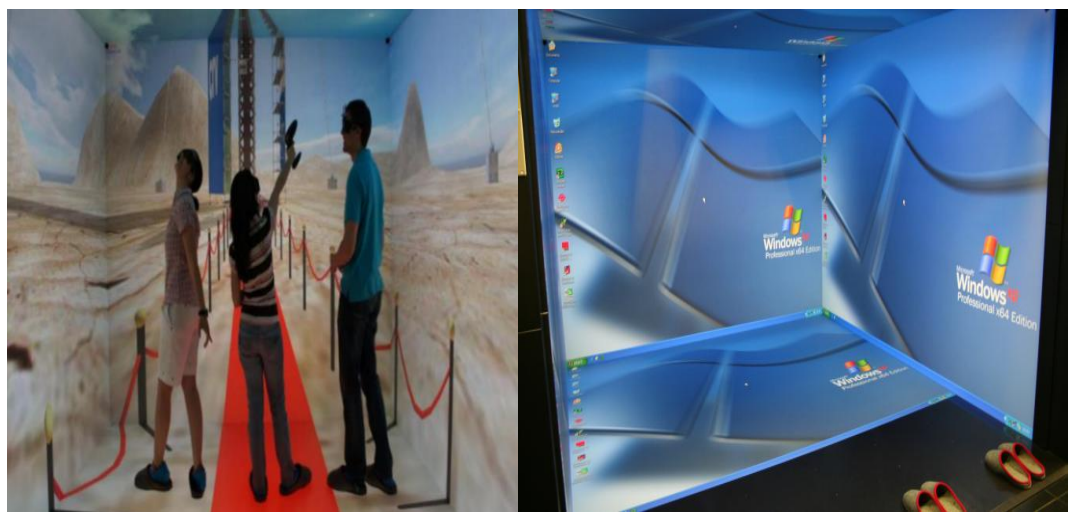
- ✓ 5 pantallas (frontal, laterales, suelo y techo) BARCO DarkScreen retro-proyectadas, especialmente indicadas para proyecciones multicanal, cada una con dimensiones de 3,20 x 2,40 m (formato 4:3).
- ✓ 5 proyectores 3D de alta resolución / sistemas de vídeo, modelo 3D BARCO Galaxy 12 HB+ con tecnología DLP resolución nativa SXGA+, luminosidad de 12000 ANSI lumens y contraste.
- ✓ 6 estaciones de trabajo HP xw9400 en clúster, con las siguientes características: 2 procesadores AMD Opteron 2220SE, 2.8MHz, 1MB de cache, 8GB de memoria RAM ECC DDR2 a 667MHz, Disco duro de 300GB SAS, 3Gb/s, 10K rpm, Tarjeta gráfica PCIe nVidia Quadro FX5600 con 1.5GB de memoria, Unidad DVD+/-RW 16x LightScribe, Tarjeta de red Intel Pro/1000 GT, 1Gibabit, Tarjeta de audio SB X-Fi ExtremeAudio y Sistema Operativo Microsoft Windows XP Pro x64-bit.
- ✓ Sistema de tracking y dispositivos de interacción: gafas estereoscópicas Infitec deLuxe, Flystick para navegación en primera persona, tracking óptico ARTtracking de 6 grados de libertad.
- ✓ Sistema de audio envolvente basado en tecnología 5.1.
- ✓ Plataforma de desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual.
- ✓ Conectividad de red de alta capacidad.

Bajo un lenguaje y extensión en plataformas PDMS se podrá establecer aclaraciones a dudas de la ingeniería básica dispuestas en la maqueta electrónica de un proyecto, en todas sus etapas.

#### 2.1.6. Desarrollo de laboratorio experimental en ambiente CAVE de 5 caras para mejoras en la ingeniería básica para la modularización de plantas mineras.

La complejidad es inherente a la necesidad de la empresa de colaborar con numerosos propietarios, socios, agentes implicados, contratistas y grupos de interés, incluidos los planificadores urbanísticos y organismos reguladores, además de lidiar con estructuras cada vez más grandes y complejas, muchas veces el riesgo percibido limita la creatividad y desalienta la innovación.

Pero al comunicar ideas y planes visualmente mediante una representación digital a través de la nube, la empresa logra explicar su visión de una forma que todo el mundo puede entender, en cualquier idioma y sin necesidad de conocimientos específicos. Esto está en sintonía con el documento 2016 Construction Strategy del gobierno británico, que hace hincapié en que mejorar las relaciones y la colaboración con los clientes y la cadena de suministro es clave para fomentar la innovación y reducir el riesgo, de la misma forma que la transparencia de costos y el trabajo colaborativo contribuyen a aumentar la rentabilidad.



Fuente: Centro de I+D+i de la Universidad Politécnica de Madrid en eficiencia energética, realidad virtual, ingeniería óptica y biometría año 2017

Figura 2-10. Proyección de laboratorio CAVE cinco caras.

2.2. ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA

Proyectos de inversión infraestructural en estado de evaluación en MMUS\$ y proyecciones.

✓ Inversión Extranjera en Chile.

La Inversión Extranjera del Sector de Ingeniería y servicios a empresas supuso un monto de US\$ 60.486.000 en 2017, lo que significó un 1,19% del total de inversión extranjera, como se puede ver en el siguiente cuadro:

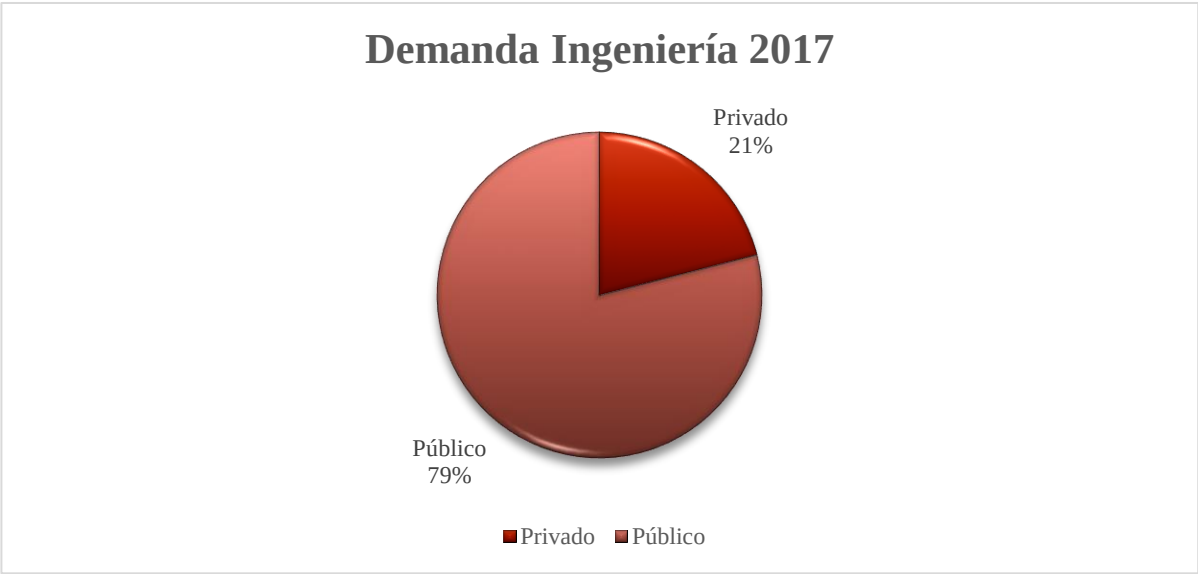
Tabla 2-1. Inversión extranjera del sector de ingeniería y servicios año 2017.

| Sector                                      | Inversión (MMUS\$) | %             |
|---------------------------------------------|--------------------|---------------|
| Agricultura                                 | 0                  | 0,0%          |
| Silvicultura                                | 29.081             | 0,6%          |
| Pesca y acuicultura                         | 0                  | 0,0%          |
| <b>Minería</b>                              | <b>1.010.926</b>   | <b>19,9%</b>  |
| Industria alimentos, bebidas y tabaco       | 55.186             | 1,1%          |
| Industrias de la madera y del papel         | 1.474              | 0,0%          |
| Industria química                           | 33.142             | 0,7%          |
| Otras industrias                            | 367.950            | 7,2%          |
| Electricidad, gas y agua                    | 305.976            | 6,0%          |
| Construcción                                | 0                  | 0,0%          |
| Comercio                                    | 2.680.824          | 52,8%         |
| Transportes y almacenamiento                | 8.028              | 0,2%          |
| Comunicaciones                              | 194.547            | 3,8%          |
| Servicios financieros                       | 317.374            | 6,2%          |
| Seguros                                     | 400                | 0,0%          |
| <b>Ingeniería y servicio a las empresas</b> | <b>60.486</b>      | <b>1,2%</b>   |
| Servicios de saneamiento y similares        | 0                  | 0,0%          |
| Otros servicios                             | 16.606             | 0,3%          |
| <b>Total</b>                                | <b>5.082.000</b>   | <b>100,0%</b> |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CINVER.2017.

Si bien las estadísticas detalladas de inversión extranjera en Chile correspondientes a 2018 aún no han sido publicadas, los primeros informes indican que la IED materializada a través del D.L. 600 en el período enero-diciembre del pasado año fue de US\$ 2.304 millones. Con este resultado, los capitales extranjeros históricamente materializados a través de este mecanismo suman US\$ 77.261 millones, lo que corresponde a un 67,2% del ingreso total de capitales a Chile. Los sectores que concentraron la mayor cantidad de IED materializada a través del D.L. 600 durante 2017 fueron Minería (38,3%), Servicios (32,4%), y Transporte y comunicaciones (17,7%). Históricamente, los sectores que lideran

el ingreso de capitales a través de este mecanismo son Minería (32,9%), Electricidad, Gas y Agua (19,2%) y Servicios (16%).Canadá fue el principal inversionista en Chile durante 2017. La IED proveniente de ese país materializada a través del D.L. 600 fue de US\$ 586 millones, lo que constituye el 25,4% del total. Le siguieron México (US\$ 479 millones, equivalentes al 20,8%), Estados Unidos (US\$325millones, equivalentes al 14,1%) y Japón (US\$ 284 millones, equivalentes al 12,3%). Históricamente, los principales países inversionistas a través de este mecanismo han sido Estados Unidos (25,9%), España (18,7%), Canadá (17,7%) y Reino Unido (8, 5%).Por otro lado, la participación del sector público como agente demandante en el mercado de ingenierías es del 21% frente al 79% del sector privado. Éste último creció un 6,8% en 2010 con respecto a 2016, mientras que el público lo hizo en un 4,2%.



Fuente: Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería año 2017

Gráfico 2-1. Demanda de servicios de ingeniería año 2017 sector privado y público.

### 2.2.1. Organismos que realizan inversiones en infraestructuras

#### ✓ Sector de la Minería

La minería es la Industria más relevante de Chile y se ha consolidado como uno de los principales motores de crecimiento de su economía debido a la calidad y cantidad de los recursos de cobre existentes en el país y al marco legal favorable a la inversión de Chile. El territorio chileno concentra un 38% de las reservas mundiales de cobre y en él se encuentran algunos de los depósitos y yacimientos más importantes a nivel mundial. Con una participación del 34%, Chile es el primer productor mundial de cobre, obteniendo aproximadamente 1.700.000 toneladas de cobre fino al año. De acuerdo con la situación de la minería a nivel mundial, en los próximos años se espera un crecimiento importante de este sector en Chile. Según un estudio elaborado por el Ministerio de Minería, para el período 2010-2018 se estiman inversiones en proyectos mineros por valor de 50.000 millones de dólares. Asimismo, las previsiones apuntan que en 2011 el sector minero crecerá un 6% con una producción de cobre que llegará 6 millones de toneladas. Este avance debe ir acompañado del desarrollo energético necesario, especialmente respecto a agua y energía, así como las mejoras en aquellos ámbitos que permitan la explotación de los recursos de forma más eficiente, segura y amigable con el medio ambiente. Por lo tanto, son sectores de interés aquellos que presten servicios auxiliares a la minería en materia de uso y gestión del agua, gestión de residuos, emisiones atmosféricas y calidad del aire, eficiencia.

### 2.2.2. El sector minero en Chile demanda empresas que presten servicios referidos en este punto

- ✓ Consultoría para la automatización, control de procesos, planificación minera y gestión de operaciones en mina.
- ✓ Tecnologías de tele operación (robótica).
- ✓ Asesoría y consultoría para el desarrollo de sistemas de manejo de residuos industriales- Ingeniería de procesos.
- ✓ Sistemas de captura, automatización y transmisión de información para la operación automatizada de plantas.
- ✓ Sistemas de control y gestión del recurso energético, incorporación de energías renovables- Servicios de control y medición de la huella de carbono y huella de agua.
- ✓ Ingeniería y construcción para la ejecución de proyectos de tratamiento de aguas residuales y plantas desalinizadoras.

### 2.3. **VARIABLES QUE AFECTAN A LA DEMANDA**

Como aún existe una demanda insatisfecha de mejorar la ingeniería básica y de detallamiento, según la información mostrada anteriormente, se puede sostener o inferir que los factores que pueden influir en la demanda de sistema de modularización y mejoras a ésta en la Industria Minera son:

- ✓ Mayores costos de transporte.
- ✓ Mayores costos de Montaje.
- ✓ Mayor detallamiento de la Ingeniería.
- ✓ Mayor participación de especialistas.
- ✓ Mayores plazos de la ingeniería de detalle.

Para el cliente minero es un plus desarrollar un proyecto considerando la modularización, por lo que actuaría como factor importante dentro de la continua demanda de los sistemas.

- ✓ La modularización, el pre-armado y en particular las prefabricaciones tienen amplias ventajas cuando las condiciones del sitio son adversas y se justifica la construcción en terreno.
- ✓ La modularización y la prefabricación deben ser consideradas desde las fases tempranas del desarrollo del proyecto.
- ✓ Los prefabricadores deben conocer en detalle los tipos de instalaciones mineras. (Clientes mineros).
- ✓ Los prefabricadores deben relacionarse con las empresas de ingeniería y detallamiento de armaduras.
- ✓ Los prefabricadores deben visitar a las empresas de ingeniería minera (EPCM) y ofrecer sus potenciales aportes al proyecto.
- ✓ Los prefabricadores deben visitar las empresas contratistas típicas que trabajan en el rubro minero.

2.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA

La inversión total de proyectos mineros en la actual cartera país, incluyendo proyectos en distintos estados de desarrollo (pre inversional), supera los US\$ 50 mil millones. De esta inversión, el 80 % corresponde a minería del cobre y el resto a otros metales. La mayor inversión se concentra en la década 2011-2020.

Tabla 2-2. Proyección de gastos en ingeniería en proyectos mineros de cobre y de oro – plata.

| Inversión proyectada en Minería del Cobre y del Oro - Plata (MMUS\$) |          |         |        |        |         |           |        |
|----------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|--------|---------|-----------|--------|
|                                                                      | Anterior | 2010    | 2011   | 2012   | 2013    | 2014      | 2015   |
| Inversión total (1+2)                                                | 4.752    | 5.260   | 5.646  | 6.827  | 9.009   | 7.081     | 5.508  |
| Variación porcentual                                                 | 11%      | 7%      | 21%    | 32%    | -21%    | -22%      | 14%    |
| 1.-Minería del Cobre                                                 | 4.282    | 5.015   | 4.671  | 5.152  | 5.799   | 5.431     | 5.108  |
| 1.1-Codelco                                                          | 1.225    | 2.193   | 2.051  | 3.167  | 3.084   | 2.571     | 2.293  |
| 1.2.-Gran Minería Privada                                            | 3.035    | 2.737   | 2.515  | 1.690  | 2.160   | 2.710     | 2.815  |
| 1.3-Mediana Minería                                                  | 22       | 85      | 105    | 295    | 555     | 150       | 0      |
| 2.-Minería de Oro y Plata                                            | 470      | 245     | 975    | 1.675  | 3.210   | 1.650     | 400    |
| Inversión total (1+2)                                                | Promedio | Desvest | Máximo | Mínimo | Mediana | Posterior | Total  |
| Variación porcentual                                                 | 6.298    | 1.458   | 9.009  | 4.752  | 5.646   | 5.980     | 50.063 |
| 1.-Minería del Cobre                                                 | 5,9%     | 20,6%   | 32,0%  | -22,2% | 10,7%   | -         | -      |
| 1.1-Codelco                                                          | 5.065    | 492     | 5.799  | 4.282  | 5.108   | 5.980     | 41.438 |
| 1.2.-Gran Minería Privada                                            | 2.369    | 663     | 3.167  | 1.225  | 2.293   | 3.630     | 20.214 |
| 1.3-Mediana Minería                                                  | 2.523    | 457     | 3.035  | 1.690  | 2.710   | 2.350     | 20.012 |
| 2.-Minería de Oro y Plata                                            | 173      | 194     | 555    | 0      | 105     | 0         | 1.212  |
|                                                                      | 1.232    | 1.049   | 3.210  | 245    | 975     | 0         | 8.625  |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CINVER.2017.

Dado el crecimiento anual compuesto entre los años 2009 y 2016 se puede determinar que la inversión proyectada en ingeniería en minería de cobre y oro – plata es del 5,9% anual compuesto.

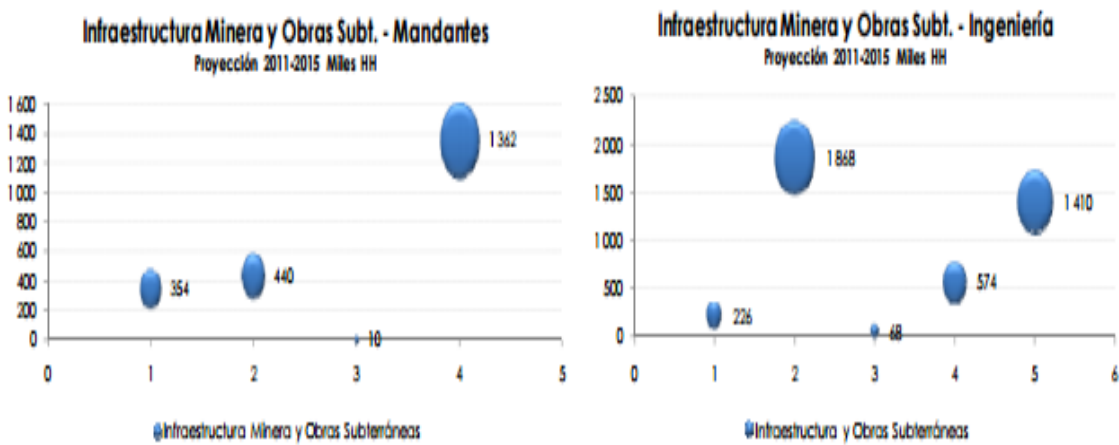
Proyecciones de demanda y oferta de ingeniería (Quinquenio). Las proyecciones de las necesidades de ingeniería, para las mismas áreas (aplicación para mandantes y especialización para oferentes), en proyectos mineros del quinquenio 2011–2015, corresponden a las muestras analizadas y no guardan correspondencia entre sí ya que demandantes y oferentes hicieron sus estimaciones sin disponer de información de su respectiva contraparte. Son estimaciones sin un mandante identificado por el oferente y viceversa, y difieren sustancialmente en la distribución.

No obstante las diferencias de distribución coinciden en la apreciación de importancia acerca de las tres áreas con mayor número de HH proyectadas (los tres primeros lugares): Infraestructura Minera y Obras Subterráneas, Manejo Materiales Minería y Tratamiento de Minerales por Concentración y Lixiviación. En un segundo grupo de las tres siguientes áreas con mayor número de asignación de HH (los tres siguientes lugares), hubo coincidencia sólo en un área: Depósitos de Relaves, Ripios y Estériles. En las áreas restantes, hay una notoria dispersión, particularmente en Geología y Exploración y Ductos Mineros de Larga Distancia.

El hallazgo anterior, con la debida precaución dado el tamaño de la muestra analizada, sugiere que los oferentes rediseñen sus estrategias de desarrollo de competencias distintivas en función de la proyección de la demanda de HH de ingeniería para la minería nacional de la presente década, particularmente del quinquenio 2011 – 2015.

Es posible que los mandantes estén en mejores condiciones para estimar la desagregación de la demanda futura, por área de aplicación, dado que tienen una cartera de proyectos que no necesariamente es del dominio público. Es posible que las líneas de especialización de una firma de ingeniería estén desalineadas con respecto a la estimación hecha por los mandantes, por lo que esta información puede ser muy útil para que los oferentes calibren sus expectativas y hagan algunos ajustes.

Para años posteriores al 2015, la proyección de crecimiento de demanda fluctuaría en torno al 5% anual (promedio), considerando crecimientos y decrecimientos.



Fuente: Comisión Chilena del Cobre Dirección de Evaluación de Gestión Estratégica.

Gráfico 2-2. Proyecciones de crecimiento de la demanda.

## 2.5. **COMPORTAMIENTO DEL MERCADO**

### ✓ Perspectivas del mercado.

Destaca el crecimiento del PIB y del PIB per cápita, aun cuando éste último permanece todavía lejos del nivel de un país desarrollado. El Banco Central de Chile recortó la proyección de crecimiento del PIB para 2017 a un rango entre 1 y 2%, comparado con el de 1,5 y 2,5% que se esperaba de acuerdo con las últimas estimaciones. se ha estimado en torno al 2% (a pesar del terremoto acontecido el febrero de 2010) y se proyecta una cifra cercana para el año próximo. La inflación se aprecia controlada, la deuda externa es principalmente privada (y de largo plazo) y la balanza comercial presenta un favorable comportamiento. Los altos ingresos provenientes del cobre (que desde mayo de 2006 supera los 3 US\$/lb) han causado una disminución del valor del dólar, exigiendo un esfuerzo adicional al sector exportador. Las perspectivas para la economía chilena son positivas y no se prevén drásticos cambios. Todas las variables parecen confirmar que el país va a seguir creciendo y que el sector externo seguirá jugando un papel fundamental en este crecimiento, tanto por el aumento de las exportaciones como por la inversión extranjera.

### ✓ Apertura a la inversión extranjera.

La economía chilena comenzó su proceso de apertura en la década de los 70 con una serie de rebajas arancelarias unilaterales. En los 80, el país decidió profundizar en el proceso a través de negociaciones comerciales multilaterales y bilaterales y, producto de todo lo anterior, ha firmado diversos Tratados de Libre Comercio, Acuerdos de Complementación Económica, Acuerdos de Protección Recíproca de Inversiones y Convenios para evitar la doble imposición. Junto con las exportaciones, la inversión extranjera se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la economía chilena. Producto de su interés por atraer capital extranjero, el país ha desarrollado mecanismos jurídicos claros y estables para el inversor. En general, la normativa se caracteriza por la igualdad de trato para locales y extranjeros, el libre acceso a casi todos los sectores económicos y una mínima intervención del Estado. Actualmente, Chile se encuentra abocado a convertirse además en un “país plataforma”, que proporcione al inversor una infraestructura eficiente y un ambiente propicio para el desarrollo de negocios desde Chile hacia otros mercados.

### 2.5.1. El mercado de las TIC's en Chile

#### ✓ Inversión

La inversión pública en proyectos de innovación, ciencia y tecnología, TIC's<sup>16</sup>, ascendió a 295.000 millones de dólares, una cantidad que representa un incremento del 27% respecto al ejercicio 2008. Así el gasto total en TI como proporción del PIB que se realiza en Chile es del 1,5% mientras que la media mundial se sitúa en 2,5%. Este repunte de la inversión refuerza la prioridad que representa para el gobierno el estímulo de la competitividad del país en un escenario internacional con turbulencias financieras. En países con niveles bajos de inversión en TI, la mayor parte de los recursos suele ir al área del hardware. Esto es lo que está ocurriendo en Chile, dónde el hardware es el principal destino de sus inversiones tecnológicas (con un 61% del total). Sin embargo, y según los expertos, es el software comercial el que impulsará el crecimiento.

### 2.5.2. Ventajas y desventajas

#### **Ventajas de la Industria Chilena de tecnología e información:**

- ✓ Buenas condiciones económicas que se dan en el país.
- ✓ Tratados de libre comercio.
- ✓ Amplia y segura infraestructura TIC.
- ✓ Fuerza laboral de calidad.
- ✓ Las empresas chilenas de software agrupadas por GECHS, están desarrollando el Polo de Innovación Tecnológica de Santiago (PITS).

#### **Desventajas:**

- ✓ Débil base de ingenieros TI y del sector TI.
- ✓ Localización geográfica.
- ✓ Alto costo de recurso humano.
- ✓ Escaso presupuesto y personal para I+D.
- ✓ No existe una colaboración ni las alianzas con universidades nacionales y/o extranjeras.

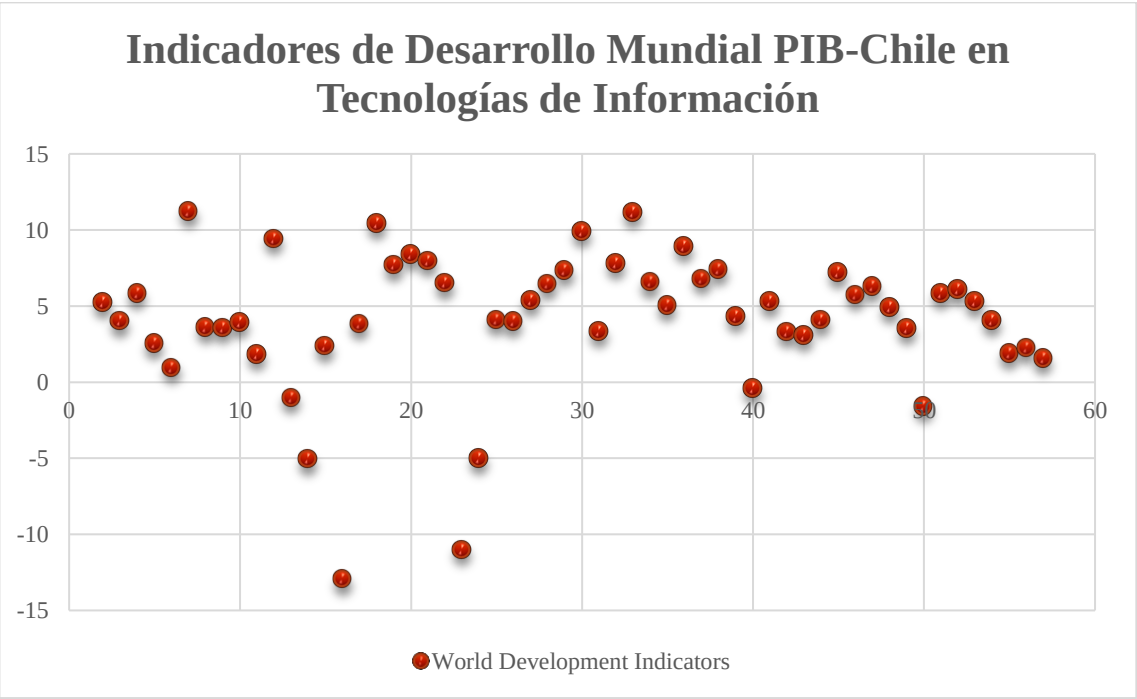
---

<sup>16</sup> Tecnologías de la Información y la Comunicación

Según encuesta realizada para la elaboración de este proyecto, algunos especialistas de adquisiciones de la Vicepresidencia de Proyectos de CODELCO, indican como ventaja e interés de parte de CODELCO hacia las TIC's:

“Creo que sí, ya que esto ayudaría y facilitaría el trabajo y productividad de todos los participantes en el sitio de montaje, gerente de proyectos, gerente de ingeniería, directores de construcción y abastecimiento, jefes de construcción y superintendentes de construcción y montaje.” <sup>17</sup>

De un total de 264 países se analizó Chile en el comportamiento de las tasas de crecimiento como indicador de desarrollo mundial de tecnologías de información, en base histórica considerando 30 años de desarrollo en estos 264 países, Chile ocupa un 5,12% promedio.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Centro de Estudios Banco Mundial.

Gráfico 2-3. Indicadores de Desarrollo Mundial PIB-Chile en Tecnologías de Información.

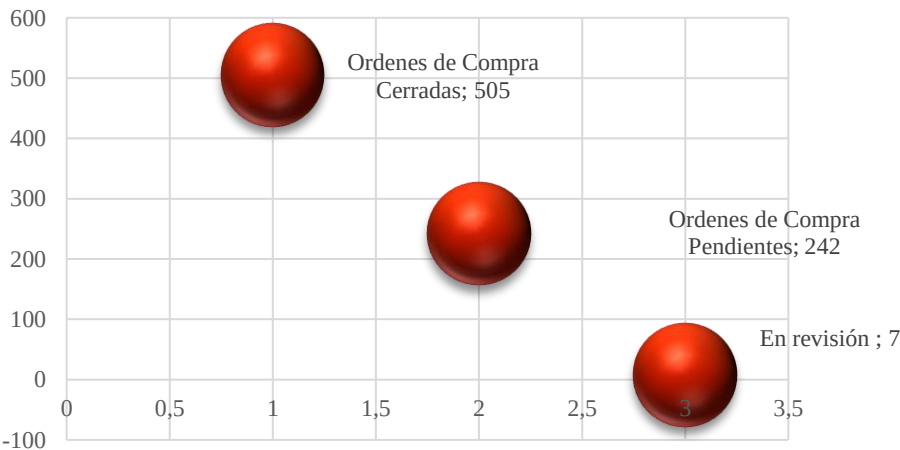
<sup>17</sup> Anexo 1, encuesta 3, Mauricio Manque Vergara, Especialista de Adquisiciones Vicepresidencia de Proyectos de Codelco.

2.6. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES

Tabla 2-3. Empresas proveedoras de ingeniería y montaje en Chile y comportamiento en la participación de proyectos.

| Proyecto minero, Explotación Mina Ministro Hales – CODELCO |     |         |
|------------------------------------------------------------|-----|---------|
| ÓRDENES DE COMPRA CERRADAS                                 | 505 | 100,00% |
| HATCH                                                      | 58  | 11,49%  |
| JRI                                                        | 5   | 0,99%   |
| Repuestos                                                  | 65  | 12,87%  |
| Terreno                                                    | 376 | 74,46%  |
| Contrato                                                   | 1   | 0,20%   |
| ÓRDENES DE COMPRA PENDIENTES                               | 242 | 100,00% |
| HATCH                                                      | 85  | 35,12%  |
| JRI                                                        | 11  | 4,55%   |
| Repuestos                                                  | 34  | 14,05%  |
| Terreno                                                    | 109 | 45,04%  |
| Contrato                                                   | 3   | 1,24%   |
| EN REVISIÓN                                                | 7   | 100,00% |
| HATCH                                                      | 4   | 57,14%  |
| Repuestos                                                  | 3   | 42,86%  |
| Total de O/C en Proyecto                                   | 754 | 100,00% |
| Órdenes de Compra Cerradas                                 | 505 | 66,98%  |
| Órdenes de Compra Pendientes                               | 242 | 32,10%  |
| En revisión                                                | 7   | 0,93%   |

Fuente: Elaboración propia, datos de centro de costos de Proyecto Mina Ministro Hales, Vicepresidencia de Proyectos de CODELCO año 2015.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adquisiciones de Vicepresidencia de Proyectos de CODELCO.

Gráfico 2-4. Empresas proveedoras de ingeniería y montaje en Chile y comportamiento en la participación de proyectos.

Para efectos de conocer los beneficios económicos, en lugar de precios, dada la naturaleza de este proyecto de mejora, es que se tomará en consideración la proyección de inversiones en ingeniería de proyectos infraestructurales mineros y también el presupuesto de las principales compañías mineras en reingeniería, la cual se ponderará y proyectará.

Para determinar un proxy del precio o monto de inversión de los recursos utilizados estarán dados por la siguiente formula:

$$CPE\%=(TTFI-TREI) \times 100$$

CPE%: Costos por plazo de entrega.

TTFI: Tiempo total destinado a la fase de ingeniería.

TREI: Tiempo destinado a resolución de errores de ingeniería.

Se determinó realizar un análisis de varianza y covarianza para determinar los valores de significancia y p-value con un 95% de confianza de los datos presentados por la Comisión Chilena de Cobre (COCHILCO), respecto a las proyecciones de inversión al año 2024, correspondientes a 42 proyectos infraestructurales mineros. La inversión proyectada es de 77.290 MMUS\$, de los que corresponden según estimación a 4.975 MMUS\$ un 6,44%, los costos ascienden a 1.046 MMUS\$ por concepto de resolución de errores e inconsistencias en la ingeniería, un 21,03% de los recursos asignados a ingeniería para estos proyectos en los intervalos de tiempo ya mencionados.

Tabla 2-4.Resultados de la regresión.

| Estadísticas de la regresión         |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0,311224705 |
| Coefficiente de determinación R^2    | 0,096860817 |
| R^2 ajustado                         | 0,074282338 |
| Error típico                         | 0,002558196 |
| Observaciones                        | 42          |

2.6.1.1. Análisis de varianza

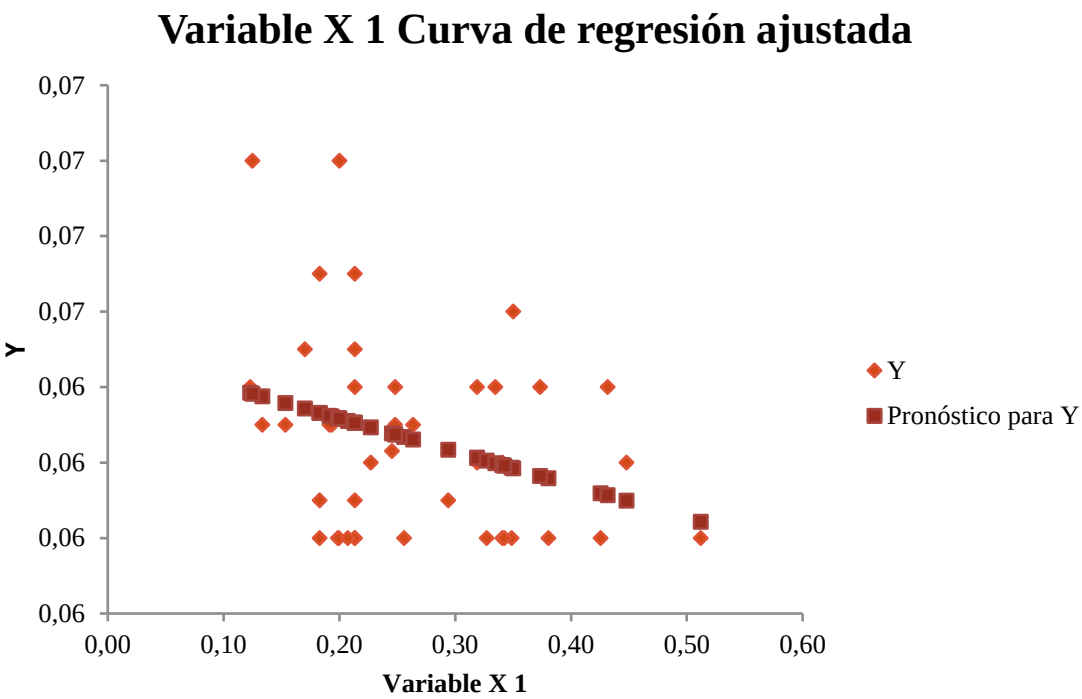
|           | Grados de libertad | Suma de cuadrados |
|-----------|--------------------|-------------------|
| Regresión | 1                  | 2,80751E-05       |
| Residuos  | 40                 | 0,000261775       |
| Total     | 41                 | 0,00028985        |

|              | Coefficientes | Error típico |
|--------------|---------------|--------------|
| Intercepción | 0,064922428   | 0,001187653  |
| Variable X 1 | -0,008778762  | 0,004238445  |

| Promedio de los cuadrados | F           | P-Value          |
|---------------------------|-------------|------------------|
| 2,80751E-05               | 4,289961902 | <b>0,0448317</b> |
| 6,54437E-06               |             |                  |

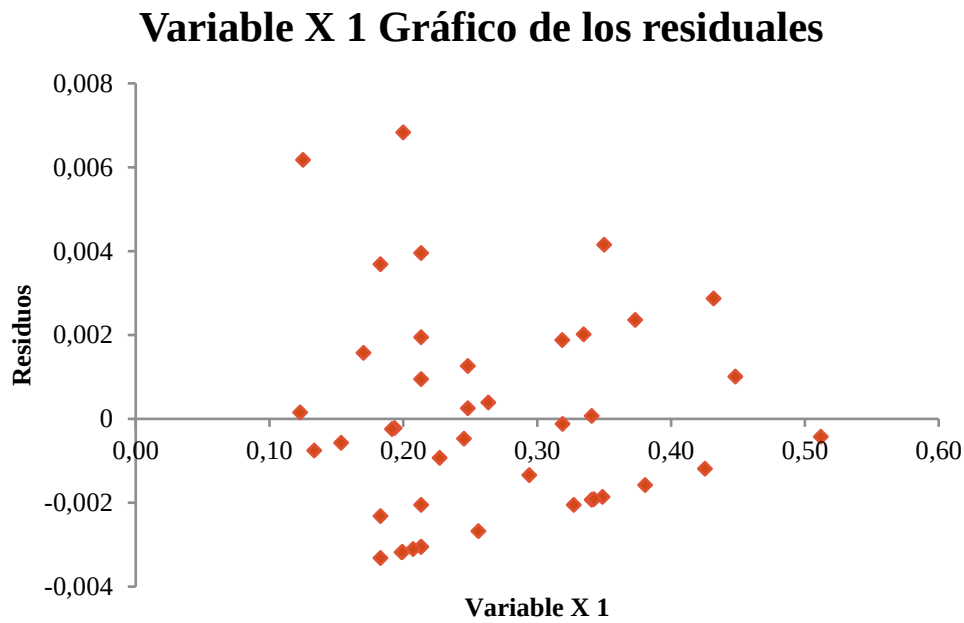
| Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| 54,66449069   | 3,2994E-39   | 0,062522092  | 0,067322763  | 0,062522092    | 0,067322763    |
| -2,071222321  | 0,0448317    | -0,017344979 | -0,000212545 | -0,017344979   | -0,000212545   |

Fuente: Elaboración propia, P-VALUE o significancia estadística de los datos calculados en proyecto.



