



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y ESTRATÉGICA
PARA CREAR UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE AUTOMATIZACIÓN EN
OPERACIONES SUBTERRÁNEAS MINERAS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN
DE EMPRESAS**

EDUARDO IGNACIO VIERA QUEZADA

**PROFESOR GUÍA:
RICARDO ALONSO FLORES BARRERA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ANTONIO AGUSTÍN HOLGADO SAN MARTÍN
OCTAVIO CRISTIAN CÁRDENAS MUÑOZ**

**SANTIAGO DE CHILE
2021**

RESUMEN

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y ESTRATÉGICA PARA CREAR UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE AUTOMATIZACIÓN EN OPERACIONES SUBTERRÁNEAS MINERAS

En el siguiente estudio se realizó un análisis de factibilidad técnica, económica y estratégica para crear una empresa de servicios de automatización en operaciones subterráneas mineras en Chile, que permita alcanzar una utilidad de al menos 1,2 millones de dólares (US\$) en un periodo no superior de 3 años de operación.

Conforme al estudio, se determinó que el mercado minero subterráneo nacional presenta condiciones idóneas para la generación de este negocio, principalmente debido a que existe una tendencia creciente de la producción subterránea (crecimiento de 6% anual), existen restricciones operacionales debido a la erradicación de la silicosis al 2030 (reduciendo el número de personas al interior de las minas), presencia de empresas de automatización que solo entregan soporte de automatización de sus marcas (4 empresas a nivel mundial), y por último un 47% de las minas subterráneas del país utilizan más de dos marcas de equipos mineros en sus procesos. El mercado potencial de los servicios de soporte de automatización subterránea es de US\$ 50,5 millones al año, dentro del cual la gran minería representa un 71%.

De forma complementaria, el estudio de mercado realizado a través de encuestas a profesionales del rubro minero, permitió identificar una necesidad de mejorar el servicio de soporte de automatización actual, principalmente focalizado en los tiempos de respuesta que hoy en día existen (32% de los encuestados declaran que esta variable debe fortalecerse).

El segmento objetivo definido, corresponde a los segmentos 3 y 4, quienes se caracterizan por ser empresas de la mediana minería subterránea, multi marca, con proyectos de automatización vigentes, con barreras de entrada de nivel medio-bajo, con procesos de compra privado y declaran gastar mensualmente entre US\$ 80.000-50.000 en servicios de soporte en automatización.

Se diseñó una propuesta de negocio en base a una estrategia de diferenciación, con servicios de soporte diseñados según el número de marcas, número de equipos y número de procesos, con precios que varían entre los US\$ 65.000-83.000 mensuales. El proyecto requiere una inversión inicial de US\$ 556.000 y un capital de trabajo de US\$ 335.000.

Evaluando el proyecto a 3 años, considerando una tasa de descuento del 11,6%, se obtiene un VAN negativo, no cumpliendo el objetivo del estudio. Se recomienda evaluar el proyecto a 8 años, lo cual permite obtener un VAN de US\$ 3,77 millones, TIR del 52% y un periodo de recuperación de la inversión de 4 años.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Descripción del Tema y Preguntas Claves a Responder.....	2
3. Objetivos	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos Específicos.....	3
4. Alcance y Resultados Esperados	4
5. Marco Conceptual.....	5
6. Metodología	12
6.1. Diagnóstico	13
6.1.1. Análisis de los Mercados Nacionales Potenciales	13
6.1.1.1. Mercado Minero Nacional	13
6.1.1.3. Análisis por Tamaño (gran y mediana minería).....	17
6.1.1.4. Análisis Geográfico	19
6.1.1.5. Mercado Potencial.....	21
6.1.2. Análisis de los Clientes	22
6.1.2.1. Necesidades de los Clientes	24
6.1.3. Benchmarking de Empresas Prestadoras de Servicio de Soporte Técnico en Automatización a Nivel Nacional	30
6.1.3.1. Atlas Copco (EPIROC)	30
6.1.3.1.2. SANDVIK.....	33
6.1.3.2. Fortalezas y Debilidades de la Competencia.....	34
6.1.4. Análisis del Entorno Nacional	35
6.1.4.1. Situación Política	35
6.1.4.2. Situación Macroeconómica.....	35
6.1.4.3. Legislación.....	37
6.1.4.4. Social.....	38
6.1.4.5. Tecnología	38
6.2. Síntesis Estratégica.....	39
6.2.1. Análisis de oportunidades y amenazas.....	40
7. Diseño de la Estrategia.....	41
7.1. Propuesta de valor.....	41
7.2. Descripción del modelo de negocio.....	43

7.2.1.	Segmento de clientes	43
7.2.2.	Propuesta de valor	45
7.2.3.	Canales de distribución y comunicación	46
7.2.4.	Relación con el cliente	48
7.2.5.	Flujo de ingresos	50
7.2.6.	Recursos claves	52
7.2.7.	Actividades claves.....	53
7.2.8.	Red de partners.....	53
7.2.9.	Estructura de costos	54
7.2.10.	Modelo CANVAS	55
8.	Diseño de la propuesta de valor.....	56
8.1.	Producto o servicio	56
8.2.	Precio.....	57
8.3.	Plaza (distribución)	58
8.4.	Promoción	59
8.5.	Personas y estructura organizacional	61
9.	Evaluación de factibilidad económica.....	62
9.1.	Consideraciones	62
9.2.	Inversión inicial y capital de trabajo	62
9.3.	Estructura de costos.....	64
9.4.	Ingresos.....	67
9.5.	Tasa de descuento	68
9.6.	Flujo de caja	69
9.7.	Análisis de sensibilidad.....	70
10.	Conclusiones y recomendaciones	71
10.1.	Conclusiones	71
10.2.	Recomendaciones	72
11.	Bibliografía	73
12.	Anexos.....	73
12.1.	Análisis de gastos en proyectos de automatización.....	73
12.2.	Benchmarking de automatización de minas subterráneas internacionales 74	
12.3.	Detalle de la encuestas realizadas.....	75

12.4. Detalle de la evaluación económica.....	77
---	----

Tablas, figuras y gráficos

Imagen 5.1: método “Room and Pillar” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK).	5
Imagen 5.2: método “Cut and Fill” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK).	6
Imagen 5.3: método “Sub Level Stopping” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK)	6
Imagen 5.4: método “Block/Panel Caving” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK)	7
Imagen 5.5: ciclo de operaciones de perforación y tronadura (Fuente: Métodos de excavación y voladura, UCHILE).....	8
Imagen 5.6: equipos LHD y cargador frontal para minería subterránea respectivamente (Fuente: Métodos de excavación y voladura, UCHILE)	8
Imagen 5.7: equipos de acarreo de mineral: (A) camión subterráneo, (B) ferrocarril subterráneo, (C) correas transportadoras y (D) skip. (Fuente: Elaboración propia).9	
Imagen 5.8: principales componentes que conforman un proceso autónomo en minería subterránea (Fuente: JRI 2018).	10
Tabla 6.1.1: producción nacional 2019 (Fuente: Informe COCHILCO 2019).	13
Imagen 6.1.2: condicionalidad de inversiones en Chile (Fuente: Informe COCHILCO 2019).....	13
Tabla 6.1.2: inversión en minería chilena (Fuente: Informe COCHILCO 2019)....	14
Gráfico 6.1.1: gasto en innovación y desarrollo en Chile (Fuente: Estudio Consejo Minero 2018).	14
Gráfico 6.1.2: participación por país en la producción de cobre de minas subterráneas (Fuente: MB Chile, a partir de información pública de las empresas).	15
Gráfico 6.1.3: producción de cobre nacional por tipo de yacimiento (Fuente: Consejo Minero a partir de la información de COCHILCO).	15
Gráfico 6.1.4: tipo de minas subterráneas en Chile (Fuente: Zablocki 2013).	16
Gráfico 6.1.5: producción por tipo de minas subterráneas en Chile (Fuente: Zablocki 2013).....	16
Gráfico 6.1.6: producción de cobre por tipo de minería subterránea en Chile (Fuente: Zablocki 2013).	17
Gráfico 6.1.7: tipo de minas subterráneas en Chile (Fuente: elaboración propia).18	
Gráfico 6.1.8: exportaciones por sector económico (Fuente: COCHILCO 2019). 18	
Gráfico 6.1.9: producción por mina subterránea de mediana minería (Fuente: Zablocki 2013).....	19
Imagen 6.2: ubicación de minas subterráneas (Fuente: Zablocki 2013).	19

Imagen 6.3: ubicación de minas subterráneas mediana minería (Fuente: Zablocki 2013).	20
Tabla 6.1.3: producción regional nacional por tipo de minería (Fuente: COCHILCO 2019).	20
Gráfico 6.2.1: número de proyectos mineros por región (Fuente: COCHILCO 2019).	21
Tabla 6.1.4: costo en servicio de soporte en proyectos de automatización en minas subterráneas (Fuente: elaboración propia).	21
Tabla 6.1.5: mercado potencial de servicios de soporte en automatización de minas subterráneas (Fuente: elaboración propia).	22
Tabla 6.1.6: gasto potencial en minas subterráneas con procesos autónomos en la actualidad (Fuente: elaboración propia).	22
Gráfico 6.2.2: características de los clientes (Fuente: elaboración propia).	22
Gráfico 6.2.3: nivel de experiencia o conocimiento en automatización (Fuente: elaboración propia).	23
Gráfico 6.2.4: calificación de desarrollo en automatización nacional e internacional (Fuente: elaboración propia).	23
Gráfico 6.2.5: años de implementación de la automatización en los procesos actuales (Fuente: elaboración propia).	24
Gráfico 6.2.6: competencia (Fuente: elaboración propia).	25
Gráfico 6.2.7: evaluación de servicios de soporte actuales (Fuente: elaboración propia).	25
Gráfico 6.2.8: valoración de servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).	26
Gráfico 6.2.8: valoración de servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).	26
Gráfico 6.2.9: nivel de gastos en servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).	27
Gráfico 6.3.1: comunicación entre clientes y prestadores del servicio (Fuente: elaboración propia).	27
Gráfico 6.3.2: medios de información sobre servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).	28
Imagen 6.4: marcas de automatización a nivel mundial y su presencia en principales países mineros (Fuente: elaboración propia).	28
Gráfico 6.3.3: adquisición anual de equipos mineros subterráneos con opción de automatización (Fuente: elaboración propia).	29
Tabla 6.1.7: empelados de EPIROC por especialidad (Fuente: Anuario EPIROC 2020).	31
Tabla 6.1.8: fortalezas y debilidades de las marcas actuales de automatización (Fuente: elaboración propia).	35
Tabla 6.1.9: proyecciones económicas (Fuente: Banco Central de Chile 2020).	37
Gráfico 6.3.4: incidencia de la pobreza y pobreza extrema en la población (Fuente: encuesta CASEN 2019).	38