Fuente: Elaboración propia, P-VALUE o significancia estadística de los datos calculados en proyecto.

Gráfico 2-5. Curva de regresión ajustada.



Fuente: Elaboración propia, P-VALUE o significancia estadística de los datos calculados en proyecto.

Gráfico 2-6. Gráfico datos residuales.

Se puede sostener o inferir que con los datos recolectados por la Comisión Chilena de Cobre se tiene un nivel de significancia alto entre los valores inversión en 42 proyectos infraestructurales en lo relativo al valor del proyecto estimado y el costo por indefiniciones de ingeniería que alcanzan los 1.046 MMUS\$. El P-Value es inferior a 0,05; por tanto es significativo.

En consecuencia el costo de la implementación de un laboratorio experimental en ambiente CAVE cinco caras, con fundamentos en el tratamiento digital de imágenes en las instalaciones de faena del mandante en proyectos infraestructurales mineros para aplicar mejoras en los sistemas de modularización anteriormente descrito, no puede superar los 1.046 MMUS\$, también con el presente estudio se buscará comprimir los valores incurridos por falta o inconsistencia de información entre mandante y contratista.

También se expone un caso de impacto en la construcción por falencias en la ingeniería:

“En proyecto de Explotación Mina Ministro Hales, ex yacimiento Mansa Mina de CODELCO, ubicado al oeste de Chuquicamata, se tuvo que desmontar 100% el tren de relaves, dado que los módulos de cañerías que realizaban la interconexión de las bombas de impulsión de pulpa mineral estaban mal fabricados, los equipos de cañería que unen estas bombas debe ser modular para efectos de reparación y mantención, incluso el tren de relaves cuenta con un puente grúa de 20 metros de altura por 50 metros de ancho, con una capacidad de 80 toneladas de levante, por lo tanto no se unen los equipos de cañería a la bomba de impulsión mediante una soldadura, sino por medio que un sistema de anillos “big rings” y un acople flexible tipo Victaulic.

Los sistemas de cañería utilizados en esa oportunidad eran revestidos interiormente por caucho neopreno y eran 35 equipos de 3 toneladas cada uno.

Lo que ocurrió en esa oportunidad es que el anillo “big ring”, estaba soldado de manera inversa por lo tanto fuera de norma, por esto el acople flexible no engranaba con la bomba de impulsión de pulpa mineral y tampoco con los módulos de cañerías.

El impacto esperado fue de tres meses de retraso para reparar el problema, pero CODELCO solicitó y pagó a la empresa Weir Minerals (empresa externa), que dedicara exclusividad a reparación y utilizara todos sus talleres ubicados en la zona (segunda y tercera región)”<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Anexo A, entrevista 2, Alexis Olivares Machuca, Jefe Operaciones y Servicios. Maestranza Emow Ltda.

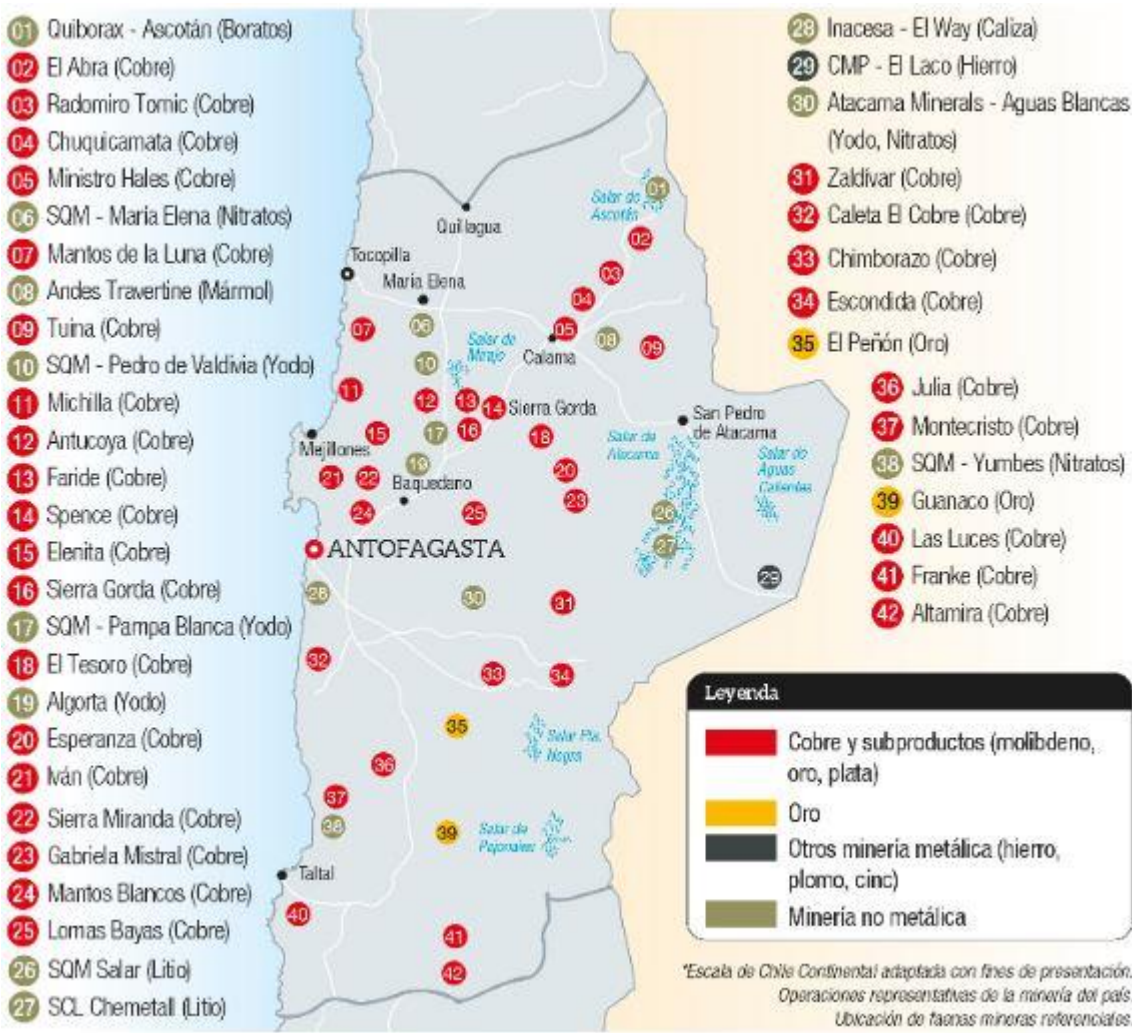
## 2.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

Dado que se trata de un laboratorio con propiedades de traslado a las instalaciones de faena de montaje infraestructural, la localización se cumplirá de acuerdo con la ubicación geográfica un proyecto en concreto.

Un primer hecho geográfico que resalta es la existencia de áreas de conservación de la naturaleza, como parques nacionales y reservas naturales en el área altiplánica y en torno a las fuentes de agua, lugar de residencia además de los pueblos indígenas y donde practican la agricultura y ganadería de auquénidos. Siendo estas las únicas fuentes de agua, su mantención y aun fortalecimiento, cubriendo áreas que actualmente no están protegidas, es un asunto muy relevante. También lo es la ocupación intensiva de las aguas superficiales y subterráneas para llevar adelante los procesos de extracción, producción, transporte y disposición final de los minerales. En el caso de la minería del cobre, los montos necesarios son muy variables y dependientes del tipo de veta que se esté explotando (óxido o sulfuro) y las condiciones geográficas del yacimiento en sí. Según estimaciones de Lagos (1997) el consumo de agua varía entre 38,5 a 193,3 m<sup>3</sup> por tonelada de cobre fino producido, dependiendo de la tecnología de la empresa y el volumen de producción. Las compañías mineras son dueñas del 49,4% de todos los derechos de aprovechamiento de aguas otorgados entre 1990 y 2010. Además y dada la escasez o inexistencia de recargas superficiales, las aguas son extraídas crecientemente desde el subsuelo, mediante pozos profundos que muchas veces se localizan aguas arriba en las cuencas de captura de salares y lagunas o bien en las nacientes de los sistemas de drenaje superficial.

Es igual de importante señalar que la mayor parte de las aguas son almacenadas en las tierras altas y se desplazan hacia las tierras bajas como parte de acuíferos subterráneos que emergen en áreas que atraen, por lo tanto, la localización de las extracciones, que dependen principalmente de las surgencias de aguas subterráneas cuyas fuentes actuales y pasadas no corresponden al tiempo ni espacio donde se localizan actualmente.

✓ Mapa minería Chile



Fuente: Revista minería chilena, publicación 13 de marzo de 2017.

Figura 2-11. Mapa minería en Chile.

## 2.8. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN

El presente estudio está enfocado al ámbito de tecnología para la ingeniería en los sistemas de modularización de la Industria Minera, específicamente el estudio se cultiva en servicios de prefabricación: mecánico, eléctrico e instrumentación en las plantas de procesos (Chancado, Molienda, Filtrado, Concentrado, etc.) con las que cuentan las medianas y grandes compañías mineras de la zona norte, centro y sur del país.

Se establecen como potenciales clientes internos las siguientes compañías mineras: Yamana Gold (El Peñón), Glencore (Lomas Bayas y Altonorte), AngloAmerican (Mantos Blancos) Barrick (Zaldívar), Grupo Antofagasta Minerals (Centinela, Michilla, Antucoya), Grupo BHP Billiton (Escondida, Spence), Quadra Mining (Sierra Gorda y Minera Franke), todas ubicadas en la Segunda Región de Antofagasta en base a un sondeo preliminar, se estima que las compañías mineras en este mercado objetivo destinan alrededor de MMUS\$ 358 mejoras operacionales.

### 2.8.1. Identificación de segmentos en el sector minero en Chile

Se identifican tres segmentos en el sector minero chileno: gran minería, mediana minería y pequeña minería. La minería estatal la llevan a cabo a gran escala CODELCO y ENAMI<sup>19</sup>. En la Minería Privada subsisten relacionados los tres segmentos mencionados y se vinculan con ENAMI a través de su estructura de abastecimiento.

El laboratorio experimental en el que se basa este estudio tendrá sus operaciones en Chile, específicamente en el Norte Grande del país, focalizado en la Segunda Región de Antofagasta, con centro de operaciones en Santiago, Región Metropolitana.

Las empresas que compiten dentro del mercado tienen características muy similares en cuanto a su estructura organizativa, costos e incluso objetivos.

---

<sup>19</sup> Empresa Nacional de Minería.

Dado lo anterior, la tendencia por parte de los clientes a sustituir un proveedor de servicios por otro será mayor cuanto más se parezcan en cuanto a lo que ofertan, lo que en definitiva obliga a las empresas a reducir los precios con el fin de incrementar sus ventas o participación de mercado.

- ✓ Existe un importante número de competidores en el sector no sólo de empresas de la región, sino de otras regiones.
- ✓ Se visualiza una desigualdad en las fuerzas del sector, ya que las empresas insertas en éste poseen diferentes tamaños e infraestructuras, además de la influencia y el poder negociador que tienen en la Industria regional.
- ✓ No existe una diferencia marcada en la mayoría de los servicios que desarrollan las empresas proveedoras del sector.
- ✓ El sector minero se presenta en general activo y demandante de servicios de forma constante excepto cuando vienen ciclos de disminución en el precio del cobre.

La mejora está definida como un conjunto de soluciones tecnológicas adaptadas en un laboratorio en terreno, bajo una mirada experimental referente al tratamiento digital de imágenes y aplicación en sistemas de proyección estereoscópica tipo CAVE cinco caras, para que de esta manera se puedan realizar de mejor manera la ingeniería básica y de detallamiento y evitar las contradicciones en las fases de modularización, construcción y montaje de proyectos de infraestructura en el sector minero.

**CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA**

### 3.1. **DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS**

Para el siguiente punto se describirá a continuación un sistema simulador modular para plantas de procesamiento mineral.

En el proceso productivo de una mineral las secuencias de producción se encuentran relacionadas unas con otras, por tanto es un proceso continuo abierto. También dependiendo del tipo de mineral, los contratos de construcción son a través de un proceso de licitación donde una o varias empresas constructoras prestan sus servicios. En relación con esto se puede notar y concluir que la gran mayoría de los proyectos infraestructurales mineros no terminan en plazo y costo ya que la construcción y montaje de planta se realiza de manera paralela, como por ejemplo se puede estar construyendo el área de Chancado Primario y también montando el área de Molienda, Flotación, Espesamiento, Tostación en una planta de cobre y esto además ejecutado por distintas empresas contratistas. Esto se ve aún más difícil cuando el proyecto no maneja un lenguaje o un sistema único de control entre empresas contratistas, en lugar de esto el mandante o cliente dota de personal indirecto las instalaciones del proyecto aumentando así la cantidad de errores, falta de información y descoordinaciones.

Con lo anterior se propone un sistema de trabajo transversal y controlado a través de la modularización de sistemas de planta, previamente ordenado y simulado con la aplicación de tratamiento inteligente de imágenes por medio de ambientes CAVE en la construcción, montaje mecánico y electromecánico en una planta de procesamiento de mineral, es decir, esto involucra a la gran mayoría de las áreas, sistemas, subsistemas y construcciones que puedan establecerse como necesarias para el proceso productivo.

#### 3.1.1. **Editor de diagramas de flujos de procesos de modularización infraestructural minero amigable al usuario**

La simulación comienza con la definición del diagrama de flujo que se dibuja inicialmente en el monitor usando un editor gráfico especializado.

El editor gráfico tiene una amplia gama de iconos que representan todas las operaciones de la unidad de procesamiento de minerales encontradas en la práctica.

El editor también permite la modificación rápida de la estructura del diagrama de flujo y la sustitución de las unidades existentes.

### 3.1.2. Especificaciones de datos

Los datos necesarios para simular las plantas de procesamiento de mineral describen las características del material tratado, las tasas de producción objetivo y los detalles de las operaciones unitarias incluidas en los diagramas de flujos. Las unidades de proceso se describen por sus características físicas y los parámetros de los modelos matemáticos que describen el funcionamiento del equipo físico. Esto se basa en el método del balance de los equipos totales de un módulo y por lo tanto es capaz de contabilizar con precisión las variaciones en el tamaño de las partículas y las características de liberación de minerales junto con otras propiedades críticas tales como densidad, textura mineralógica, composición elemental, susceptibilidad magnética, contenido energético, que se incorporan los flujos de procesamiento de mineral.

### 3.1.3. Diagramas de flujo integrados

Al integrar los diagramas de flujo previamente mencionados se simulan diagramas de flujo integrados que pueden incluir:

- ✓ Trituración (mandíbula, trituradoras giratorias y de cono, rodillos de alta presión).
- ✓ Molienda (AG, SAG y Molinos de bolas).
- ✓ Clasificación (pantallas e hidrociclones).
- ✓ Flotación.
- ✓ Separación por gravedad (plantillas, tablas, conos, compuertas, vasos medianos densos y ciclones, ciclones de agua solamente).
- ✓ Separación magnética (separadores de tambor seco y húmedo y separadores húmedos de alta intensidad).
- ✓ Separación de sólidos líquidos (espesantes, filtros de deshidratación y filtros).

### 3.1.4. Modelos

Se suministra una amplia gama de modelos para las operaciones unitarias. En la mayoría de los casos los modelos alternativos están disponibles para que el usuario pueda investigar las diferencias entre varios modelos de la misma unidad. Cada modelo viene con un conjunto de parámetros predeterminados realistas. Los modelos especificados por el usuario para cualquier unidad se pueden incorporar fácilmente. La selección del modelo es totalmente interactiva para que los modelos se puedan cambiar fácilmente.

### 3.1.5. Salida de datos

Las salidas gráficas, modificables y de texto pueden mostrar los resultados de la simulación de manera rápida y clara. Toda la salida se puede copiar y pegar en la mayoría de los procesadores de texto para una producción de informes conveniente y eficaz, como lo es la data de materiales totales, cortes de secciones, listados de soldadura, listado de armado de módulos e interconexiones, todo lo anterior con listado de aprovechamiento de materiales por disciplina.

### 3.1.6. Características

Se puede diseñar para una operación cómoda e intuitiva para facilitar el aprendizaje:

- ✓ No requiere entrenamiento especial en modelado o simulación de computadora.
- ✓ Se permite la fácil incorporación de nuevos modelos utilizando el kit de desarrollo suministrado.
- ✓ Se debe proporcionar un manual de usuario completo y ayuda en línea.
- ✓ Los manuales deben incluir la descripción completa de los métodos matemáticos de modelado y dan detalles de todos los modelos utilizados.
- ✓ Se podrían modelar estructuras para la mayoría de las operaciones unitarias, incluyendo los más recientes y significativos encontrados en la literatura científica.
- ✓ Cada modelo viene con un conjunto de parámetros predeterminados.
- ✓ Calcula automáticamente los flujos de reciclaje, incluyendo el rectificado.
- ✓ Debe permitir al usuario seleccionar varias unidades del sistema.
- ✓ Se debe proporcionar un número ilimitado de unidades y flujos por diagrama de flujo.

### 3.1.7. Beneficios

Las capacidades potentes y versátiles de la modularización de sistemas infraestructurales para la minería chilena convierten al desarrollo de un laboratorio experimental en ambiente CAVE cinco caras, con bases en el procesamiento digital de imágenes, en un área de simulación por computadora perfecta para operadores mineros, procesadores de mineral, productores de metales básicos e industriales, consultores y empresas de ingeniería en el campo del procesamiento de minerales en Chile.

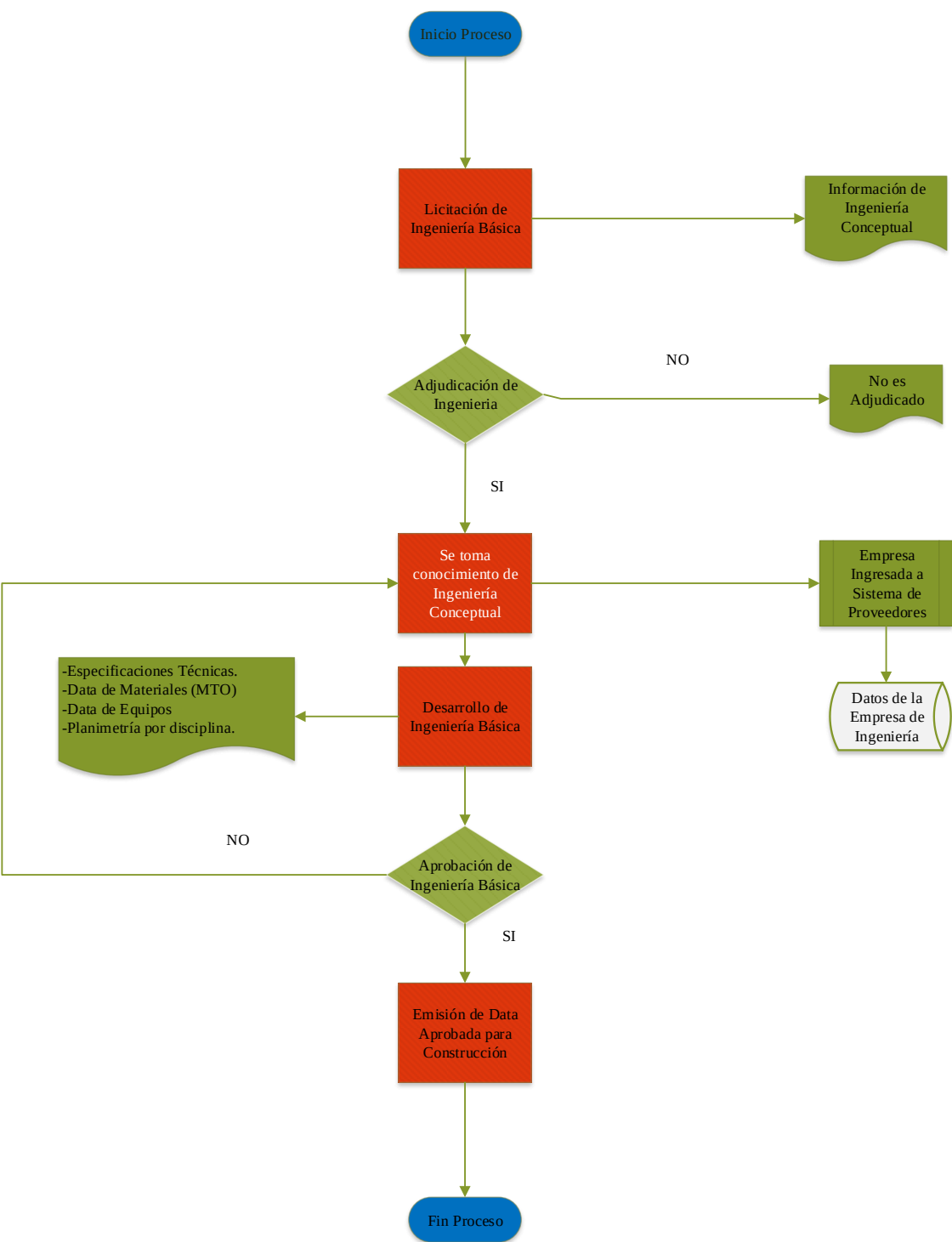
### 3.1.8. Soporte

- ✓ Soporte de telefónico y correo electrónico, así como actualizaciones de software.
- ✓ Otros acuerdos de apoyo pueden ser arreglados (horas de programación).
- ✓ En el sitio de capacitación y talleres están disponibles bajo petición del cliente o mandante.
- ✓ Materiales de capacitación en línea disponibles con CD-ROM de instalación.
- ✓ Se deberá ofrecer consultorías para el diseño de diagramas de flujo, desarrollo de modelos y calibración, estimación de parámetros de modelo y evaluación de liberación de minerales.

### 3.2. **DIAGRAMA DE FLUJO**

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de integración de un laboratorio experimental basado en ambiente CAVE cinco caras con bases en el desarrollo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Industria Minera en lo que respecta en la construcción y montaje de módulos infraestructurales para la minería en Chile, tanto en sistemas o subsistemas de estas plantas procesadoras de mineral. También se realizará la comparación y se establecerán las diferencias claras de un flujo de construcción normal por lo que se deberá interpretar los resultados que serán clasificados como rechazados con un defecto grave en la secuencia constructiva.

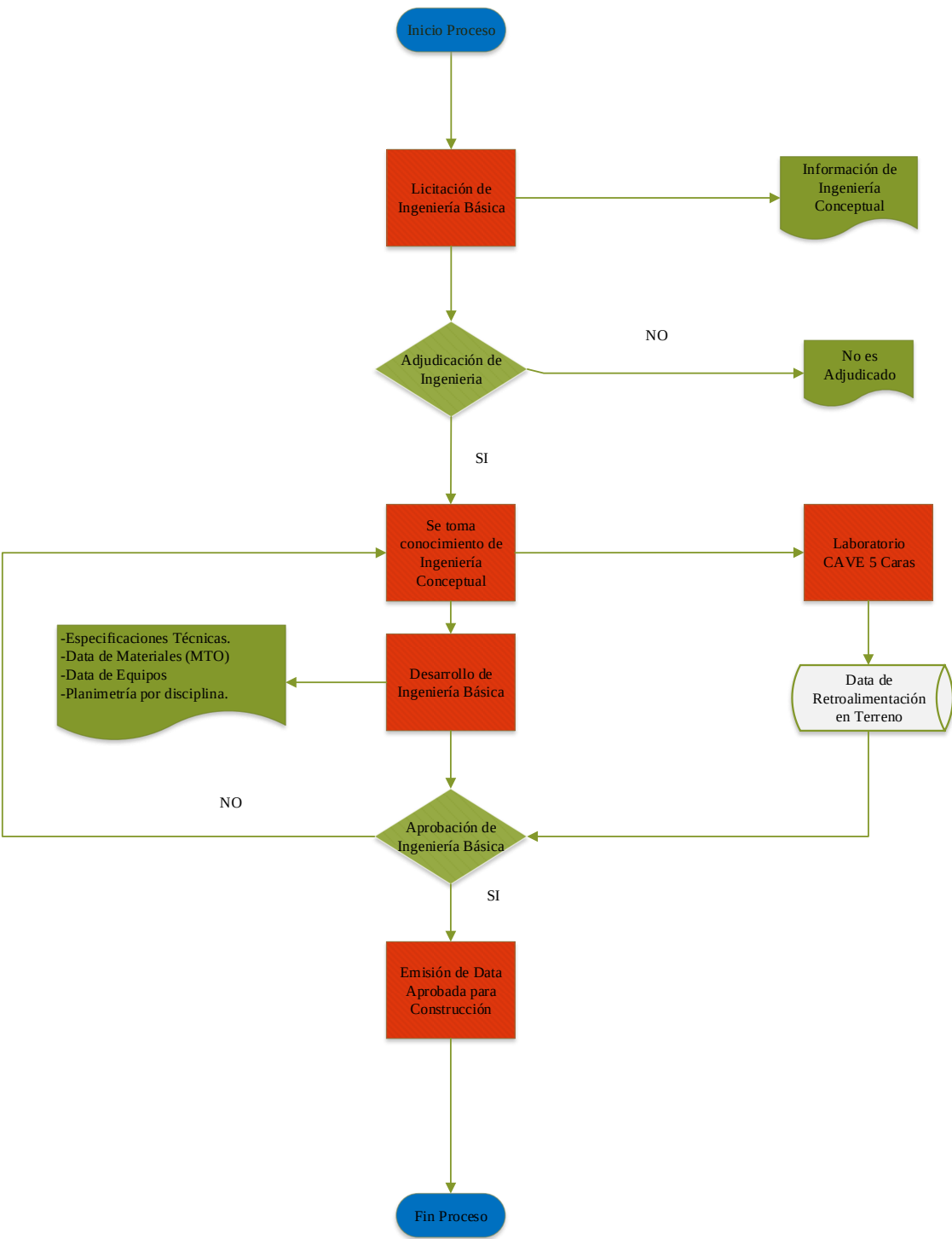
3.2.1. Flujo de proceso diseño a nivel de ingeniería básica, de detallamiento y construcción de módulos de plantas mineras estructurales, sin tecnología CAVE cinco caras



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos empresas COMIN S.A.

Figura 3-1. Flujo de proceso de construcción modular sin tecnología CAVE cinco caras.

3.2.2. Flujo de proceso diseño a nivel de ingeniería básica, de detallamiento y construcción de módulos de plantas mineras estructurales, con tecnología CAVE cinco caras

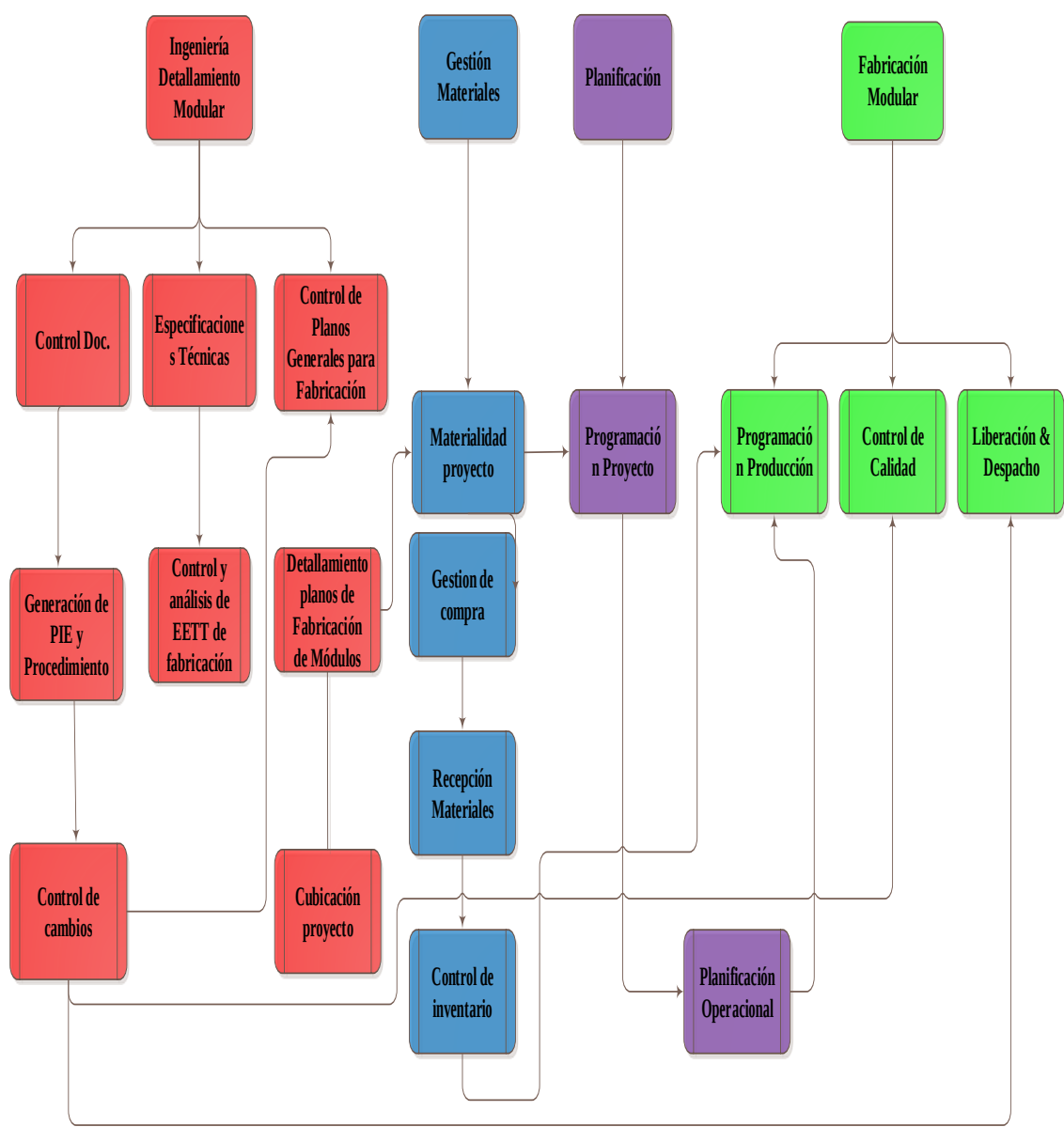


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos empresas COMIN S.A.

Figura 3-12. Flujo de proceso de construcción modular con tecnología CAVE cinco caras.

3.2.3. Diagrama de proceso diseño a nivel de talleres de prefabricación, de detallamiento y construcción de módulos de plantas mineras estructurales

Se agrega un tercer diagrama de flujo que muestra el proceso en un taller de prefabricación modular.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de investigación del proyecto Spool Chile – IMS Fabtrack, Canadá.

Figura 3-3. Flujo de proceso de taller de fabricación modular.

3.3. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

Respecto a este punto, no se considera balance de masas ya que en este estudio de prefactibilidad técnica y económica, el equipo utilizado en este proyecto será realizado por el proveedor de dichas máquinas durante toda la fase de ingeniería hasta la fabricación en taller. Los costos por este concepto ya están incluidos en el valor de compra de los activos.

3.4. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Cabe destacar que en el mercado actual se ve limitado en cuanto a equipos para la realización de un laboratorio experimental en ambiente CAVE cinco caras y para la realización de mejoras en la modularización de sistemas mineros, sin embargo, la selección de estos se realiza según la base de licitación a la que se quiera postular. Este proyecto está destinado a la implementación de tecnología de información existe en el mercado con años de desarrollo en ambientes mineros.

Tabla 3-2. Infraestructura mínima para el desarrollo de este proyecto.

| Equipos / Software                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Cantidad | Laboratorio CAVE cinco Caras | Taller de fabricación modular | Agente de Ingeniería | Tipo     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------|
| Pantalla (frontal, laterales, suelo y techo) BARCO DarkScreen retro proyectadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5        | X                            | N/A                           | N/A                  | Hardware |
| Proyectores 3D de alta resolución / sistemas de vídeo, modelo 3D BARCO Galaxy 12 HB+ con tecnología DLP resolución nativa SXGA+, luminosidad de 12000 ANSI lumens y contraste.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6        | X                            | N/A                           | N/A                  | Hardware |
| Estaciones de trabajo HP xw9400 en clúster, con las siguientes características: 2 procesadores AMD Opteron 2220SE, 2.8MHz, 1MB de cache, 8GB de memoria RAM ECC DDR2 a 667MHz, Disco duro de 300GB SAS, 3Gb/s, 10K rpm, Tarjeta gráfica PCIe nVidia Quadro FX5600 con 1.5GB de memoria, Unidad DVD+/-RW 16x LightScribe, Tarjeta de red Intel Pro/1000 GT, 1Gibabit, Tarjeta de audio SB X-Fi ExtremeAudio y Sistema Operativo Microsoft Windows XP Pro x64-bit. | 12       | X                            | N/A                           | N/A                  | Hardware |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos en base al estudio del proyecto.

✓ Continuación de infraestructura mínima 2.

| Equipos / Software                                                                                                                                                                         | Cantidad | Laboratorio<br>CAVE<br>cinco Caras | Taller de<br>fabricación<br>modular | Agente<br>de<br>Ingeniería | Tipo     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------|
| Sistema de tracking y dispositivos de interacción: gafas estereoscópicas Infitec deLuxe, Flystick para navegación en primera persona, tracking óptico ARTtracking de 6 grados de libertad. | 7        | X                                  | N/A                                 | N/A                        | Hardware |
| Sistema de audio envolvente basado en tecnología 5.1.                                                                                                                                      | 1        | X                                  | N/A                                 | N/A                        | Hardware |
| Plataforma de desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual Oculus Rift.                                                                                                                  | 1        | X                                  | N/A                                 | N/A                        | Hardware |
| Conectividad de red de alta capacidad.                                                                                                                                                     | 1        | X                                  | N/A                                 | N/A                        | Conexión |
| AIM/Directa                                                                                                                                                                                | 2        | X                                  | N/A                                 | N/A                        | Conexión |
| CADWorx                                                                                                                                                                                    | 2        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| CloudWorx for Intergraph Smart 3D                                                                                                                                                          | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| CloudWorx for SmartPlant Isometrics                                                                                                                                                        | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| CloudWorx for SmartPlant Review                                                                                                                                                            | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| I-Data Estimator                                                                                                                                                                           | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos en base al estudio del proyecto.

✓ Continuación de infraestructura mínima 3.

| Equipos / Software                                                   | Cantidad | Laboratorio<br>CAVE<br>cinco Caras | Taller de<br>fabricación<br>modular | Agente<br>de<br>Ingeniería | Tipo     |
|----------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------|
| Intergraph Smart 3D                                                  | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| Intergraph Smart Data Validator                                      | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| Intergraph Smart Yard                                                | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| Isogen                                                               | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| NozzlePRO                                                            | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| PDS                                                                  | 1        | N/A                                | X                                   | X                          | Software |
| SmartPlant 3D Materials Handling Edition (ahora Intergraph Smart 3D) | 1        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |
| SmartPlant Action Management                                         | 1        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |
| SmartPlant Cloud                                                     | 1        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |
| SmartPlant Construction                                              | 2        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |
| SmartPlant Electrical                                                | 2        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |
| SmartPlant Enterprise Control Panel                                  | 1        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |
| SmartPlant Enterprise for Owner Operators                            | 1        | N/A                                | X                                   | N/A                        | Software |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos en base al estudio del proyecto.

✓ Continuación de infraestructura mínima 4.

| Instalaciones                                                                                                                                              | Cantidad | Laboratorio<br>CAVE<br>cinco Caras | Taller de<br>fabricación<br>modular | Agente<br>de<br>Ingeniería | Tipo |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------|
| Oficina Modular Planta Libre<br>Medidas, 6x25 m. (15 m2), Ventanas: 1<br>(1000x1000 mm); Enchufes: 2 dobles;<br>Luminarias: 2; Accesorios:<br>Protecciones | 4        | x                                  | N/A                                 | N/A                        | OOCC |
| Sanitario Modular                                                                                                                                          | 1        | x                                  | N/A                                 | N/A                        | OOCC |
| Generador Lureye 150 Kva Sdmo<br>Francés Modelo J165k12017211                                                                                              | 1        | x                                  | N/A                                 | N/A                        | OOCC |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos en base al estudio del proyecto.

La proyección y el diseño del laboratorio CAVE cinco caras afectarán tanto a la inversión en el edificio, herramental, como la misma productividad y eficiencia. La empresa minera, por su antigüedad, disponga ya de unos talleres principales convenientemente adecuados y servidos, la explotación de mineral requiere, por la maquinaria que se utiliza y el ritmo con que trabaja, un laboratorio propio, moderno, ágil y proyectado favorablemente para dichos equipos.

El criterio base para el proyecto del laboratorio será tratar de evitar en todo lo posible cualquier diagnostico e incluso la reparación de uno o varios equipos mencionados en tabla 3-1. La parte afectada del laboratorio CAVE cinco caras deberá ser sustituida por otra igual que existirá en almacén preparada en el taller.

La complejidad de los equipos modernos exigirá hoy, la más completa especialización del personal del laboratorio para lo que generalmente los distribuidores de esta deberán impartir capacitación bien durante el montaje en yacimiento o bien en sus casas centrales de SERNAGEOMIN.

Tabla 3-3. Sistemas de procesos mineros y sus correspondientes operaciones unitarias a modularizar.

| Operaciones Unitarias    |                   |                     |                                       |                                        |                 |                    |            |
|--------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|--------------------|------------|
| Proceso                  | Grupo             | Clasificación       | Operación                             | Unidad de proceso                      |                 |                    |            |
|                          | Física            | Complementarias     | Perforación                           | Equipos de perforación                 |                 |                    |            |
| Proceso de Extracción    | Física            | Complementarias     | Tronadura                             | N/A                                    |                 |                    |            |
| de minerales             | Física            | Complementarias     | Carguío y transporte                  | Equipos de carguío y transporte        |                 |                    |            |
|                          | Física            | Complementarias     | Servicios mina                        | N/A                                    |                 |                    |            |
|                          | Física            | Complementarias     | Chancado primario                     | Chancador giratorio                    |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Chancador de mandíbula                 |                 |                    |            |
|                          | Física            | Complementarias     | Chancado secundario                   | Chancador de cono                      |                 |                    |            |
|                          | Física            | Complementarias     | Chancado terciario                    | Chancador de cono                      |                 |                    |            |
|                          | Física            | Complementarias     | Harneros                              | Harnero vibratorio movimiento lineal   |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Harnero vibratorio movimiento circular |                 |                    |            |
|                          | Física            | -                   | Manejo de minerales                   | Chute de carga                         |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Alimentador por arrastre               |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Alimentador sin fin                    |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Alimentador por correa                 |                 |                    |            |
| Proceso de Conminución   |                   |                     |                                       | Alimentador rotativo                   |                 |                    |            |
| de Mineral               |                   |                     |                                       | Alimentador vibratorio                 |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Carros de descarga Trippers            |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Correa transportadora                  |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Silos                                  |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Stock Pile                             |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Física                                 | Complementarias | Molienda           | Molino SAG |
|                          |                   |                     |                                       |                                        |                 |                    | Molino AG  |
|                          | Molino de bolas   |                     |                                       |                                        |                 |                    |            |
|                          | Molino de barras  |                     |                                       |                                        |                 |                    |            |
|                          | Molino de Pebbles |                     |                                       |                                        |                 |                    |            |
|                          | Física            | Transporte cantidad | Hidrociclones en clasificación húmedo | Hidrociclón                            |                 |                    |            |
|                          |                   | de movimiento       |                                       |                                        |                 |                    |            |
|                          | Física            |                     | Flotación (Celdas)                    | Celda RCS                              |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Celda DR                               |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Celda convencional                     |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Celda Dorr Oliver                      |                 |                    |            |
|                          |                   | Transporte cantidad |                                       | Celda Wemco 1+1                        |                 |                    |            |
| Proceso de Flotación     |                   | de movimiento       |                                       | Celda Wemco Smart cell                 |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Celda Wemco Inertgas                   |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Celda en columna                       |                 |                    |            |
|                          |                   | Física              |                                       |                                        | Reactivos       | Reactivos líquidos |            |
|                          |                   |                     | Reactivos sólidos                     |                                        |                 |                    |            |
|                          |                   |                     | Reactivos en solución                 |                                        |                 |                    |            |
|                          | Física            |                     | Espesadores                           | Clarificadores                         |                 |                    |            |
| Proceso de sedimentación |                   |                     |                                       | Espesador convencional                 |                 |                    |            |
| y                        |                   | Transporte cantidad |                                       | Hidroseparator                         |                 |                    |            |
| Espesamiento             |                   | de movimiento       |                                       | Espesador de alta capacidad            |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Espesador de alta compresión           |                 |                    |            |
|                          |                   |                     |                                       | Espesador de pasta                     |                 |                    |            |

Fuente: Manual General de Minería y Metalurgia Portal Minero año 2016.

✓ Continuación de sistemas unitarios (continuación).

| Operaciones Unitarias                     |         |                     |                                |                                         |
|-------------------------------------------|---------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Proceso                                   | Grupo   | Clasificación       | Operación                      | Unidad de proceso                       |
| Proceso de manejo de pulpas               | Física  |                     | Manejo de pulpas               | Bomba de pulpa                          |
|                                           |         |                     |                                | Bomba de gravilla                       |
|                                           |         |                     |                                | Bomba de dragado                        |
|                                           |         | Transporte cantidad |                                | Bomba de pozo                           |
|                                           |         | de movimiento       |                                | Bomba de espuma                         |
|                                           |         |                     |                                | Bomba de transferencia de carbón        |
|                                           |         |                     |                                | Bomba sumergible                        |
| Proceso de filtración                     | Física  |                     |                                | Filtro de vacío de tambor               |
|                                           |         |                     |                                | Filtro de vacío de correa               |
|                                           |         |                     |                                | Filtro de prensa                        |
|                                           |         | Transporte cantidad | Método y equipo                | Filtro de presión                       |
|                                           |         | de movimiento       | de filtración                  | Filtro de bandeja                       |
|                                           |         |                     |                                | Filtro de medio granular                |
|                                           |         |                     |                                | Filtro de electrolito                   |
| Proceso de secado                         | Física  |                     |                                | Filtro clarificador                     |
|                                           |         |                     |                                |                                         |
| Proceso de secado                         | Física  | Transferencia de    | Método y equipo de             | Secador rotatorio calor directo         |
|                                           |         | materia y energía   | secado                         | Secador rotatorio tubo de vapor         |
| Proceso lixiviación (Hidrometalurgia)     | Física  |                     | Lixiviación in situ            | Gravitacional                           |
|                                           |         |                     |                                | Forzada                                 |
|                                           |         |                     | Lixiviación en botaderos       | Botaderos                               |
|                                           |         |                     | (Dump Leaching)                | Ripios lixiviados                       |
|                                           |         | Transferencia de    | Lixiviación en pilas           | Aglomeración                            |
|                                           |         | materia             |                                | Pila permanente u/o estática            |
|                                           |         |                     |                                | Pila dinámica                           |
|                                           |         |                     | Lixiviación por percolación    | Bateas de lixiviación                   |
|                                           |         |                     | Lixiviación por agitación      | Agitadores rotativos mecánicos          |
|                                           |         |                     | Lixiviación química            | Procesos en óxidos                      |
|                                           |         |                     |                                | Procesos de sulfuros                    |
| Proceso de Biolixiviación de concentrados | Química | Mezcla perfecta     | Biolixiviación (sulfuros)      | Pila de lixiviación                     |
|                                           |         |                     | Biolixiviación de              | Reactor tanque agitado                  |
|                                           |         |                     | concentrado de CU              |                                         |
| Proceso de purificación                   | Física  | Transferencia de    | Adsorción por carbón activado  | Columnas de carbón con lecho fijo       |
|                                           |         | materia             |                                | Columnas de carbón con lecho fluidizado |
|                                           | Física  | Transferencia de    | Intercambio iónico con resinas | Equipos separadores                     |
|                                           |         | materia             |                                |                                         |

Fuente: Manual General de Minería y Metalurgia Portal Minero 2016.

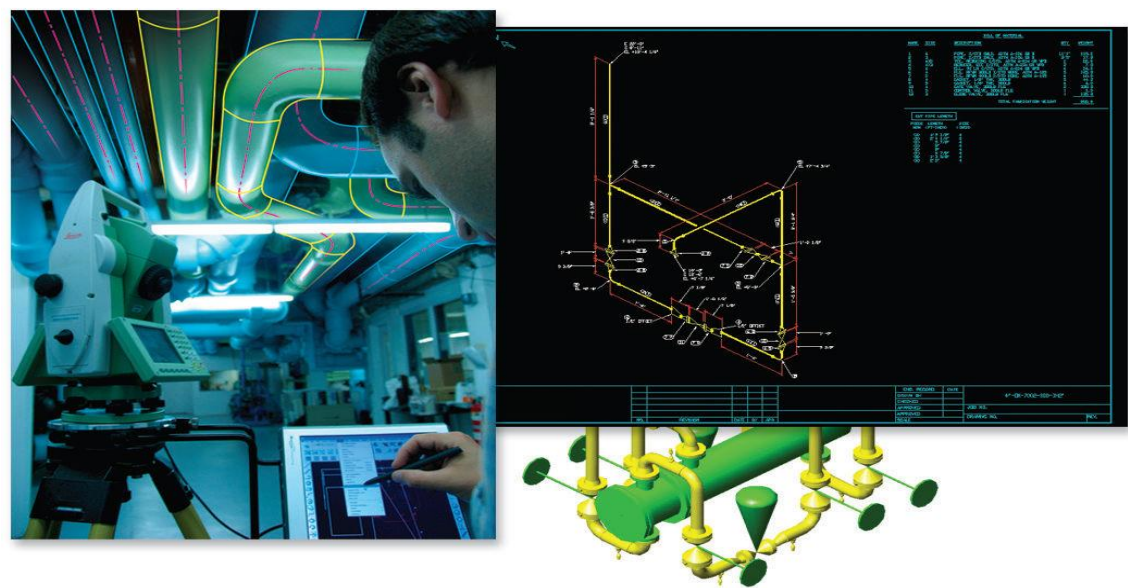
✓ Continuación de sistemas unitarios (continuación).

| Operaciones Unitarias       |        |                     |                                  |                                                |
|-----------------------------|--------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|
| Proceso                     | Grupo  | Clasificación       | Operación                        | Unidad de proceso                              |
|                             |        |                     | Extracción química               | Estanque orgánico                              |
| Proceso de extracción       |        | Transferencia de    |                                  | Estanque postdecantador                        |
| por solventes SX            | Física | materia             |                                  | Estanque decantador                            |
|                             |        |                     |                                  | Estanque recirculación electrolito             |
|                             |        |                     |                                  | Bomba centrífuga horizontal                    |
|                             |        |                     |                                  | Bomba de diafragma operada por aire            |
|                             |        |                     |                                  | Bomba dosificadora                             |
|                             |        | Transporte cantidad |                                  | Bomba multietapas                              |
|                             |        | de movimiento       | Soluciones lixiviadas (PLS/ILS)/ | Bomba portátil                                 |
|                             |        |                     | Refino rico/ Refino pobre /      | Bomba elevadora de presión                     |
| Proceso de manejo de        |        |                     | Orgánico / Electrolito           | Bomba vertical                                 |
| soluciones                  |        |                     |                                  | Bomba vertical multietapa (tipo turbina)       |
|                             |        |                     |                                  | Bomba portátil flotante                        |
|                             | Física |                     |                                  | Bomba flotante                                 |
|                             |        |                     |                                  | Intercambiadores de calor (doble tubo)         |
|                             |        |                     |                                  | Intercambiadores de calor (carcasa y tubos)    |
|                             |        | Transferencia de    |                                  | Intercambiadores de calor (placas)             |
|                             |        | Energía             |                                  | Evaporadores                                   |
|                             |        |                     |                                  | Calentadores                                   |
|                             |        |                     |                                  | Acumuladores de calor                          |
|                             |        |                     |                                  | Celda convencional (Electrólisis medio acuoso) |
| Proceso de Electroobtención |        | Transferencia de    |                                  | Celda procesamiento de sales fundidas          |
| EW                          | Física | materia y energía   | Electrólisis                     | Celda lecho particulado fluidizado             |
|                             |        |                     |                                  | Celda de producción directa láminas de metal   |
|                             |        |                     |                                  | Celda cilíndrica para obtención de oro         |

Fuente: Manual General de Minería y Metalurgia Portal Minero 2016.

3.4.1. Equipos

Según lo determinado en la selección de software y hardware a utilizar en laboratorio en ambiente CAVE cinco caras, indicado en tabla 3-1, se realizará la descripción de cada uno de los componentes:



Fuente: Universidad Politécnica de Madrid año 2017.

Figura 3-1. Proyección laboratorio CAVE cinco Caras.

PANTALLAS

BARCO DarkScreen retro-proyectadas, especialmente indicadas para proyecciones multicanal, cada una con dimensiones de 3,20 x 2,40 m (formato 4:3).

PROYECTOR 3D DE ALTA RESOLUCIÓN / SISTEMAS DE VÍDEO, MODELO 3D BARCO GALAXY 12

Con la serie HDX, Barco acerca su experiencia en la proyección 3D a los eventos. El HDX-W12 combina tecnología 3D activa con opciones de control inalámbrico en una unidad. La experiencia en los sistemas de eventos acumulada por Barco con la serie FLM se refleja en el diseño de este proyector, una solución que también comparte la tecnología de escalado Athena y procesamiento de imagen usada en el hardware de procesamiento de imagen de referencia de Barco.

### **GENERADOR LUREYE 150 KVA SDMO FRANCÉS MODELO J165K12017211**

Potencia continua máxima (prime) 200 Kva, 288 amperes por fase a Factor Potencia 0,80, Largo 3,6m – Ancho 1,2m – Peso vacío 2450 Kg. 13 horas de autonomía trabajando 50% de carga. Estanque 340 l y 22 l/h de consumo 50% carga. Con motor diésel marca Volvo.

### **ESTACIÓN DE TRABAJO HP XW9400 EN CLÚSTER**

Estación de trabajo HP xw9400 en clúster, 2 procesadores AMD Opteron 2220SE, 2.8MHz, 1MB de cache, 8GB de memoria RAM ECC DDR2 a 667MHz, Disco duro de 300GB SAS, 3Gb/s, 10K rpm, Tarjeta gráfica PCIE nVidia Quadro FX5600 con 1.5GB de memoria, Unidad DVD+/-RW 16x LightScribe, Tarjeta de red Intel Pro/1000 GT, 1Gibabit, Tarjeta de audio SB X-Fi ExtremeAudio y Sistema Operativo Microsoft Windows XP Pro x64-bit.

### **SISTEMA DE TRACKING Y DISPOSITIVOS DE INTERACCIÓN**

Gafas estereoscópicas Infitec deLuxe, Flystick para navegación en primera persona, tracking óptico ARTtracking de 6 grados de libertad.

El HMD (Head Mounted Display), es un dispositivo de visualización instalado en un casco, que posee dos pequeñas pantallas colocadas cada una delante de un ojo. Además está dotado de un sistema de posicionamiento magnético con seis grados de libertad.

### **SISTEMA DE AUDIO ENVOLVENTE BASADO EN TECNOLOGÍA 5.1**

Básicamente, los receptores A/V realizan tres funciones: recepción, procesamiento y amplificación de las señales de audio desde fuentes externas con unos resultados normalmente de alta calidad y, además, la mayoría permite el control del sonido a través de la ecualización.

### **PLATAFORMA DE DESARROLLO DE APLICACIONES DE REALIDAD VIRTUAL OCULUS RIFT**

Para desarrollar la plataforma de comunicación de diseño y datos se utilizará Oculus; éste se ha convertido en la plataforma de referencia para las aplicaciones de Realidad Virtual y en una empresa pionera en el desarrollo de sistemas que hagan uso de esta tecnología.

## **CONECTIVIDAD DE RED DE ALTA CAPACIDAD**

Unisphere desarrolla soluciones de integración con sus recursos profesionales de alta calificación, con productos seleccionados de clase mundial y empresas aliadas, líderes en la región. Los servicios profesionales, de ingeniería y desarrollos a medida, para resolver la integración de productos y servicios en etapa de inicio y pre-comercial, y los servicios propios de la infraestructura de red.

## **AIM/DIRECTA INTERGRAPH**

Enfocado en nuestra área de experiencia de dominio, Directa abarca problemas que no son vistos por productos convencionales de administración de documentos, resolviendo asuntos específicos tales como transmisores (distribución controlada de documentos), estructuras de plantas (relacionando tags, activos, documentos), e integración de herramientas de diseño.

## **CADWORX INTERGRAPH**

CADWorx Plant Desing Suite de Intergraph es una serie de soluciones integradas, completas y basadas en AutoCAD para diseño de plantas que proporciona herramientas de delineación de fácil uso para dibujos inteligentes, conectividad con base de datos y niveles avanzados de automatización.

## **CLOUDWORX INTERGRAPH SMART 3D**

CloudWorx para Intergraph Smart 3D es un complemento para manipular de manera eficiente los datos de la nube de puntos, tal como fueron creados, capturados por escáneres láser, directamente dentro de Smart 3D para un mejor diseño, construcción y operaciones de retro adaptación.

## **CLOUDWORX SMARTPLANT ISOMETRICS**

Permite a los diseñadores experimentados de tuberías ser muy productivos en la creación de datos de tuberías de construcción. Debido a que la configuración de las tuberías se define mediante un boceto y las mediciones están limitadas a los ejes principales, se produce fácilmente un dibujo práctico y listo para la fabricación.

## **CLOUDWORX SMARTPLANT REVIEW**

El escaneo láser ofrece la manera más precisa, completa y rentable de recopilar y trabajar con la información tal como está construida para las instalaciones existentes.

## **I-DATA ESTIMATOR INTERGRAPH**

Hay muchos beneficios asociados con I-Data Estimator. I-Data Estimator produce desgloses de material y actividad de ISOGEN e integra los datos de ISOGEN con los datos de costos de la empresa. También se integra perfectamente con ISOGEN e I-CONFIGURE, y es compatible con ISOGEN, SmartPlant Isometrics y SmartPlant Spoolgen.

## **INTERGRAPH SMART 3D**

SmartPlant 3D es un software para diseño de plantas en la fase de ingeniería en todas sus etapas. Rompe las limitantes impuestas por software de modelaje de plantas y tecnología de diseño tradicional.

## **INTERGRAPH SMART DATA VALIDATOR**

Monitorea y mantiene la calidad de los datos. Con este software se pueden gestionar los datos que transfieren de una fuente a otra, como durante el traspaso de proyectos.

## **INTERGRAPH SMART YARD**

Smart Yard se reúne la información de las distintas disciplinas de un proyecto; ingeniería, suministros, planificación de proyectos, fabricación y montaje para las terminaciones de proyecto estructural.

## **ISOGEN**

ISOGEN también es compatible con todos los principales proveedores de soluciones de diseño de tuberías, que o bien bundle Isogen con su producto, o la voluntad de salida uno de los dos archivos de datos Isogen.

**NOZZLEPRO**

Generador de resultados gráficos y tabulares que representan claramente un sistema. Los gráficos pueden ser visto con DirectX y visualizar vívidamente los resultados de presión, momentos, temperatura y cargas.

**PDS**

Es una aplicación inteligente y comprensiva de diseño e ingeniería asistida por computadora (CAD/CAE) para el diseño, construcción, y operaciones de plantas.

**SMARTPLANT 3D MATERIALS HANDLING EDITION**

SmartPlant 3D Materials Handling Edition está específicamente desarrollado para generar reporte de materiales para la fabricación en taller.

**SMARTPLANT EXPLORER**

Proporciona acceso fácil a los datos del paquete de soluciones SmartPlant. Reduce el tiempo de búsqueda de datos, más específicamente, tratando de encontrar los datos más recientes.

**SMARTPLANT ACTION MANAGEMENT**

Esta solución ayuda a garantizar la entrega a tiempo y de alta calidad. También puede verificar antes de liberar el P&ID o realizar otro chequeo.

**SMARTPLANT CLOUD**

Una URL https segura proporciona acceso al servicio con una huella informática local mínima para el usuario final. SmartPlant Cloud proporciona un entorno informático único, unificado y seguro que puede contener múltiples proyectos.

**SMARTPLANT CONSTRUCTION**

Las interfaces intuitivas configurables permiten a los planificadores de paquetes de trabajo crear paquetes efectivos utilizando procesos reales de la Industria ya probados.

**SMARTPLANT ELECTRICAL**

Ingeniería y diseño de red de distribución de energía, que incluye una interfaz bidireccional con ETAP para análisis eléctrico y simulación completos.

**SMARTPLANT ENTERPRISE CONTROL PANEL**

Conduce a la administración simplificada del flujo de datos industriales para los proyectos de integración estructurales. La herramienta también aprovecha generación de informes para revisar los flujos de datos en los proyectos estructurales.

**SMARTPLANT ENTERPRISE FOR OWNER OPERATORS**

Realiza seguimiento al operador propietario a lo largo del ciclo de vida de un activo de la planta y el rol que la SPO de Intergraph puede desempeñar para cumplir con estos desafíos. Este software analiza algunos de los procesos clave de trabajo relacionados con la ejecución de proyectos Green Field / Brown Field, terminaciones, traspaso a operaciones y operaciones y mantenimiento de la planta.

Tabla 3-2. Resumen softwares necesarios para la elaboración de proyecto Laboratorio CAVE cinco caras.

| N°                    | Equipos / Software                        | Cantidad |
|-----------------------|-------------------------------------------|----------|
| 1                     | CADWorx                                   | 2        |
| 2                     | CloudWorx for Intergraph Smart 3D         | 1        |
| 3                     | CloudWorx for SmartPlant Isometrics       | 1        |
| 4                     | CloudWorx for SmartPlant Review           | 1        |
| 5                     | I-Data Estimator                          | 1        |
| 6                     | Intergraph Smart 3D                       | 1        |
| 7                     | Intergraph Smart Data Validator           | 1        |
| 8                     | Intergraph Smart Yard                     | 1        |
| 9                     | Isogen                                    | 1        |
| 10                    | NozzlePRO                                 | 1        |
| 11                    | PDS                                       | 1        |
| 12                    | SmartPlant 3D Materials Handling Edition  | 1        |
| 13                    | SmartPlant Action Management              | 1        |
| 14                    | SmartPlant Cloud                          | 1        |
| 15                    | SmartPlant Construction                   | 2        |
| 16                    | SmartPlant Electrical                     | 2        |
| 17                    | SmartPlant Enterprise Control Panel       | 1        |
| 18                    | SmartPlant Enterprise for Owner Operators | 1        |
| Cantidad de Licencias |                                           | 21       |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del proyecto.

### 3.5. **PROYECTOS COMPLEMENTARIOS**

Las nuevas tecnologías han contribuido en rediseñar los procesos mineros, tomando ventaja de la disponibilidad de información en tiempo real y de las facilidades para integrar procesos en una arquitectura homogénea. En este sentido, la Industria del cobre incorporó en 2014 las tecnologías Machine to Machine, Big Data y Cloud Computing, que han propiciado avances importantes en la conceptualización de centros de gestión y operación; monitoreo y soporte a distancia en mineras privadas y del Estado, así, el rediseño de procesos orientados al mantenimiento, profundización de la automatización en plantas concentradoras y la integración con sistemas informáticos de la empresa, lo que facilita la evolución hacia modelos de gestión predictivos en el ámbito de la gestión. De esta forma los proyectos complementarios pueden comenzar como soluciones de este proyecto, como también resumidas en actividades de apoyo.

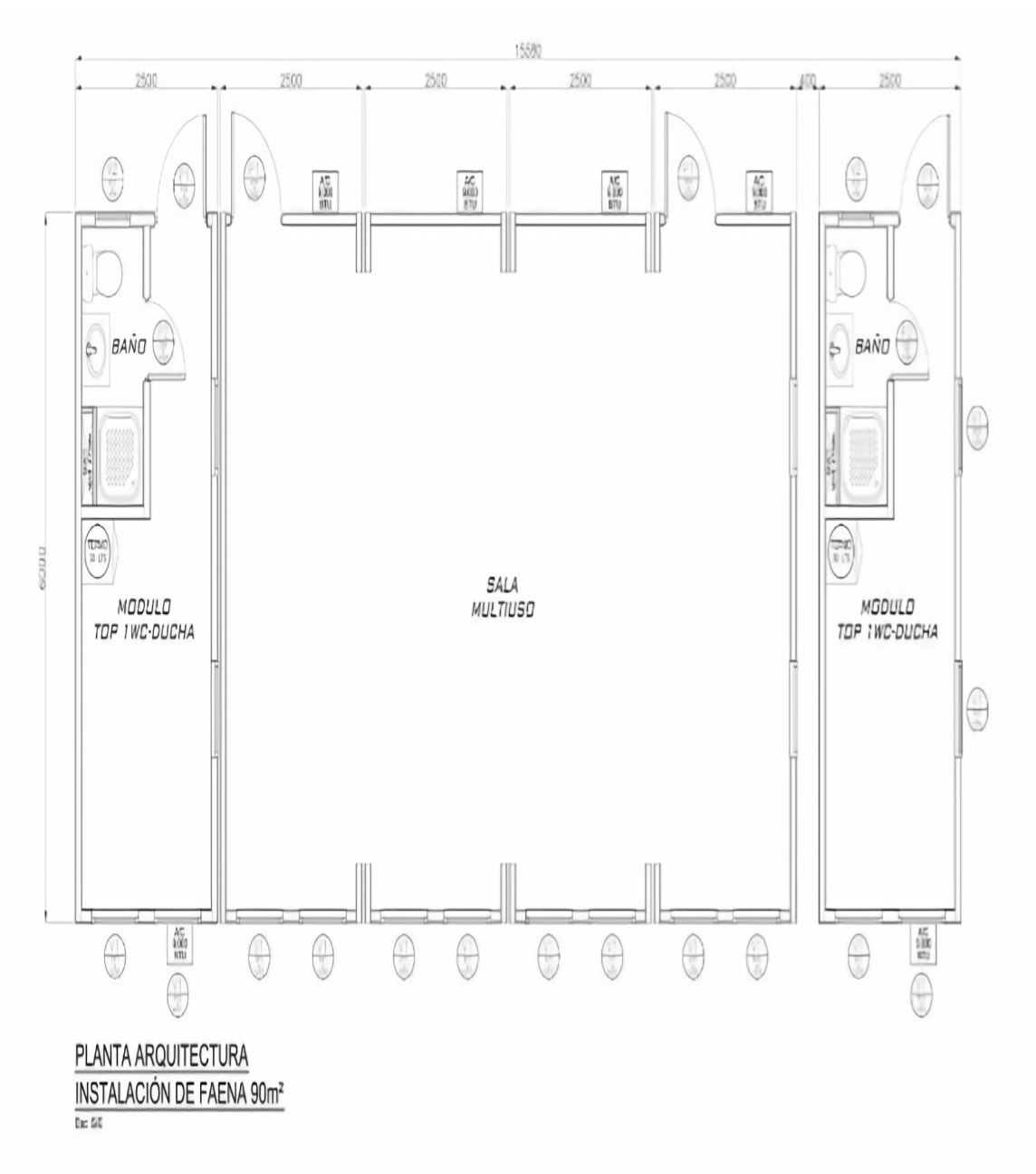
Si bien pueden existir proyectos complementarios es de trato absolutamente de construcción estructural de manera modular, es decir, los talleres de fabricación de los módulos de los distintos sistemas y subsistemas mineros.

Los proveedores de la ingeniería de planta deberán integrar estas tecnologías de manera mancomunada con las investigaciones y desarrollo de un laboratorio en ambiente CAVE cinco caras.

La minería continua representa un quiebre tecnológico que permitirá aumentar su productividad en un 50%, disminuir los costos operacionales en 20% y reducir la exposición a riesgos de las personas. Esencialmente, esta nueva tecnología consistirá en un proceso automatizado y operado a distancia, que permite construir de forma continua y simultánea desde distintos puntos de extracción de mineral. Después de diseñar y probar nuevos equipos de diseño de plantas con tecnología de tratamiento digital de imágenes en ambiente CAVE, se podrá planificar la validación industrial de esta tecnología a través de una prueba en cualquier sitio de extracción. Durante los próximos años, de aplicarse esta tecnología, los proyectos podrán poner a prueba las obras mineras necesarias para la prueba industrial. En función de lo anterior, la construcción de obras civiles deberá alcanzar sobre un 90% de avance; el montaje mecánico, un 50%, y más del 37%, el montaje eléctrico e instrumentación estimado.

3.6. **LAY-OUT**

El Lay-Out de un laboratorio experimental en ambiente CAVE para proyectos de estructurales mineros, tendrá características para el desplazamiento en los distintos lugares de yacimientos mineros, es decir es transportable y tiene por objetivo mostrar en un diagrama general las distintas áreas proyectadas al interior del recinto. Dichas áreas están en concordancia por los estándares dispuestos por SERNAGEOMIN.



Fuente: Elaboración propia a partir de Software Autocad 2016.

Figura 3-13. Lay - Out Laboratorio CAVE cinco caras para proyectos estructurales mineros.

3.7. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

Tabla 3-3. Detalle de elementos a utilizar para desarrollar los servicios contemplados en este proyecto.

| N°              | DESCRIPCIÓN                                     | UD    | Q   | PRECIO   | PRECIO    | PRECIO   | PRECIO     |
|-----------------|-------------------------------------------------|-------|-----|----------|-----------|----------|------------|
|                 |                                                 |       |     | UNITARIO | TOTAL     | UNITARIO | TOTAL US\$ |
|                 |                                                 |       |     | (CLP)    | (CLP)     | (USD\$)  | (MES)      |
| OPERATIVOS      |                                                 |       |     |          |           |          |            |
| 1               | Pilas AAA para mouse para estaciones de trabajo | Ud    | 30  | 848      | 25.440    | 1,34     | 40         |
| 2               | Okidata Cinta 52102001 Oki 320/321              | Ud    | 10  | 5.390    | 53.900    | 8,50     | 85         |
| 3               | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951            | Ud    | 10  | 5.390    | 53.900    | 8,50     | 85         |
| 4               | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951            | Ud    | 10  | 5.390    | 53.900    | 8,50     | 85         |
| 5               | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951            | Ud    | 10  | 5.390    | 53.900    | 8,50     | 85         |
| 6               | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951            | Ud    | 10  | 5.390    | 53.900    | 8,50     | 85         |
| 7               | Botín de seguridad EDELBROCK ED 202             | Ud    | 8   | 60.496   | 483.966   | 95,42    | 763        |
| 8               | Guantes Antideslizante Mechanix                 | Ud    | 8   | 21.765   | 174.118   | 34,33    | 275        |
| 9               | Anteojo Atox Tribal Gris                        | Ud    | 10  | 4.361    | 43.613    | 6,88     | 69         |
| 10              | Chaleco Geologo Naranjo                         | Ud    | 15  | 5.118    | 76.765    | 8,07     | 121        |
| 11              | Fono Auditivo X4P3E                             | Ud    | 15  | 17.639   | 264.580   | 27,82    | 417        |
| 12              | Overol Dakota Reforzado                         | Ud    | 10  | 26.462   | 264.622   | 41,74    | 417        |
| 13              | Casco steelpro ABS MTA                          | Ud    | 12  | 10.916   | 130.992   | 17,22    | 207        |
| 14              | Arnés EXOFIT NEX TRES ARGOLLAS                  | Ud    | 7   | 95.000   | 665.000   | 149,84   | 1.049      |
| ADMINISTRATIVOS |                                                 |       |     |          |           |          |            |
| 1               | Papel Carta EQUALIT 500 con logo CAVE           | Resma | 10  | 4.147    | 41.470    | 6,54     | 65         |
| 2               | Papel Oficio EQUALIT 500 con logo CAVE          | Resma | 20  | 4.927    | 98.540    | 7,77     | 155        |
| 3               | Archivadores lomo ancho                         | Resma | 10  | 2.061    | 20.610    | 3,25     | 33         |
| 4               | Lápices Pasta                                   | Ud    | 30  | 200      | 6.000     | 0,32     | 9          |
| 5               | Cuaderno Plano Workline Oficio 180hjs           | Ud    | 10  | 3.591    | 35.910    | 5,66     | 57         |
| 6               | Sobre Americano 100 x 230 mm con logo CAVE      | Ud    | 200 | 250      | 50.000    | 0,39     | 79         |
| 7               | Sobre Medio Oficio 200 x 280 mm con logo CAVE   | Ud    | 200 | 500      | 100.000   | 0,79     | 158        |
| 8               | Sobre Saco Oficio 250 x 360 mm con logo CAVE    | Ud    | 200 | 850      | 170.000   | 1,34     | 268        |
|                 |                                                 |       |     | CLP      | 2.921.125 | USD\$    | 4.607      |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Prisa S.A. y Garmendia S.A.

### 3.8. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO

El rendimiento en tiempo de asesoría a los proyectos está dado por su capacidad de abordar la totalidad de los 42 proyectos en cartera en su fase inicial e inversional.

Por lo tanto el rendimiento de un laboratorio experimental con tecnología CAVE para proyectos de estructurales mineros estará dado, como proyecto de mejora, por el ahorro total producido al implementar esta tecnología, lo que se imputará directamente al costo total del proyecto en el Flujo de Caja Descontado.

Durante los últimos años el proyecto de quiebre en uso de SAP<sup>20</sup>, que consideró la implementación en este periodo de 28 nuevas funcionalidades en el ámbito de abastecimiento, contraloría, recursos humanos, mantenimiento y sustentabilidad en la minería chilena. Se desarrollaron herramientas de control de gestión, integración con proveedores, servicios prestados desde la nube (Cloud), automatización de controles internos, entre otros. Se continuó trabajando en la implementación de nuevos módulos de mantenimiento y recursos humanos SAP para la subsidiaria MOLYB<sup>21</sup>. También se inició el proceso para implementar el ERP SAP a la subsidiaria ECOMETALES<sup>22</sup>.

**Con lo anteriormente comentado se concluye que; determinar un rendimiento en q (x) no es lo esencial de este proyecto, dado que se espera que implementar esta tecnología a lo largo de todos los proyectos estructurales mineros en cartera proyectados, establecer sus beneficios económicos en términos de optimización de recursos y detección temprana de errores.**

---

<sup>20</sup> Systeme Anwendungen und Produkte. (Sistemas, Aplicaciones y Productos).

<sup>21</sup> Sociedad de Procesamiento de Molibdeno Ltda.

<sup>22</sup> Filial de la estatal chilena CODELCO Technologies, desarrolla soluciones ambientales para los residuos mineros, junto con recuperar los metales contenidos en los residuos.

3.9. CONSUMO DE ENERGÍA

Para el cálculo de los consumos de energía eléctrica, se han identificado todos los artefactos eléctricos que se encuentran en el proyecto, con la información respecto a la potencia, el costo asociado y las horas de utilización al mes.

Tabla 3-4. Consumo de energía de equipos seleccionados para el proyecto.

|                          | CONSUMO DE ENERGÍA DE EQUIPOS                                             |         |          |                                   |               |              |             |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|----------|-----------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| N°                       | Detalle de Maquinarias y Equipos                                          | Consumo | Cantidad | Horas                             | Consumo Total | PMM Base SIC | Valor Total |
|                          |                                                                           | KW/h    | Equipos  | Diarias                           | Diario        | (\$/KW/h)    | Mensual     |
|                          | Consumos Operacionales                                                    |         |          |                                   | KW/h          | (USD\$)      | (USD\$)     |
| 1                        | Estaciones de trabajo HP xw9400 en clúster.                               | 0,16    | 12       | 8                                 | 15,36         | 0,176457     | 67,76       |
| 2                        | Sistema de tracking y dispositivos de interacción: gafas estereoscópicas. | 0,04    | 7        | 6                                 | 1,68          | 0,176457     | 7,41        |
| 3                        | Sistema de audio envolvente basado en tecnología 5.1.                     | 0,10    | 1        | 24                                | 2,40          | 0,176457     | 10,59       |
| 4                        | Plataforma de Realidad Virtual Oculus Rift.                               | 0,12    | 1        | 24                                | 2,88          | 0,176457     | 12,70       |
| 5                        | Luminarias Industriales                                                   | 0,22    | 6        | 7                                 | 9,24          | 0,176457     | 40,76       |
| 6                        | Notebook                                                                  | 0,16    | 5        | 8                                 | 6,40          | 0,176457     | 28,23       |
|                          |                                                                           |         |          | Subtotal Consumos Operacionales   |               |              | 167,46      |
| Consumos Administrativos |                                                                           |         |          |                                   |               |              |             |
| 1                        | Impresora Multifuncional                                                  | 1,03    | 4        | 3                                 | 12,36         | 0,176457     | 54,53       |
| 2                        | Aire Acondicionado                                                        | 1,15    | 3        | 5                                 | 17,25         | 0,176457     | 76,10       |
| 3                        | Televisor LED 40" Full HD                                                 | 0,12    | 2        | 7                                 | 1,68          | 0,176457     | 7,41        |
| 4                        | Ampolletas para luminarias Efi 20W                                        | 0,01    | 10       | 8                                 | 0,40          | 0,176457     | 1,76        |
| 5                        | Tubos Fluorescentes                                                       | 0,04    | 16       | 8                                 | 4,61          | 0,176457     | 20,33       |
| 6                        | Refrigerador                                                              | 0,33    | 1        | 24                                | 7,92          | 0,176457     | 34,94       |
| 7                        | Horno Microondas                                                          | 0,80    | 2        | 3                                 | 4,80          | 0,176457     | 21,17       |
| 8                        | Hervidor Eléctrico                                                        | 1,80    | 2        | 1                                 | 3,60          | 0,176457     | 15,88       |
|                          |                                                                           |         |          | Subtotal Consumos Administrativos |               |              | 232,12      |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Comisión Nacional de Energía año 2017.