Tabla 6.2.1: segmentación (Fuente: elaboración propia).	40
Tabla 6.2.2: oportunidades y amenazas (Fuente: elaboración propia).	41
Imagen 7.1.1: estrategias de ventajas competitivas (Fuente:	42
Imagen 7.1.2: matriz de diferenciación precio y beneficio (Fuente: 1).	42
Imagen 7.1.3: estructura de modelo CANVAS de negocio (Fuente:	43
Tabla 7.1.1: matriz de decisión para definir el segmento objetivo (Fuente: elaboración propia).	45
Gráfico 7.1.1: aspectos de valoración de los segmentos 3 y 4 para los servicios de automatización (Fuente: elaboración propia).	46
Tabla 7.1.2: análisis cualitativo de medios de comunicación disponibles (Fuente: elaboración propia).	48
Imagen 7.1.4: customer journey para adquisición de servicios de automatización (elaboración propia)	49
Tabla 7.1.3: focos estratégicos de relación con clientes (Fuente: elaboración propia).	50
Imagen 7.1.5: flujo de ingresos de la empresa de servicios de automatización (elaboración propia)	50
Imagen 7.1.6: precios por servicios diferenciados en números de marcas, procesos y equipos (elaboración propia).	51
Imagen 7.1.7: recursos claves a considerar en fuentes de ingreso, relación con el cliente y canales de distribución-comunicación (elaboración propia).	52
Imagen 7.1.8: actividades claves a considerar (elaboración propia).	53
Imagen 7.1.9: modelo CANVAS para la propuesta de valor de los servicios de soporte de automatización (elaboración propia).	55
Imagen 8.1.1: pack de servicios ofrecidos (elaboración propia).	56
Imagen 8.1.2: precio de servicios de soporte de 2 empresas de la competencia (elaboración propia).	57
Imagen 8.1.2: precio de packs de servicio de soporte (elaboración propia).	58
Imagen 8.1.3: localización de posibles clientes del segmento objetivo (elaboración propia).	59
Imagen 8.1.4: implementación del plan de marketing (elaboración propia).	61
Imagen 8.1.5: organigrama (elaboración propia).	61
Tabla 9.1.1: inversiones (elaboración propia).	63
Tabla 9.1.2: inversiones del plan de marketing (elaboración propia).	63
Tabla 9.1.3: estimación del capital de trabajo (elaboración propia).	64
Tabla 9.1.4: detalle del crédito (elaboración propia).	64
Tabla 9.1.5: gastos en salarios (elaboración propia).	65
Tabla 9.1.6: insumos eléctricos básicos (elaboración propia).	66
Tabla 9.1.7: insumos electrónicos básicos (elaboración propia).	66
Tabla 9.1.8: gastos en transporte (elaboración propia).	66
Tabla 9.1.9: gastos en softwares específicos (elaboración propia).	67

Tabla 9.2.1: gastos en plan de marketing (elaboración propia).....	67
Imagen 9.1.1: esquema del plan de ventas en el periodo de evaluación (elaboración propia).	68
Tabla 9.2.2: ingresos proyectados (elaboración propia).....	68
Tabla 9.2.3: parámetros de cálculo para tasa de descuento (elaboración propia). 69	
Tabla 9.2.4: flujo de caja proyectado a 8 años (elaboración propia).	69
Tabla 9.2.5: indicadores económicos del proyecto (elaboración propia).	70
Tabla 9.2.6: análisis de sensibilidad de VAN c/r a variabilidad del precio y de los salarios (elaboración propia).	71

1. Introducción

Las operaciones subterráneas que consideran la automatización de sus procesos en un futuro no muy lejano son cada vez mayores. La agenda de seguridad, exposición a agentes dañinos para la salud y productividad, es cada vez más rigurosa, y exige que las distintas empresas aceleren la implementación de estas tecnologías para mantenerse a nivel *World Class* de la industria, o pensar en competir para estar en esta categoría.

Las cifras publicadas por la OCDE durante el 2019¹, indican que en Chile existe un 53% de puestos de trabajo que están en riesgo de ser automatizados. Del 53% de puestos de trabajo con probabilidad de ser automatizados, un 22% presenta un alto riesgo de ser automatizado (sobre un 70% de probabilidad de ser automatizados), lo cual se traduce en el colectivo de las personas como una amenaza directa a los puestos de trabajo actuales.

Las industrias ligadas a operaciones subterráneas (minería y construcción) hoy en día presentan un uso intensivo de personas para ejecutar sus operaciones básicas, lo cual implica que la probabilidad de accidentabilidad es mayor que en otras industrias, al igual que la exposición de las personas a agentes contaminantes. Según cifras del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), en el segundo semestre del 2019 la Tasa de Fatalidad de Accidentes (cantidad de trabajadores fallecidos a causa del trabajo por cada millón de horas personas trabajadas), fue de 0,02. Si bien el descenso en los últimos 10 años es considerable, aún no es posible erradicar las fatalidades en esta industria.

La exposición a agentes contaminantes ha disminuido a medida que el uso de elementos de seguridad personal, junto con el desarrollo de nuevas tecnologías, ha aumentado a través de los últimos años.

Sin embargo, existen agentes contaminantes que presentan un riesgo residual, como por ejemplo el sílice (polvo en suspensión), los cuales solo pueden ser erradicados eliminando completamente la exposición de las personas a ese agente. Cabe destacar que al 2030 se debe eliminar en un 100% la exposición a este agente (Plan Nacional de Erradicación de la Silicosis).

En términos de productividad en la industria minera, la tendencia durante los últimos 10 años ha sido a la baja. Las cifras publicadas en el *Benchmark* de Productividad en La Industria Minera (2015), indican que la productividad ha descendido de 1 Kton/Hora² Hombre de Cu Fino en el año 2000, a 0,7 Kton/Hora Hombre en el año

¹ *How's Life in the Digital Age? Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being. February 26, 2019.*

² Kton/hora= mil toneladas por hora

2018. La profundización de las minas, altos tiempos de transporte hacia los lugares de trabajo, junto con la baja estandarización de buenas prácticas operacionales, ha repercutido de manera importante en la productividad.

La automatización de operaciones mineras surge como una respuesta para resolver las dificultades planteadas.

Sin embargo, en la actualidad existe una baja experiencia nacional en la implementación y operación de estas tecnologías. El know-how y estado del arte de la automatización de operaciones subterráneas, está concentrado en empresas que ofrecen los productos e insumos necesarios para automatizar, las cuales residen en Finlandia, Australia, Canadá y EEUU, con filiales en Chile. Los servicios ofrecidos están orientados en la puesta en marcha, sin un back up técnico robusto de acompañamiento, que se adapte a las necesidades de los actuales clientes.

Considerando lo anterior, surge la necesidad de evaluar la creación de una empresa de servicios técnicos para la automatización de operaciones subterráneas mineras, la cual se encargue de la puesta en marcha, marcha blanca y acompañamiento en la etapa de régimen operativo, con el objetivo de asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los procesos autónomos.

2. Descripción del Tema y Preguntas Claves a Responder

El número de operaciones subterráneas mineras presentes en Chile crecerán debido a la transición de la minería de cielo abierto a subterránea (disminución de leyes y baja productividad debido a la profundización), junto con la profundización de las actuales minas subterráneas en operación. Un ejemplo del primer caso corresponde a la primera transición rajo-subterránea en Mina Chuquicamata, la cual involucra un nivel productivo de 140.000 toneladas por día en el *peak* de su vida útil, considerando para su operación 120 equipos subterráneos posibles de automatizar. Para el segundo caso se considera como ejemplo la profundización de mina El Teniente, la cual permitirá mantener el régimen productivo actual de 140.000 toneladas por día promedio, considerando para su operación un nivel de equipos subterráneos similar. Por otro lado, existen del orden de 40 faenas subterráneas de mediana minería (producción entre 3.000-8.000 toneladas por día), las cuales utilizan equipos subterráneos para mantener sus niveles de producción diaria.

De manera complementaria, existe una agenda de productividad en minería que busca revertir la tendencia a la baja de la productividad por hora hombre (actualmente del orden de 150 Horas Hombre por mil toneladas de mineral movido, Fuente: Informe Final de Productividad en la Gran Minería del Cobre, COCHILCO), y un plan nacional de erradicación de silicosis al 2030, donde una de sus palancas es la incorporación de tecnología para minimizar las horas de exposición al agente polvo con alto contenido de sílice. Ambos aspectos estratégicos promueven a la

automatización como solución integral a estas problemática, por lo que el entendimiento acabado en los aspectos técnicos de la tecnología, juega un rol relevante.

El punto anterior abre una oportunidad de negocios, al considerar un servicio que permita implementar, operar y entregar soporte técnico de esta tecnología a los potenciales clientes.

En la tesis a desarrollar, se intentará dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuál es la demanda potencial de soporte técnico de automatización en Chile?

¿Quiénes son los competidores directos de esta propuesta de negocio?

¿Cuáles son los potenciales clientes de los servicios de soporte técnico de automatización?

¿Cuáles son las oportunidades y amenazas presentes en esta propuesta de negocio?

¿Cuál es la tendencia del mercado analizado?

¿Este modelo de negocio aplica para todo el país o es posible focalizarlo en alguna región?

¿Cuál es la propuesta de valor para los clientes?

¿Cuál es la normativa vigente que enmarca el negocio propuesto?

¿Cuál es el nivel de inversión y el capital de trabajo para este negocio?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

El objetivo principal analizar la factibilidad técnica, económica y estratégica de crear una empresa de servicios de automatización en operaciones subterráneas mineras, que permita alcanzar una utilidad de al menos 1,2 millones de dólares en un periodo no superior de 3 años de operación.