### **3.10. PROGRAMAS DE TRABAJO, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL**

El inicio de la jornada comenzará a las 07:00 hrs. y terminará a las 18:00 hrs., de lunes a viernes, turno cinco por dos (5x2). El sábado y domingo, se trabajará con un encargado de turno que asistirá a las consultas manejando la plataforma central del laboratorio CAVE en horario de 8:30 hrs a 18:30 hrs. El personal del fin de semana será seleccionado de manera rotativa de manera que todos realicen este turno una vez cada dos meses.

### **3.11. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS**

En este proyecto SERNAGEMONIN gestionará la extensa cartera de proyectos de inversión a través de una Dirección Controladora de Proyectos (DCP), como división especial de esta. La organización deberá ser experta en la materia al conceptualizar el diseño bajo un ambiente controlado a través de un Laboratorio con Tecnología de Tratamiento Digital de Imágenes en entornos CAVE, podrá en observación todos aquellos proyectos con base geo-minero-metalúrgica que superan los US\$ 10 millones de dólares en las etapas pre inversionales (estudios de prefactibilidad y factibilidad) el Laboratorio con Tecnología de Tratamiento Digital de Imágenes en entornos CAVE procurará maximizar la rentabilidad de la inversión, agregando valor en cada una de las fases de ingeniería básica y de detallamiento, con el objetivo de ofrecer el mejor indicador costo-beneficio. Luego, en la etapa de ejecución inversional, busca capturar la promesa ofrecida privilegiando los aspectos plazo, costo, calidad y sustentabilidad, con un estándar de gestión de proyectos de alto nivel que se orienta a maximizar el valor económico de las Fases de Construcción Estructural de los proyectos mineros en Chile.

3.11.1. Análisis y descripción del cargos

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 1. NOMBRE DEL CARGO: | DIRECTOR DE PROYECTOS CAVE |
|----------------------|----------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Director; de subordinación directa de la Dirección Controladora de Proyectos y Planes de Cierre Estructurales de SERNAGEOMIN.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** La consecución del objetivo básico del Director de Proyectos, crear un producto final, o como se ha dicho en la definición de proyecto industrial una realidad industrial en funcionamiento, definición equivalente, aunque más dinámica, exige asignarles unas funciones y actividades adecuadas a tal fin. El Director de Proyecto, en cuanto director, tendrá las funciones propias de toda dirección y en cuanto a que la organización que dirige, en el proyecto, ejercerá sus funciones a través de las actividades necesarias para ejecutar con éxito el proyecto asignado.

- ✓ Dirigir, planificar y controlar el proyecto, dentro del presupuesto y los plazos de entrega fijados previamente por la Dirección Controladora de Proyectos y Planes de Cierre Estructurales de SERNAGEOMIN.
- ✓ Definir las características básicas del proyecto y controlar la asignación de tareas a las personas responsables, ya sea bajo su control directo o el de las unidades u organizaciones que intervengan.
- ✓ Exigir la calidad de los trabajos asignados, dentro de los presupuestos y plazos aceptados por los responsables directos de su ejecución.
- ✓ Dirigir, en los trabajos correspondientes al proyecto y con independencia de su situación en el organigrama, a las personas responsables de cada tarea adscrita al mismo.
- ✓ Tomar las decisiones técnicas y económicas necesarias para el buen desarrollo de los trabajos respecto a la unidad controladora DCP, el Mandante y las Agencias y Casas de Ingeniería.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Liderazgo (Motivación), capacidad técnica, capacidad para planificar, capacidad para controlar, capacidad de juicio, capacidad de adaptación, identificación de problemas.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Civil en Obras Civiles, Ingeniero Civil Mecánico, Ingeniero Civil Industrial o profesional afín.

**4.3. Responsabilidades incluidas:**

- ✓ División del trabajo y clara asignación a las distintas unidades de la organización y a las organizaciones exteriores (atención a los compromisos contractuales).
- ✓ Fijación clara de objetivos a cada grupo de trabajo, que deben conocer lo más exactamente posible que se espera de ellos.
- ✓ Programación general de trabajos y recursos, como base de una programación detallada (equilibrio tiempo-costos-recursos) y apoyo del sistema de control.
- ✓ Establecimiento del sistema de información y comunicación que permita controlar plazos, costos y calidades. - Decisión y aplicación de acciones correctoras, en tiempo útil, y dentro de la autoridad concedida.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural, asistencia a reuniones de proyectos y seguimiento en área de construcción e ingeniería del mandante y casa de ingeniería determinadas para el Laboratorio Experimental en Entorno CAVE.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Gerente Técnico de Proyectos.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| <b>1. NOMBRE DEL CARGO:</b> | <b>GERENTE DE PLATAFORMA CAVE</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Gerente de Plataforma CAVE, de subordinación directa del Director de Proyectos CAVE, de supervisión directa de Jefe de Plataforma CAVE, Encargado de Laboratorio y de Soporte de Plataforma.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Controlar la plataforma tecnológica CAVE, en lo relacionado a Hardware, Software y Comunicaciones.
- ✓ Asegurar la disponibilidad y uso de la información, a través de respaldos oportunos y sistemáticos.
- ✓ Intervenir en las decisiones sobre la calidad y medios de Tecnología de Información que emplea la institución, participando en la selección e instalación de equipos.
- ✓ Planificar y controlar el mantenimiento preventivo de los equipos.
- ✓ Coordinar y mantener la disponibilidad de la Red de comunicación de la plataforma.
- ✓ Establecer, en conjunto con la Unidad de gestión de proyectos TIC, estándares de operación de los recursos disponibles y velar por su cumplimiento
- ✓ Asegurar la integridad y confiabilidad de los datos.
- ✓ Apoyar a los usuarios en el uso del equipamiento computacional y la explotación de las aplicaciones.
- ✓ Colaborar en la capacitación y entrenamiento de personal.
- ✓ Apoyar y establecer e identificar las necesidades de compras (Hardware/Software) en el corto, mediano y largo plazo.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Coordinación y colaboración Orientación a la rigurosidad

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero civil en informática o en comunicación, cursos de Microsoft, Active Directory y Exchange, Cursos de CISCO CCNA, PMI, conocimiento y manejo de software de la gama Intergraph.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Jefe de Plataforma CAVE.

## 1. NOMBRE DEL CARGO: GERENTE TÉCNICO DE PROYECTOS CAVE

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Gerente Técnico de Proyectos, de subordinación directa del Director de Proyectos CAVE, de supervisión directa de Jefe de Ingeniería, Diseñador Mecánico Piping Senior, Diseñador Mecánico Piping Junior, Diseñador Mecánico Estructural Senior, Diseñador Mecánico Estructural Junior, Diseñador Eléctrico Senior, Diseñador Eléctrico Junior.

### 3. Tareas o atribuciones del cargo:

- ✓ Proveer el liderazgo y direccionamiento técnico del proyecto.
- ✓ Lograr los resultados en el tiempo esperado y bajo el presupuesto aprobado respondiendo a las situaciones cambiantes del contexto del proyecto.
- ✓ Liderar el trabajo de los miembros del equipo a su cargo, mantenimiento una clara delimitación de sus roles y responsabilidades, y la de los socios operadores locales.
- ✓ Asegurar la integración y articulación permanente de los objetivos del Proyecto, y el logro de los resultados, indicadores, metas y actividades y la gestión de contrapartidas para el mismo.
- ✓ Elaborar informes periódicos y sistematizar las lecciones aprendidas y buenas prácticas que se promuevan con el Proyecto.

### 4. Análisis del cargo:

**4.1. Requisitos intelectuales:** Orientación a resultados y a la satisfacción de los clientes internos y externos, habilidad para trabajar en equipo, liderazgo, capacidad de tomar decisiones, proactividad, habilidad para fomentar y liderar alianzas al nivel local y regional, y alto sentido de compromiso. El gerente técnico debe tener la capacidad de viajar a diferentes zonas del País.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Civil en Obras Civiles, Ingeniero Civil Mecánico, Ingeniero Civil Industrial o profesional afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Jefe de Ingeniería.

## 1. NOMBRE DEL CARGO: GERENTE REDES Y COMUNICACIONES CAVE

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Gerente Redes y Comunicaciones, de subordinación directa del Director de Proyectos CAVE, de supervisión directa de Jefe de Redes y Comunicaciones, Soporte Computacional y Redes, Soporte Comunicación de Datos Plataforma CAVE.

### 3. Tareas o atribuciones del cargo:

- ✓ Administrar lógica y físicamente de la Red de Datos institucional, backbone, red de Data Center, red inter-campus y conexión a redes externas (Internet, Redes Académicas) velando, entre otros, por la disponibilidad, rendimiento, eficiencia, costos, seguridad y actualización.
- ✓ Evaluar proyectos relacionados con redes y telecomunicaciones.
- ✓ Prever y proponer las modificaciones o actualizaciones necesarias de la red para adecuarla a nuevas necesidades y tecnologías.
- ✓ Efectuar análisis costo/beneficio de las distintas alternativas tecnológicas relacionadas con redes que se le encomiende evaluar.
- ✓ Administrar los sistemas tecnológicos de base: servidores de nombres, servicios DHCP, NTP y otros, administradores de ancho de banda, routing, switching y equipos de comunicaciones en general. En caso de ser requerido, administrar el equipamiento de seguridad: firewall, IPS.
- ✓ Generar procedimientos, guías, diseños y manuales para simplificar las operaciones referente a la administración de redes en base a estándares y/o buenas prácticas.
- ✓ Realizar pruebas de las distintas tecnologías que la subdirección debe evaluar.
- ✓ Implementar mecanismos que mejoren el monitoreo y administración de la red de datos de la CAVE, permitiendo evaluar y proponer esquemas de administración segmentando ancho de banda, estableciendo calidad de servicio, controlando servicios.
- ✓ Colaborar en el entrenamiento de usuarios y personal técnico
- ✓ Analizar y proponer mejoras en el rendimiento de la Red de datos
- ✓ Organizar, dirigir y controlar al personal profesional y técnico que realiza las labores propias del área de administración de redes.
- ✓ Trabajar en forma coordinada, colaborativa y sinérgica con las demás áreas de la Dirección de Informática, tanto del cliente y agentes de ingeniería.

**4. Análisis del cargo:****4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Formación y experiencia en redes y dispositivos de comunicaciones.
- ✓ Conocimientos y experiencia en herramientas de administración.
- ✓ Conocimientos y experiencia administración de Datacenter.
- ✓ Conocimientos y experiencia en seguridad de redes.
- ✓ Planificación y Control de Proyectos.
- ✓ Competencias de gestión de personas que no están a su cargo.
- ✓ Habilidades para capacitar y entrenar a profesionales del área.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Civil Informático o profesional afín.**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Jefe de Redes y Comunicaciones.

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| <b>1. NOMBRE DEL CARGO:</b> | <b>GERENTE DE OPERACIONES CAVE</b> |
|-----------------------------|------------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Gerente de Operaciones, de subordinación directa del Director de Proyectos CAVE, de supervisión directa de Jefe de Oficina Técnica, Medidor Mecánico Senior, Medidor Mecánico Junior, Checker Operacional Senior I, Checker Operacional Senior II.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Establecer la estrategia de desarrollo con Tecnología de Tratamiento Digital de Imágenes en entornos CAVE.
- ✓ Gestionar los recursos internos de su área con el mandante y el agente de ingeniería.
- ✓ Garantizar la viabilidad y sostenibilidad de los procesos técnicos en el laboratorio
- ✓ Integrar todos los procesos internos de todas la disciplinas a modularizar, diseño estructural, control de costos.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Liderazgo.
- ✓ Trabajo bajo presión.
- ✓ Resolución de problemas.
- ✓ Manejo de personal.
- ✓ Habilidades gerenciales.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Organización y control.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Civil en Obras Civiles, Ingeniero Civil Mecánico, Ingeniero Civil Industrial o profesional afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Jefe de Oficina Técnica.

**1. NOMBRE DEL CARGO:****JEFE DE PLATAFORMA CAVE**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Jefe de Plataforma CAVE, de subordinación directa del Gerente de Plataforma CAVE, de supervisión directa de Encargado de Laboratorio CAVE y Soporte de Plataforma CAVE.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Administrar los recursos tecnológicos, asegurando su correcto funcionamiento.
- ✓ Administrar los requerimientos de mantención de las soluciones de TIC existentes y realizar o coordinar su realización.
- ✓ Organizar, planificar, controlar y/o desarrollar la mantención de equipos e instalaciones de tipo correctivas que se realicen ante fallas imprevistas del sistema, velando por el restablecimiento de los elementos dañados en los plazos previstos.
- ✓ Mantener un contacto permanente con los usuarios orientados a solucionar problemas relacionados con la utilización de los sistemas y/o equipos (Apoyo Técnico).

**4. Análisis del cargo:****4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Trabajo bajo presión.
- ✓ Resolución de problemas.
- ✓ Manejo de personal.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Organización y control.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Informático, Ingeniero en Redes, Ingeniero Industrial o profesional afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Encargado de Plataforma CAVE.

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. NOMBRE DEL CARGO: | JEFE DE INGENIERÍA CAVE |
|----------------------|-------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Jefe de Ingeniería, de subordinación directa del Gerente Técnico de Proyectos, de supervisión directa de Diseñador Mecánico Piping Senior, Diseñador Mecánico Piping Junior, Diseñador Mecánico Estructural Senior, Diseñador Mecánico Estructural Junior, Diseñador Eléctrico Senior, Diseñador Eléctrico Junior.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Asegurar la integración y articulación permanente de los objetivos del Proyecto, y el logro de los resultados, indicadores, metas y actividades y la gestión de contrapartidas para el mismo.
- ✓ Elaborar informes periódicos y sistematizar las lecciones aprendidas y buenas prácticas que se promuevan con el Proyecto.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Metódico, proactivo, organizado, gran capacidad analítica para la resolución de problemas relacionados con problemas de implementación, mantención y configuración de datos de ingeniería, experiencia en la atención de usuarios, alta motivación al cargo y trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Civil Mecánico, Ingeniero Civil Químico, Ingeniero Civil Eléctrico o profesional afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Mecánico Estructural Senior.

## 1. NOMBRE DEL CARGO: JEFE DE REDES Y COMUNICACIONES CAVE

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Jefe Redes y Comunicaciones, de subordinación directa del Gerente de Redes y Comunicaciones, de supervisión directa de Soporte Computacional y Redes, Soporte Comunicación de Datos Plataforma CAVE.

### 3. Tareas o atribuciones del cargo:

- ✓ Evaluar proyectos relacionados con redes y telecomunicaciones.
- ✓ Prever y proponer las modificaciones o actualizaciones necesarias de la red para adecuarla a nuevas necesidades y tecnologías.
- ✓ Efectuar análisis costo/beneficio de las distintas alternativas tecnológicas relacionadas con redes que se le encomiende evaluar.
- ✓ Administrar los sistemas tecnológicos de base: servidores de nombres, servicios DHCP, NTP y otros, administradores de ancho de banda, routing, switching y equipos de comunicaciones en general. En caso de ser requerido, administrar el equipamiento de seguridad: firewall, IPS.

### 4. Análisis del cargo:

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Civil Informático, Ingeniero Informático, Ingeniero en Sistemas de Información o profesional afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Soporte Comunicación de Datos Plataforma CAVE.

**1. NOMBRE DEL CARGO:****JEFE OFICINA TÉCNICA**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Jefe Oficina Técnica, de subordinación directa del Gerente de Operaciones, de supervisión directa a Medidor Mecánico Senior, Medidor Mecánico Junior, Checker Operacional Senior I, Checker Operacional Senior II.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Control y seguimiento de las Especificaciones Técnicas.
- ✓ Apoyo permanente en las actividades realizadas por el Profesional Administrador de Obra.
- ✓ Revisar y realizar cubicaciones según exigencias del Proyecto.
- ✓ Control de avances de obra por partidas.
- ✓ Llevar especificaciones Técnicas de las maquinas requeridas en Obra.
- ✓ Hacer , pedir, mantener validados y controlar los procedimientos de trabajo específicos pertinentes

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Control y seguimiento de las Especificaciones Técnicas que requiere la obra, para la normal ejecución de cada una de las partidas del proyecto.

**4.2. Requisitos Académicos:** Constructor Civil o Ingeniero Constructor, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Industrial o profesional afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Medidor Mecánico Senior.

|                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>1. NOMBRE DEL CARGO:</b> | <b>ENCARGADO DE LABORATORIO CAVE</b> |
|-----------------------------|--------------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Encargado de Laboratorio CAVE, de subordinación directa de Jefe de Plataforma CAVE, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Velar por el correcto funcionamiento del laboratorio CAVE y el soporte a los software de gestión utilizados en este proyecto.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Organizar, planificar, controlar y/o desarrollar la mantención de equipos e instalaciones de tipo correctivas que se realicen ante fallas imprevistas del sistema, velando por el restablecimiento de los elementos dañados en los plazos previstos.
- ✓ Mantener un contacto permanente con los usuarios orientados a solucionar problemas relacionados con la utilización de los sistemas y/o equipos (Apoyo Técnico).

**4.2. Requisitos Académicos:**

- ✓ Técnico en Análisis de Sistemas.
- ✓ Técnico Superior en Computación e Informática.
- ✓ Técnico Superior en Programación.
- ✓ Técnico Superior en Soporte de Computadores.
- ✓ Técnico Superior en Redes y Conectividad.
- ✓ Técnico Superior en Telemática y Redes de Computadores.
- ✓ Técnico Superior en mantención y soporte de redes computacionales.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Soporte de Plataforma CAVE

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| <b>1. NOMBRE DEL CARGO:</b> | <b>SOPORTE DE PLATAFORMA CAVE</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Soporte de Plataforma CAVE, de subordinación directa de Jefe de Plataforma CAVE, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Mantener el óptimo funcionamiento de la infraestructura tecnológica. Apoyar la gestión del Administrador de Sistemas.

- ✓ Asegurar el mantenimiento y soporte a los sistemas en operación
- ✓ Satisfacer las necesidades de soporte de las áreas usuarias en lo relativo al mantenimiento y reparación de equipos informáticos.
- ✓ Proponer mejoras a los sistemas y a los procesos que éstos apoyan.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Capacidad de Planificación, comunicación.
- ✓ Eficiente y eficaz en la identificación, análisis y solución de problemas inherentes al manejo de información.
- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos, sistemas de comunicaciones.
- ✓ Conocimiento actualizado de la tecnología de la información.
- ✓ Gestión y administración de sistemas de gama Intergraph.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero de Ejecución en Informática o carrera afín.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Encargado de Laboratorio CAVE.

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| 1. NOMBRE DEL CARGO: | DISEÑADOR MECÁNICO PIPING SENIOR |
|----------------------|----------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Diseñador Mecánico Piping Senior, de subordinación directa de Jefe de Ingeniería, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Capacidad de Planificación, comunicación.
- ✓ Eficiente y eficaz en la identificación, análisis y solución de problemas inherentes al manejo de información relativa a PDS, SpoolGen, Isometrics (Intergraph).
- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos, sistemas de comunicaciones I-Data Estimator.
- ✓ Conocimiento actualizado de la tecnología de la información.
- ✓ Gestión y administración de sistemas de gama Intergraph.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Organizar, planificar, controlar y/o desarrollar el diseño de equipos mecánicos e instalaciones de tipo correctivas que se realicen ante fallas imprevistas del sistema, velando por el restablecimiento de los elementos dañados en los plazos previstos.
- ✓ Mantener un contacto permanente con los usuarios orientados a solucionar problemas relacionados con la utilización de los sistemas y/o equipos (Apoyo Técnico).

**4.2. Requisitos Académicos:** Diseñador Industrial, especialidad Mecánica Piping

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Mecánico Piping Junior.

**1. NOMBRE DEL CARGO: DISEÑADOR MECÁNICO PIPING JUNIOR**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Diseñador Mecánico Piping Junior, de subordinación directa de Jefe de Ingeniería, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Apoyo a Diseñador Mecánico Piping Senior.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:**

- ✓ Organizar, planificar, controlar y/o desarrollar el diseño de equipos mecánicos e instalaciones de tipo correctivas que se realicen ante fallas imprevistas del sistema, velando por el restablecimiento de los elementos dañados en los plazos previstos.
- ✓ Mantener un contacto permanente con los usuarios orientados a solucionar problemas relacionados con la utilización de los sistemas y/o equipos (Apoyo Técnico).

**4.2. Requisitos Académicos:** Diseñador Industrial, especialidad Mecánica Piping.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Mecánico Piping Senior.

|                      |                                          |
|----------------------|------------------------------------------|
| 1. NOMBRE DEL CARGO: | DISEÑADOR MECÁNICO ESTRUCTURAL<br>SENIOR |
|----------------------|------------------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Diseñador Mecánico Estructural Senior, de subordinación directa de Jefe de Ingeniería, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Eficiente y eficaz en la identificación, análisis y solución de problemas inherentes al manejo de información relativa a PDS, SmartPlant Construction (Intergraph).
- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos, sistemas de comunicaciones SmartPlant Action Management
- ✓ Gestión y administración de sistemas de gama Intergraph.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Diseñador Industrial, especialidad diseño estructural.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Mecánico Piping Junior.

**1. NOMBRE DEL CARGO: DISEÑADOR MEC. ESTRUCTURAL JUNIOR**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Diseñador Mecánico Estructural Junior, de subordinación directa de Jefe de Ingeniería, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Eficiente y eficaz en la identificación, análisis y solución de problemas inherentes al manejo de información relativa a PDS, SmartPlant Construction (Intergraph).
- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos, sistemas de comunicaciones SmartPlant Action Management.
- ✓ Gestión y administración de sistemas de gama Intergraph.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Diseñador Industrial, especialidad diseño estructural.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Mecánico Estructural Senior.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| <b>1. NOMBRE DEL CARGO:</b> | <b>DISEÑADOR ELÉCTRICO SENIOR</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Diseñador Eléctrico Senior, de subordinación directa de Jefe de Ingeniería, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Eficiente y eficaz en la identificación, análisis y solución de problemas inherentes al manejo de información relativa a PDS, SmartPlant Electrical (Intergraph).
- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Instrumentación Industrial.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Eléctrico Junior.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| <b>1. NOMBRE DEL CARGO:</b> | <b>DISEÑADOR ELÉCTRICO JUNIOR</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Diseñador Eléctrico Junior, de subordinación directa de Jefe de Ingeniería, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Eficiente y eficaz en la identificación, análisis y solución de problemas inherentes al manejo de información relativa a PDS, SmartPlant Electrical (Intergraph).
- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Instrumentación Industrial.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Diseñador Eléctrico Senior.

**1. NOMBRE DEL CARGO: SOPORTE COMPUTACIONAL Y REDES**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Soporte Computacional y Redes, de subordinación directa de Jefe de Redes y Comunicaciones, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Programador, Técnico en Sistemas, Técnico Informático, profesional afín Técnico Superior en Electrónica, Técnico Superior en Electricidad, Técnico Superior en mantención de microcomputadores.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Soporte Comunicación de Datos Plataforma CAVE.

**1. NOMBRE DEL CARGO: SOPORTE COMUNICACIÓN DATOS CAVE**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Soporte Comunicación Datos CAVE, de subordinación directa de Jefe de Redes y Comunicaciones, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:**

- ✓ Conocimiento de sistemas operativos, arquitectura de computadores, protocolos de red, gestión y administración de bases de datos I-Data Estimator Intergraph.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Programador, Técnico en Sistemas, Técnico Informático, profesional afín Técnico Superior en Electrónica, Técnico Superior en Electricidad, Técnico Superior en mantención de microcomputadores.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Soporte Computacional y Redes.

**1. NOMBRE DEL CARGO:****MEDIDOR MECÁNICO SENIOR**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Medidor Mecánico Senior, de subordinación directa de Jefe de Oficina Técnica, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Extracción de Material de Inicio del Proyecto (MTO), cubicación del material y equipos mecánicos de instrumentación y eléctricos del proyecto, para disciplina mecánica, estructural, eléctrica, instrumentación y piping. Cálculo y estimación de módulos por sistemas y sub sistemas.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Estructural.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Medidor Mecánico Junior.

**1. NOMBRE DEL CARGO:****MEDIDOR MECÁNICO JUNIOR**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Medidor Mecánico Junior, de subordinación directa de Jefe de Oficina Técnica, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Apoyo a Medidor Mecánico Senior en cálculo y estimación de módulos por sistemas y sub sistemas.

**4. Análisis del cargo:**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Ingeniero Mecánico, Ingeniero Estructural.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Medidor Mecánico Senior.

**1. NOMBRE DEL CARGO: CHECKER OPERACIONAL SENIOR I**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Checker Operacional Senior I, de subordinación directa de Jefe de Oficina Técnica, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Revisión electrónica de planos isométricos en formato electrónico IDF, PCF, PDS, PDMS, versus las mediciones entregadas por el laboratorio en ambiente CAVE, para posterior emisión de planos para fabricación modular.

**4. Análisis del cargo.**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Dibujante Técnico con diez años de experiencia en modularización de plantas de producción de mineral.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Checker Operacional Senior II.

**1. NOMBRE DEL CARGO: CHECKER OPERACIONAL SENIOR II**

**2. Posición del cargo en el organigrama:** Cargo, Checker Operacional Senior II, de subordinación directa de Jefe de Oficina Técnica, sin supervisión directa.

**3. Tareas o atribuciones del cargo:** Revisión electrónica de planos isométricos en formato electrónico IDF, PCF, PDS, PDMS, versus las mediciones entregadas por el laboratorio en ambiente CAVE, para posterior emisión de planos para fabricación modular.

**4. Análisis del cargo.**

**4.1. Requisitos intelectuales:** Proactivo, trabajo en equipo, orientación a resultados, trabajo bajo presión.

**4.2. Requisitos Académicos:** Dibujante Técnico con diez años de experiencia en modularización de plantas de producción de mineral.

**5. Condiciones de trabajo:** Instalaciones de faena del Proyecto Estructural.

**6. Subrogancia del cargo en caso de ausencia:** Checker Operacional Senior I.

Tabla 3-5. Renta real en cada uno de los puestos de trabajo de acuerdo las rentas de mercado.

| N°              | Cargo                                         | N°<br>Puestos | Mensual<br>(USD\$) | Anual<br>(USD\$) | Seguro<br>de<br>Cesantía<br>(2,4%<br>anual) | Total<br>Mensual<br>(USD\$) | Total<br>Anual<br>(USD\$) |
|-----------------|-----------------------------------------------|---------------|--------------------|------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1               | Director de Proyectos                         | 1             | 23.659             | 283.912          | 568                                         | 23.707                      | 284.479                   |
| 2               | Gerente de Plataforma CAVE                    | 1             | 17.350             | 208.202          | 416                                         | 17.385                      | 208.618                   |
| 3               | Gerente Técnico                               | 1             | 17.350             | 208.202          | 416                                         | 17.385                      | 208.618                   |
| 4               | Gerente de Redes y Comunicaciones             | 1             | 17.350             | 208.202          | 416                                         | 17.385                      | 208.618                   |
| 5               | Gerente de Operaciones                        | 1             | 15.773             | 189.274          | 379                                         | 15.804                      | 189.653                   |
| 6               | Jefe de Plataforma CAVE                       | 1             | 11.041             | 132.492          | 265                                         | 11.063                      | 132.757                   |
| 7               | Jefe de Ingeniería                            | 1             | 10.252             | 123.028          | 246                                         | 10.273                      | 123.274                   |
| 8               | Jefe de Redes y Comunicaciones                | 1             | 10.252             | 123.028          | 246                                         | 10.273                      | 123.274                   |
| 9               | Jefe Oficina Técnica                          | 1             | 10.252             | 123.028          | 246                                         | 10.273                      | 123.274                   |
| 10              | Encargado de Laboratorio CAVE                 | 1             | 2.366              | 28.391           | 57                                          | 2.371                       | 28.448                    |
| 11              | Soporte de Plataforma CAVE                    | 1             | 2.366              | 28.391           | 57                                          | 2.371                       | 28.448                    |
| 12              | Diseñador Mecánico Piping Senior              | 1             | 4.732              | 56.782           | 114                                         | 4.741                       | 56.896                    |
| 13              | Diseñador Mecánico Piping Junior              | 1             | 2.366              | 28.391           | 57                                          | 2.371                       | 28.448                    |
| 14              | Diseñador Mecánico Estructural Senior         | 1             | 4.732              | 56.782           | 114                                         | 4.741                       | 56.896                    |
| 15              | Diseñador Mecánico Estructural Junior         | 1             | 2.366              | 28.391           | 57                                          | 2.371                       | 28.448                    |
| 16              | Diseñador Eléctrico Senior                    | 1             | 4.732              | 56.782           | 114                                         | 4.741                       | 56.896                    |
| 17              | Diseñador Eléctrico Junior                    | 1             | 2.366              | 28.391           | 57                                          | 2.371                       | 28.448                    |
| 18              | Soporte Computacional y Redes                 | 1             | 1.893              | 22.713           | 45                                          | 1.897                       | 22.758                    |
| 19              | Soporte Comunicación de Datos Plataforma CAVE | 1             | 2.839              | 34.069           | 68                                          | 2.845                       | 34.138                    |
| 20              | Medidor Mecánico Senior                       | 1             | 2.366              | 28.391           | 57                                          | 2.371                       | 28.448                    |
| 21              | Medidor Mecánico Junior                       | 1             | 1.577              | 18.927           | 38                                          | 1.580                       | 18.965                    |
| 22              | Checker Operacional Senior I                  | 1             | 4.416              | 52.997           | 106                                         | 4.425                       | 53.103                    |
| 23              | Checker Operacional Senior II                 | 1             | 4.416              | 52.997           | 106                                         | 4.425                       | 53.103                    |
| Totales Anuales |                                               | 23            | 176.814            | 2.121.767        | 4.244                                       | 177.168                     | 2.126.010                 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de guía salarial 2017 Robert Half.

3.12. INVERSIONES EN EQUIPOS Y EDIFICACIONES

En la siguiente tabla, se detallan las inversiones por concepto de equipos. A su vez se describen equipos asignados al área administrativa (equipos de oficina). Finalmente se detallan equipos de apoyo general a los servicios propios del Laboratorio en Ambiente CAVE.

Tabla 3-6. Detalle de Activos Fijos.

| Nº                | Equipos / Software                                            |         |        |       | Cantidad | CUN<br>(USD\$) | CU<br>C/IVA<br>(USD\$) | CT<br>Neto<br>(USD\$) | CT<br>C/IVA | VU<br>(años) |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|---------|--------|-------|----------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------|--------------|
| Activos Genéricos |                                                               |         |        |       |          |                |                        |                       |             |              |
| 1                 | Oficina                                                       | Modular | Planta | Libre | 4        | 2.200          | 2.618                  | 8.801                 | 10.474      | 8            |
| 2                 | Sanitario Modular                                             |         |        |       | 1        | 5.986          | 7.123                  | 5.986                 | 7.123       | 8            |
| 3                 | Escritorios                                                   |         |        |       | 23       | 489            | 582                    | 11.247                | 13.384      | 2            |
| 4                 | Sillas                                                        |         |        |       | 23       | 93             | 111                    | 2.139                 | 2.545       | 2            |
| 5                 | Estanterías                                                   |         |        |       | 5        | 106            | 126                    | 530                   | 631         | 2            |
| 6                 | Generador Lureye 150 Kva Sdmo<br>Francés Modelo J165k12017211 |         |        |       | 1        | 20.489         | 24.382                 | 20.489                | 24.382      | 10           |
| 7                 | Notebook                                                      |         |        |       | 5        | 869            | 1.034                  | 4.345                 | 5.171       | 2            |
| 8                 | Televisor HD 40"                                              |         |        |       | 2        | 305            | 363                    | 610                   | 726         | 2            |
| 9                 | Impresoras multifuncionales                                   |         |        |       | 4        | 138            | 164                    | 552                   | 657         | 2            |
| 10                | Refrigerador                                                  |         |        |       | 1        | 436            | 519                    | 436                   | 519         | 3            |
| 11                | Horno Microondas                                              |         |        |       | 2        | 132            | 157                    | 264                   | 314         | 3            |
| 12                | Equipos detección y control de incendios                      |         |        |       | 1        | 1.536          | 1.828                  | 1.536                 | 1.828       | 2            |
| 13                | Equipos de vigilancia y control interno                       |         |        |       | 1        | 2.836          | 3.375                  | 2.836                 | 3.375       | 2            |
| 14                | Equipos de aire acondicionado                                 |         |        |       | 3        | 411            | 489                    | 1.233                 | 1.467       | 3            |
| 15                | Hervidor Eléctrico                                            |         |        |       | 2        | 46             | 55                     | 92                    | 109         | 2            |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Homecenter Santiago año 2017.

Tabla 3-7. Detalle de Activos Fijos. (continuación).

| N°                         | Equipos / Software                                                                       | Cantidad | CUN<br>(USD\$) | CU<br>C/IVA<br>(USD\$) | CT<br>Neto<br>(USD\$) | CT<br>C/IVA | VU<br>(años) |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------|--------------|
| Equipo de Procesos         |                                                                                          |          |                |                        |                       |             |              |
| 1                          | Pantalla (frontal, laterales, suelo y techo) BARCO DarkScreen retro proyectadas          | 5        | 3.943          | 4.692                  | 19.715                | 23.461      | 2            |
| 2                          | Proyector 3D de alta resolución BARCO                                                    | 1        | 129.596        | 154.219                | 129.596               | 154.219     | 2            |
| 3                          | Estaciones de trabajo HP xw9400 en clúster.                                              | 12       | 869            | 1.034                  | 10.428                | 12.409      | 2            |
| 4                          | Sistema de tracking y dispositivos de interacción: gafas estereoscópicas Infitec deLuxe. | 7        | 1.577          | 1.877                  | 11.039                | 13.136      | 2            |
| 5                          | Sistema de audio envolvente basado en tecnología 5.1.                                    | 1        | 1.261          | 1.501                  | 1.261                 | 1.501       | 2            |
| 6                          | Plataforma de desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual Oculus Rift.                | 1        | 40.200         | 47.838                 | 40.200                | 47.838      | 2            |
| 7                          | Conectividad de red de alta capacidad.                                                   | 1        | 4.500          | 5.355                  | 4.500                 | 5.355       | 2            |
| 8                          | AIM/Directa                                                                              | 2        | 15.200         | 18.088                 | 30.400                | 36.176      | 2            |
| 9                          | CADWorx                                                                                  | 2        | 9.520          | 11.329                 | 19.040                | 22.658      | 2            |
| 10                         | CloudWorx for Intergraph Smart 3D                                                        | 1        | 7.476          | 8.896                  | 7.476                 | 8.896       | 2            |
| 11                         | CloudWorx for SmartPlant Isometrics                                                      | 1        | 7.476          | 8.896                  | 7.476                 | 8.896       | 2            |
| 12                         | CloudWorx for SmartPlant Review                                                          | 1        | 7.476          | 8.896                  | 7.476                 | 8.896       | 2            |
| 13                         | I-Data Estimator                                                                         | 1        | 9.500          | 11.305                 | 9.500                 | 11.305      | 2            |
| 14                         | Intergraph Smart 3D                                                                      | 1        | 35.800         | 42.602                 | 35.800                | 42.602      | 2            |
| 15                         | Intergraph Smart Data Validator                                                          | 1        | 8.900          | 10.591                 | 8.900                 | 10.591      | 2            |
| 16                         | Intergraph Smart Yard                                                                    | 1        | 9.000          | 10.710                 | 9.000                 | 10.710      | 2            |
| 17                         | Isogen                                                                                   | 1        | 32.760         | 38.984                 | 32.760                | 38.984      | 2            |
| 18                         | NozzlePRO                                                                                | 1        | 23.580         | 28.060                 | 23.580                | 28.060      | 2            |
| 19                         | PDS                                                                                      | 1        | 30.540         | 36.343                 | 30.540                | 36.343      | 2            |
| 20                         | SmartPlant 3D Materials Handling Edition                                                 | 1        | 25.470         | 30.309                 | 25.470                | 30.309      | 2            |
| 21                         | SmartPlant Action Management                                                             | 1        | 10.700         | 12.733                 | 10.700                | 12.733      | 2            |
| 22                         | SmartPlant Cloud                                                                         | 1        | 8.000          | 9.520                  | 8.000                 | 9.520       | 2            |
| 23                         | SmartPlant Construction                                                                  | 2        | 30.250         | 35.998                 | 60.500                | 71.995      | 2            |
| 24                         | SmartPlant Electrical                                                                    | 2        | 30.250         | 35.998                 | 60.500                | 71.995      | 2            |
| 25                         | SmartPlant Enterprise Control Panel                                                      | 1        | 20.230         | 24.074                 | 20.230                | 24.074      | 2            |
| 26                         | SmartPlant Enterprise for Owner Operators                                                | 1        | 15.800         | 18.802                 | 15.800                | 18.802      | 2            |
| Inversión Total en Equipos |                                                                                          |          |                |                        | 696.483               | 828.815     |              |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en cotizaciones a empresa Pixis Ltda y Barco S.A.

Dada la naturaleza de este proyecto y además considerando que el Laboratorio Experimental con Tecnología de Tratamiento Digital de Imágenes en entornos CAVE, se encontrará dentro contenedores modulares, valorizados anteriormente, por ende no se necesita infraestructura fija o edificaciones.

Por las razones que se explican anteriormente, no se calculará ingeniería del proyecto, obras civiles o comprar un sitio con patente industrial, en alguna localidad específica de Chile.

Se desea que este proyecto de innovación tecnológica aplicada a la minería chilena desde su fase de ingeniería conceptual esté liderado o empoderado sobre la inversión en investigación y desarrollo (I&D), porque se sostiene que dicha inversión producirá productos y servicios mejores y esto dará una ventaja competitiva. Las erogaciones o gastos en inversión y desarrollo, en este proyecto, se orientan hacia el desarrollo de ingeniería de primera calidad, esto incluye dar prioridad a los costos y beneficios, minimizando riesgos de constructibilidad.

La orientación a esta estrategia variarán mucho dependiendo de las perspectivas de los usuarios y la resistencia al cambio, esto requiere de habilidades para soportar la estrategia de construcción actual en Chile.

Por lo anterior el gasto en edificaciones no es necesaria, ya que con este proyecto se busca minimizar el riesgo de activos fijos ociosos o que no generen rentabilidad alguna a la operación de este proyecto.

3.14. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO

Para efectos de determinar el flujo de caja libre, el capital de trabajo está referido específicamente al capital de trabajo operativo neto que corresponde por definición a la diferencia entre activos corrientes y pasivos corrientes (ambos no devengan intereses).

Tabla 3-8. Detalle de insumos y productos.

| Detalle Insumos y Productos Mensual |                                               |       |                  |                         |                      |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|------------------|-------------------------|----------------------|
| N°                                  | Descripción                                   | UD    | Cantidad Mensual | Precio Unitario (USD\$) | Precio Total (USD\$) |
| Operativos                          |                                               |       |                  |                         |                      |
| 1                                   | Botín de seguridad EDELBROCK ED 202           | Ud    | 8                | 95                      | 763                  |
| 2                                   | Guantes Antideslizante Mechanix               | Ud    | 8                | 34                      | 275                  |
| 3                                   | Anteojos Atox Tribal Gris                     | Ud    | 10               | 7                       | 69                   |
| 4                                   | Chaleco Geologo Naranja                       | Ud    | 15               | 8                       | 121                  |
| 5                                   | Fono Auditivo X4P3E                           | Ud    | 15               | 28                      | 417                  |
| 6                                   | Overol Dakota Reforzado                       | Ud    | 10               | 42                      | 417                  |
| 7                                   | Casco steelpro ABS MTA                        | Ud    | 12               | 17                      | 207                  |
| 8                                   | Arnés EXOFIT NEX TRES ARGOLLAS                | Ud    | 7                | 150                     | 1.049                |
|                                     |                                               |       |                  | Subtotal                | 3.318                |
| Administrativos                     |                                               |       |                  |                         |                      |
| 1                                   | Pilas AAA para mouse                          | Ud    | 30               | 1                       | 40                   |
| 2                                   | Okidata Cinta 52102001 Oki 320/321            | Ud    | 10               | 9                       | 85                   |
| 3                                   | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951          | Ud    | 10               | 9                       | 85                   |
| 4                                   | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951          | Ud    | 10               | 9                       | 85                   |
| 5                                   | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951          | Ud    | 10               | 9                       | 85                   |
| 6                                   | HP Tintas-Cartridge CN050AL Cyan 951          | Ud    | 10               | 9                       | 85                   |
| 7                                   | Papel Carta EQUALIT 500 con logo CAVE         | Resma | 10               | 7                       | 65                   |
| 8                                   | Papel Oficio EQUALIT 500 con logo CAVE        | Resma | 20               | 8                       | 155                  |
| 9                                   | Archivadores lomo ancho                       | Resma | 10               | 3                       | 33                   |
| 10                                  | Lápices Pasta                                 | Ud    | 30               | 0                       | 9                    |
| 11                                  | Cuaderno Plano Workline Oficio 180hjs         | Ud    | 10               | 6                       | 57                   |
| 12                                  | Sobre Americano 100 x 230 mm con logo CAVE    | Ud    | 200              | 0                       | 79                   |
| 13                                  | Sobre Medio Oficio 200 x 280 mm con logo CAVE | Ud    | 200              | 1                       | 158                  |
| 14                                  | Sobre Saco Oficio 250 x 360 mm con logo CAVE  | Ud    | 200              | 1                       | 268                  |
|                                     |                                               |       |                  | Subtotal                | 1.289                |
|                                     |                                               |       |                  | Total                   | 4.607                |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Prisa S.A. y Garmendia S.A.

Tabla 3-9. Detalle de costos operacionales y administrativos.

| Detalle Costos Operacionales (Mensual) |                                        |                         |               |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|---------------|
| N°                                     | Descripción                            | Precio Total<br>(USD\$) | Clasificación |
| 1                                      | Consumo de agua                        | 55,04                   | VARIABLE      |
| 2                                      | Consumo de energía                     | 167,46                  | VARIABLE      |
| 3                                      | Elementos de protección personal (EPP) | 3.318,07                | FIJO          |
| 5                                      | Horas de programación                  | 120,00                  | VARIABLE      |
| 6                                      | Internet de alta conectividad          | 378,55                  | FIJO          |
| 6                                      | Remuneraciones                         | 177.167,51              | FIJO          |
|                                        | Total Costos Operacionales             | 180.828,07              |               |

| Detalle Costos Administrativos (Mensual) |                                |                         |               |
|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| N°                                       | Descripción                    | Precio Total<br>(USD\$) | Clasificación |
| 1                                        | Consumo de Agua                | 39,49                   | VARIABLE      |
| 2                                        | Consumo de energía             | 232,12                  | VARIABLE      |
| 3                                        | Cuentas de Teléfono e Internet | 94,53                   | FIJO          |
| 4                                        | Insumos Administrativos        | 1.289,38                | FIJO          |
| 5                                        | Póliza de seguro por proyecto  | 47.318,61               | FIJO          |
|                                          | Total Costos Operacionales     | 48.974,14               |               |

| Resumen de Costos |                           |               |                 |               |
|-------------------|---------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| N°                | Descripción               | Operacionales | Administrativos | Total (USD\$) |
| 1                 | Subtotal Costos Fijos     | 180.864,13    | 48.702,53       | 229.566,65    |
| 2                 | Subtotal Costos Variables | 342,50        | 271,61          | 614,11        |
|                   | Costos Totales            | 181.206,62    | 48.974,14       | 230.180,76    |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en proyecto.

Se estimará si el laboratorio con tecnología de tratamiento digital de imágenes en entrono CAVE, tiene un déficit o un exceso de capital de trabajo, para tal cálculo, consideraremos el ahorros en costos de ingeniería al implementar este proceso durante los primeros meses de año y multiplicarán por el valor proyectado de CTON (Capital de Trabajo Operacional Neto que representa el promedio de capital de trabajo la Industria ha mantenido en sus últimos periodos respecto al valor económico del beneficio esperado del proyecto.

Tabla 3-10. Calculo de exceso o déficit de capital de trabajo.

| Datos Generales                         |                                  |               |             |                       |              |               |
|-----------------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------|-----------------------|--------------|---------------|
| N°                                      | Descripción                      | Monto (USD\$) |             | Observaciones         |              |               |
| 1                                       | Ahorro proyectado                | 574.666.000   |             | Valor proyectado 2017 |              |               |
| 2                                       | Remuneraciones Operacionales     | 177.167,51    |             | <b>Personal</b>       | <b>23</b>    |               |
| 3                                       | Remuneraciones Administrativas   | 0             |             |                       |              |               |
| 4                                       | Gastos Generales Operacionales   | 12.183,94     |             |                       |              |               |
| 5                                       | Gastos Generales Administrativos | 12.940,19     |             |                       |              |               |
|                                         |                                  |               |             |                       |              |               |
| Distribución Porcentual                 | 0%                               | 0%            | 0%          | 0%                    | 1%           | 3%            |
| Distribución Meses                      | Mes 1                            | Mes 2         | Mes 3       | Mes 4                 | Mes 5        | Mes 6         |
| Ahorro proyectado                       | 0,00                             | 0,00          | 0,00        | 0,00                  | 5.746.660,00 | 17.239.980,00 |
| Remuneraciones Operacionales            | 177.167,51                       | 177.167,51    | 177.167,51  | 177.167,51            | 177.167,51   | 177.167,51    |
| Remuneraciones Administrativas          | 0,00                             | 0,00          | 0,00        | 0,00                  | 0,00         | 0,00          |
| Gastos Generales Operacionales          | 12.183,94                        | 12.183,94     | 12.183,94   | 12.183,94             | 12.183,94    | 12.183,94     |
| Gastos Generales Administrativos        | 12.940,19                        | 12.940,19     | 12.940,19   | 12.940,19             | 12.940,19    | 12.940,19     |
| Egresos                                 | 202.291,64                       | 202.291,64    | 202.291,64  | 202.291,64            | 202.291,64   | 202.291,64    |
| Saldo Neto                              | -202.291,64                      | -202.291,64   | -202.291,64 | -202.291,64           | 5.544.368,36 | 17.037.688,36 |
| Saldo Neto Acumulado                    | -202.291,64                      | -404.583,28   | -606.874,92 | -809.166,55           | 4.735.201,81 | 21.772.890,17 |
| Saldo Neto (MMUSD\$)                    | -0,20                            | -0,40         | -0,61       | -0,81                 | 4,74         | 21,77         |
|                                         |                                  |               |             |                       |              |               |
| Distribución Porcentual                 | 4%                               | 4%            | 6,5%        | 6,5%                  | 6,5%         | 6,5%          |
| Distribución Meses                      | Mes 7                            | Mes 8         | Mes 9       | Mes 10                | Mes 11       | Mes 12        |
| Ahorro proyectado                       | 22.986.640                       | 22.986.640    | 37.353.290  | 37.353.290            | 37.353.290   | 37.353.290    |
| Remuneraciones Operacionales            | 177.168                          | 177.168       | 177.168     | 177.168               | 177.168      | 177.168       |
| Remuneraciones Administrativas          | 0                                | 0             | 0           | 0                     | 0            | 0             |
| Gastos Generales Operacionales          | 12.184                           | 12.184        | 12.184      | 12.184                | 12.184       | 12.184        |
| Gastos Generales Administrativos        | 12.940                           | 12.940        | 12.940      | 12.940                | 12.940       | 12.940        |
| Egresos                                 | 202.292                          | 202.292       | 202.292     | 202.292               | 202.292      | 202.292       |
| Saldo Neto                              | 22.784.348                       | 22.784.348    | 37.150.998  | 37.150.998            | 37.150.998   | 37.150.998    |
| Saldo Neto Acumulado                    | 44.557.239                       | 67.341.587    | 104.492.585 | 141.643.584           | 178.794.582  | 215.945.580   |
| Saldo Neto (MMUSD                       | 44,56                            | 67,34         | 104,49      | 141,64                | 178,79       | 215,95        |
|                                         |                                  |               |             |                       |              |               |
| Déficit de Capital de trabajo (MMUSD\$) |                                  |               | 0,81        |                       |              |               |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en proyecto.

3.15. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Para el cálculo de los costos de instalación y puesta en marcha, se consideraron por una parte las inversiones en instalaciones en el lugar del yacimiento minero o instalaciones de faena, no en edificación propias del recinto y los costos asociados a trámites legales para la constitución de la sociedad, dado que es una propuesta para que se ingrese al área de gestión de proyectos en SERNAGEOMIN.

Tabla 3-11. Cálculo de costos de instalación y puesta en marcha.

| Instalaciones                                                                                                                                                          | Cantidad | Laboratorio<br>CAVE<br>cinco Caras | Taller de<br>fabricación<br>modular | Agente de<br>Ingeniería | PU<br>(USD\$) | CT<br>(USD\$) | W%      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------|
| Oficina Modular<br>Planta Libre<br>Medidas, 6x25 m.<br>(15 m2), Ventanas:<br>1 (1000x1000 mm);<br>Enchufes: 2 dobles;<br>Luminarias: 2;<br>Accesorios:<br>Protecciones | 4        | x                                  | N/A                                 | N/A                     | 2.200         | 8.801         | 1,08%   |
| Sanitario Modular                                                                                                                                                      | 1        | x                                  | N/A                                 | N/A                     | 5.986         | 23.943        | 2,95%   |
| Generador Lureye<br>150 Kva Sdmo<br>Francés Modelo<br>J165k12017211                                                                                                    | 1        | x                                  | N/A                                 | N/A                     | 20.489        | 81.956        | 10,10%  |
| Equipos y Software                                                                                                                                                     | 26       | x                                  | x                                   | x                       | -             | 696.483       | 85,86%  |
| Total Inversión Puesta en<br>Marcha                                                                                                                                    |          |                                    |                                     |                         |               | 811.183       | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en proyecto.

3.16. COSTOS DE IMPREVISTOS

Se estima que el costo de imprevisto del proyecto es de un 10% con respecto a la inversión inicial, correspondiendo a USD\$ 189.820.

Tabla 3-12. Resumen de costos estimados del proyecto.

| Resumen de Costos Estimados de Proyecto |                                             |                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|
| Nº                                      | Descripción                                 | Monto (USD\$)     |
| 1                                       | Inversión en Activos                        | 277.835           |
| 2                                       | <b>Inversión en Edificaciones</b>           | <b>0</b>          |
| 3                                       | Inversión en Instalación y Puesta en Marcha | 811.183           |
|                                         | Inversión en Capital de Trabajo             | 9.709.999         |
|                                         | Subtotal Proyecto                           | <b>10.339.866</b> |
|                                         | <b>Imprevistos (10%)</b>                    | <b>1.033.978</b>  |
|                                         | <b>Total Proyecto</b>                       | <b>11.373.852</b> |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en proyecto.

**CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA,  
LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA FINANCIERA Y  
AMBIENTAL**

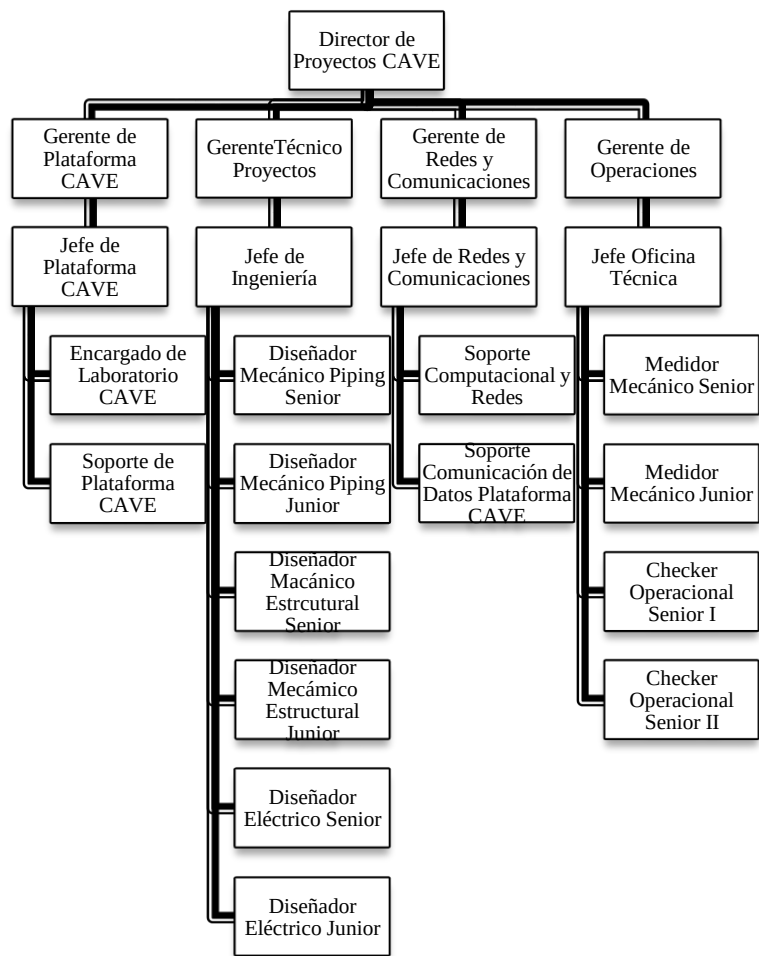
4.1. ADMINISTRATIVA

Este proyecto será anexo o un área interdepartamental como unidad de control y mejoramiento de proceso que apoye la gestión de SERNAGEOMIN tutelado por el Ministerio de Minería.

4.1.1. Personal

El personal del área administrativa está compuesto por un Director de Proyectos, el cual tiene la responsabilidad de la totalidad de la plataforma CAVE, el Gerente de Operaciones quien es el encargado de supervisar el correcto flujo del proceso.

4.1.2. Estructura organizacional



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del proyecto.

Figura 4-14. Estructura Jerárquica de profesionales de Laboratorio Experimental en Entorno CAVE.

#### 4.1.3. Sistemas de información administrativos

El sistema de información administrativo será estructurado de tal forma que permita una buena coordinación entre los diferentes cargos, esto de manera que se logre una comunicación eficiente tanto en dirección ascendente como descendente. La empresa cuenta con un sistema informático que conecta en red todos los puestos de control. A su vez dicho sistema se encarga de la gestión de toda la información circulante, evaluación de los datos y su posterior almacenamiento.

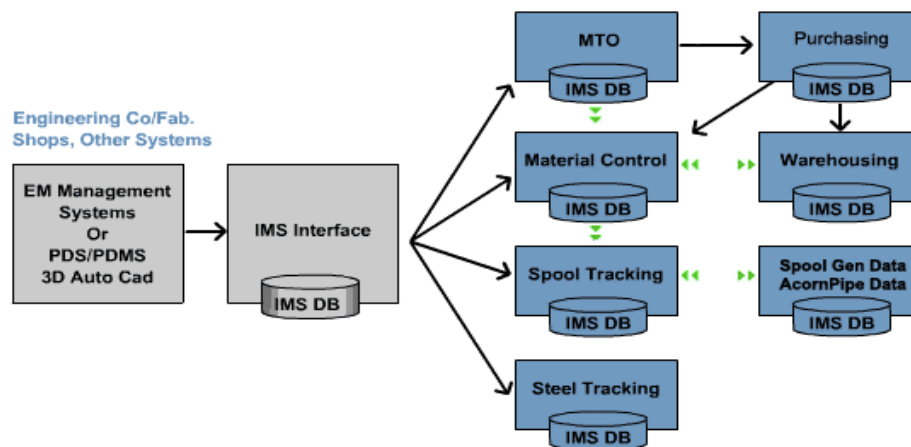
##### **IMS Fabtrack**

El desarrollo de IMS (Integrated Material Systems) comenzó hace unos doce años y ha progresado constantemente con el conocimiento adquirido por los usuarios del sistema y el personal altamente calificado para la capacitación asistencia en el uso de la herramienta como apoyo administrativo a la construcción de módulos estructurales para el montaje mecánico. IMS cuenta con sólidos grupos de soporte de TI y usuarios de entornos tan diversos como compras de proyectos, construcción, fabricación de tuberías, soldadura y adaptación, administración de oficinas, contabilidad, marketing.

Como IMS es una empresa privada sólida financieramente, las mejoras a los sistema en concordancia con los usuarios, se completan de manera rápida y sin demora a la espera de su aprobación. Se realizan modificaciones y mejoras al sistema de información administrativo (SIA), realizando mejoras a medida que se identifican nuevos requisitos y aplicaciones de los usuarios. Las aplicaciones IMS se usan actualmente en más de cuarenta proyectos importantes en los Estados Unidos y Canadá.

### Servicios y Comunicación de datos IMS Fabtrack

- ✓ Arrendamiento y uso de aplicaciones.
- ✓ Entrenamiento del sistema.
- ✓ Servicios de entrada y carga de datos de ingeniería y datos del taller.
- ✓ Personal para la coordinación de tiendas de acero y módulos.
- ✓ Asistencia de TI para redactar informes.
- ✓ Soporte de TI para escribir programas de interfaz con ingeniería actual y sistemas de materiales.
- ✓ Soporte de TI para escribir sistema de interfaz con sistemas de taller de fabricación.



Fuente: [www.imsfabtrack.com](http://www.imsfabtrack.com).

Figura 4-15. Estructura de Servicios y Comunicación de datos IMS Fabtrack.

#### 4.1.4. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos

Según los estatutos creados por el Servicio Nacional de Geología y Minería, en su punto 3, indica que la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado, Ley N° 18.575, establece en su Artículo 5 que “Las autoridades y funcionarios deberán velar por la eficiente e idónea administración de los medios públicos y por el debido cumplimiento de la función pública. Los órganos de la Administración del Estado deberán cumplir sus cometidos coordinadamente y propender a la unidad de acción, evitando la duplicación o interferencia de funciones”.

**Perfil de cargo: Jefe Departamento de Planificación y Control (Oficina de Planificación).**

**1. Nombre del cargo:** Jefe de Departamento de Planificación y Control de Gestión.

**2. Propósito del Cargo:** Garantizar el adecuado funcionamiento de los sistemas de información, Planificación, Calidad y Control de Gestión de la Institución, cumpliendo con los parámetros, fechas y eficiencia de los compromisos del Servicio.

**3. Funciones del Cargo:**

- ✓ Dirigir el departamento de planificación con el objetivo de elaborar los programas anuales de mediano plazo de la institución y las metas de corto, mediano y largo plazo, en coordinación con las áreas del servicio.
- ✓ Asesorar e informar al director nacional en el proceso de planificación estratégica de la institución, organización y control de gestión, apoyando la elaboración del presupuesto institucional de SERNAGEOMIN en concordancia con sus definiciones estratégicas.
- ✓ Implementar y mantener un sistema de control de gestión (PMG) relacionados con su implementación, avances y resultados, articulando el cumplimiento de los principales compromisos institucionales a saber: convenios de desempeño colectivo, convenio de desempeño ejecutivo y la programación gubernamental.
- ✓ Apoyar la gestión y promover ante los organismos gubernamentales, nacionales e internacionales las iniciativas institucionales que se integren a grupos de investigadores del servicio con proyectos nacionales (estudios para inversión, fondos concursables) e internacionales que favorezcan el desarrollo institucional, desarrollo sustentable y ambiental en materia de geología y minería.
- ✓ Apoyar la consecución de proyectos de cooperación técnica nacional e internacional para el desarrollo de investigaciones y asistencia técnica para Geología y Minería.
- ✓ Implementar las herramientas de planificación y control de gestión que permitan la aplicación de la planificación estratégica u otro tipo de planificación pertinente, generando los indicadores y demás parámetros que permitan el control de la gestión, de manera coordinada con las unidades técnicas y administrativas del servicio.
- ✓ Implementar y mantener en pleno funcionamiento el sistema PMG de planificación y control de gestión como columna vertebral del sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001.

**Perfil de Cargo: Jefe Administrativo.**

**1. Nombre del cargo:** Jefe administrativo.

**2. Unidad o Área:** Administración.

**3. Dependencia:** Jefe de Departamento de Planificación y Control de Gestión.

**4. Dependientes:** Administrativos.

**5. Relaciones del Cargo:**

Internas: Jefe de Departamento de Planificación y Control de Gestión., nómina administrativa y operacional.

Externas: Proveedores.

**6. Propósito del Cargo:**

Funciones Transmitir las directrices e información entregada por el Jefe de Departamento de Planificación y Control de Gestión a los funcionarios administrativos del área que depende el laboratorio en ambiente CAVE. Supervisar el trabajo de los administrativos.

Impulsar el flujo de información a todos los niveles en forma ascendente y descendente, emitiendo informes con periodicidad determinada y entregando información de tipo contingente.

**7. Requisitos del Cargo:**

Estudios : Ingeniero en Administración de empresas.

Conocimientos : Excel avanzado, inglés nivel avanzado hablado y escrito, relaciones con clientes internos.

**8. Principales Actividades:**

Supervisión de la correcta operación de la planta tanto en lo referente a los aspectos administrativos y de gestión, así como también la gestión eficiente de los recursos asignados y a la idoneidad del personal bajo su cargo.

Impulsar el flujo de información a todos los niveles en forma ascendente y descendente, emitiendo informes con periodicidad determinada y entregando información de tipo contingente.

**9. Responsabilidad:**

Información Confidencial: Maneja en forma indirecta un grado de confidencialidad bajo.

**10. Listado de Competencias:**

Proactivo, excelentes relaciones interpersonales, habilidad de liderazgo, orientación al cliente. Tratar en forma cortés al público en general. Elaboración de informes, y manejo de Excel avanzado.

**Perfil de Cargo: Administrativos.**

**1. Nombre del Cargo:** Administrativo de compras.

**2. Unidad o Área:** Administración.

**3. Dependencia:** Jefe administrador de planta.

**4. Dependientes:** No tiene.

**5. Relaciones del Cargo:**

Internas: Jefe administrador, nómina administrativa y de personal.

Externas: Proveedores.

**6. Propósito del Cargo:**

Satisfacer las necesidades de comunicación del personal de la unidad, atendiendo a los proveedores en la recepción de documentos según normativa, servir de apoyo a las actividades administrativas de la unidad.

Recibir las cotizaciones por la prestación de los servicios nacionales.

**7. Requisitos del Cargo:**

Estudios: Educación media completa, estudios de técnico en administración universitaria de empresas, computación y administración.

Experiencia : Practica profesional.

Conocimientos : Excel avanzado, inglés nivel intermedio hablado y escrito, relaciones con público y atención a clientes.

**8. Principales Actividades:**

- ✓ Opera una central telefónica pequeña, haciendo y recibiendo llamadas telefónicas.
- ✓ Atiende a proveedores que solicitan información dándole la orientación requerida.
- ✓ Agenda la reserva vía internet o telefónica de revisión técnica de proveedores y vendors.
- ✓ Cumple con las normas y procedimientos en materia de seguridad integral, establecidos por la organización.
- ✓ Mantiene en orden equipo y sitio de trabajo, reportando cualquier anomalía.
- ✓ Elabora informes periódicos de las actividades realizadas.
- ✓ Realiza cualquier otra tarea afín que le sea asignada.

9. Responsabilidad:

Materiales : Maneja equipos y materiales de fácil uso, siendo su responsabilidad directa.

10. Listado de Competencias:

El manejo de centrales telefónicas. Identificación y ubicación de los funcionarios que prestan sus servicios en la dependencia. Atender proveedores. Expresarse y comunicarse correcta y claramente en forma oral. Seguir instrucciones orales y escritas. Recibir mensajes.

4.1.5. Gastos en personal

El proyecto considera un bono de colación correspondiente a 25 USD\$; bono de movilización 4 USD\$ y gratificación incluidos en la remuneración. No se considerar gastos adicionales en el personal administrativo, cabe mencionar que no existe uniforme especifico, deben asistir con tenida semi formal.

Tabla 4-1. Detalle de gastos personal administrativo.

| Balance de Personal Administrativo |                                                            |            |                                                                    |              |                              |                       |                     |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| N°                                 | Cargo                                                      | N° Puestos | Volumen de Trabajo para 4 Proyectos Estructurales Mineros Promedio |              |                              |                       |                     |
|                                    |                                                            |            | Remuneración Anual                                                 |              |                              |                       |                     |
|                                    |                                                            |            | Mensual (USD\$)                                                    | Anual (US\$) | Seguro Cesantía Anual (2,4%) | Total Mensual (USD\$) | Total Anual (USD\$) |
| 1                                  | Jefe de Departamento de Planificación y Control de Gestión | 1          | 5.783                                                              | 69.398       | 1.666                        | 5.922                 | 71.064              |
| 2                                  | Jefe administrativo                                        | 1          | 3.733                                                              | 44.794       | 1.075                        | 3.822                 | 45.869              |
| 3                                  | Administrativo de compras                                  | 6          | 70                                                                 | 840          | 20                           | 72                    | 860                 |
| Totales Anuales                    |                                                            |            | 9.586                                                              | 115.032      | 2.761                        | 9.816                 | 117.793             |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SERNAGEOMIN, Gobierno Transparente año 2017.

## 4.2. LEGAL

Para la formación de una nueva de unidad de proyectos para SERNAGEOMIN, se debe apegar a la normativa vigente:

Tipo Norma: Decreto 104

Fecha Publicación:25-05-2017

Fecha Promulgación:20-06-2016

Organismo: ministerio de minería

Título: Aprueba reglamento que regula la entrega de información de carácter general obtenida de los trabajos de exploración geológica básica.

Tipo Versión: Única.

De: 25-05-2017

Inicio Vigencia :25-05-2017.

Id Norma :1103231.

### 4.2.1. Marco legal vigente nacional

Extracto Decreto N° 104, Ministerio de Minería.

Artículo 2:

Definiciones. Para los efectos del presente Reglamento, se entenderá por: a) Director: El Director Nacional del Servicio Nacional de Geología y Minería. b) Entidad Informante: Toda persona, natural o jurídica, que realiza o ha realizado actividades de Exploración Geológica Básica, por sí o a través de terceros. c) Exploración: Conjunto de obras y acciones conducentes al descubrimiento, caracterización, delimitación y estimación del potencial de una concentración de sustancias minerales. d) Exploración Geológica Básica: Primera etapa del proceso de exploración, consistente en la selección de áreas geográficas con características geológicas favorables para contener depósitos minerales, y en la identificación en ellas, mediante la aplicación de una o más técnicas de reconocimiento geológico, de sectores específicos o blancos en los que eventualmente pueda comprobarse la presencia de tales depósitos. e) Información de Carácter General o Información: Conjunto de antecedentes, tales como muestras, mapas, levantamientos, tablas o estudios, obtenidos de los trabajos de Exploración Geológica Básica. f) Proyecto Minero: Aquellas acciones u obras destinadas a la exploración, prospección, construcción, extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros. g) Reglamento: El presente Reglamento. h) Servicio: El Servicio Nacional de Geología y Minería. Artículo 3. Funciones del Servicio. Corresponde al Servicio requerir, recibir, revisar, procesar y

difundir la Información de Carácter General, como asimismo, velar por el cumplimiento de las obligaciones de la Entidad Informante originadas en virtud del presente Reglamento. Artículo 4. Procedimiento. Los procedimientos administrativos a que dé origen la aplicación de este Reglamento se registrarán, supletoriamente, por las disposiciones de la ley N°19.880, sobre Bases de los Procedimientos Administrativos que Rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado<sup>23</sup>.

#### 4.2.2. Aspectos legales del giro del proyecto

El principal organismo fiscalizador de este tipo de proyectos, en este caso, es el Ministerio de Minería a través del personal competente de SERNAGEOMIN o personal del mismo ministerio, este debe ser competente y el personal que este designe, sin perjuicio de que en las labores de control puedan ser apoyadas por otras entidades idóneas. Los organismos fiscalizadores tendrán permanentemente acceso a la información de las actividades administrativas y procesos realizados en las instalaciones en la implementación de un Laboratorio con tecnología de tratamiento digital de imágenes CAVE y estarán facultados para realizar revisiones y seguimientos.

Documentos de referencia:

- ✓ Decreto de Ley N° 104, Ministerio de Minería.
- ✓ Manuales de Instrucciones, en adelante Manuales de Procedimientos e Interpretación de Resultados.
- ✓ Decretos, Resoluciones e Instrucciones de carácter general aplicables a las instalaciones de proyectos.

#### **Aspectos generales:**

a) El Laboratorio con tecnología de tratamiento digital de imágenes debe mantener a disposición de la autoridad un Libro de Trabajo o Bitácora de Planificación, en original y copia foliada. El Libro es el documento en el cual se debe dejar constancia de todas las fiscalizaciones, indicando fecha, hora de inicio, hora de fin, nombre y código de los inspectores.

---

<sup>23</sup> Fuente: [http://www.sernageomin.cl/gobiernotransparente/marconormativo/96306.DTO-104\\_25-MAY-2017](http://www.sernageomin.cl/gobiernotransparente/marconormativo/96306.DTO-104_25-MAY-2017).

b) El Libro de Trabajo no es de uso exclusivo del Ministerio, pudiendo dejar constancia en éste otros organismos fiscalizadores como la inspección del trabajo, el servicio de salud, municipalidad entre otros.

c) En aquellos casos en que el Laboratorio no mantenga un Libro de Trabajo, se deberá dejar constancia de ello en un reporte que se elaborará para tales efectos, el cual deberá incluir todos los antecedentes de la planta y de los hechos observados.

d) Se deberá dejar constancia de todas las observaciones que se detecten en los procesos de revisión de la respectivo Laboratorio y en la operación de esta. Para tales efectos se usará un reporte tipo (planilla), que se adjunta a este instructivo, donde se deberá indicar además la fecha, hora de inicio y término de la fiscalización y registros de comunicaciones de ingeniería con el Agente, nombre y dirección de la Casa de Ingeniería fiscalizada, código del establecimiento, nombre completo, código de los inspectores y firma, nombre del Jefe de Departamento de Planificación y Control de Gestión y su firma, y timbre oficial de la entidad fiscalizada.

#### 4.2.3. Incentivos y gobiernos corporativos

Gobierno es el proceso de establecer: Cadenas de responsabilidad, autoridad, y comunicación (derechos de decisión) Define la estructura de la empresa, como funciona, y los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros de la empresa. La especificación del flujo de decisiones, con frecuencia se establece en uno de los artefactos de una solución de gobierno, una matriz RACI (Responsible Accountable, Consulted Informed- Responsable, Rinde cuentas, Consultado, Informado ). Métricas, políticas, estándares y mecanismos de control para permitir que las personas cumplan con sus roles y responsabilidades. La empresa define e institucionaliza políticas corporativas, identificando los estándares que seguirá y especificando un conjunto de medias y controles. A su vez, estas políticas son reforzadas por los procesos. Los artefactos que se producen para definir esta visión dinámica del gobierno incluyen una librería de políticas y medidas de efectividad del gobierno. El enfoque de gobierno TI de IBM, está compuesto de muchas clases de entidades de gobierno TI llamadas disciplinas de gobierno.

Lo anterior y la clase de gobiernos corporativos e intereses generados por la implementación de ahorros significativos en la Industria Minera, puede traer incentivos o desincentivos a la mejora de la productividad estableciéndose burocracias y negativas a mejoras por intereses relacionados generados por los años de trabajo en la misma estructura, principalmente por intereses político – económicos y resistencia al uso e integración de nuevas tecnologías.

4.2.4. Aspectos laborales

Las relaciones laborales, entre el empleador y sus trabajadores se regularán mediante el código de trabajo y por sus leyes complementarias. Por lo que a continuación se harán mención a los puntos más relevantes del código del trabajo.

Para todos los efectos legales se entiende por empleador, como la persona, natural o jurídica, que utiliza los servicios intelectuales o materiales de una o más personas, en virtud de un contrato de trabajo. Con lo que respecta al trabajador, es toda persona natural, que preste servicios personales intelectuales o materiales, bajo dependencia o subordinación y en virtud de un contrato de trabajo.

La duración de la jornada ordinaria de trabajo no excederá las 45 horas semanales. Se podrá extender la jornada ordinaria de trabajo en dos horas extraordinarias remunerada según el acta la ley del trabajo vigente. Las remuneraciones serán en moneda local (CLP), dándose efectiva estas el último día del mes en efecto.