3.2. Objetivos Específicos

Dentro de los objetivos específicos, se busca definir lo siguiente:

- 1- Realizar un diagnóstico del uso de tecnologías autónomas en las operaciones mineras subterráneas, analizando el tipo de clientes,

- competencia presente en el mercado nacional y el entorno, incluyendo procesos autónomos y convencionales.
- 2- Realizar un *benchmark* de las principales minas subterráneas nacionales y las mencionadas en el alcance, precisando en el uso de tecnologías de estas y sus rendimientos productivos.
 - 3- Analizar los principales competidores y la propuesta de valor.
 - 4- Analizar los segmentos, desde su identificación hasta su caracterización.
 - 5- Analizar los procesos de compra para hardware y software asociados a estas tecnologías.
 - 6- Sintetizar las principales oportunidades.
 - 7- Definir el la oferta de valor que entregará la empresa de prestación de servicios.
 - 8- Diseñar la estrategia global, modelo de operación y oferta de valor de la empresa.
 - 9- Evaluar económicamente la propuesta de negocio, lo cual permitirá analizar la factibilidad de alcanzar una utilidad acumulada de \$1,2 Millones de Dólares en un periodo de 3 años.

4. Alcance y Resultados Esperados

El trabajo a desarrollar contiene el análisis interno y externo de la prestación de soporte técnico de automatización en minas subterráneas, focalizado en el ámbito nacional.

Los procesos mineros subterráneos que se considerarán corresponden a carguío de mineral, acarreo de mineral (transporte) y perforación.

El soporte técnico operacional será solo a nivel de software y hardware utilizado en esta tecnología.

El desarrollo del estudio estará acotado solo en Chile, en las faenas mineras subterráneas de gran y mediana minería oficializadas en la base de datos de COCHILCO.

Se analizarán las oportunidades presentes en la industria y las amenazas del entorno. Se analizarán las ofertas de valor y el modelo de negocio de los competidores presentes en Chile y los referentes internacionales (Canadá, Indonesia y Australia), específicamente en *New Afton*, *Grasberg* y *Cadia East*.

Finalmente se generará la estrategia global (servicios a entregar, comunicación y posicionamiento, organización y descripción del modelo), para luego evaluar económicamente este negocio en un plazo de 3 años, entregando las recomendaciones según los resultados obtenidos.

En este trabajo se excluye:

- La implementación del modelo de negocios.
- No se enfoca en otras labores subterráneas que también podrían utilizar operaciones autónomas (construcciones civiles, carreteras, hidroeléctricas, entre otras).
- Procesos mineros no especificados anteriormente.

Se espera determinar la factibilidad económica, técnica y estratégica de crear esta empresa, que permita generar un negocio sostenible en el tiempo.

5. Marco Conceptual

Los conceptos más importantes a desarrollar en el siguiente trabajo, son los siguientes:

A- Minería subterránea: corresponden a todas las actividades necesarias para extraer la roca mineralizada desde las profundidades de la tierra. La consideración de este tipo de minería tiene cabida al ser inviable la explotación de estos minerales por métodos de cielo abierto (por consideraciones sociales, ambientales, técnicas y/o económicas). Existen 4 tipos de métodos de explotación subterráneos:

- Métodos auto soportantes o de caserones abiertos:** corresponde a aquellos que consideran la extracción del mineral dejando una o varias cavidades vacías dentro del macizo rocoso. El método “*room and pillar*” es el método más aplicado en esta categoría, el cual se detalla en la siguiente imagen:

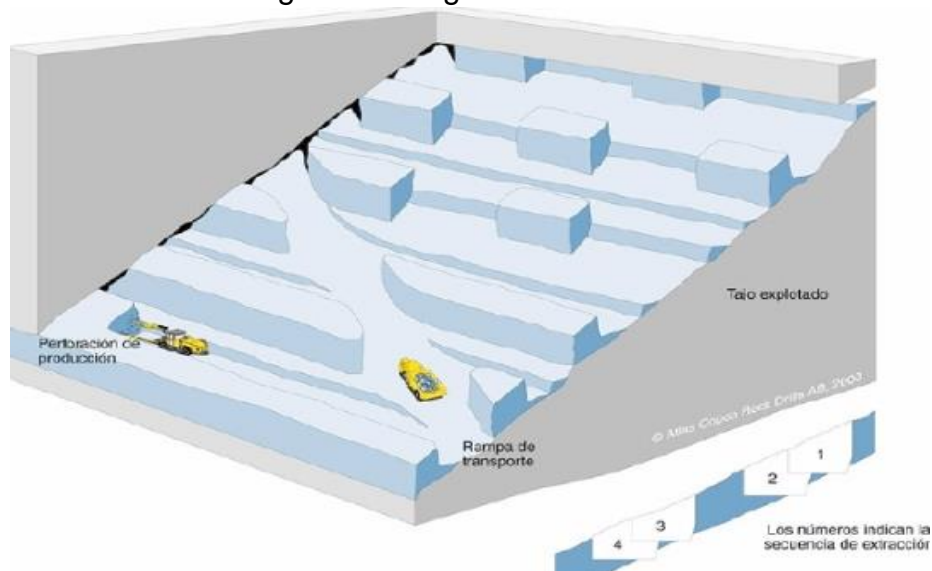


Imagen 5.1: método “Room and Pillar” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK).

- Métodos soportados o de caserones:** requieren de elementos de soporte (fortificación) para mantenerse estable y/o que se rellenan con algún material exógeno. El método más utilizado corresponde al

denominado “*Cut and Fill*”, el cual considera relleno de las labores vacías. A continuación se muestra el esquema de explotación:

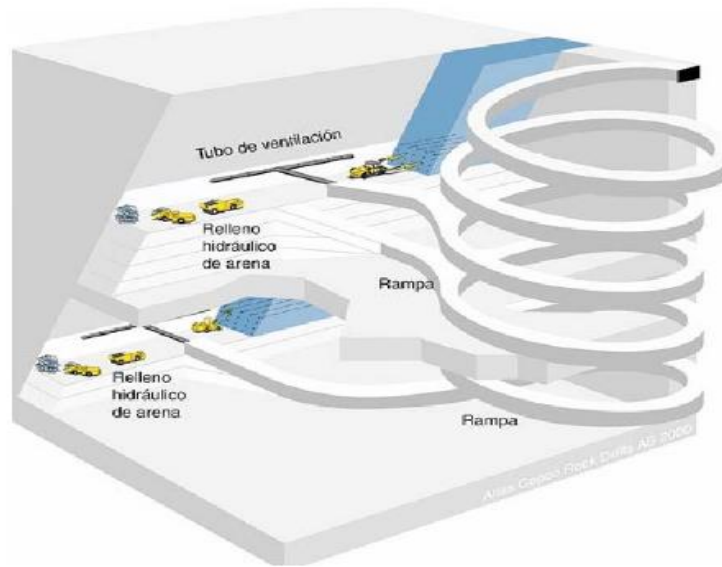


Imagen 5.2: método “Cut and Fill” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK).

- c. **Método de subniveles:** se emplea en zonas mineralizadas muy regulares, en los que el mineral y la roca no mineralizada son resistentes. El método se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. El método más utilizado corresponde a “*sub level stoping*”, el que se presenta su esquema a continuación:

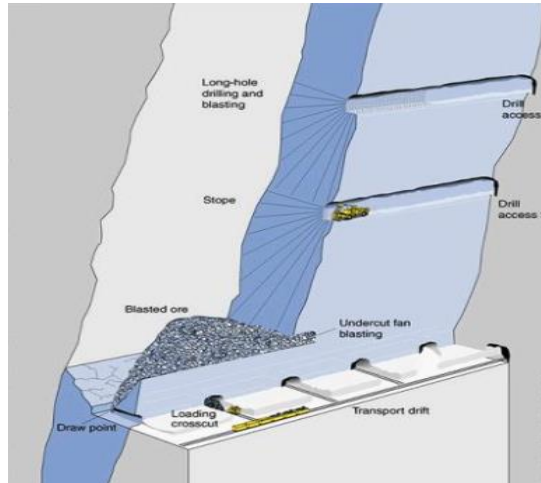


Imagen 5.3: método “Sub Level Stopping” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK)

- d. **Métodos de hundimiento:** donde las cavidades generadas por el mineral extraído son rellenas con el material superpuesto (mineral, mientras dura la explotación, y estéril una vez finalizada). El hundimiento y consecuente relleno de las cavidades se produce simultáneamente a la extracción del mineral. El método más

ampliamente utilizado corresponde a Block o Panel Caving, el cual se esquematiza a continuación:

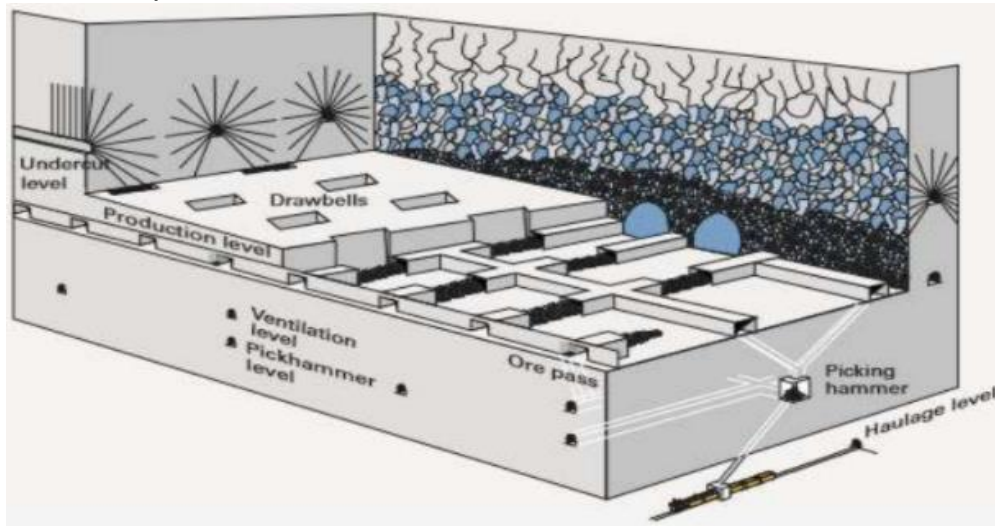


Imagen 5.4: método “Block/Panel Caving” (Fuente: Manual minería subterránea, SANDVIK)