En el caso de término de contrato, el empleador está en obligación de pagar todas las remuneraciones que se adeuden al trabajador, en un solo acto al momento de extender el finiquito. Sin embargo, las partes podrán acordar un fraccionamiento de las remuneraciones adeudadas

Con respecto a la seguridad de los trabajadores, estos estarán cubiertos por el seguro social obligatorio contra los riesgos del trabajo y enfermedades profesionales, establecidos por la Ley N° 16744 y sus decretos complementarios, para tal propósito la empresa de afiliarse a alguna mutual se seguridad como la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), Instituto de Seguridad del Trabajo (IST), o el Hospital del trabajador quienes exigirán informes técnicos sobre normas de seguridad y resolución sanitaria, otorgado por el cuerpo de bomberos y el Servicio Nacional de Salud respectivamente.

Tabla 4-2. Costos asociados al cumplimiento de las legislaciones vigentes.

| N°    | Descripción                                  | Monto (CLP) | Monto (USD\$) |
|-------|----------------------------------------------|-------------|---------------|
| 1     | Legalización sociedad escritura (Notario)    | 8.500       | 13            |
| 2     | Certificado de Informaciones Previas         | 5.500       | 9             |
| 3     | Informe Sanitario                            | 3.000       | 5             |
| 4     | Presentación documentos a la SEREMI de salud | 50.000      | 79            |
| Total |                                              | 67.000      | 105,68        |

Fuente: Elaboración propia, mediante datos de Servicios Impuestos Internos, [www.sii.cl](http://www.sii.cl).

#### 4.3. **SOCIETARIA**

En consideración que esta solución de implementar un laboratorio experimental con tecnología de tratamiento digital de imágenes en entornos CAVE para establecer mejoras en los proyectos estructurales mineros, no implica la creación de una empresa, bajo una sociedad entre empresarios.

Dado lo anterior, esta solución aborda, en términos de responsabilidad de acuerdo con lo que sigue:

- ✓ Responsable de liderar la formulación de planes y programas que permitan aumentar la productividad, mediante la optimización del consumo de materiales, energía, recursos hídricos y combustible, permitiendo que la búsqueda de una mayor productividad y el control de los costos sea una prioridad permanente de SERNAGEOMIN.
- ✓ Controlar la contratación y compra de rubros estratégicos, bienes y servicios en el mercado nacional y extranjero.
- ✓ Liderar los estudios que permitan la racionalización de los contratos de compra de bienes y servicios, que incluye el análisis de los niveles de actividad, precios, alcance en su desarrollo y la renegociación de los contratos.
- ✓ Controlar el desarrollo de los estudios y proyectos tendientes a aumentar la productividad y disminuir los costos de producción, aprovechando las oportunidades generadas por la caída de los insumos críticos, especialmente el petróleo y los efectos compensatorios del tipo de cambio.

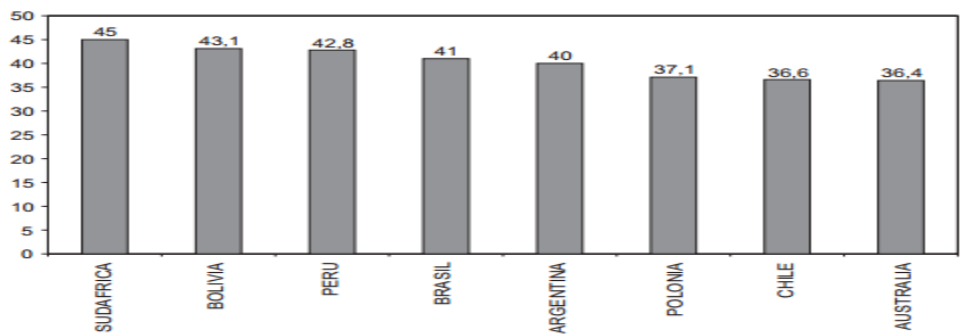
4.4. TRIBUTARIA

En Chile, el sistema tributario está compuesto por impuestos directos e impuestos indirectos. Los impuestos directos son aquellos que gravan o afectan la obtención de la renta o riqueza en manos del sujeto que la obtiene. Los impuestos indirectos son aquellos que afectan la manifestación de la riqueza, gravando, actos y/o contratos.

4.4.1. Carga tributaria

Comparar la carga tributaria entre países es un ejercicio complejo, ya que se debe considerar un número importante de tributos y estructuras diferentes. La simple comparación entre tasas de impuesto a la renta, por ejemplo, es incompleta cuando existen “royalties”, cuando los dividendos están afectos a impuestos, o cuando existen subsidios a la inversión o a los gastos en exploración. El trabajo quizás más completo en esta materia es el estudio realizado por el profesor James Otto, del Colorado School of Mines (Global Mining Taxation Comparative Study, March 2000). En dicho estudio se simula, para distintos países, la rentabilidad de un proyecto minero y la carga tributaria que soporta. Dicho proyecto es idéntico en sus dimensiones técnica, operacional, financiera y comercial, de forma tal que la única diferencia entre países la constituye el régimen tributario aplicable. De esta forma se logra aislar el impacto de la carga tributaria de las demás variables que inciden en la rentabilidad de un proyecto. Una forma de medir la carga tributaria es determinar el monto de impuestos totales pagados como porcentaje de los resultados antes de impuestos (la tasa de impuesto efectiva).

Resumen los resultados del estudio para la aplicación de este indicador:



Fuente: Elaboración propia, carga tributaria comparada, [www.sii.cl](http://www.sii.cl) año 2017

Gráfico 4-1. Resultados de estudio para aplicación de tasa de impuesto efectiva.

Una forma alternativa de medir la carga tributaria consiste en verificar el impacto de los impuestos sobre la rentabilidad del “proyecto tipo” y se determina conforme al siguiente cálculo:

**Peso de la carga tributaria (%) = (1- TIR1/TIR2)**

Donde:

**TIR 1:** Tasa interna de retorno (rentabilidad) del proyecto antes de impuestos.

**TIR 2:** Tasa interna de retorno (rentabilidad) del proyecto después de impuestos.

A diferencia del método anterior, éste toma en cuenta no sólo el monto de impuestos pagados, sino también la oportunidad en la cual se realiza el pago de estos. Considerando que el dinero tiene “valor en el tiempo” (no da lo mismo pagar impuestos hoy que pagarlos mañana), este método es quizás una mejor forma de medir la carga tributaria real. En el Gráfico 4-1, se presentan los resultados del presente estudio. Se presentan dos resultados para Chile: “Chile 1” corresponde en estricto rigor al resultado del estudio. Dicho estudio fue realizado con datos referenciales de Servicio de Impuestos Internos, el año 2016 y refleja el régimen tributario existente a tal fecha. Sin embargo, en el año 2017, se introdujo un cambio significativo al régimen tributario en Chile. La llamada “ley “contra la elusión y evasión tributaria”, dictada en junio de ese año, elimina el derecho a usar depreciación acelerada para los efectos de determinar el impuesto a la renta que se reparte como dividendos (y toda renta se termina repartiendo como dividendos).

Tabla 4-3. Proyección de la tasa de impuesto a la renta.

| Año                         | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tax Rate                    | 20,0% | 20,0% | 22,5% | 22,5% | 24,0% | 25,5% | 27,0% | 27,0% | 27,0% |
| Tax Rate Promedio 2019-2020 | 27,0% |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Tax Rate Proyectado         | 27,0% |       |       |       |       |       |       |       |       |

Fuente: Elaboración propia, mediante información Servicios Impuestos Internos, [www.sii.cl](http://www.sii.cl) año 2017.

#### 4.5. FINANCIERA

La Subsecretaría de Minería se financia casi en su totalidad con recursos del Estado con más del 99% de los recursos provenientes de Aporte Fiscal. La otra fuente de ingresos corresponde principalmente a recuperaciones y reembolsos por licencias médicas y otros no especificados. Existe una tendencia decreciente en los ingresos, producto fundamentalmente de las variaciones de tipo de cambio que condicionan los montos en pesos asociados al producto Política de Fomento a la Pequeña y Mediana Minería. Los 8 millones de dólares expresados en moneda nacional promedio del año 2009 del año 2003 alcanzan los 6.856 millones mientras que para el año el año 2009 es de 4.475 millones, confirma lo antes expresado. Las transferencias corrientes corresponden al principal ítem de gasto de la institución, seguida por el gasto en personal. Ambos suman un 89,9% del total del gasto de la institución, lo que es coherente con los significativos montos de transferencias a ENAMI para la Política de Fomento a la Pequeña y mediana Minería, estipulados por Decreto Supremo. La ejecución presupuestaria se encuentra en torno al 100% en cuanto a ingresos, con un porcentaje de ejecución algo menor en gastos que ha oscilado entre el 93% y 98%. Se observan saldos de caja pequeños con respecto al gasto, situación que se exceptúa el año 2008 en que el saldo representó un 10,8% del gasto total anual 2009, con el consecuente costo de oportunidad de los recursos, lo que da cuenta de una deficiente gestión financiera en ese año particular. Se constató que el saldo inicial extrapresupuestario neto del año 2009 es negativo (-\$97,7 millones), situación que de acuerdo con lo informado por la institución correspondió a una operación registrada con anterioridad al 2000 y se arrastra al periodo en evaluación. Esta situación estaría en vías de solución mediante Decreto Supremo.

##### 4.5.1. Políticas, normas, leyes y reglamentos

Este producto estratégico no tiene indicadores desagregados por dimensiones ni ámbito. En general es difícil cuantificar este producto, y aunque no se cuenta con información base para su medición, el análisis se basa en los siguientes indicadores. El porcentaje de gasto ejecutado respecto del gasto presupuestado se encuentra dentro del rango esperado (95%-105%), a excepción de los valores del año 2007 y 2008 cuyos porcentajes fueron de 93% y 80% respectivamente. Dando cuenta de una disciplina financiera relativamente adecuada. Las cifras que se encuentran fuera de rango corresponden a situaciones en que la Autoridad ha reasignado recursos.

4.5.2. Proyectos e iniciativas de alto impacto que permitan el desarrollo integral de la minería

En este producto hay dos subproductos estratégicos: Clúster Minero y Acciones de coordinación de los organismos públicos con la Industria Minera. El primer subproducto es nuevo y por lo tanto no hay información asociada para evaluar el resultado de este. Aunque el segundo no es nuevo, no se cuenta con información disponible de las acciones de coordinación realizadas, tampoco se dispone de información completa para el análisis. Por lo anterior no es posible realizar un análisis de resultados asociado a este producto estratégico.

La tabla 4-4 muestra los crecimientos reales para los distintos servicios y programas. El presupuesto del Ministerio de Minería se distribuye en forma mayoritaria al Servicio Nacional de Geología y Minería (62,3% del presupuesto total), seguido por la Subsecretaría y Administración General (27,6%) y la Comisión Chilena del Cobre (10,1%).

Tabla 4-4. Resumen presupuesto Ministerio de Minería.

| Resumen del Presupuesto Ministerio de Minería (USD\$) |                                         |        |        |           |                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|--------|-----------|--------------------|
| N°                                                    |                                         | 2016   | 2017   | Variación | Variación Absoluta |
| 1                                                     | Minería Total                           | 57.016 | 56.127 | -1,6%     | -889               |
| 2                                                     | Secretaría y Admin. General             | 14.878 | 15.484 | 3,9%      | 607                |
| 3                                                     | Secretaría y Admin. General             | 5.912  | 6.392  | 7,5%      | 480                |
| 4                                                     | Fomento de la pequeña y mediana minería | 8.966  | 9.093  | 1,4%      | 127                |
| 5                                                     | COCHILCO                                | 5.758  | 5.661  | -1,7%     | -97                |
| 6                                                     | SERNAGEOMIN                             | 36.380 | 34.982 | -4,0%     | -1.399             |
| 7                                                     | SERNAGEOMIN                             | 14.400 | 16.639 | 13,5%     | 2.239              |
| 8                                                     | Plan Nacional de Geología               | 10.478 | 7.604  | -37,8%    | -2.874             |
| 9                                                     | Programa de Seguridad Minera            | 5.297  | 6.160  | 14,0%     | 862                |
| 10                                                    | Red Nacional de Vigilancia Volcánica    | 6.205  | 4.579  | -35,5%    | -1.626             |

Fuente: Elaboración propia, mediante información DIPRES<sup>24</sup>

<sup>24</sup> DIPRES, Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda, Gobierno de Chile

## **CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### 5.1. COSIDERACIONES A UTILIZAR

El objetivo principal de este capítulo y análisis es la valoración del proyecto de creación de un laboratorio experimental con tecnología de tratamiento digital de imágenes (CAVE) para proyectos de infraestructura minera en Chile, mediante el método del Flujo de Caja Descontado.

Se realiza el trabajo de valoración mediante el análisis de los proyectos en cartera determinados al año 2024 y otras variables económicas que se ajustarán a la valoración del proyecto a cinco años, dicho de otra manera se usarán flujos perpetuos que se traerán a valor presente al año 2022 y luego estos flujos serán descontados nuevamente a la tasa de descuento calculada.

Se calculará la estructura de capital o de financiamiento de las empresas usando como información de entrada las estructuras de capital históricas de la Industria. Desde el año 2013 en adelante. Con las conclusiones de los cálculos precedentes, se determina la tasa de descuento a utilizar para valorar el impacto en el presente proyecto y en la Industria mediante el método del Costo de Capital Promedio Ponderado.

A su vez, se realiza la determinación de los datos económicos del proyecto, es decir proyectando ahorros relativo a las mejoras, costos, gastos, para así poder proyectar el estado resultado ajustando a Flujo de Caja Libre, lo cual es necesario para determinar el valor del proyecto y el patrimonio económico con su valor de acción respectivo. Los proyectos de inversión deben ser evaluados en términos monetarios con el fin de determinar su factibilidad económica y financiera. Se sabe que un peso hoy no tiene el mismo valor que un peso mañana debido a pérdidas o ganancias del poder adquisitivo a través del tiempo y pérdidas por intereses no ganados que puede devengar la moneda en el tiempo. Como consecuencia de lo antes mencionado se seleccionara una moneda de carácter dura, para el caso de este proyecto la más apropiada es el dólar. Dicha moneda varia en directa proporción con los principales mercados donde se transan dineros con tasas en divisa norteamericana, por esto, realizar una transformación de tasas generaría una importante pérdida de información o errores en los cálculos de tasa, en este contexto.

### 5.1.1. Horizonte del proyecto

El horizonte de evaluación para el proyecto ha sido fijado a cinco años, teniendo en consideración un periodo adicional, considerando la duración de los proyectos de inversión estructurales mineros. En una situación ideal, debiera ser igual a la vida útil real o fair value de los activos involucrados descrito en capítulos anteriores, lo anterior, para la determinación de la estructura de costos y beneficios futuros que estén directamente asociados con la ocurrencia esperada y proyectada en la inversiones en proyectos estructurales mineros, como también egresos de caja en el total del periodo involucrado.

### 5.1.2. Tasa de descuento

La tasa de descuento o retorno con la cual se evaluará el proyecto ha sido calculada en un 10,97% , además se hallará el Valor Económico Añadido, sus siglas en ingles EVA (ECONOMIC VALUE ADDED), de esta manera se verificará si este proyecto crea o destruye valor en términos netamente económicos.

El cálculo se realizó mediante el método el modelo de Precios de los Activos de Capital, sus sigla en inglés CAPM (CAPITAL ASSET PRICING MODEL), mediante el uso y estudio del concepto de tasa de descuento llamada Tasa de Costo Promedio Ponderado de Capital, sus siglas en ingles WACC (WIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL) de este modelo utilizando la tasa :

a) Costo del Capital Promedio Ponderado.

$$\text{Tasa WACC} = \frac{\text{deuda}}{\text{deuda} + \text{patrimonio}} \times K_d(1 - T_c) + \frac{\text{patrimonio}}{\text{patrimonio} + \text{deuda}} \times K_p$$

**Donde  $K_d$  es el costo de la deuda,  $T_c$  es la tasa impositiva y  $K_p$  es el costo patrimonial de los inversores.**

b) Modelo CAMP: The Capital Pricing Model.

c) Modelo Sharpe.

d) Modelo Markowitz.

e) Modelo Robert Hamada.

Dentro de los modelos más utilizados son el modelo Sharpe y el modelo de Robert Hamada por los que en el presente proyecto se descompondrán las dos estructuras modeladas en la teoría. Dando lo anterior, se escogerá la más correcta y una posteriormente se realizará un ajuste por inflación, considerando la contingencia de los actores financieros, el tamaño de la Industria y los factores inflacionarios producidos por efecto de las oscilaciones constantes del precio de la divisa norteamericana (US\$).

#### **A) Análisis de Modelo Sharpe.**

Supuestos del modelo Sharpe:

- a) Todos los inversionistas tienen el mismo horizonte temporal de un período.
- b) Las distribuciones de probabilidades futuras de los retornos de los distintos títulos para el período de referencia son iguales para todos los inversionistas. Es decir, existen expectativas homogéneas.
- c) Todas las inversiones o activos individuales son infinitamente fraccionables.
- d) No existen impuestos a las ganancias del capital ni dividendos. No hay costos de transacción en las compras y ventas de títulos.
- e) Todos los inversionistas son diversificadores eficientes, es decir, se ubican en la frontera eficiente de la región de carteras posibles, definidas en el modelo media – varianza.
- f) Se puede prestar y pedir prestado la cantidad de dinero que se necesite, a una tasa libre de riesgo.
- g) No existe inflación.

$$K_p = r_f + (r_m - r_f)^{b_l}$$

**Donde  $r_f$  es tasa libre de riesgo,  $r_m$  tasa de riesgo de mercado,  $(r_m - r_f)$  prima por riesgo,  $b_l$  es el beta apalancado o con deuda.**

### B) Modelo Robert Hamada.

$$K_{p \text{ Hamada}} = \text{TLR} + \text{PNR} + \text{PRF}$$

$$K_{p \text{ Hamada}} = r_f + (r_m - r_f) \times b_u + (r_m - r_f) \times b_u \times \frac{B(1 - T_c)}{S}$$

Donde TLR: Tasa libre de riesgo, PRN: Prima por riesgo de negocio, PRF: Prima por riesgo financiero  $b_u$ : Beta sin endeudamiento o Beta sin Leverage,  $r_f$ : Tasa libre de riesgo,  $r_m$ : Riesgo de mercado  $(r_m - r_f)$ : Prima por riesgo de mercado, B: Deuda y S: Patrimonio.

### C) Factor de ajuste para modelos Sharpe y Hamada.

En el supuesto de que existiese inflación, la tasa debe aumentar, como también la tasa WACC, dicho de otra forma el descuento de los flujos futuros debe ser a una tasa WACC que castigue dichos flujos por efectos inflacionarios, es decir a mayor inflación mayor tasa WACC.

Con lo anteriormente dicho se obtiene:

- ✓ Aumento de la tasa WACC.
- ✓ Disminución del VAN.
- ✓ La TIR permanece indiferente.
- ✓ IR Disminuye.
- ✓ Análogamente para todos los indicadores que utilicen alguna tasa de descuento.

El ajuste por inflación, tiene como propósito considerar la tasa inflacionaria , en el cálculo del beta con leverage. Se estima que la prima por riesgo considera la inflación. La tasa libre de riesgo es casi indiferente ante las oscilaciones inflacionarias, dado que esta tasa es una referencia de los instrumentos sin riesgo como los instrumentos proporcionados por el banco central, gobierno, entre otros organismos públicos o también privados.

$$K_{S \text{ ajustado}} = r_f + (r_m - r_f) b_{\text{ajustado}}^l$$

Donde  $b_{\text{ajustado}}^l$  es:

$$b_{\text{ajustado}}^l = b_u \left[ \frac{B[1 + t_i] - T_c}{S[1 + t_i - i\%]} \right]$$

Donde  $i\%$  es el costo de oportunidad del inversionista.

En primera instancia se calculara calculará por modelo CAMP con la variables estándares como lo es el beta calculado para la Industria de la ingeniería con los datos proporcionados por Aswath Damodaran en su publicación en español el año 2017, y como costo de la deuda se utilizará como referencia instrumentos de renta fija como lo es la tasa de rendimiento de los Bonos del Tesoro Norteamericano a cinco años, para el 2017AcQ4

El PRM ( $r_m - r_f$ ) Utilizado Si bien puede utilizar estos números como estimaciones aproximadas de las primas de riesgo país, puede modificar las primas para reflejar el riesgo adicional de los mercados de acciones. Para estimar la prima de riesgo de la equidad país a largo plazo, comienzo con un diferencial predeterminado, usados como fuente los datos de Aswath Damodaran 2017, es decir:

Tabla 5-1 Costo de Capital Propio.

| Costo de capital propio                  |        |
|------------------------------------------|--------|
| $K_e = R_f + [E(R_m) - R_f] * \beta$     |        |
| Tasa de Bonos EUA (Rf) a 5 años          | 2,41%  |
| PRM Premio por riesgo de mercado (Rm-Rf) | 7,25%  |
| Beta ( $\beta$ )                         | 1,18   |
| Kp                                       | 10,97% |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Aswath Damodaran 2017.

5.1.3. Moneda a utilizar

La moneda utilizada para la evaluación económica del proyecto, es el dólar. Se escogió el dólar (US\$), porque es una moneda estable, se debe tener en cuenta que el dólar no considera el valor del dinero en el tiempo, pero la evaluación de este proyecto considera tasas e instrumentos que se componen de la divisa norteamericana, un ejemplo de esto es la moneda en la cual está expresada en el valor de los equipos necesarios para desarrollar el Laboratorio en Ambiente CAVE; sin embargo, dado este análisis, el dinero pierde valor en el tiempo adicionando en el cálculo de la tasa WACC un 2% por premio por liquidez.

5.1.4. Impuestos

La tasa impositiva a la que se encuentran afectas las utilidades del ejercicio corresponde a las expuestas en la Reforma Tributaria, ley 20.780. Según la reforma tributaria, los valores corresponderían al 25,5 % para el año 2017, y a partir del año 2018 aumentaría a un 27%.

Tabla 5-2. Tasa proyectada de primera categoría.

| Años comerciales en que se aplica la tasa de Primera Categoría.       | Tasas de Primera Categoría |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 2011 hasta 2013                                                       | 20,00%                     |
| 2014                                                                  | 21,00%                     |
| 2015                                                                  | 22,50%                     |
| 2016                                                                  | 24,00%                     |
| 2017 y siguientes Contribuyentes del Artículo 14, letra A) LIR        | 25,00%                     |
| 2017 Contribuyentes sujetos al Artículo 14, letra B) LIR              | 25,50%                     |
| 2018 y siguientes Contribuyentes sujetos al Artículo 14, letra B) LIR | 27,00%                     |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Servicio de Impuestos Internos [www.sii.cl](http://www.sii.cl) año 2017.

5.1.5. Depreciaciones

Para efectos de este estudio, se consideró que los software y hardware incluidos en Laboratorio en Ambiente CAVE debe ser depreciada, hay que agregar que los software adquiridos para uso se considera un activo fijo. Los activos fijos son activos a largo plazo, como la plantas, propiedades y equipos. Los activos fijos se deprecian con el tiempo en IFRS, ya que sus valores residuales caen debido a su uso en las actividades empresariales. Lo anterior se encuentra detallado en la NIC 38 Activos Intangibles (párrafo cuatro), NIC 36 deterioro del Valor de los Activos (párrafo 6,9,11,13,15), NIC 23 Costo por préstamos (párrafo 3,6), SIC 32 Activos Intangibles – Costos de Sitios Web.

En general los activos del área tecnológica como los software y hardware se deprecian de manera acelerada, pero no exponencial, sino dando menor tiempo de vida útil a estos activos, en general estos activos se deprecian a 4 años según SII (Servicio de Impuestos Internos).

Tabla 5-3. Detalle la tabla de depreciación.

| N° | Equipos                                                                                              | Cantidad | CUN     | CU     | CT      | CT     | VU | Cuota de Dep | Dep año | Valor libro |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|---------|--------|----|--------------|---------|-------------|
| 1  | Oficina Modular<br>Planta Libre<br>Medidas, 15 (m2)                                                  | 4        | 2.200   | 2.618  | 8.801   | 10.474 | 8  | 1.100        | 5.501   | 3.300       |
| 2  | Sanitario Modular                                                                                    | 1        | 5.986   | 7.123  | 5.986   | 7.123  | 8  | 748          | 3.741   | 2.245       |
| 3  | Escritorios                                                                                          | 23       | 489     | 582    | 11.247  | 13.384 | 5  | 2.249        | 11.247  | 0           |
| 4  | Sillas                                                                                               | 23       | 93      | 111    | 2.139   | 2.545  | 5  | 428          | 2.139   | 0           |
| 5  | Estanterías                                                                                          | 5        | 106     | 126    | 530     | 631    | 5  | 106          | 530     | 0           |
| 6  | Generador Lureye<br>150 Kva Sdmo<br>Francés Modelo<br>J165k12017211                                  | 1        | 20.489  | 24.382 | 20.489  | 24.382 | 10 | 2.049        | 10.244  | 10.244      |
| 7  | Notebook                                                                                             | 5        | 869     | 1.034  | 4.345   | 5.171  | 2  | 2.173        | 0       | 4.345       |
| 8  | Televisor HD 40"                                                                                     | 2        | 305     | 363    | 610     | 726    | 2  | 305          | 0       | 610         |
| 9  | Impresoras<br>multifuncionales                                                                       | 4        | 138     | 164    | 552     | 657    | 1  | 552          | 0       | 552         |
| 10 | Refrigerador                                                                                         | 1        | 436     | 519    | 436     | 519    | 9  | 48           | 242     | 194         |
| 11 | Horno Microondas                                                                                     | 2        | 132     | 157    | 264     | 314    | 9  | 29           | 147     | 117         |
| 12 | Equipos detección<br>y control de<br>incendios                                                       | 1        | 1.536   | 1.828  | 1.536   | 1.828  | 10 | 154          | 768     | 768         |
| 13 | Equipos de<br>vigilancia y control<br>interno                                                        | 1        | 2.836   | 3.375  | 2.836   | 3.375  | 10 | 284          | 1.418   | 1.418       |
| 14 | Equipos de aire<br>acondicionado                                                                     | 3        | 411     | 489    | 1.233   | 1.467  | 10 | 123          | 617     | 617         |
| 15 | Hervidor Eléctrico                                                                                   | 2        | 46      | 55     | 92      | 109    | 9  | 10           | 51      | 41          |
| 16 | Pantalla (frontal,<br>laterales, suelo y<br>techo) BARCO<br>DarkScreen retro<br>proyectadas          | 5        | 3.943   | 0      | 19.715  | 0      | 2  | 9.858        | 0       | 19.715      |
| 17 | Proyector 3D de<br>alta resolución<br>BARCO                                                          | 1        | 129.596 | 0      | 129.596 | 0      | 2  | 64.798       | 0       | 129.596     |
| 18 | Estaciones de<br>trabajo HP xw9400<br>en clúster.                                                    | 12       | 869     | 0      | 10.428  | 0      | 2  | 5.214        | 0       | 10.428      |
| 19 | Sistema de tracking<br>y dispositivos de<br>interacción: gafas<br>estereoscópicas<br>Infitec deLuxe. | 7        | 1.577   | 0      | 11.039  | 0      | 2  | 5.520        | 0       | 11.039      |
| 20 | Sistema de audio<br>envolvente basado<br>en tecnología 5.1.                                          | 1        | 1.261   | 0      | 1.261   | 0      | 2  | 631          | 0       | 1.261       |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Servicio de Impuestos Internos [www.sii.cl](http://www.sii.cl) año 2017.

5.1.6. Reinversiones

Durante el horizonte de evaluación, el proyecto no cuenta con reinversiones.

5.1.7. Valor desecho

Para el cálculo del valor de desecho, se ha utilizado el método económico, ya que, considerando que el horizonte de evaluación es de cinco años y la vida útil de los software y hardware son cuatro años, el proyecto valdrá lo que es capaz de generar, considerando el valor calculado en el flujo seis, considerado en este proyecto como perpetuidad constante.

5.1.8 Análisis de riesgo

Por ser un proyecto de mejora en la Industria, para el análisis de riesgo sólo se utilizará para la sensibilización la tasa de descuento, como una fuente de riesgo externa, midiendo la Industria y teniendo en cuenta que podría generarse una baja o un alza en el proyecto.

5.2. **PROYECTO PURO**

A continuación se desarrollará la proyección del Flujo de Caja Libre de un laboratorio experimental con tecnología de tratamiento digital de imágenes (CAVE) para proyectos de infraestructura minera en Chile.

Tabla 5-4. Consumo de energía en KW para Laboratorio en entorno CAVE.

| Insumo  | Unidad de medida | Cantidad | Precio Unitario (US\$) | Total anual (USD\$) | Total mensual (USD\$) |
|---------|------------------|----------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| Energía | KW               | 2.784    | 5                      | 13.920              | 1.160                 |

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos del proyecto.

Tabla 5-5. Costo anual y escala de sueldos para Laboratorio CAVE cinco caras.

| Descripción                                   | Cantidad | Costo Unitario (USD\$) | Costo Mensual (USD\$) | Costo Mensual (USD\$) | Costo Anual (USD\$) |
|-----------------------------------------------|----------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Director de Proyectos                         | 1        | 23.659                 | 23.659                | 23.707                | 284.479             |
| Gerente de Plataforma CAVE                    | 1        | 17.350                 | 17.350                | 17.385                | 208.618             |
| Gerente Técnico                               | 1        | 17.350                 | 17.350                | 17.385                | 208.618             |
| Gerente de Redes y Comunicaciones             | 1        | 17.350                 | 17.350                | 17.385                | 208.618             |
| Gerente de Operaciones                        | 1        | 15.773                 | 15.773                | 15.804                | 189.653             |
| Jefe de Plataforma CAVE                       | 1        | 11.041                 | 11.041                | 11.063                | 132.757             |
| Jefe de Ingeniería                            | 1        | 10.252                 | 10.252                | 10.273                | 123.274             |
| Jefe de Redes y Comunicaciones                | 1        | 10.252                 | 10.252                | 10.273                | 123.274             |
| Jefe Oficina Técnica                          | 1        | 10.252                 | 10.252                | 10.273                | 123.274             |
| Encargado de Laboratorio CAVE                 | 1        | 2.366                  | 2.366                 | 2.371                 | 28.448              |
| Soporte de Plataforma CAVE                    | 1        | 2.366                  | 2.366                 | 2.371                 | 28.448              |
| Diseñador Mecánico Piping Senior              | 1        | 4.732                  | 4.732                 | 4.741                 | 56.896              |
| Diseñador Mecánico Piping Junior              | 1        | 2.366                  | 2.366                 | 2.371                 | 28.448              |
| Diseñador Mecánico Estructural Senior         | 1        | 4.732                  | 4.732                 | 4.741                 | 56.896              |
| Diseñador Mecánico Estructural Junior         | 1        | 2.366                  | 2.366                 | 2.371                 | 28.448              |
| Diseñador Eléctrico Senior                    | 1        | 4.732                  | 4.732                 | 4.741                 | 56.896              |
| Diseñador Eléctrico Junior                    | 1        | 2.366                  | 2.366                 | 2.371                 | 28.448              |
| Soporte Computacional y Redes                 | 1        | 1.893                  | 1.893                 | 1.897                 | 22.758              |
| Soporte Comunicación de Datos Plataforma CAVE | 1        | 2.839                  | 2.839                 | 2.845                 | 34.138              |
| Medidor Mecánico Senior                       | 1        | 2.366                  | 2.366                 | 2.371                 | 28.448              |
| Medidor Mecánico Junior                       | 1        | 1.577                  | 1.577                 | 1.580                 | 18.965              |
| Checker Operacional Senior I                  | 1        | 4.416                  | 4.416                 | 4.425                 | 53.103              |
| Checker Operacional Senior II                 | 1        | 4.416                  | 4.416                 | 4.425                 | 53.103              |
|                                               |          |                        | Total anual (USD\$)   | 177.168               | 2.126.010           |

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos del proyecto.

Tabla 5-6. Costo anual de software para Laboratorio CAVE cinco caras.

| N° | Equipos / Software                        | Cantidad | CUN<br>(USD\$) | CU<br>C/IVA<br>(USD\$) | CU<br>Mes-Pago de<br>Licencias | CT<br>Neto<br>(USD\$) | CT<br>C/IVA |
|----|-------------------------------------------|----------|----------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1  | AIM/Directa                               | 2        | 15.200         | 18.088                 | 1.267                          | 30.400                | 36.176      |
| 2  | CADWorx                                   | 2        | 9.520          | 11.329                 | 793                            | 19.040                | 22.658      |
| 3  | CloudWorx for Intergraph Smart 3D         | 1        | 7.476          | 8.896                  | 623                            | 7.476                 | 8.896       |
| 4  | CloudWorx for SmartPlant Isometrics       | 1        | 7.476          | 8.896                  | 623                            | 7.476                 | 8.896       |
| 5  | CloudWorx for SmartPlant Review           | 1        | 7.476          | 8.896                  | 623                            | 7.476                 | 8.896       |
| 6  | I-Data Estimator                          | 1        | 9.500          | 11.305                 | 792                            | 9.500                 | 11.305      |
| 7  | Intergraph Smart 3D                       | 1        | 35.800         | 42.602                 | 2.983                          | 35.800                | 42.602      |
| 8  | Intergraph Smart Data Validator           | 1        | 8.900          | 10.591                 | 742                            | 8.900                 | 10.591      |
| 9  | Intergraph Smart Yard                     | 1        | 9.000          | 10.710                 | 750                            | 9.000                 | 10.710      |
| 10 | Isogen                                    | 1        | 32.760         | 38.984                 | 2.730                          | 32.760                | 38.984      |
| 11 | NozzlePRO                                 | 1        | 23.580         | 28.060                 | 1.965                          | 23.580                | 28.060      |
| 12 | PDS                                       | 1        | 30.540         | 36.343                 | 2.545                          | 30.540                | 36.343      |
| 13 | SmartPlant 3D Materials Handling Edition  | 1        | 25.470         | 30.309                 | 2.123                          | 25.470                | 30.309      |
| 14 | SmartPlant Action Management              | 1        | 10.700         | 12.733                 | 892                            | 10.700                | 12.733      |
| 15 | SmartPlant Cloud                          | 1        | 8.000          | 9.520                  | 667                            | 8.000                 | 9.520       |
| 16 | SmartPlant Construction                   | 2        | 30.250         | 35.998                 | 2.521                          | 60.500                | 71.995      |
| 17 | SmartPlant Electrical                     | 2        | 30.250         | 35.998                 | 2.521                          | 60.500                | 71.995      |
| 18 | SmartPlant Enterprise Control Panel       | 1        | 20.230         | 24.074                 | 1.686                          | 20.230                | 24.074      |
| 19 | SmartPlant Enterprise for Owner Operators | 1        | 15.800         | 18.802                 | 1.317                          | 15.800                | 18.802      |

Fuente: Elaboración propia, según resultados de tablas de costos del proyecto.

Tabla 5-7. Determinación de Flujo de Caja Puro.

| Ítem / Año                                               | En MMUSD\$ |       |        |       |       |       |
|----------------------------------------------------------|------------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                                                          | T 0        | 2018  | 2019   | 2020  | 2021  | 2022  |
|                                                          | 0          | 1     | 2      | 3     | 4     | 5     |
| Costo Total sin proyecto                                 |            | 342   | 1.017  | 754   | 1.493 | 372   |
| Costo Total con proyecto (Beneficio)                     |            |       |        |       | -82   | -90   |
| Egresos Operacionales (Licencias SW-Remuneraciones)      |            | -2,8  | -2,8   | -2,8  | -2,8  | -2,8  |
| Ahorro proyecto                                          |            | -339  | -1.014 | -757  | 1.414 | 285   |
| Depreciación                                             |            | -0,10 | -0,10  | -0,01 | -0,01 | -0,01 |
| Interés Crédito largo plazo                              |            |       |        |       |       |       |
| Valor Residual                                           |            |       |        |       |       | 0,20  |
| Ahorro después del ejercicio                             |            | -339  | -1.014 | -757  | 1.414 | 285   |
| Impuestos                                                |            | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     |
| Utilidad / Pérdida                                       |            | -339  | -1.014 | -757  | 1.414 | 286   |
| Depreciación                                             |            | 0,10  | 0,10   | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Perdida ejercicio anterior                               |            |       | 339    | 1.014 | 757   |       |
| Amortización crédito largo plazo                         |            |       |        |       |       |       |
| Amortización crédito corto plazo                         |            |       |        |       |       |       |
| Inversión en activos fijos                               | -0,70      |       |        |       |       |       |
| Inversión en intangibles, puesta en marcha e imprevistos | -1,00      |       |        |       |       |       |
| Inversión en capital de trabajo                          | -9,71      |       |        |       |       | 9,71  |
| Flujo Antes de Financiamiento                            | -11,41     | -339  | -674   | 257   | 2.171 | 295   |
| Crédito Largo Plazo                                      |            |       |        |       |       |       |
| Crédito Corto Plazo                                      |            |       |        |       |       |       |
| Flujo de Caja                                            | -11,41     | -339  | -335   | 1.271 | 2.928 | 305   |
| Flujo a Valor Presente                                   | -11,41     | -306  | -272   | 930   | 1.931 | 181   |
| Flujo Actualizado Acumulado                              | -11,41     | -317  | -589   | 341   | 2.272 | 2.453 |

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| Tasa WACC (CAPM)                         | 10,97% |
| PRM Premio por riesgo de mercado (Rm-Rf) | 7,25%  |
| Beta (Damodaran)                         | 1,18   |
| VAN (MMUSD\$)                            | 2.453  |
| TIR                                      | 86%    |
| Payback (años)                           | 3      |

Fuente: Elaboración propia, según resultados de cálculos proyectados.