B- Operaciones unitarias en minería subterránea: corresponde a los procesos mineros que permiten arrancar la roca mineralizada desde las profundidades, hasta transportarla hacia una planta de beneficio (planta de procesamiento). Los procesos involucrados se describen a continuación:

- Perforación: corresponde al proceso mediante el cual se realizan tiros o perforaciones a la roca, en los cuales se introduce explosivo con el objetivo de fragmentar y/o arrancar la roca insitu. Para perforar se utilizan equipos de perforación llamados “Jumbos”, los cuales tienen alcances máximos de perforación de 62 metros, con diámetros que van desde 90-216 milímetros.
- Tronadura: proceso que contempla el relleno o carguío de tiros de perforación con explosivos, la secuencia de explosión (salida) y finalmente la iniciación de la tronadura (o disparo). A continuación se resumen el ciclo de las 2 primeras operaciones:

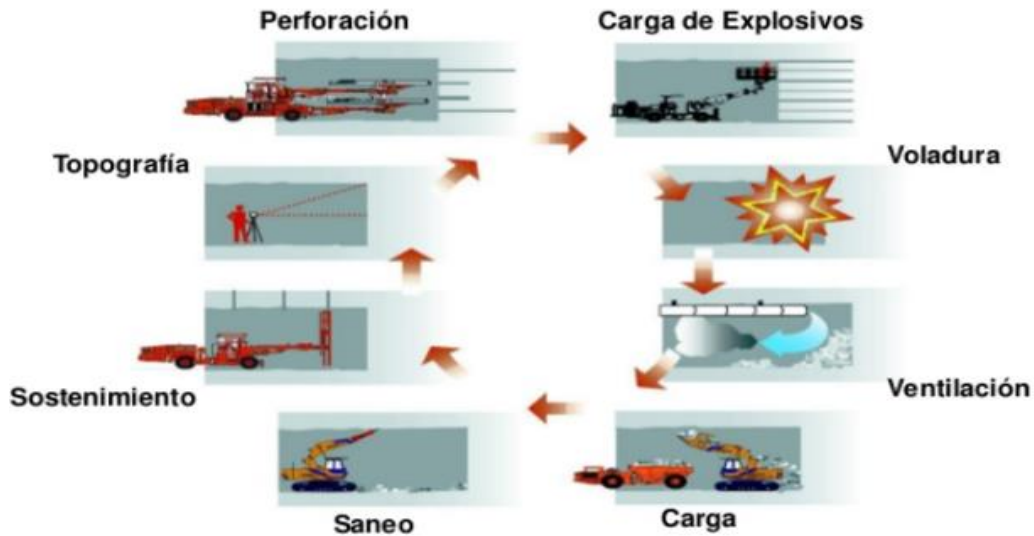


Imagen 5.5: ciclo de operaciones de perforación y tronadura (Fuente: Métodos de excavación y voladura, UCHILE)

- Carguío: proceso mediante el cual se carga el mineral arrancado mediante los procesos de perforación y tronadura. El carguío de esta roca fragmentada, es posible realizarlo con equipos LHD (*Load Haul and Dump*) y/o cargadores frontales especiales para minería subterránea:



Imagen 5.6: equipos LHD y cargador frontal para minería subterránea respectivamente (Fuente: Métodos de excavación y voladura, UCHILE)

- Transporte o acarreo: proceso mediante el cual se realiza el transporte de mineral hacia plantas de procesamiento, tolvas o *stockpiles* de almacenamiento. El transporte de mineral se puede realizar a través de camiones, trenes, correas transportadoras y Skip (ascensor que permite transportar el mineral verticalmente). A continuación se muestra cada uno de los tipos de transporte indicados:

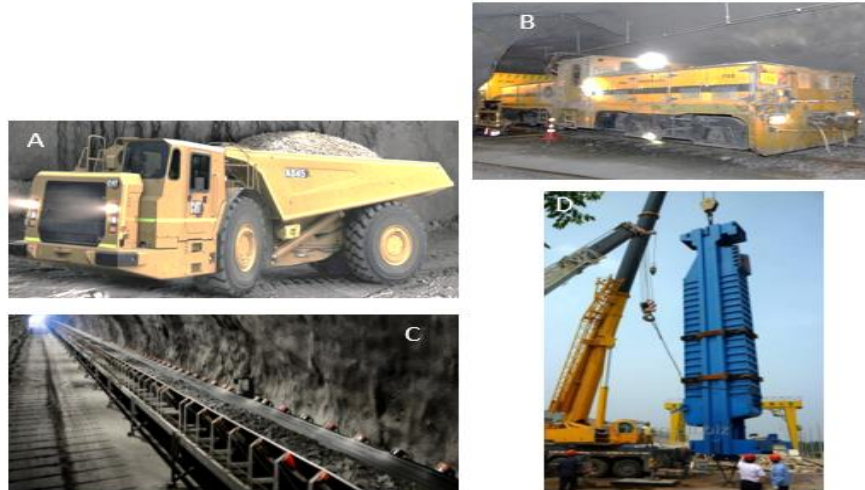


Imagen 5.7: equipos de acarreo de mineral: (A) camión subterráneo, (B) ferrocarril subterráneo, (C) correas transportadoras y (D) skip. (Fuente: Elaboración propia).

C- Tipos de automatización: existen diferentes niveles de automatización de los procesos industriales en general, los cuales se explican a continuación:

- Operación manual: se realiza con operadores a bordo de los equipos necesarios para el proceso productivo, quien controla todos los movimientos. En términos de productividad es mayor que los otros niveles de automatización, pero las tasas de falla (mecánicas y eléctricas) son mayores debido a errores humanos en la operación. Con respecto al nivel de inversión, es menor que los demás niveles de automatización, pues no requiere de instrumentación, hardware ni software especializados para su uso.
- Operación tele-operada: se refiere a equipos que son controlados por operadores en lugares remotos. Esta operación se realiza con el uso de sensores, cámaras y software de posicionamiento. Este tipo de operación permite que los trabajadores se encuentren en un entorno más seguro (sin riesgos asociados a operaciones subterráneas, ni agentes contaminantes).
- Operación autónoma: se refiere al control autónomo de equipos. Todas las funciones críticas son controladas de forma automática (encendido, dirección, transmisión, aceleración, frenado), sin necesidad de intervención humana. La productividad de los procesos autónomos es proporcional al número de equipos que son controlados de forma autónoma por el mismo software, generando que la intervención humana solo se focalice en solucionar errores, coordinar y controlar la eficiencia del sistema completo. Al considerar un sistema 100% autónomo, los “waste times” se reducen al mínimo (aumenta tiempo efectivo), al no existir cambios de turno, detenciones por necesidad de los trabajadores (colación por ejemplo), ni interferencias humanas.

D- Componentes de los sistemas autónomos: existen 4 aspectos que deben ser abordados para implementar el movimiento autónomo de equipos en minería subterránea, lo cual se visualiza en la siguiente figura:

PROCESO AUTÓNOMO

COMPONENTES TÉCNICOS



Imagen 5.8: principales componentes que conforman un proceso autónomo en minería subterránea (Fuente: JRI 2018).

- Tracking (WIFI): corresponde al seguimiento y posicionamiento de los equipos mineros en el *layout* operacional definido. Para definir estas actividades, se requiere concretar los siguientes puntos:
 - o Lugar de instalación: colocar red de comunicación WIFI en el sector definido.
 - o *Access point. router* instalado sobre los equipos mineros. Debe permitir la conexión a múltiples usuarios, realizar autodiagnóstico, presencia de alarmas y tener compatibilidad con la red WIFI.
 - o WLC (controlador): permite gestionar todas las radiofrecuencias, las políticas de seguridad, la prevención ante intrusos, permitir una autenticación centralizada y priorizar el tránsito según sea la situación.
 - o Servidor: permite la administración de las redes cableadas e inalámbricas, permite el monitoreo de las redes y permite el acceso completo a las direcciones IP que se utilizan en el sistema completo.
- *On-Board*: sistema que se implementa en los equipos mineros, lo cual permite controlar y monitorear el estado y funcionamiento de estos. El sistema On-Board presenta los siguientes componentes:
 - o Sistema de comunicación: en cada equipo se debe instalar antenas conectadas al módulo de comunicación con la red WIFI de la operación minera. Si los equipos pierden comunicación con la red WIFI, generará una detención inmediata del (los) equipo(s) que pierdan comunicación.
 - o Sistema de navegación: permite el procesamiento de información, lo cual genera señales de control para los equipos mineros que se

- encuentren en modo autónomo. A través de este sistema se puede monitorear y controlar la velocidad, las revoluciones por minuto, dirección, posicionamiento y carga/descarga del mineral, entre otros.
- Sistema de selección de modo de operación: permite seleccionar entre operación manual y autónoma, lo cual se realiza en zonas habilitadas para esta labor. Los equipos mineros deben contar con un sistema de bloqueo de seguridad, con el fin de activar el bloqueo del selector manual-autónomo.
 - Sistema de audio y video: los equipos mineros deben contar con cámaras *On Board* que permitan tener una panorámica en 360°, lo cual permite una excelente visibilidad para los operadores a distancia. También es indispensable un comunicador por voz entre la cabina y la estación de control (para detectar ruido ambiente).
 - Sistema de monitoreo de signos vitales: sistema que permite monitorear y diagnosticar los componentes del sistema autónomo (hardware, software, firmware), lo cual ayuda a reducir los tiempos de falla al capturar posibles irregularidades con anticipación.
 - Sistema de confinamiento: este sistema permite interactuar con los distintos sistemas de segregación (barreras) y apoyo a través de la red de control de forma inalámbrica. Cuando el sistema de confinamiento está operativo y no detecta irregularidades, es posible activar el movimiento autónomo de los equipos.
 - Sistema de control de procesos: corresponde al sistema que controla y monitorea el proceso a automatizar. Mide variables de productividad (toneladas, metros perforados, consumos, entre otros), junto con variables mecánicas de los equipos (uso de aceite, combustible, niveles de aceite hidráulico, entre otros). Este sistema se compone de los siguientes puntos:
 - i. Estación de operación: está compuesta de pantallas que permiten realizar las siguientes funciones:
 1. Visualizar las principales metas del día (planificación de la producción, metros a perforar, transporte de mineral, entre otros).
 2. Monitoreo online de las principales variables del proceso.
 3. Visualización de gráficas activas.
 4. Adquisición de datos.
 5. Visualización del sector donde se operan los equipos, apoyado por el sistema CCTV de procesos.
 6. Reporte de alarma de forma visual.
 - ii. Servidor de datos: responsable de entregar reportes con información relevante para el mantenimiento de los equipos. La información que registra y reporta corresponde las fallas del