De acuerdo con los resultados de la evaluación del proyecto sin financiamiento, se puede interpretar que la evaluación entrega como resultados un VAN de 2.453 MMUSD\$, una TIR 86% y un playback al año 3. si bien el proyecto es rentable, el valor dado en el van es producto del valor de desecho, por lo tanto se puede interpretar que este flujo es altamente sensible a la tasa de descuento calculada de un 10,97%.

### 5.3 **PROYECTO CON FINANCIAMIENTO**

Como es un proyecto que depende de SERNAGEOMIN, dependiente del Ministerio de Minería. En el presente año, las autoridades anunciaron una nueva liberación de recursos a partir del año 2017, el ministerio de minería, el poder ejecutivo y de trabajadores y ejecutivos de la Corporación, se promulgó la ley que otorga recursos adicionales a CODELCO, por lo que no es necesario para este proyecto determinar el flujo de caja con financiamiento, dado que los recursos económicos del cobre y promoverán según ley inversiones, esta ley de capitalización promulgada hoy, contempla el aporte de un monto adicional de un máximo de US\$ 475 millones anuales para 2016 y 2017, orientado a disminuir el endeudamiento de la firma, como una mitigación equivalente a la diferencia entre los traspasos que se hacen por la Ley Reservada y los excedentes que tiene la compañía. Esto se suma al aporte de US\$ 500 millones provenientes de la ley de capitalización, aprobada en 2014 y que financia los proyectos estructurales de la empresa.

A esa gestión sería, responsable, que piensa en el país, capaz de construir un pacto de largo plazo entre la empresa y los trabajadores, el Estado debe responder como corresponde, facilitando las bases financieras para que su proyección sea posible.

Los acuerdos y leyes de financiamiento anteriormente mencionadas se logró ya que los parlamentarios provocaron celeridad y se estableció un amplio acuerdo logrado en la aprobación del proyecto de ley.

Respecto del uso que se hará de los recursos contemplados en la capitalización, el Poder Ejecutivo indicó que se orientan a financiar el plan de inversiones de la compañía. Lo que se está haciendo es garantizar la materialización de los proyectos estructurales que extienden la vida útil de sector minero y viabilizan los excedentes para el país por varias décadas más. Se indica que este año se debe robustecer los cimientos de los proyectos, con la certeza de que los recursos serán bien utilizados y que el progreso de la minería es también el progreso de Chile.

Con lo anterior se permite avanzar en la cartera de proyectos, sin elevar los niveles de endeudamiento. Sin estos valiosos recursos, no sería posible materializar los cerca de tres mil cuatrocientos millones de dólares que se invertirán durante 2017.

5.4     **SENSIBILIZACIONES**

El objetivo del análisis de sensibilidad del estudio es cuantificar el impacto que tiene las variables que han sido seleccionadas como críticas para un resultado óptimo del proyecto. Para efectos del presente, se han seleccionado la tasa de descuento recalculando el beta de la Industria con los datos obtenidos de las empresas líderes del rubro de ingeniería.

5.4.1   Beta patrimonial de una acción por el modelo de mercado para un laboratorio experimental con tecnología de tratamiento digital de imágenes (CAVE) para proyectos de infraestructura minera en Chile

**Beta Patrimonial.**

Para la estimación del Beta Patrimonial se analizaron los precios y retornos accionarios diarios entre los años 2011 al 2017 de Fluor Corporation, SNC Lavalin S.A. y Foster Wheeler S.A respecto al Índice Standard & Poor's 500 (S&P500).

**Cálculo de Beta Patrimonial de Fluor Corporation**

$$\frac{\text{Covarianza (Redimineto Accines Fluor – Rendimiento Índice SP\&500)}}{\text{Varianza (Rendimiento Acciones Fluor – Rendimiento Índice S\&P 500)}}$$

✓ Cálculo de Beta para Fluor Corporation año 2013:

| Covarianza   | Varianza     | Beta Fluor 2013 |
|--------------|--------------|-----------------|
| -3,30579E-05 | -3,30579E-05 | 1,00            |

✓ Cálculo de Beta para Fluor Corporation año 2014:

| Covarianza | Varianza    | Beta Fluor 2014 |
|------------|-------------|-----------------|
| 0,0180672  | 0,750268309 | 1,024           |

✓ Cálculo de Beta para Fluor Corporation año 2015:

| Covarianza  | Varianza    | Beta Fluor 2015 |
|-------------|-------------|-----------------|
| 6,52511E-05 | 0,000870006 | 1,075           |

✓ Cálculo de Beta para Fluor Corporation año 2016:

| Covarianza  | Varianza    | Beta Fluor 2016 |
|-------------|-------------|-----------------|
| 0,000149168 | 0,000945783 | 1,157           |

✓ Cálculo de Beta para Fluor Corporation año 2017:

| Covarianza  | Varianza    | Beta Fluor 2017 |
|-------------|-------------|-----------------|
| 2,96573E-05 | 0,000532586 | 1,055           |

Cálculo de Beta Patrimonial de SNC Lavalin S.A.

$$\frac{\text{Covarianza (Redimineto Acciones Lavalin – Rendimiento Índice SP\&500)}}{\text{Varianza (Rendimiento Acciones Lavalin – Rendimiento Índice S\&P 500)}}$$

✓ Cálculo de Beta para SNC Lavalin año 2013:

| Covarianza  | Varianza  | Beta Lavalin 2013 |
|-------------|-----------|-------------------|
| 6,72158E-05 | 0,0005011 | 1,13              |

✓ Cálculo de Beta para SNC Lavalin año 2014:

| Covarianza  | Varianza  | Beta Lavalin 2014 |
|-------------|-----------|-------------------|
| 0,020550968 | 0,8743439 | 1,02              |

✓ Cálculo de Beta para SNC Lavalin año 2015:

| Covarianza  | Varianza | Beta Lavalin 2015 |
|-------------|----------|-------------------|
| 0,000299453 | 0,050233 | 1,01              |

✓ Cálculo de Beta para SNC Lavalin año 2016:

| Covarianza   | Varianza  | Beta Lavalin 2016 |
|--------------|-----------|-------------------|
| -0,003393677 | 0,3326091 | 0,99              |

Para el año 2017 Ingeniería SNC Lavalin no presenta movimiento bursátil, por lo que se determinará el beta de la Industria con los años que se registró movimiento accionario, en las tres empresas líderes en participación de mercado.

Cálculo de Beta Patrimonial de Amec Foster Wheeler PLC (AMFW)

Covarianza (Redimineto Acciones AMFW – Rendimiento Índice SP&500)

Varianza (Rendimiento Acciones AMFW – Rendimiento Índice S&P 500)

✓ Cálculo de Beta para Amec Foster Wheeler PLC año 2014:

| Covarianza   | Varianza    | Beta Foster Wheeler 2014 |
|--------------|-------------|--------------------------|
| -7,22993E-05 | 0,002101536 | 0,97                     |

✓ Cálculo de Beta para Amec Foster Wheeler PLC año 2015:

| Covarianza  | Varianza    | Beta Foster Wheeler 2015 |
|-------------|-------------|--------------------------|
| 8,82468E-05 | 0,002547768 | 1,03                     |

✓ Cálculo de Beta para Amec Foster Wheeler PLC año 2016:

| Covarianza  | Varianza   | Beta Foster Wheeler 2016 |
|-------------|------------|--------------------------|
| 0,000196888 | 0,00366653 | 1,05                     |

✓ Cálculo de Beta para Amec Foster Wheeler PLC año 2017:

| Covarianza | Varianza    | Beta Foster Wheeler 2017 |
|------------|-------------|--------------------------|
| 0,02576796 | 0,026748095 | 0,96                     |

Tabla 5-8. Resumen y cálculo de beta de la Industria de la Construcción e Ingeniería.

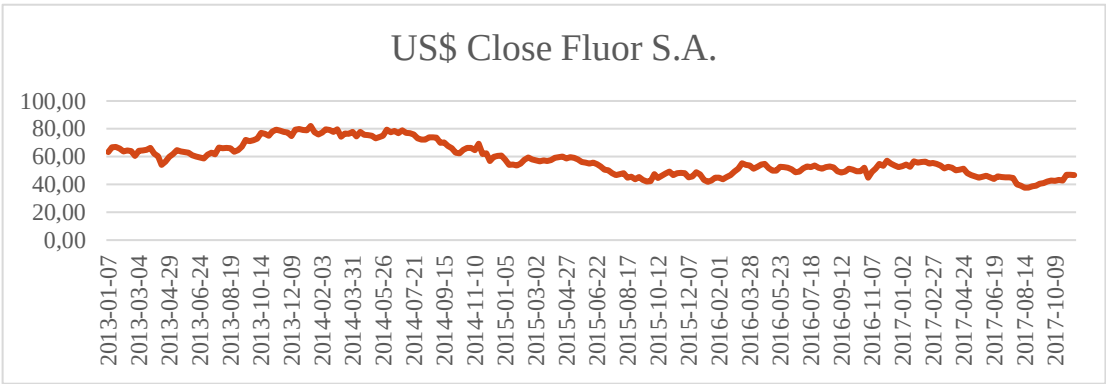
| Beta de la Acción promedio | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017* | Beta Industria 2016 |
|----------------------------|------|------|------|------|-------|---------------------|
| Beta Fluor S.A             | 1,00 | 1,02 | 1,08 | 1,16 | 1,05  | 1,06                |
| Beta SNC Lavalin S.A       | 1,13 | 1,02 | 1,01 | 0,99 | -     |                     |
| Beta Foster Wheeler S.A.   | -    | 0,97 | 1,03 | 1,05 | 0,96  |                     |
| Beta Industria Anual       | 1,56 | 1,00 | 1,04 | 1,06 | 1,005 |                     |

Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de cálculos del proyecto.

Se considerará utilizar en el análisis de sensibilización el beta calculado para el año 2016, ya que todas las empresas indicadas para ese año cuentan con una presencia bursátil del 100%, de no ocurrir este fenómeno financiero (año 2013 y 2017), afecta a la significancia en el cálculo del beta, es así como se usa el beta del año 2016AcQ4. Para este año es un factor de 1,06 que se utilizará en el cálculo de la tasa WACC para este análisis de sensibilidad versus el beta indicado en Aswath Damodaran 2017 de un 1,18.

5.4.2. Comportamiento bursátiles de las principales compañías de la Industria de Ingeniería y Construcción

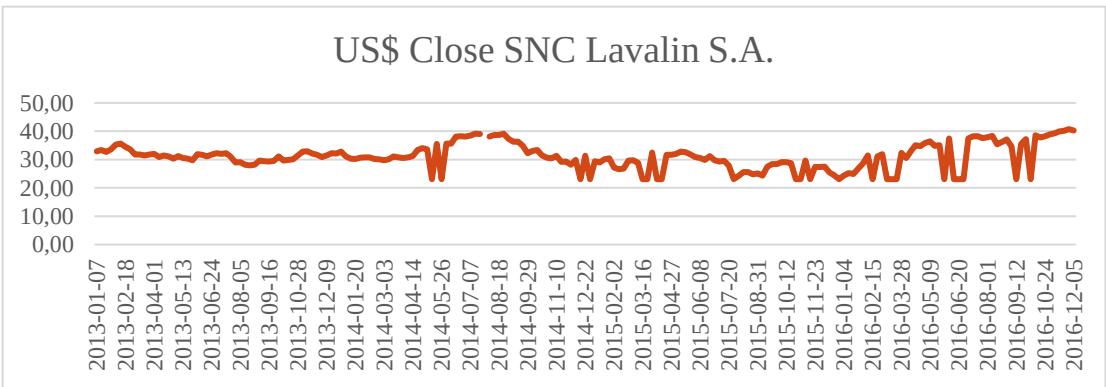
✓ Comportamiento bursátil para Fluor Corporation año 2013 al 2017:



Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de Standar and Poors 500 año 2017.

Gráfico 5-1. Close Fluor S.A. años 2013 a 2017.

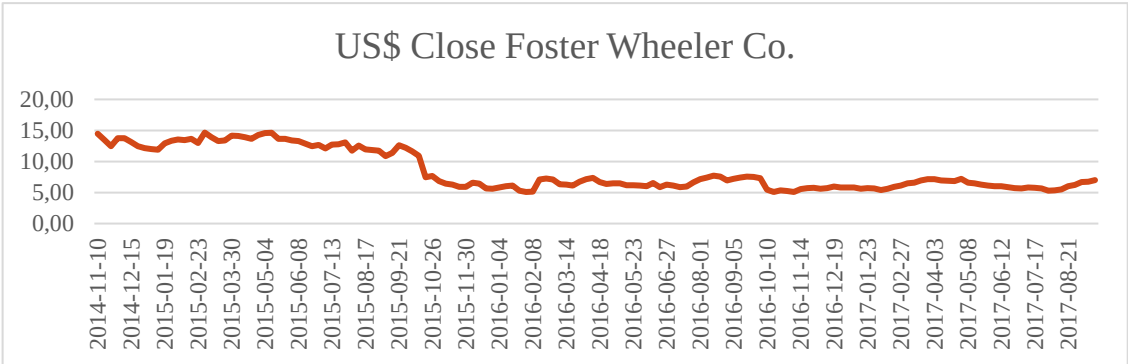
✓ Comportamiento bursátil para SNC Lavalin año 2013 a 2017:



Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de Standar and Poors 500 año 2017.

Gráfico 5-2. Close SNC Lavalin S.A. años 2013 a 2017.

✓ Comportamiento bursátil para Foster Wheeler S.A. año 2013 a 2017:



Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de Standar and Poors 500 año 2017.

Gráfico 5-3. Close Foster Wheeler Co.

#### 5.4.3. Cálculo de tasa de descuento CAPM y tasa WACC

##### **CAPM:**

**Se determina asignar un 2% por premio por liquidez producto de diferencia de tasas y tipo de cambio, el cual se ajustará en pesos chilenos al final de la valoración de este proyecto.**

$$K_p = R_f + B_p[E(R_m) - R_f]$$

$$K_p = 1,92\% + 1,06[7,25\%]$$

$$K_p = (1,92\% + 1,06 \cdot 7,25\%) + 2\%$$

$$K_p = 11,61\%$$

#### 5.4.4. Cálculo de K0 Costo Promedio Ponderado Capital WACC (K0 – WACC)

$$K_0(WACC) = K_p \frac{P}{V} + K_b(1 - T_c) \frac{B}{V}$$

$$K_0(WACC) = 11,61\% \cdot 0,580 + 2,41\% (1 - 27,0\%) 0,420$$

$$K_0(WACC) = 7,5\%$$

**Donde:**

**P/V, razón patrimonio a valor empresa calculado con los datos promedios para 2017 de Fluor Corporation, SNC Lavalin y Foster Wheeler Co.**

**B/V, razón deuda a valor empresa calculado con los datos promedios para el 2017 considerando a las empresas Fluor Corporation, SNC Lavalin y Foster Wheeler Co.**

**Tc, es la tasa impositiva proyectada.**

**Kp, es el costo patrimonial y Kb es el costo de la deuda, se consideró el rendimiento de los bonos del tesoro norteamericano a cinco años, indicando anteriormente.**

Tabla 5-10. Análisis de sensibilidad aplicado a Flujo de Caja Puro.

| Ítem / Año                                               | En MMUSD\$ |       |        |       |       |       |
|----------------------------------------------------------|------------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                                                          | T 0        | 2018  | 2019   | 2020  | 2021  | 2022  |
|                                                          | 0          | 1     | 2      | 3     | 4     | 5     |
| Costo Total sin proyecto                                 |            | 342   | 1.017  | 754   | 1.493 | 372   |
| Costo Total con proyecto (Beneficio)                     |            |       |        |       | -82   | -90   |
| Egresos Operacionales (Licencias SW-Remuneraciones)      |            | -2,8  | -2,8   | -2,8  | -2,8  | -2,8  |
| Ahorro proyecto                                          |            | -339  | -1.014 | -757  | 1.414 | 285   |
| Depreciación                                             |            | -0,10 | -0,10  | -0,01 | -0,01 | -0,01 |
| Interés Crédito largo plazo                              |            |       |        |       |       |       |
| Valor Residual                                           |            |       |        |       |       | 0,20  |
| Ahorro después del ejercicio                             |            | -339  | -1.014 | -757  | 1.414 | 285   |
| Impuestos                                                |            | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     |
| Utilidad / Pérdida                                       |            | -339  | -1.014 | -757  | 1.414 | 286   |
| Depreciación                                             |            | 0,10  | 0,10   | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Perdida ejercicio anterior                               |            |       | 339    | 1.014 | 757   |       |
| Amortización crédito largo plazo                         |            |       |        |       |       |       |
| Amortización crédito corto plazo                         |            |       |        |       |       |       |
| Inversión en activos fijos                               | -0,70      |       |        |       |       |       |
| Inversión en intangibles, puesta en marcha e imprevistos | -1,00      |       |        |       |       |       |
| Inversión en capital de trabajo                          | -9,71      |       |        |       |       | 9,71  |
| Flujo Antes de Financiamiento                            | -11,41     | -339  | -674   | 257   | 2.171 | 295   |
| Crédito Largo Plazo                                      |            |       |        |       |       |       |
| Crédito Corto Plazo                                      |            |       |        |       |       |       |
| Flujo de Caja                                            | -11,41     | -339  | -335   | 1.271 | 2.928 | 305   |
| Flujo a Valor Presente                                   | -11,41     | -316  | -290   | 1.023 | 2.192 | 212   |
| Flujo Actualizado Acumulado                              | -11,41     | -327  | -617   | 406   | 2.599 | 2.811 |

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Tasa WACC (CAPM)                         | 7,50% |
| PRM Premio por riesgo de mercado (Rm-Rf) | 7,25% |
| Beta (Calculado)                         | 1,06  |
| VAN (MMUSD\$)                            | 2.811 |
| TIR                                      | 94%   |
| PRI (años)                               | 3     |

Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de cálculos del proyecto.

## 5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el contexto de crear un laboratorio experimental en ambiente CAVE para la modularización de plantas de mineral en Chile, realizada a través del modelamiento de datos históricos de la Industria más su proyección, se obtuvo un valor de inversión en proyectos infraestructurales mineros de 77.290 MMUS\$, a su vez se valoriza y se proyecta una tasa de fallas en la ingeniería según datos históricos de un 6,3%, equivalente a 4.975 MMUS\$.

A su vez se debe resaltar el análisis desarrollado a través de entrevistas a profesionales especialistas de distintas áreas que comprende desde los desarrolladores de la ingeniería conceptual al montajista final, pasando por profesionales de ingeniería, abastecimiento y construcción, como también a los usuarios finales del proceso constructivo, los cuales concluyen en su mayoría de que los impactos económicos más severos son por fallas o incongruencias impactaría en el presupuesto por este ítem entre un 20 a un 25%, en términos de ahorro por concepto de ingresar nuevas tecnologías como lo son los ambientes CAVE u otros sistemas de visualización de las fases constructivas de un proyecto en específico.

Se puede concluir que frente a un estudio de las demoras en los proyectos estructurales mineros, puede ser perfectamente acotado y medido, una capacidad de solución tecnológica estructurada puede dar cumplimiento a mejorar los costos asociados a los errores de ingeniería como también comenzar con una fase inicial de modularización, y un análisis de los flujos de efectivos reales y supuestos, tenemos como resultado un proyecto con cifras positivas para ejecutar el proyecto.

VAN= MMUS\$ 4.917, tasa de descuento; 10,97% y TIR 101%.

VAN (análisis de sensibilización) MMUS\$ 8.048, tasa de descuento (WACC); 7,5% y TIR 120%.

Se ha considerado para lo anterior el riesgo asociado a este tipo de inversión, de manera tal, de dar certidumbre al proyecto a través de modelos financieros y estadísticos como lo son el modelo CAPM y la sensibilización del proyecto midiendo el impacto en la Industria de la Ingeniería y Construcción, a través del cálculo de su beta (Beta de la Industria).

## 5.6. **BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ ABÁSULO María José, MANRESA YEE Cristina, SANSÓ Ramón y VÉNERE Marcelo. Realidad virtual y realidad aumentada: Interfaces avanzadas. Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2011. pp 42-48. CC BY-NC-SA 2.5 AR.
- ✓ ARATA Adolfo y VILLALÓN Roberto. Conferencia Latinoamericana de Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad Operacional. En: Determinación de equipos críticos en una planta de Chancado a través de la plataforma R-MES. (1ª, 2008, Viña del Mar, Chile). Eds. CGS Management a Business Development, 2008. pp. 13-15.
- ✓ BAPTISTA LUCIO, Pilar, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana, 4ª ed. 2006. pp 596-597. ISBN 970-10-5753-8.
- ✓ DAMODARAN, Aswath. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. 3ª ed. EE. UU.: Wiley Finance, 2012. 382 p. ISBN: 978-1-118-01152-2.
- ✓ DIOS GARCÍA Alejandro: El mercado de las TIC's en Chile [diapositiva]. Santiago, Chile: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España. 2011. 32 diapositivas.
- ✓ DUTTA Prajit K. Strategies and Games, 1ª ed. EE. UU.: MIT Press, 1999. 37p. ISBN-13: 978-0262041690.
- ✓ FERNÁNDEZ Viviana. Modelo CAPM Para Distintos Horizontes de Tiempo [en línea]. Revista Ingeniería de Sistemas, 2005, .7 (10) <<http://www.dii.uchile.cl/ris/RISXIX/RISXIXpaper1.pdf>>. [consulta: 21 de septiembre de 2017].

- ✓ GONZÁLEZ Marcelo. Valoración de Empresas por Flujo de Caja Descontado [diapositiva]. Santiago, Chile: Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. 2016. 2 diapositivas.
- ✓ MAQUIEIRA Carlos. Finanzas Corporativas: Teoría y Práctica. 1ª ed. Santiago de Chile: Thomson Reuters, 2015. p 87. ISBN 978-956-346-611-9.
- ✓ REVISTA Electrónica Construcción Minera y Energía [en línea]. Santiago de Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2017.  
<<http://www.construccionminera.cl/no-solo-hay-problemas-de-productividad-sino-que-tambien-de-cumplimiento-de-presupuestos> > [consulta: 03 de octubre de 2017].
- ✓ RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ Maximiliano. La problemática del riesgo en los proyectos de infraestructura y en los contratos internacionales de construcción. 1ª ed. Colombia: Departamento Nacional de Planeación. pp 16-28.
- ✓ WEBER Thomas. Modular Plants 1ª ed. Frankfurt: Dechema e.V., 2016. pp 3-12. ISBN 978-3-89746-191-2.

### 5.7. **SITIOS WWW (WORLD WIDE WEB)**

- ✓ ARCADIS DESING & CONSULTANCY. Gestión de Programas y Proyectos [en línea] <<https://www.arcadis.com/es-cl/chile/>> [consulta: 04 de julio de 2017].
- ✓ BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Ley 20818 [en línea] <<https://www.leychile.cl/>> [consulta: 04 de noviembre de 2017].
- ✓ CEDINT-UPM. Grupo de Realidad Virtual y Visualización de Datos [en línea] <<http://www.cedint.upm.es/es/>> [consulta: 03 de septiembre de 2017].
- ✓ CENTRO DE ESTUDIOS PÚBLICOS. Institucionalidad para el Desarrollo: Los Nuevos Desafíos [en línea] <<https://www.cepchile.cl/cep/site/>> [consulta: 15 de julio de 2017].
- ✓ COMPASS MAGAZINE. Architecture, Engineering & Construction [en línea] <<https://compassmag.3ds.com/>> [consulta: 11 de julio de 2017].
- ✓ HEXAGON ENTERPRISES INC. Contact [en línea] <<http://hexagon.com/contact>> [consulta: 04 de noviembre de 2017].
- ✓ KPA UNICON. KPA Unicon provides responsible energy solutions and life cycle services [en línea] <<http://www.kpaunicon.cl/en/home>> [consulta: 02 de junio de 2017].
- ✓ PAVEZ, Alejandro. El éxito de la industria minera y la industria chilena de la construcción es interdependiente [en línea] <<http://www.construccionminera.cl-exito-de-la-industria-minera-la-industria-chilena-de-la-construccion-interdependiente/>> [consulta: 04 de agosto de 2017].
- ✓ PIXIS GRUPO HEXAGON. Herramientas de Diseño de Ingeniería 3D [en línea] <<http://pixisprueba.blogspot.cl/#>> [consulta: 15 de octubre de 2017].

- ✓ SCIELO. Chilean Copper Market Facing the World Financial Downturn [en línea]  
<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-380528140100010](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-380528140100010)> [consulta: 19 de junio de 2017].
- ✓ ZAREY CONSULTORES. Gestión Ambiental [en línea]  
<[http://zarey.cl/es\\_ES/](http://zarey.cl/es_ES/)> [consulta: 04 de agosto de 2017].
- ✓ VARGAS Patricio. Disipadores de Energía [en línea]  
<<https://ingcivilocpvb.wordpress.com/tag/proyectos-chile/>> [consulta: 15 de julio de 2017].

**ANEXO A: ENCUESTAS SEMIESTRUCTURADAS INDICADORES Y**  
**MEDICIÓN METODOS CUALITATIVOS**

## **ENTREVISTA 1**

Guía de entrevista sobre problemáticas en el montaje y fabricación de módulos de cañerías en proyectos infraestructurales mineros.

**Fecha:** 27 septiembre 2017

**Hora:** 10:30 hrs.

**Lugar:** Concón, Instalaciones de montaje Aconcagua Cogeneration Project, Duro Felguera Energy, ENAP, V región.

**Entrevistador:** Sebastián Águila Valenzuela.

**Entrevistado:** Rodrigo Ponce Bravo, 36 años de experiencia en montaje mecánico, supervisor de piping, gerencia de construcción, Incoproin SpA.

### **Introducción:**

Esta entrevista busca recoger información cualitativa en el marco de investigativo en relación con los usuarios en todas las fases de la ingeniería básica y detallamiento, además, busca recoger impresiones del usuario directo o montajista y su relación en terreno o lugar del montaje, con los diseños y criterios de fabricación emitidos por los agentes de ingeniería.

### **Características de la entrevista:**

La información recogida mediante esta entrevista es de carácter confidencial dado que la información es propiedad del entrevistado y su experiencia y apreciación personal como también recoge información actual del proyecto. Esta entrevista no durará más de 45 minutos.

### **Preguntas:**

1.-¿Cuáles son sus principales problemas o dificultades para interpretar un plano de ingeniería de detallamiento para la fabricación modular de cañerías (spools)?

### **Respuesta:**

*Definición de ángulos de elementos de fabricación, cañerías y fitting, olets, son elementos de fabricación en taller, cotas no representadas.*

*Falta de material representado en el listado de materiales de la lámina de fabricación en taller (plano aprobado para construcción), además de esto, al consultar con oficina técnica, éstos indicas que el material se encuentra en bodega y por lo general el mandante aún no ha despachado el material desde sus instalaciones al taller, en el caso que el proyecto sea sin material incluido (el material es proporcionado por el mandante,*

*el fabricante de módulos de cañería llamados spools, se limita a la ingeniería de detallamiento y a la fabricación), principalmente quien debería tener la información de manera instantánea es área de oficina técnica, pero muchas veces la información no es real y se induce al error en la planificación en la construcción.*

2.-¿Según su experiencia. ¿Cuáles son las principales fallas en la ingeniería de detallamiento en el montaje de módulos de cañerías (spools)?

**Respuesta:**

*Principalmente cuando los planos de montaje e isometría no concuerdan, generando interferencias, como por ejemplo los planos estructurales con los planos de cañerías y los planos de instrumentación tanto de equipos manuales como actuados.*

*También creo que la jefatura es poco clara con las definiciones del proyecto, cuenta con poca experiencia ya que son ingenieros jóvenes y no consultan al personal con mayor experiencia en el terreno de montaje. Esto ocurre desde la Administración de Contrato, hasta el ingeniero de terreno y esto repercute en nosotros que hacemos el ensamble de los componentes del montaje.*

*Estos errores ocurren en el taller de fabricación, luego en montaje, cuando se trasladan los módulos, no coincide lo fabricado en taller.*

3.-¿En qué empresa en particular le ha llamado la atención este tipo de fallas?¿Cuántos sistemas de cañería industrial se han modularizado según ingeniería y cuántos de estos equipos han sido de ajuste o modificación por terreno?

**Respuesta:**

*Techni Incoproin SpA, año 2016, Aconcagua Cogeneration Project, Mandante Duro Felguera Energy, ENAP, quinta región.*

*De un total de 600 spools de cañería (módulos), 100 de estos han tenido modificaciones por terreno por incongruencias de ingeniería, un 17%.*

4.-Respecto a la pregunta anterior, ¿En qué área de la empresa nota las principales dificultades para abordar estos inconvenientes e ingeniería de primera calidad y cuanto cree usted que duraría el proyecto en que trabaja en la actualidad?

**Respuesta:**

*Principalmente en la administración y en las instrucciones del cliente o mandante, hay cambios de revisión de la ingeniería incluso teniendo equipos fabricados.*

*Creo que el proyecto considerando fabricación y montaje, además de una buena ingeniería debería haber durado 5 meses, actualmente llevamos 10 meses, un 50% de atraso.*

5.-Según su experiencia en terreno (montaje) y taller (prefabricación), ¿cómo se enfrentan las dificultades en los retrasos por problemas en la ingeniería?

*Los administradores ingresan al proyecto mayor cantidad de horas hombre y horas máquina, más recursos. Por ejemplo en este proyecto necesitábamos teóricamente dos grúas telescópicas de 300 toneladas de capacidad de levante, hoy tenemos cuatro de estas.*

6.-¿Me puedes mencionar en las empresas que has trabajado y en que años?

**Respuesta:**

- ✓ Ovalle Moore S.A.: 1981.
- ✓ Tenege S.A.: 1993.
- ✓ Vial y Vives – DSD S.A.: 1997.
- ✓ Comin S.A.: 1992 y 2012.
- ✓ Sigdo Koppers S.A: 2011
- ✓ Techni Incoproin SpA: 2016.

7.-¿Recuerda de algún proyecto donde la ingeniería ha sido correcta y sin problemas, ¿en qué empresa? ¿Quién fue el agente o desarrollador de la ingeniería en todas sus fases?

**Respuesta:**

*Si, en Proyecto Metanol, mandante Methanex, Punta Arenas 1985 y 1987, con consorcio Ovalle Moore – Sigdo Koppers, se llamaba Constructora Tierra del Fuego).*

*Quien desarrollo de la ingeniería fue una empresa alemana asociada con Ovalle Moore en el año 1980 llamada Krupp-Koppers.*

8.-Si contara con imágenes tratadas por computadora donde puedas visualizar equipos, interferencias, distancias, elevaciones. ¿Podría desempeñar mejor su trabajo?

**Respuesta:**

*Si, quizás no en las medidas definitivas de un módulo pero principalmente con las orientaciones para el posterior montaje en planta.*

*“Si la maqueta electrónica no es de gran calidad, una tecnología adicional ayudaría aún más a no tener demoras en las entregas en terreno”*

## **ENTREVISTA 2**

Guía de entrevista sobre problemáticas en el montaje y fabricación de módulos de cañerías en proyectos infraestructurales mineros.

**Fecha:** 27 septiembre 2017

**Hora:** 15:45 hrs.

**Lugar:** Maestranza Emow Ltda, Ruta 5 Norte, Kilometro 105, Hijuelas, V región.

**Entrevistador:** Sebastián Águila Valenzuela.

**Entrevistado:** Alexis Olivares Machuca, 21 años de experiencia en proyectos industriales, Jefe de Operaciones y Servicios, Gerencia de Producción, Maestranza Emow Ltda., Proyecto Traspaso Andina, CODELCO.

### **Introducción:**

Esta entrevista busca recoger información cualitativa en el marco de investigativo en relación con los usuarios en todas las fases de la ingeniería básica y detallamiento, además, busca recoger impresiones del usuario directo o montajista y su relación en terreno o lugar del montaje, con los diseños y criterios de fabricación emitidos por los agentes de ingeniería.

### **Características de la entrevista:**

La información recogida mediante esta entrevista es de carácter confidencial dado que la información es propiedad del entrevistado y su experiencia y apreciación personal como también recoge información actual del proyecto. Esta entrevista no durará más de 45 minutos.

### **Preguntas:**

1.-¿Cuáles son los principales problemas de ingeniería que ha visto en una fabricación (cañerías y estructuras)?

### **Respuesta:**

*Falta de información e incongruencias con la isometría proporcionada por el cliente.*

*Problemas de trazabilidad de lámina detalle (plano de fabricación modular) con la isometría o ingeniería básica, es decir no hay concordancia en los datos para fabricación en taller y los datos utilizados para el montaje de módulos.*

2.-¿Cuál ha sido tu principal problema de ingeniería en el montaje?

**Respuesta:**

*E lenguaje utilizado en los planos no simplifica mucha información para la fabricación por lo cual confunde al fabricante además; no se realiza una revisión previa o chequeo de la ingeniería de detalle vs ingeniería montaje.*

3.-De acuerdo con su experiencia, ¿cuál es el error más grande de ingeniería o especificación que haya visto o trabajado en un taller de fabricación o montaje y en qué proyecto?

**Respuesta:**

*En proyecto de Explotación Mina Ministro Hales, ex yacimiento Mansa Mina de CODELCO, ubicado al oeste de Chuquicamata.*

*Se tuvo que desmontar 100% el tren de relaves, dado que los módulos de cañerías que realizaban la interconexión de las bombas de impulsión de pulpa mineral estaban mal fabricados, los equipos de cañería que unen estas bombas debe ser modular para efectos de reparación y mantención, incluso el tren de relaves cuenta con un puente grúa de 20 metros de altura por 50 metros de ancho, con una capacidad de 80 toneladas de levante, por lo tanto no se unen los equipos de cañería a la bomba de impulsión mediante una soldadura, sino por medio que un sistema de anillos "big rings" y un acople flexible tipo Victaulic.*

*Los sistemas de cañería utilizados en esa oportunidad eran revestidos interiormente por caucho neopreno y eran 35 equipos de 3 toneladas cada uno.*

*Lo que ocurrió en esa oportunidad es que el anillo "big ring", estaba soldado de manera inversa por lo tanto fuera de norma, por esto el acople flexible no engranaba con la bomba de impulsión de pulpa mineral y tampoco con los módulos de cañerías.*

*El impacto esperado fue de tres meses de retraso para reparar el problema, pero CODELCO solicito y pagó a la empresa Weir Minerals (empresa externa), que dedicara exclusividad a reparación y utilizara todos sus talleres ubicados en la zona (segunda y tercera región).*

4.-¿Me puedes mencionar sus años de experiencia en el rubro de montaje y fabricación?

**Respuesta:**

*17 años en proyectos industriales , 4 años en fabricación en módulos de cañería.*

5.-¿Qué cargos ha ocupado?

**Respuesta:**

- ✓ *Proyectista.*
- ✓ *Jefe de Proyecto y Montaje.*
- ✓ *Jefe Operaciones.*
- ✓ *Administrador de Contrato.*
- ✓ *Coordinador de proyecto.*

6.- Según su experiencia, en términos monetarios ¿cuánto ha sido el impacto por atrasos en la ingeniería, en qué proyecto, empresa y que año?

**Respuesta:**

*Aproximadamente la falta de claridad de ingeniería impacta en un 5% del monto total de fabricación en taller y montaje, esto ha ocurrido en todas las empresas en las cuales me he desempeñado como profesional del área industrial.*

7.-Si tuviera la posibilidad de contar con realidad virtual, imágenes de planta, fotografías de montaje, maquetas electrónicas, ¿crees que las fallas de ingeniería, fabricación y montaje, serían menos, por qué?

**Respuesta:**

*Claro que si, esto nos ayudaría a que la fabricación en términos de modularización de sistemas para la minería, pueda aportar al montaje y facilitaría la interpretación del proyecto en su totalidad.*

8.-¿Ha sido útil para usted los sistemas de fabricación, como IMS y Matrix?