- sistema (contador), tiempos de operación en modalidad manual y/o autónoma, tiempo de mantención, entre otros.
- iii. Lector de TAG RFID: el o los lectores se instalan en los equipos mineros, los cuales a medida que transiten por el interior de la zona de operación autónoma, realizarán la lectura de los TAG dispuestos en terreno, el cual transmitirá la información al sistema de control de procesos a bordo de los equipos.
 - iv. TAG RFID: dispositivos electrónicos que con ID único, los cuales se clasifican en activos y pasivos.
 - v. Sistema de posicionamiento y rastreo: entrega la detección de los equipos en tiempo real, junto con el monitoreo y localización de los equipos al interior de una zona con operación autónoma. Esta información se despliega en el mapa de proceso, con el objetivo de visualizar de forma fácil y eficiente la posición de los equipos.
- Confinamiento e interacción: sistema que mantiene aislado el sistema de operación autónomo de la presencia de elementos ajenos a la operación (presencia humana, otros equipos, entre otros). Está compuesto por 2 sub sistemas:
- Sistema de control de confinamiento (SCC): controla que elementos ajenos a la operación ingresen al área confinada. Esto se logra mediante 2 tipos de barreras: barreras duras (puertas o portones) y barreras lógicas (sensores).
 - Sistema de control de tránsito (SCT): se encarga del tránsito de equipos y personas fuera de la zona del proceso autónomo. Las funciones más relevantes de este proceso corresponden a reabastecimiento de petróleo, traslado de equipos a taller, tránsito de personas en sectores que bordean las zonas de proceso autónomo. Este sistema puede ir modificando las zonas de operación de procesos autónomos y las zonas de actividades anexas (divide la zona completa en módulos). Esto permite flexibilizar el proceso operativo.

6. Metodología

A continuación analizarán los aspectos más relevantes que describen el negocio de automatización de equipos en minería subterránea nacional, con el objetivo de establecer las fortalezas y debilidades del mercado.

6.1. Diagnóstico

6.1.1. Análisis de los Mercados Nacionales Potenciales

6.1.1.1. Mercado Minero Nacional

El mercado minero nacional está concentrado principalmente en la producción de minería metálica, siendo el cobre, oro, plata, molibdeno y hierro los principales minerales extraídos. La participación del cobre y molibdeno son relevantes en el mercado internacional, ocupando el primer y segundo lugar en la producción mundial respectivamente. A continuación se detalla la producción nacional y su posición en el mercado internacional:

Mineral	Producción en Chile	Participación en la producción mundial	Ranking en la producción mundial	Participación en reservas mundiales
Cobre	5,79 millones de TM	29,0%	1	23,0%
Oro	37,85 TM	1,1%	14	7,0%
Plata	1.190 TM	4,4%	7	4,6%
Molibdeno	54,76 mil TM	18,9%	2	7,8%
Hierro	14,00 millones de MT	< 1%	15	< 1%

Tabla 6.1.1: producción nacional 2019 (Fuente: Informe COCHILCO 2019).

Según fuentes de COCHILCO, el catastro inversional de proyectos mineros considera 44 proyectos con puesta en marcha (PEM) dentro del periodo 2019-2028, sumando un total de inversiones de US\$ 72.503 Millones.

El nivel de inversiones a realizar se clasifica por condicionalidad, lo cual permite dar una estimación más certera de la probabilidad de materialización de las iniciativas en los plazos establecidos por los propietarios de los proyectos y sus equipos de ingeniería. A continuación se puede destacar la distribución de la inversión:



Imagen 6.1.2: condicionalidad de inversiones en Chile (Fuente: Informe COCHILCO 2019).

También es relevante visualizar como se distribuye la condicionalidad de las inversiones por sector minero, lo cual se detalla a continuación:

SECTOR MINERO	TOTAL		BASE		PROBABLE		POSIBLE		POTENCIAL	
	Cantidad proyectos	Inversión (MMUS\$)	Cantidad proyectos	Inversión (MMUS\$)	Cantidad proyectos	Inversión (MMUS\$)	Cantidad proyectos	Inversión (MMUS\$)	Cantidad proyectos	Inversión (MMUS\$)
CODELCO	8	23.067	4	15.879	1	1.226	2	3.897	1	3.290
Gran minería privada	16	25.682	4	9.480	7	12.284	2	3.700	3	12.200
Mediana minería privada	4	1.349	0	-	2	692	1	624	1	725
Plantas industriales	3	1.254	1	608	1	370	1	646	0	-
Sub total cobre	31	65.621	11	25.967	11	14.572	6	8.867	5	16.215
Oro y plata	5	1.421	0	-	3	332	3	1.421	0	-
Hierro	2	2.972	1	84	0	-	0	-	1	2.888
Litio	5	1.357	2	480	1	450	2	877	0	-
Minerales industriales	1	350	0	-	0	-	1	350	0	-
Sub total otros min.	13	6.882	3	564	3	782	6	2.648	1	2.888

Tabla 6.1.2: inversión en minería chilena (Fuente: Informe COCHILCO 2019).

Del total de inversiones, se destaca la importancia dentro de la minería del cobre a nivel nacional, la que abarca un 90,5% del total. De manera complementaria, se destaca la relevancia del nivel de inversiones concentrado en CODELCO, gran minería privada y mediana minería privada, la cual concentra un 76% de las inversiones c/r a la inversión total del sector cobre.

Por otra parte, el rubro minero constantemente requiere la realización de proyectos que apuntan a generar continuidad, mejora operacional o enmarcados en Innovación y Desarrollo (I+D). En estos 3 conceptos, el gasto anual del 2019 fue de US\$ 27.252 Millones, lo cual posiciona a la minería en el tercer lugar a nivel nacional:

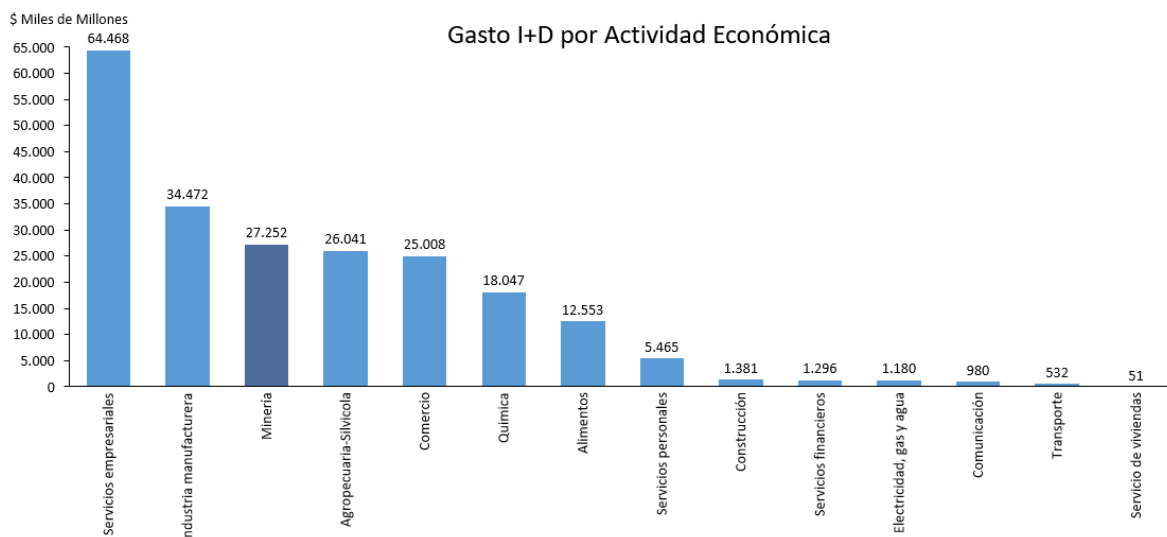


Gráfico 6.1.1: gasto en innovación y desarrollo en Chile (Fuente: Estudio Consejo Minero 2018).

6.1.1.2. Mercado Minero Subterráneo

A nivel internacional, Chile representa un porcentaje considerable de la producción de cobre proveniente de minas subterráneas, lo cual se observa a continuación:

Participación por País en la Producción de Cobre de Mina en Minería Subterránea

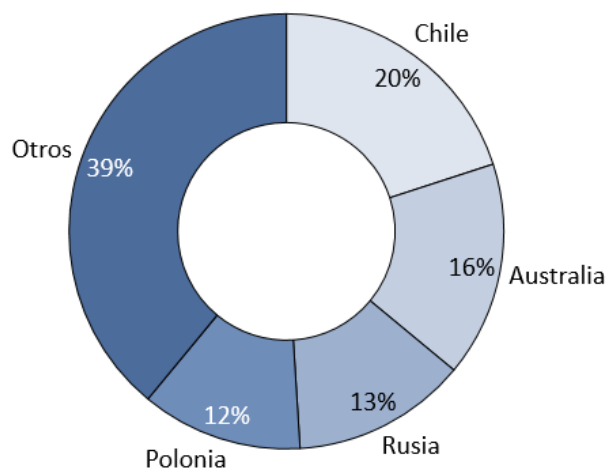


Gráfico 6.1.2: participación por país en la producción de cobre de minas subterráneas (Fuente: MB Chile, a partir de información pública de las empresas).

La producción minera subterránea a nivel nacional está focalizada principalmente en la minería del cobre. Desde el 2010 al presente, la producción de cobre fino asociada a minería subterránea no supera las 700.000 toneladas métricas finas, lo cual representa del orden del 12% de la producción nacional:

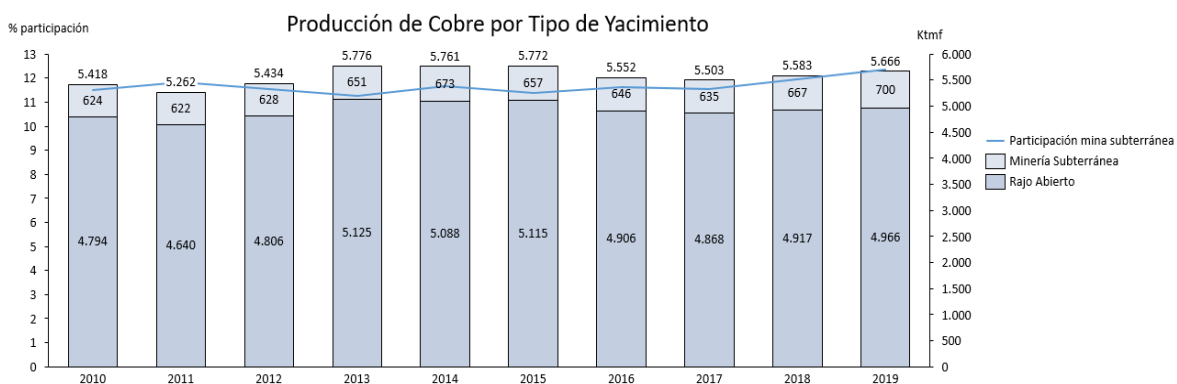


Gráfico 6.1.3: producción de cobre nacional por tipo de yacimiento (Fuente: Consejo Minero a partir de la información de COCHILCO).

Sin embargo, las proyecciones son auspiciosas considerando el descenso de las leyes de mineral y la menor productividad de faenas a cielo abierto (mayores distancias de transporte). Se espera que un 60% de las actuales faenas a cielo

abierto se transformen en operaciones subterráneas (referencia: revista nueva minería, Minería Subterránea: hacia una nueva minería, septiembre 2019). Un ejemplo de esta transición se ve reflejado en la operación de Chuquicamata (CODELCO), la cual está en etapa de operación mixta (cielo abierto-subterráneo), con el objetivo de que su operación subterránea pueda producir 140.000 toneladas de mineral a planta diariamente.

Según el catastro realizado por COCHILCO (2019), existen 38 minas subterráneas en Chile. El 9% de estas minas se explotan a través del método Block o Panel Caving (minas subterráneas de CODELCO), el 64% son explotadas a través del método *Sub Level Caving*. A continuación se observa la distribución de la producción en minería subterránea según su método de explotación:

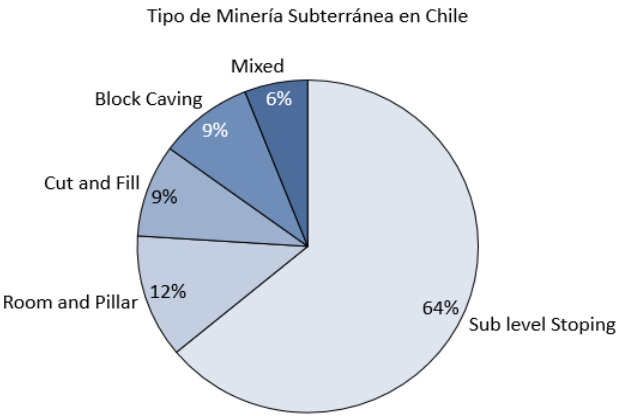


Gráfico 6.1.4: tipo de minas subterráneas en Chile (Fuente: Zablocki 2013).

Sin embargo, la producción asociada a cada método difiere de lo evidenciado en el gráfico anterior. La minería en *Block o Panel Caving* es de tasas de producción elevadas a diferencia de los otros métodos, lo cual se puede ver a continuación:

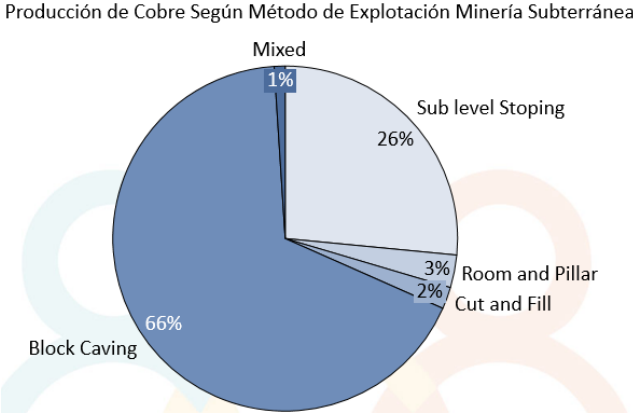


Gráfico 6.1.5: producción por tipo de minas subterráneas en Chile (Fuente: Zablocki 2013).

6.1.1.3. Análisis por Tamaño (gran y mediana minería)

En el país se puede clasificar las diferentes operaciones mineras en 3 tipos, según la producción de cada una. Según la clasificación realizada por Zablocki, es posible clasificar la minería subterránea bajo 3 rangos de producción:

- Gran escala: producción superior a 16.000 toneladas de mineral por día.
- Mediana minería: producción superior a las 300 toneladas de mineral por día, pero inferior a 16.000 toneladas por día.
- Pequeña minería: menor a 300 toneladas de mineral por día.

Bajo esta clasificación, la mediana minería produce un 5,5% del total de cobre a nivel nacional. Se debe destacar que este porcentaje es menor en comparación a otros países de Latinoamérica, siendo referentes en la industria los casos de Perú y México con un 25% y 100% respectivamente.

Producción de Cobre por Tipo de Minería 2019

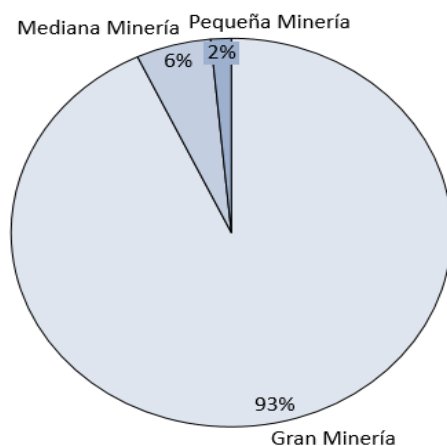


Gráfico 6.1.6: producción de cobre por tipo de minería subterránea en Chile (Fuente: Zablocki 2013).

En el caso de la gran minería, las únicas faenas subterráneas que están en esta clasificación corresponden a las explotadas mediante *block* o *panel caving*. Existen 2 faenas en esta clasificación, las cuales corresponden a El Teniente y Chuquicamata Subterráneo, todas pertenecientes a CODELCO Chile. Estas minas explotadas mediante métodos de *caving*, representan el 9% de las 38 minas subterráneas en Chile. A pesar del menor porcentaje en comparación con el total de minas subterráneas, la producción de estas minas representa el 67% de la producción total de la minería subterránea en Chile, la cual bordea los 115 millones de toneladas de mineral al año.

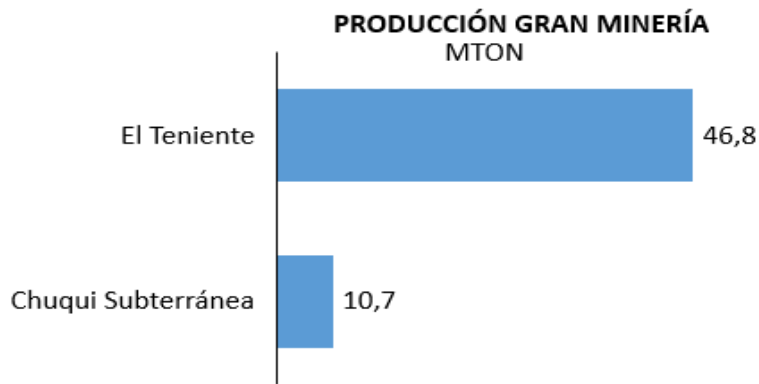


Gráfico 6.1.7: tipo de minas subterráneas en Chile (Fuente: elaboración propia).

A pesar de representar una porción pequeña en la producción de cobre en Chile (según figura anterior), la minería mediana juega un rol importante en la economía, principalmente porque representa una fuente de trabajo para más de 60.000 personas. De forma complementaria, representa un sector productivo con un nivel de exportación muy parecido a otros sectores de la economía, como se observa a continuación:

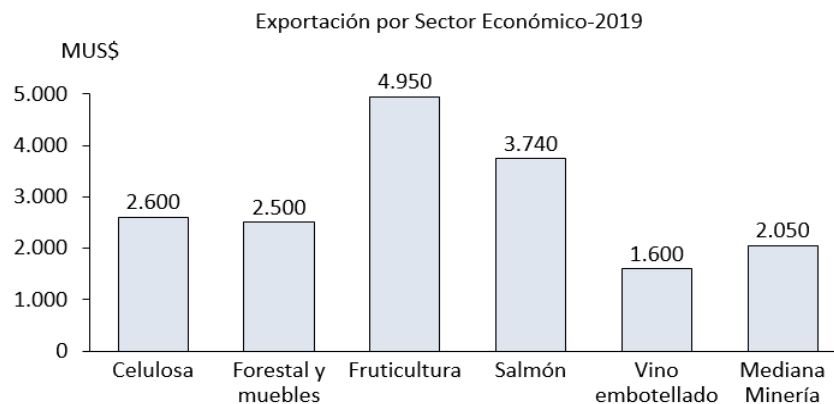


Gráfico 6.1.8: exportaciones por sector económico (Fuente: COCHILCO 2019).

Lo relevante de este sector de la minería, es que las utilidades se quedan principalmente en el país, ya que se reinvierten en minería o en otros sectores económicos (agricultura y construcción principalmente).

Otro antecedente relevante, es que los capitales son esencialmente nacionales y de empresas familiares, por lo tanto presentan una mayor sensibilidad al ciclo de precios bajos de los *commodities* (a diferencia de las grandes mineras que presentan carteras diversificadas).