**Respuesta:**

*Creo que el mayor aporte de estos sistemas para la integración de materiales en taller es la planificación y la programación de la construcción.*

*También considero que en términos de costo - beneficio en proyectos cortos alcance, estos sistemas pueden dificultar la calidad de información y aumentar la cantidad de horas hombre en oficina, finalmente todos se encuentran actualizando estos sistemas y*

*descuidan la fabricación, por lo tanto se incrementa el ítem de costo, el cual muchas veces no está considerado en el Budget original del proyecto.*

*Creo que estos sistemas están desarrollados para proyecto de gran magnitud ya que se justifica la inversión y aporta la trazabilidad de la construcción.*

9.-Según su experiencia, ¿Cuál es tu apreciación de la mala calidad de la ingeniería?, ¿Poca capacidad de las casas de ingeniería?, ¿Presupuesto designado a ésta u otra razón?

**Respuesta:**

*Principalmente creo que el principal error proviene del presupuesto asignado por el ítem de ingeniería.*

### **ENTREVISTA 3**

**Fecha:** 28 septiembre 2017

**Hora:** 12:15 hrs.

**Lugar:** Vicepresidencia de Proyectos de CODELCO, Alameda 1449, Torre 4, piso 7, Santiago, Comuna de Santiago, Región Metropolitana.

**Entrevistador:** Sebastián Águila Valenzuela.

**Entrevistado:** Mauricio Manque Vergara, 10 años de experiencia en proyectos industriales de CODELCO, Especialista de Adquisiciones, Gerencia de Abastecimiento, Proyecto Tranque Ovejería dependiente de División Andina, CODELCO.

#### **Introducción:**

Esta entrevista busca recoger información cualitativa en el marco de investigativo en relación con los usuarios en todas las fases de la ingeniería básica y detallamiento, además, busca recoger impresiones del usuario directo en compras y adquisiciones del Mandante o dueño del proyecto y su relación en terreno o lugar del montaje, con los diseños y criterios de fabricación emitidos por los agentes de ingeniería.

#### **Características de la entrevista:**

La información recogida mediante esta entrevista es de carácter confidencial dado que la información es propiedad del entrevistado y su experiencia y apreciación personal como también recoge información actual del proyecto. Esta entrevista no durará más de 45 minutos.

#### **Preguntas:**

1.-Al momento de comenzar el proceso de adquisiciones de equipos en proyectos infraestructurales de CODELCO, ¿Cuáles son los principales problemas cuando los equipos y estructuras, del área electromecánica, llegan a terreno o al sitio del montaje?

#### **Respuesta:**

*Principalmente son problemas de ingeniería y de diseño los que no concuerdan muchas veces con especificaciones técnicas ni con la arquitectura del terreno, esto afecta principalmente a la gestión de adquisiciones.*

2.-En proyectos de CODELCO que ha participado, de acuerdo con esto ¿dónde considera que se originan estas fallas? ¿Se le induce al error al momento de seleccionar fabricantes, montajistas y materiales?

**Respuesta:**

*En Proyecto Explotación Mina Ministro Hales, Proyecto Traspaso Andina, Proyecto Tranque Ovejería. Ocurren en la ingeniería conceptual y básica.*

*Claro, se induce al error, debo trabajar desde las instalaciones de montaje para validar el tipo de equipo referente a sus dimensiones, peso, traslado y finalmente muchas veces mi puesto de trabajo no está en el área de adquisiciones, sino en el área de construcción y con esto retroalimentar al área de ingeniería de proyecto.*

3.-¿Según su experiencia en qué fase de la ingeniería ocurren incongruencias de diseño y/o constructibilidad?

**Respuesta:**

*Existen problemas en esa área, no son los responsables a mi parecer, pocas veces, pero si ocurre.*

*A mi modo de ver la ingeniería se realiza a puertas cerradas existe poca o nula interacción y control entre el agente de ingeniería y el owner (dueño del proyecto). También hay muchas horas hombre en oficina en las empresas de ingeniería por lo que mantienen muy poco contacto con terreno.*

4.-¿Usted cree que la gerencia TICA de CODELCO incorporaría de buena manera en proyecto en ambientes CAVE?

**Respuesta:**

*Creo que sí, ya que esto ayudaría y facilitaría el trabajo y productividad de todos los participantes en el sitio de montaje, gerente de proyectos, gerente de ingeniería, directores de construcción y abastecimiento, jefes de construcción y superintendentes de construcción y montaje.*

5.-Según su estimación ¿Cuánto de ahorro en el presupuesto del proyectos de CODELCO con estas tecnologías (CAVE)?

**Respuesta:**

*Se podría obtener un beneficio en ahorro de un 25 al 30% del presupuesto total asignado por proyecto, no tan solo en el suministro si no también en el facility (montaje).*

## **ENTREVISTA 4**

**Fecha:** 28 septiembre 2017

**Hora:** 16:00 hrs.

**Lugar:** Fluor Chile S.A., Reyes Lavalle 3340, Región Metropolitana, Piso 6, Santiago, Comuna de Las Condes.

**Entrevistador:** Sebastián Águila Valenzuela.

**Entrevistado:** Maximiliano Brand Venegas, 15 años de experiencia en proyectos industriales de diseño mecánico, Diseñador Mecánico Senior, Gerencia de Ingeniería, Proyecto Pascua-Lama, Mandante Barrick Chile S.A.

### **Introducción:**

Esta entrevista busca recoger información cualitativa en el marco de investigativo en relación con los usuarios en todas las fases de la ingeniería básica y detallamiento, además, busca recoger impresiones del usuario directo en el diseño mecánico de parte de los agentes de ingeniería, en este caso Fluor Chile S.A.

### **Características de la entrevista:**

La información recogida mediante esta entrevista es de carácter confidencial dado que la información es propiedad del entrevistado y su experiencia y apreciación personal como también recoge información actual del proyecto. Esta entrevista no durará más de 45 minutos.

### **Preguntas:**

1.-¿Cuál es su trabajo específico en Fluor Chile S.A.?

### **Respuesta:**

*Mi cargo actual en Fluor es de diseñador Mecánico Senior.*

2.-Específicamente, ¿De qué trata su trabajo?

### **Respuesta:**

*Específicamente desarrollo el layout en el área mecánica y esta se incorpora a la maqueta total del proyecto. Lo que se desarrolla en esta área es que principalmente que todos los equipos cumplan, en diseño, y en su conjunto una planta energéticamente más eficiente. Para lo anterior usamos planos certificados de los equipos mecánicos de una planta presentados en 2D y los desarrollamos en 3D, con esto disponemos los equipos en la maqueta electrónica general de planta, principalmente orientados a la eficiencia de diseño y uso de energía.*

3.-A su modo de ver ¿Cuáles son las principales inconsistencias con el diseño 2D proporcionado por el Vendor del equipo respecto con el diseño y disposición en la maqueta electrónica en 3D?

**Respuesta:**

*La ingeniería del Vendor del equipo es básica y existen inconsistencias en el detalle, como por ejemplo:*

- ✓ *Distintas ubicaciones de boquillas de alimentación a los equipos de diseño.*
- ✓ *Respecto a la ingeniería básica los puntos de conexión a las fundaciones y estructuras de soporte.*
- ✓ *Respecto a la ingeniería básica del Vendor, no explicita los consumos de energía de los equipos a diseñar, como por ejemplo: Bombas horizontales de impulsión de pulpa mineral (servicio SL), molinos SAG, molinos bolas, rastras de los espesadores y estanques agitadores.*

4.-De acuerdo con su experiencia ¿Cuál es el principal error, falla o inconsistencia de ingeniería básica y en qué proyecto?

**Respuesta:**

*En el Proyecto Pascua-Lama, mandante Barrick Chile S.A. en la ingeniería básica de los espesadores del área CLD-WATCH, en este hubo muchos problemas con las fijaciones hacia las fundaciones de los espesadores de esta área de montaje (CLD-WATCH), principalmente con la distribución de estas fijaciones.*

5.-¿Usted ha oído o tiene conocimiento respecto a la construcción modular de proyectos infraestructurales mineros?

**Respuesta:**

*Si, pero a mi modo de ver tiene un costo adicional y se utiliza cuando es necesario geográfica y la accesibilidad física de los módulos en el site del proyecto.*

6.-Si existiese un laboratorio en ambiente CAVE en el site del montaje ¿facilitaría el desempeño de su trabajo?

**Respuesta:**

*Si claramente, ya que nos permitiría distinguir dimensiones y ubicación de los equipos mecánicos proporcionados por los Vendor, en este caso en particular nos ayudaría con la finalización y en la fase de comunicación con el mandante.*

7.-¿Qué software o herramientas tecnológicas utiliza actualmente en su trabajo como diseñador mecánico senior?

**Respuesta:**

- ✓ *SmartPlant 3D, Intergraph Corporation.*
- ✓ *Autocad 2017, Autodesk Corporation.*

## **ENTREVISTA 5**

Guía de entrevista sobre problemáticas en el montaje y fabricación de módulos de cañerías en proyectos infraestructurales mineros.

**Fecha:** 29 septiembre 2017

**Hora:** 15:30 hrs.

**Lugar:** Concón, Instalaciones de montaje Aconcagua Cogeneration Project, Duro Felguera Energy, ENAP, V región.

**Entrevistador:** Sebastián Águila Valenzuela.

**Entrevistado:** René Alvear Cortez, 32 años de experiencia en montaje mecánico, Director y Gerente de Operaciones, Gerencia de Operaciones, Techni SpA.

### **Introducción:**

Esta entrevista busca recoger información cualitativa en el marco de investigativo en relación con los usuarios en todas las fases de la ingeniería básica y detallamiento, además, busca recoger impresiones del usuario directo en la toma de decisiones operacionales en la administración y de montaje con los diseños y criterios de fabricación actuales, emitidos por los agentes de ingeniería.

### **Características de la entrevista:**

La información recogida mediante esta entrevista es de carácter confidencial dado que la información es propiedad del entrevistado y su experiencia y apreciación personal como también recoge información actual del proyecto. Esta entrevista no durará más de 45 minutos.

**Preguntas:**

1.-Según su experiencia ¿Cuáles son los problemas habituales en la ingeniería básica y de detallamiento en un proyecto infraestructural minero respecto la modularización de los sistemas de cañería y también pudiera dar su opinión pensando en modularizar sistemas en todas sus disciplinas?

**Respuesta:**

*Siempre ha habido problemas en la ingeniería básica y de detallamiento en los proyectos que he participado, recuerdo Escondida Expansion Project en su primera fase, un proyecto difícil de abordar producto de la ingeniería desarrollada, creo que muchas veces las ingenierías básicas físicamente se superpone a la ingeniería de detallamiento, a lo que me refiero es que la ingeniería de detallamiento no concuerda con la isometría entregada por el cliente ya que los planos IDF no son iguales a los planos en PDF o físicos, es decir el cliente no es claro, ya que para hacer el proceso en serie y cumplir con los plazos de los proyectos. Esto también lo he visto por el lado del mandante.*

*Los problemas habituales de la ingeniería son por la mala calidad de esta, no se reconoce en terreno ya que no hay rigurosidad en los levantamientos en terrenos y se basan en ingenierías pasadas ya obsoletas y tampoco reconocen otras ingenierías que superan a la primera o segunda ingeniería que se realizó en el inicio de un proyecto.*

2.- ¿Cómo usted conoció los sistemas integrados de materiales y organización de la producción en serie de sistemas modulares de cañerías como lo es IMS Fabtrack y Matrix?

**Respuesta:**

*Busqué he investigué los sistemas de construcción y también herramientas de tecnológicas que se usan en el extranjero en los países líderes en construcción modular como lo es Canadá y Escocia, finalmente ellos nos llevan unos 20 años adelante en desarrollo de estos softwares especializados para la gestión de la información necesaria para fabricar estos módulos de cañería en taller, también entendí que era una oportunidad de negocios en el sentido de asegurarle al cliente plazos y entregas por equipo en los tiempos y plazos estipulados, según sus prioridades de montaje.*

3.- ¿En qué año y que proyecto conoció y estuvo a cargo de un proyecto en el cual se utilizó SpoolGen<sup>25</sup>, en qué empresa y que cargo desarrollaba?

**Respuesta:**

*En el año 1999, en el proyecto Planta de Celulosa Arauco en la empresa Sigdo Koppers, en el cargo de Superintendente de Piping.*

---

<sup>25</sup> Aplicación de enfoque industrial que permite la creación de dibujos isométricos de tuberías para fabricación e instalación desde el diseño creado durante la fase de ingeniería de detalle del proyecto.

4.- ¿Recuerda de algún proyecto donde la ingeniería ha sido correcta y sin problemas, ¿en qué empresa? ¿Quién fue el agente o desarrollador de la ingeniería en todas sus fases?

**Respuesta:**

*Si, en Proyecto Metanol, mandante Methanex, Punta Arenas 1985 y 1987, con consorcio Ovalle Moore – Sigdo Koppers, se llamaba Constructora Tierra del Fuego..*

*Ingeniería desarrollada por la empresa Kellogg.*

*También en el año 2003 en el Rio Polymer Project, en Brasil, la ingeniería fue desarrollada por ABB Lummus Global Inc. En consorcio en empresa Comin S.A. y Montcalm Montagens Industriais S.A.*

## **ENTREVISTA 6**

Guía de entrevista sobre problemáticas en el montaje y fabricación de módulos de cañerías en proyectos infraestructurales mineros.

**Fecha:** 29 septiembre 2017

**Hora:** 18:30 hrs.

**Lugar:** Concón, Instalaciones de montaje Aconcagua Cogeneration Project, Duro Felguera Energy, ENAP, V región.

**Entrevistador:** Sebastián Águila Valenzuela.

**Entrevistado:** Michael Astorga Olivares, 3 años de experiencia en montaje mecánico, Medidor Mecánico, Dirección de Construcción, Duro Felguera Energy, Cogeneradora Aconcagua.

### **Introducción:**

Esta entrevista busca recoger información cualitativa en el marco de investigativo en relación con los usuarios en todas las fases de la ingeniería básica y detallamiento, además, busca recoger impresiones del usuario directo en el área de oficina técnica en Proyecto de Cogeneración Aconcagua.

### **Características de la entrevista:**

La información recogida mediante esta entrevista es de carácter confidencial dado que la información es propiedad del entrevistado y su experiencia y apreciación personal como también recoge información actual del proyecto. Esta entrevista no durará más de 45 minutos.

**Preguntas:**

1.- ¿Cuáles son sus principales problemas o dificultades para interpretar un plano de ingeniería de detallamiento para el montaje de equipos electromecánicos?

**Respuesta:**

*Hasta el momento, con respecto a la interpretación de planos no encuentro dificultad alguna en la lectura de ellos, pero si podría existir la posibilidad de trabajar con documentos generados en otros idiomas de difícil comprensión, o simplemente el no poseer los conocimientos necesarios para trabajar en el rubro.*

2.- Según su experiencia ¿Cuáles son las principales fallas en la ingeniería conceptual, básica y de detallamiento en el montaje de módulos de cañerías, estructuras, equipos para sistemas unitarios?

**Respuesta:**

*Con respecto a principales fallas, se reconoce la desviación en la linealidad completa entre isométricas de montaje con respecto a estructuras existentes, puesto que las desviaciones por obras civiles no siempre llegan a la cota nominal, lo que arrastra una desviación en forma de efecto mariposa, lo que al inicio puede ser casi imperceptible en algún momento un desfase pequeño generará problemas de montaje, por sobre todos en tubería.*

3.- ¿En qué empresa en particular le ha llamado la atención este tipo de fallas? ¿Cuántos sistemas de cañería industrial se han modularizado (spooleado) según ingeniería y cuántos de estos equipos han sido de ajuste o modificación por terreno?

**Respuesta:**

*Hasta el momento, cabe resaltar que en la experiencia en mi último proyecto se trabajaron en 15 sistemas, de los cuales muchos de ellos poseen interferencias y hasta puntos de conexión a lo largo de su trayectoria, pero cabe resaltar que en estos sistemas todos ellos tuvieron modificaciones en terreno, tanto por problemas de ajuste de cotas, como por modificaciones de planos desde ingeniería por solicitud del cliente.*

5.-Según su experiencia en terreno (montaje) y en el área de oficina técnica ¿cómo se enfrentan las dificultades en los retrasos por problemas en la ingeniería?

**Respuesta:**

*Su impacto, fuera de ser problema de planificación y de plazos de proyecto, se resalta el impacto económico que genera este “retraso de ingeniería” ya sea en la elaboración de las actualizaciones en los planos de los sistemas a trabajar, puesto que cada actualización genera un arrastre en elaboración, ya que siempre que llegan ediciones nuevas de planos, estas modificaciones siempre están ligadas a estructuras o tramos ya fabricados y hasta montados. Todo esto, radica en conflictos con las subcontratas, puesto que siempre se querrá cobrar los trabajos a la mayor expresión a favor de ellos, mientras que por parte de oficina técnica tendremos que evaluar caso a caso al detalle para no liberar estados de pago con importes altísimos.*

6.-Según su experiencia en terreno (montaje) y en el área de oficina técnica ¿cómo enfrentan las incongruencias de información respecto a la ingeniería conceptual, básica y de detallamiento? ¿Cómo ha sido el tiempo de respuesta por parte del agente de ingeniería, referente a aclarar dudas o inconsistencias entre ingeniería y terreno?

**Respuesta:**

*Al reconocer una incongruencia, inmediatamente se genera la alarma de aviso trabajando según lo que dicta el protocolo, considerando esto se le solicita a la empresa que genera la ingeniería, y que no siempre tiene un tiempo de reacción ideal, por lo tanto, en casos extremos, debemos acotar las modificaciones por nuestra parte y conciliarlas con el suministrador junto al supervisor directo, agregando la firma del ingeniero responsable en el documento modificado.*

7.-¿Me puedes mencionar en las empresas que has trabajado y en que años?

**Respuesta:**

- ✓ Cementos Polpaico, 2010.
- ✓ Carozzi, 2013.
- ✓ Salfa Montajes, 2015.
- ✓ Ingeza, 2016.
- ✓ Maestranza Asmeco, 2016.
- ✓ Duro Felguera, 2017.

8.- ¿Recuerda de algún proyecto donde la ingeniería ha sido correcta y sin problemas, ¿en qué empresa? ¿Quién fue el agente o desarrollador de la ingeniería en todas sus fases?

**Respuesta:**

*Sí, puedo reconocer que en una empresa en particular la ingeniería fue de tal grado, que la empresa mandante siempre quedo muy conforme con nuestro desempeño, y el éxito es que la ingeniería la realizamos las personas pertenecientes a la oficina técnica en terreno, puesto que las mediciones eran nuestras junto con los cálculos y planos realizados.*

9.-Si contara con imágenes tratadas por computadora donde puedas visualizar equipos, interferencias, distancias, elevaciones. ¿Podría usted desempeñar mejor tu trabajo? ¿Cuánto estima que es el impacto en costos?

**Respuesta:**

*El uso de las tecnologías, nos da un mayor avance en conocimiento y desempeño, puesto que usar herramientas como estas siempre nos dará un rendimiento mejor que visualizar los objetivos con ayudas de memorias o imágenes físicas.*

*El impacto en contos, será proporcional al trabajo a realizar, puesto que, dependiendo de la dificultad, también va de la mano el impacto económico de la obra, por lo que cualquier eficiencia que nos ayude a reducir los tiempos de trabajo nos ayudará en el cumplimiento de los hitos de obra, lo que es un factor primordial para toda empresa que se dedique a este rubro.*

10.- ¿Tiene usted comentarios o apreciaciones anexas a esta entrevista?

**Respuesta:**

*Gracias al gran avance en tecnologías y nuevos métodos de trabajo, se pueden lograr significativos resultados favorables en el rubro del montaje, consideremos que el utilizar un plano independiente de su formato, siempre fue y será de gran ayuda en toda obra a realizar, pero si a esto le sumamos alguna herramienta o gestión adicional siempre es bienvenida.*

*El montaje de forma independiente, considerando obras civiles, montaje mecánico y BOP, técnicamente tiene un orden cronológico de ejecución, lo que conlleva a plazos inestables de términos, ya que siempre estará la posibilidad de que algún detalle nos repercutirá de forma tal, que modifique las programaciones de entrega y término, por lo tanto, si se llega a ejecutar el factor modular en montaje, se estaría acortando dos eslabones en la programación de obra siempre y cuando, el método de montaje y técnicas, sumado a una gestión que nos permita trabajar correctamente estén completamente alineados en un mismo objetivo.*

**ANEXO B: COTIZACIONES DE PROVEEDORES SELECCIONADOS**  
**EN LA DETERMINACIÓN DE EQUIPOS**

1. AIM/DIRECTA

|            |   |                         |                 |   |                |
|------------|---|-------------------------|-----------------|---|----------------|
| Cliente    | : | Sayme                   | Nro. Cotización | : | 2017.PIXIS.4   |
| Atención a | : | Sergio Ahumada          | Fecha           | : | 23-Jan-2017    |
| Correo     | : | sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : | 1.0            |
| Teléfono   | : | +56 2 26873977          | Preparada por   | : | Carlos Puentes |

| Código          | Descripción                                                                                             | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| SAIT936AV-0602A | AIM/ Directa 2014 R4 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 1,266.67                | 15,200.              |
|                 |                                                                                                         |       | Neto                    | : 15,200.00          |
|                 |                                                                                                         |       | Iva (19%)               | : 2,888.00           |
|                 |                                                                                                         |       | Total                   | : 18,088.44          |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

2. CADWORX

|            |   |                         |                 |   |                |
|------------|---|-------------------------|-----------------|---|----------------|
| Cliente    | : | Sayme                   | Nro. Cotización | : | 2017.PIXIS.6   |
| Atención a | : | Sergio Ahumada          | Fecha           | : | 23-Jan-2017    |
| Correo     | : | sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : | 1.1            |
| Teléfono   | : | +56 2 26873977          | Preparada por   | : | Carlos Puentes |

| Código         | Descripción                                                                                   | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| CADW23ID-0512A | CADWorx R4 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 793.33                  | 9,520                |
|                |                                                                                               |       | Neto                    | : 9,520.00           |
|                |                                                                                               |       | Iva (19%)               | : 1,808.00           |
|                |                                                                                               |       | Total                   | : 11,328.80          |

|                       |                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios               | Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago         | El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega     | El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta | La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                 | No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

3. CLOUDWORX FOR INTERGRAPH SMART 3D

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.8   |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.1            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código         | Descripción                                                                                                             | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| CADW243D-0115A | CloudWorx for Intergraph Smart 3D R4 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 623                     | 7,476                |
| Neto           |                                                                                                                         |       |                         | : 7,476.00           |
| Iva (19%)      |                                                                                                                         |       |                         | : 1,420.44           |
| Total          |                                                                                                                         |       |                         | : 8,896.44           |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

4. CLOUDWORX FOR SMARTPLANT ISOMETRICS

|  |
|--|
|  |
|--|

Cliente

:

Sayme

Atención a

:

Sergio Ahumada

Correo

:

sergio.ahumada@sayme.cl

Teléfono

:

+56 2 26873977

Nro. Cotización

:

2017.PIXIS.9

Fecha

:

23-Jan-2017

Versión

:

1.0

Preparada por

:

Carlos Puentes

| Código          | Descripción                                                                                                               | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| CADIW243D-0118A | CloudWorx for SmartPlant Isometrics R4 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 623                     | 7,476                |
|                 |                                                                                                                           |       | Neto                    | : 7,476.00           |
|                 |                                                                                                                           |       | Iva (19%)               | : 1,420.44           |
|                 |                                                                                                                           |       | Total                   | : 8,896.44           |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Precios</b>                                                                                                                                                                                                             |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| <b>Forma de Pago</b>                                                                                                                                                                                                       |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| <b>Tiempo de Entrega</b>                                                                                                                                                                                                   |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| <b>Vigencia de la Oferta</b>                                                                                                                                                                                               |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| <b>Notas</b>                                                                                                                                                                                                               |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

5. CLOUDWORX FOR SMARTPLANT REVIEW

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.10  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código          | Descripción                                                                                                           | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| CADIW244D-0120A | CloudWorx for SmartPlant Review R4 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 623                     | 7,476                |
|                 |                                                                                                                       |       | Neto                    | : 7,476.00           |
|                 |                                                                                                                       |       | Iva (19%)               | : 1,420.44           |
|                 |                                                                                                                       |       | Total                   | : 8,896.44           |

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Precios</b>                                     |
| Los precios cotizados están en dólares americanos. |

|                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forma de Pago</b>                                                     |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.              |
| Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días. |

|                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tiempo de Entrega</b>                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra. |

|                                              |
|----------------------------------------------|
| <b>Vigencia de la Oferta</b>                 |
| La validez de esta cotización es de 30 días. |

|                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Notas</b>                                                                                                                             |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.                                                           |
| Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

6. I-DATA ESTIMATOR

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.11  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código          | Descripción                                                                                            | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| IDA1W244D-0110B | I-Data Estimator R4 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 791.67                  | 9,500                |
|                 |                                                                                                        |       | Neto                    | : 9,500.00           |
|                 |                                                                                                        |       | Iva (19%)               | : 1,805.00           |
|                 |                                                                                                        |       | Total                   | : 11,305.00          |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

7. INTERGRAPH SMART 3D



Cotización

Cerro el Plomo 8000, oficina 503 - Las Condes  
Santiago, Chile  
Tel. +562.2878.7800  
www.pixis.cl

Cliente

Atención a

Correo

Teléfono

:

:

:

:

Sayme

Sergio Ahumada

sergio.ahumada@sayme.cl

+56 2 26873977

Nro. Cotización

Fecha

Versión

Preparada por

:

:

:

:

2017.PIXIS.12

23-Jan-2017

1.0

Carlos Puentes

| Código          | Descripción                                                                                            | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| ISM3D244D-0212A | Intergraph Smart 3D - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 2,983.33                | 35,800               |
|                 |                                                                                                        |       | Neto                    | : 35,800.00          |
|                 |                                                                                                        |       | Iva (19%)               | : 6,802.00           |
|                 |                                                                                                        |       | Total                   | : 42,602.00          |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.  
Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.  
Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un período mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease").

Carlos Puentes Bascañán  
Product Manager

8. INTERGRAPH SMART DATA VALIDATOR

|            |   |                         |                 |   |                |
|------------|---|-------------------------|-----------------|---|----------------|
| Cliente    | : | Sayme                   | Nro. Cotización | : | 2017.PIXIS.13  |
| Atención a | : | Sergio Ahumada          | Fecha           | : | 23-Jan-2017    |
| Cotreo     | : | sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : | 1.2            |
| Teléfono   | : | +56 2 26873977          | Preparada por   | : | Carlos Puentes |

| Código          | Descripción                                                                                                       | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| ISM2V244D-0014A | Intergraph Smart Data Validator- Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 741.67                  | 8,900                |
|                 |                                                                                                                   |       | Neto                    | : 8,900.00           |
|                 |                                                                                                                   |       | Iva (19%)               | : 1,691.00           |
|                 |                                                                                                                   |       | Total                   | : 10,591.00          |

|                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                  |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                       |
| Forma de Pago                                                                                                                            |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.                                                                              |
| Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                 |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                        |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                        |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                    |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                             |
| Notas                                                                                                                                    |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.                                                           |
| Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

9. INTERGRAPH SMART YARD



Cotización

Cerro el Pomo 8000, oficina 503 - Las Condes  
Santiago, Chile  
Tel. +562 2878.7800  
www.pixis.cl

Cliente :

Atención a :

Cotreo :

Teléfono :

Sayme

Sergio Ahumada

sergio.ahumada@sayme.cl

+56 2 26873977

Nro. Cotización :

Fecha :

Versión :

Preparada por :

2017.PIXIS.14

23-Jan-2017

1.2

Carlos Puentes

| Código          | Descripción                                                                                             | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| ISY1V231E-0543A | Intergraph Smart Yard- Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 750.00                  | 9,000                |
|                 |                                                                                                         |       | Neto :                  | 9,000.00             |
|                 |                                                                                                         |       | Iva (19%) :             | 1,710.00             |
|                 |                                                                                                         |       | Total :                 | 10,710.00            |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.  
Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.  
Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease").

Carlos Puentes Bascuñán  
Product Manager

10. ISOGEN



Cotización

Cerro el Plomo 8000, oficina 503 - Las Condes  
Santiago, Chile  
Tel. +562 2878.7800  
www.pixis.cl

Cliente : Sayme

Atención a : Sergio Ahumada

Correo : sergio.ahumada@sayme.cl

Teléfono : +56 2 26873977

Nro. Cotización : 2017.PIXIS.15

Fecha : 23-Jan-2017

Versión : 1.0

Preparada por : Carlos Puentes

| Código          | Descripción                                                                                         | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| ISO2C431B-0838A | Intergraph Isogen- Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 2,730.00                | 32,760               |
|                 |                                                                                                     |       | Neto :                  | 32,760.00            |
|                 |                                                                                                     |       | Iva (19%) :             | 6,224.40             |
|                 |                                                                                                     |       | Total :                 | 38,984.00            |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.  
Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.  
Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un período mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ( "Short Term Lease").

Carlos Puentes Bascuñán  
Product Manager

11. NOZZLEPRO



Cotización

Cerro el Plomo 8000, oficina 503 - Los Condes  
Santiago, Chile  
Tel. +562.2876.7800  
www.pixis.cl

Cliente

:

Sayme

Atención a

:

Sergio Ahumada

Correo

:

sergio.ahumada@sayme.cl

Teléfono

:

+56 2 26873977

Nro. Cotización

:

2017.PIXIS.16

Fecha

:

23-Jan-2017

Versión

:

1.0

Preparada por

:

Carlos Fuentes

| Código          | Descripción                                                                                  | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| NZL4A173A-0637B | NozzlePRO - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 1,965.00                | 23,580               |
|                 |                                                                                              |       | Neto                    | : 23,580.00          |
|                 |                                                                                              |       | Iva (19%)               | : 4,480.20           |
|                 |                                                                                              |       | Total                   | : 28,060.00          |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.  
Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.  
Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease").

Carlos Fuentes Bascuñán  
Product Manager

12. PDS

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.17  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código          | Descripción                                                                            | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| PD53A173A-0834B | PD5 - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 2,527.50                | 30,450               |
|                 |                                                                                        |       | Neto                    | : 30,450.00          |
|                 |                                                                                        |       | Iva (19%)               | : 5,785.50           |
|                 |                                                                                        |       | Total                   | : 36,343.00          |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.

Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.

Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease").

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

13. SMARTPLANT 3D MATERIALS HANDLING EDITION

|            |   |                         |                 |   |                |
|------------|---|-------------------------|-----------------|---|----------------|
| Cliente    | : | Sayme                   | Nro. Cotización | : | 2017.PIXIS.18  |
| Atención a | : | Sergio Ahumada          | Fecha           | : | 23-Jan-2017    |
| Correo     | : | sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : | 1.0            |
| Teléfono   | : | +56 2 26873977          | Preparada por   | : | Carlos Puentes |

| Código           | Descripción                                                                                                                 | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| SPME3A173A-0834B | SmartPlant 3D Material: Handling Edition - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 2,122.50                | 25,470               |
|                  |                                                                                                                             |       | Neto                    | : 25,470.00          |
|                  |                                                                                                                             |       | Iva (19%)               | : 4,839.30           |
|                  |                                                                                                                             |       | Total                   | : 30,309.00          |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

14. SMARTPLANT ACTION MANAGEMENT

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.19  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código           | Descripción                                                                                                     | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| SPAM3A173A-0835B | SmartPlant Action Management - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 891.67                  | 10,700               |
|                  |                                                                                                                 |       | Neto                    | : 10,700.00          |
|                  |                                                                                                                 |       | Iva (19%)               | : 2,033.00           |
|                  |                                                                                                                 |       | Total                   | : 12,733.00          |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

15. SMARTPLANT CLOUD



Cotización

Cerro el Plano 8000, oficina 303 - Las Condes  
Santiago, Chile  
Tel. +562.2878.7800  
www.pixis.cl

|            |   |                         |                 |   |                |
|------------|---|-------------------------|-----------------|---|----------------|
| Cliente    | : | Sayme                   | Nro. Cotización | : | 2017.PIXIS.20  |
| Atención a | : | Sergio Ahumada          | Fecha           | : | 23-Jan-2017    |
| Correo     | : | sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : | 1.0            |
| Teléfono   | : | +56 2 26873977          | Preparada por   | : | Carlos Puentes |

| Código           | Descripción                                                                                         | Cant. | Valor Unitario \$USD | Valor Total \$USD |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|-------------------|
| SPCL3A173A-0838B | SmartPlant Cloud - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 666.67               | 8,000             |
|                  |                                                                                                     |       | Neto                 | : 8,000.00        |
|                  |                                                                                                     |       | Iva (19%)            | : 1,520.00        |
|                  |                                                                                                     |       | Total                | : 9,520.00        |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.  
Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.  
Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease").

Carlos Puentes Bascuñán  
Product Manager

16. SMARTPLANT CONSTRUCTION

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.21  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código           | Descripción                                                                                                | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| SPCT3A173A-0838B | SmartPlant Construction - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 2,520.83                | 30,250               |
|                  |                                                                                                            |       | Neto                    | : 30,250.00          |
|                  |                                                                                                            |       | Iva (19%)               | : 5,747.50           |
|                  |                                                                                                            |       | Total                   | : 35,998.00          |

|                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                  |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                       |
| Forma de Pago                                                                                                                            |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.                                                                              |
| Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                 |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                        |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                        |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                    |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                             |
| Notas                                                                                                                                    |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.                                                           |
| Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

17. SMARTPLANT ELECTRICAL

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.22  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Fuentes |

| Código           | Descripción                                                                                              | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| SPELJA173A-0839B | SmartPlant Electrical - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 2,520.83                | 30,250               |
|                  |                                                                                                          |       | Neto                    | : 30,250.00          |
|                  |                                                                                                          |       | Iva (19%)               | : 5,747.50           |
|                  |                                                                                                          |       | Total                   | : 35,998.00          |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Fuentes Bascuñán

Product Manager

18. SMARTPLANT ENTERPRISE CONTROL PANEL

|            |   |                         |                 |   |                |
|------------|---|-------------------------|-----------------|---|----------------|
| Cliente    | : | Sayme                   | Nro. Cotización | : | 2017.PIXIS.23  |
| Atención a | : | Sergio Ahumada          | Fecha           | : | 23-Jan-2017    |
| Correo     | : | sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : | 1.0            |
| Teléfono   | : | +56 2 26873977          | Preparada por   | : | Carlos Puentes |

| Código           | Descripción                                                                                                            | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |           |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|-----------|
| SPCF3A173A-0839A | SmartPlant Enterprise Control Panel - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 1,685.83                | 20,230               |           |
|                  |                                                                                                                        |       | Neto                    | :                    | 20,230.00 |
|                  |                                                                                                                        |       | Iva (19%)               | :                    | 3,843.70  |
|                  |                                                                                                                        |       | Total                   | :                    | 24,074.00 |

Precios

Los precios cotizados están en dólares americanos.

Forma de Pago

El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.  
Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.

Tiempo de Entrega

El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.

Vigencia de la Oferta

La validez de esta cotización es de 30 días.

Notas

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager

19. SMARTPLANT ENTERPRISE FOR OWNER OPERATORS

|            |                           |                 |                  |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| Cliente    | : Sayme                   | Nro. Cotización | : 2017.PIXIS.24  |
| Atención a | : Sergio Ahumada          | Fecha           | : 23-Jan-2017    |
| Correo     | : sergio.ahumada@sayme.cl | Versión         | : 1.0            |
| Teléfono   | : +56 2 26873977          | Preparada por   | : Carlos Puentes |

| Código            | Descripción                                                                                                                  | Cant. | Valor Unitario<br>\$USD | Valor Total<br>\$USD |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| SPEOP3A173A-0855A | SmartPlant Enterprise for Owner Operators - Lease<br><br>Arriendo mensual de una licencia por un periodo mínimo de 12 meses. | 12    | 1,316.67                | 15,800               |
|                   |                                                                                                                              |       | Neto                    | : 15,800.00          |
|                   |                                                                                                                              |       | Iva (19%)               | : 3,002.00           |
|                   |                                                                                                                              |       | Total                   | : 18,802.00          |

|                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Precios                                                                                                                                                                                                                    |
| Los precios cotizados están en dólares americanos.                                                                                                                                                                         |
| Forma de Pago                                                                                                                                                                                                              |
| El tipo de cambio es dólar observado al día de facturación.<br>Se facturará a la recepción de la orden de compra. El pago es a 30 días.                                                                                    |
| Tiempo de Entrega                                                                                                                                                                                                          |
| El plazo de entrega es de 20 días a partir de la recepción de la orden de compra.                                                                                                                                          |
| Vigencia de la Oferta                                                                                                                                                                                                      |
| La validez de esta cotización es de 30 días.                                                                                                                                                                               |
| Notas                                                                                                                                                                                                                      |
| No se incluye instalación ni entrenamiento si no está explícitamente indicado.<br>Las licencias que indican arriendo o "lease" son por un periodo mínimo de 1 año, salvo que se indique lo contrario ("Short Term Lease"). |

Carlos Puentes Bascuñán

Product Manager