A continuación se presentan las operaciones de mediana minería junto con el nivel productivo de cada una:

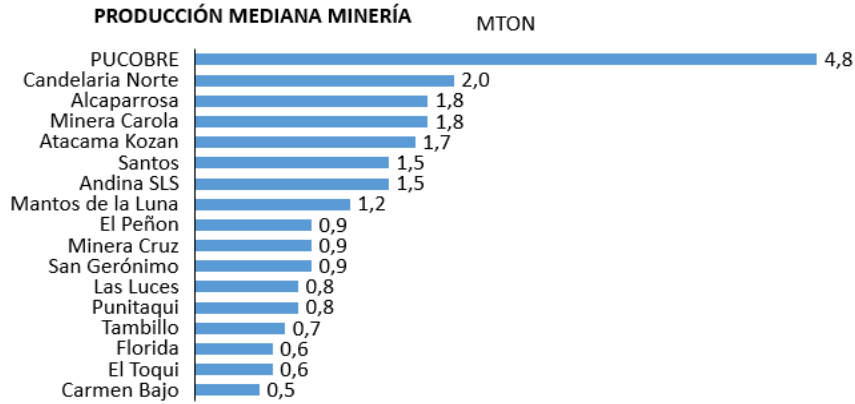


Gráfico 6.1.9: producción por mina subterránea de mediana minería (Fuente: Zablocki 2013).

6.1.1.4. Análisis Geográfico

Del total de faenas mineras subterráneas de Chile (38), 23 operaciones están ubicadas en la zona norte del país (de Coquimbo hacia el norte), lo cual corresponde a un 61%. El resto de las operaciones mineras subterráneas (39%) se concentran en la zona centro-sur (desde la Región Metropolitana al sur). A continuación se muestra el mapa de distribución por región:

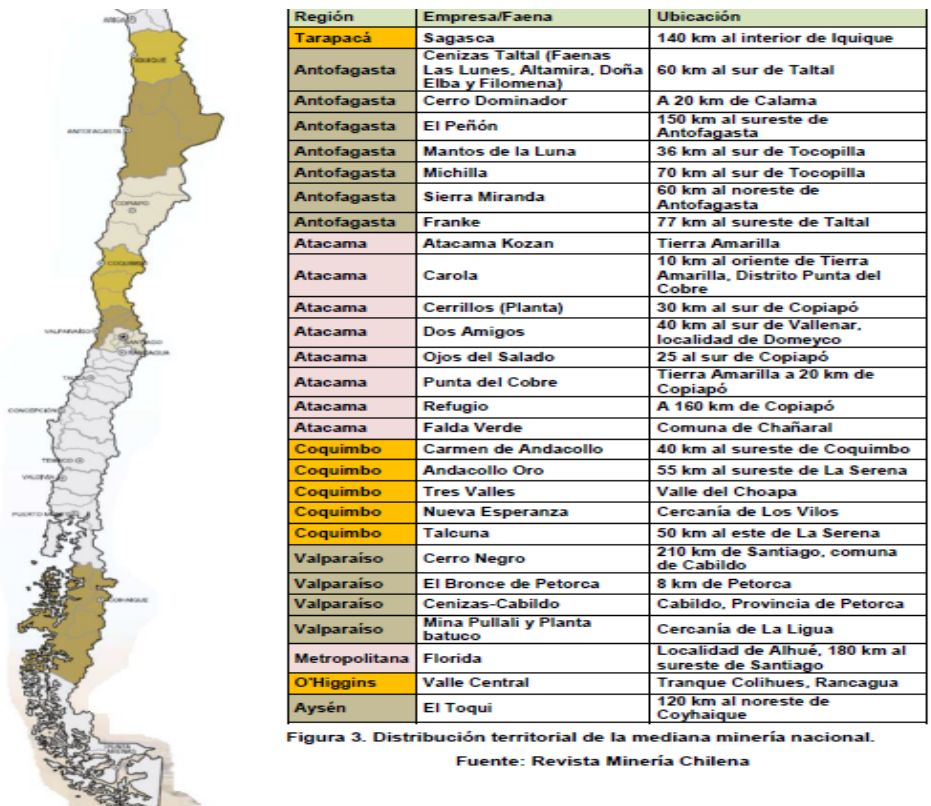


Imagen 6.2: ubicación de minas subterráneas (Fuente: Zablocki 2013).

A continuación se detallan solamente las operaciones de mediana minería subterránea del territorio nacional:

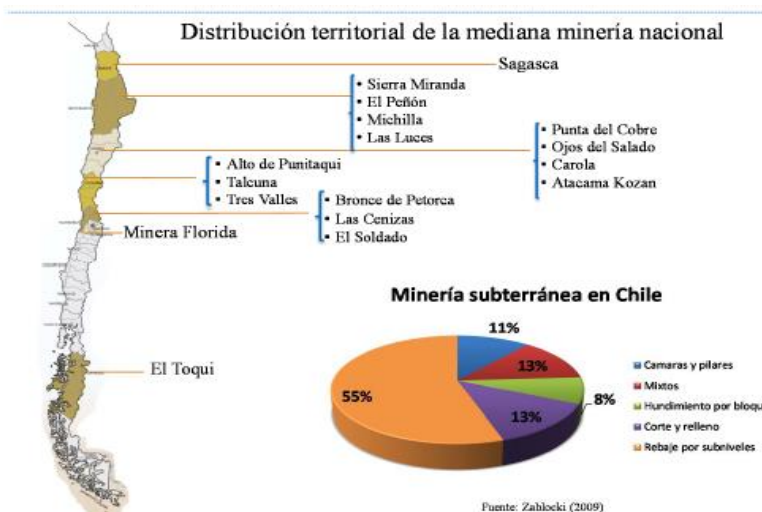


Imagen 6.3: ubicación de minas subterráneas mediana minería (Fuente: Zablocki 2013).

Por otro lado, la mayor concentración de la producción nacional está concentrada en las regiones de la zona norte, más específicamente en las regiones de Tarapacá y Antofagasta, donde se concentra el 63% de la producción nacional. Lo anterior se detalla en la siguiente tabla, donde se muestra la producción nacional por región:

Cuadro 48: Producción de minerales metálicos por región, según tipo de mineral, año 2019.

REGIÓN	Cu (tmf)	Mo (tmf)	Au (kg)	Ag (kg)	Fe (Mineral tm)	Fe (tmf)	Pb (tmf)	Zn (tmf)
TOTAL	5.822.050	53.541	38.455	1.309.321	13.136.863	8.427.224	7	5.620
Arica y Parinacota	2370	-	-	-	-	-	-	-
Tarapacá	640.381	2.905	-	-	-	-	-	-
Antofagasta	3.160.891	21.309	24.911	884.726	-	-	-	-
Atacama	483.628	3.308	5.992	83.305	11.551.882	7.366.494	-	-
Coquimbo	487.396	11.255	3.473	113.912	1.584.981	1.060.730	7	6
Valparaíso	253.135	2.095	729	70.575	-	-	-	-
Metropolitana	334.256	4.521	2.290	66.651	-	-	-	5.614
O'Higgins	459.993	8.148	1.049	90.152	-	-	-	-
Magallanes	-	-	11	-	-	-	-	-

Nota: Las siguientes regiones no registran producción en los recursos mencionados: Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Magallanes y Antártica Chilena.

Tabla 6.1.3: producción regional nacional por tipo de minería (Fuente: COCHILCO 2019).

Complementariamente, el número de proyectos por región asociados a minería, está concentrado de igual forma en la zona norte. En las regiones de Antofagasta y Atacama se concentra un 55% de toda la inversión nacional en minería, reflejando nuevamente la relevancia de la zona norte en términos del volumen de inversión. A continuación se detalla el nivel de inversión en minería por región:

Gráfico 37: Numero de Proyectos por Región.

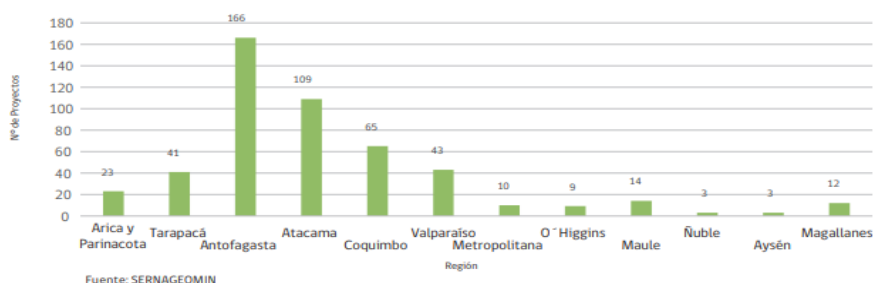


Gráfico 6.2.1: número de proyectos mineros por región (Fuente: COCHILCO 2019).

6.1.1.5. Mercado Potencial

Para estimar el mercado potencial, se evaluaron 3 proyectos de equipos autónomos asociados a camiones y equipos de carguío subterráneos (Anexo 12.1). Considerando el gasto asociado en servicios de soporte técnico integral (en terreno y remoto), junto con las toneladas producidas por esos equipos, se pudo estimar un indicador que permite proyectar el gasto de este ítem por tonelada producida, lo cual se resume en la siguiente tabla:

Proyecto	USD/ton
Camiones subterráneos 1	0,63
Equipos de acarreo 1	0,93
Equipos de acarreo 2	0,318
Promedio	0,626

Tabla 6.1.4: costo en servicio de soporte en proyectos de automatización en minas subterráneas (Fuente: elaboración propia).

Aplicando este indicador a la producción total subterránea del país, es posible estimar el mercado potencial:

Mina	Tonelaje Anual	Gasto Potencial (USD)
PUCOBRE	4.800.000	3.010.998
CANDELARIA NORTE	2.000.000	1.254.582
ALCAPARROSA	1.800.000	1.129.124
MINERA CAROLA	1.800.000	1.129.124
ATACAMA KOZAN	1.700.000	1.066.395
SANTOS	1.500.000	940.937
ANDINA SLS	1.500.000	940.937
MANTOS DE LA LUNA	1.200.000	752.749
EL PEÑON	900.000	564.562
MINERA CRUZ	900.000	564.562
SAN GERONIMO	900.000	564.562
LAS LUCES	800.000	501.833
PUNITAQUI	800.000	501.833
TAMBILLO	700.000	439.104
FLORIDA	600.000	376.375
EL TOQUI	600.000	376.375
CARMEN BAJO	500.000	313.646
DET	46.800.000	29.357.230
CHUQUI	10.800.000	6.774.745
Total	80.600.000	50.559.675

Tabla 6.1.5: mercado potencial de servicios de soporte en automatización de minas subterráneas (Fuente: elaboración propia).

Cabe destacar que el mercado potencial propuesta, considera toda la producción de estas minas con los procesos autónomos declarados en el alcance.

Sin embargo, el aumento del uso de estas tecnologías es gradual en la pequeña y mediana minería, y con mayor velocidad de implementación en la gran minería.

Si solo consideramos a las operaciones que actualmente tienen procesos autónomos en operación o en proyectos, el mercado total se resume a continuación:

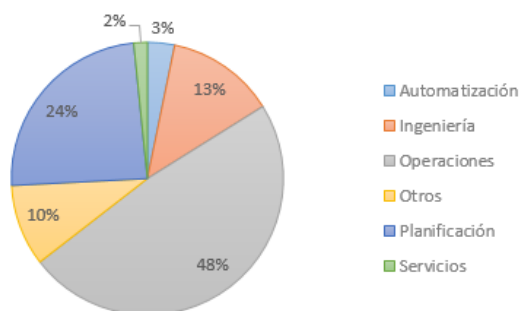
Mina	Tonelaje Anual	Gasto Potencial (USD)
PUCOBRE	4.800.000	3.010.998
ALCAPARROSA	1.800.000	1.129.124
ATACAMA KOZAN	1.700.000	1.066.395
ANDINA SLS	1.500.000	940.937
MANTOS DE LA LUNA	1.200.000	752.749
DET	46.800.000	29.357.230
CHUQUI	10.800.000	6.774.745
Total	68.600.000	43.032.180

Tabla 6.1.6: gasto potencial en minas subterráneas con procesos autónomos en la actualidad (Fuente: elaboración propia).

6.1.2. Análisis de los Clientes

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos en la investigación de mercado realizada a 62 profesionales, relacionados con los procesos de automatización en minería subterránea. A continuación se detallan las principales características de estos clientes:

¿En cual de las siguientes áreas te desempeñas?



¿Qué jerarquía tiene en su organización?

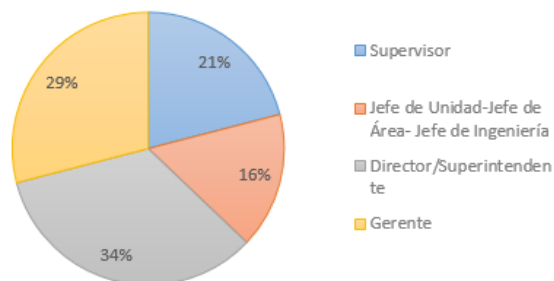
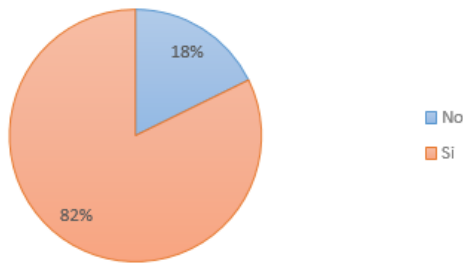


Gráfico 6.2.2: características de los clientes (Fuente: elaboración propia).

Los clientes encuestados desempeñan sus funciones en áreas de operaciones y automatización principalmente (72%), los cuales se posicionan en una jerarquía a nivel de toma de decisiones (Director, Superintendente y Gerente).

Con respecto al nivel de conocimiento sobre la automatización de los procesos indicados, el 82% declara tener conocimiento sobre el tema. Los encuestados consideran que su nivel de conocimiento es bajo (42%), donde la clasificación “Bajo” es menor a un año trabajando en estas temáticas desde las áreas en las cuales se desempeñan.

¿Tiene conocimiento o experiencia en procesos autónomos en minería subterránea?



¿Cuál es su nivel de experiencia o conocimiento en automatización?

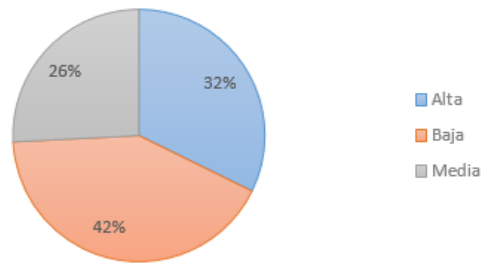
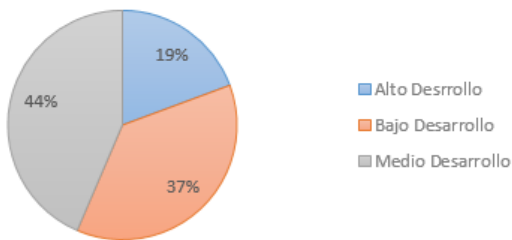


Gráfico 6.2.3: nivel de experiencia o conocimiento en automatización (Fuente: elaboración propia).

Con respecto al nivel de desarrollo de la automatización en las operaciones mineras subterráneas indicadas, Los encuestados tienen la visión de que el avance a nivel nacional presenta un desarrollo medio (entre 2-5 operaciones mineras subterráneas con procesos autónomos).

Sin embargo, cuando se pregunta por el panorama a nivel internacional, cambia la percepción del nivel de desarrollo, aumentando las respuestas que apuntan a nivel de desarrollo alto (sobre 5 operaciones mineras subterráneas con procesos autónomos) y medio.

Basado en su experiencia, ¿Cómo calificaría el avance de la automatización en minería subterránea nacional?



Basado en su conocimiento, ¿Cómo calificaría el avance de la automatización en minería subterránea internacional?

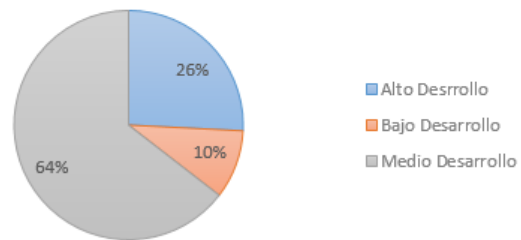


Gráfico 6.2.4: calificación de desarrollo en automatización nacional e internacional (Fuente: elaboración propia).

El preguntar sobre el tiempo en el cual la automatización de operaciones unitarias subterráneas debe estar implementada a nivel nacional, los encuestados indican que debe estar implementado entre 3-5 años.

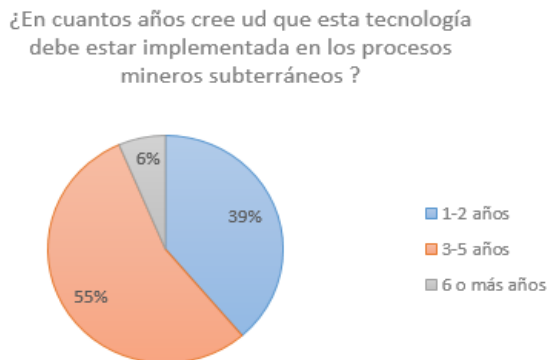


Gráfico 6.2.5: años de implementación de la automatización en los procesos actuales (Fuente: elaboración propia).

6.1.2.1. Necesidades de los Clientes

En las siguientes preguntas se busca entender cuáles son las principales necesidades de los clientes en base a la experiencia de adquisición de servicios de automatización en sus operaciones mineras.

Para aclarar las preguntas asociadas a la entrega de servicios de soporte de automatización, se aclara que estos servicios contienen las actividades que permitan mantener la continuidad operacional del sistema autónomo (es decir, reparación e instalación de instrumentación en terreno y la sala de control, modificaciones a nivel de software, calidad de señal WIFI y comunicación con los equipos autónomos, mantención de barreras físicas y lógicas en los módulos autónomos, y por último reportabilidad de información clave del proceso autónomo).

Los clientes encuestados adquieren principalmente servicios y/o productos asociados a los siguientes ámbitos por orden de importancia:

- Soporte Técnico.
- Compra y adquisición de equipos e insumos.
- Ingeniería (diseño).
- Mantención.

Estos servicios y/o productos son entregados principalmente por las empresas Finning-CAT y SANDVIK, evidenciando el posicionamiento de estas empresas en el mercado actual asociado a las operaciones mineras subterráneas.

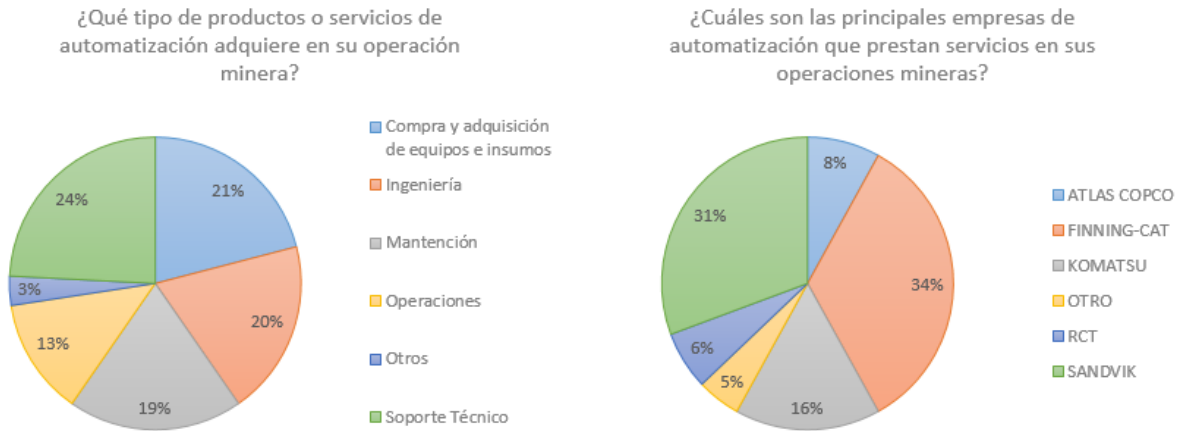


Gráfico 6.2.6: competencia (Fuente: elaboración propia).

Focalizando las preguntas al área de servicios de soporte de automatización, los clientes evalúan la entrega de estos servicios en general de forma regular. Al preguntar por las principales deficiencias de estos servicios, los clientes indican que los tiempos de respuesta corresponde es la principal deficiencia, mencionando en segundo lugar a la efectividad y eficiencia de estos servicios.

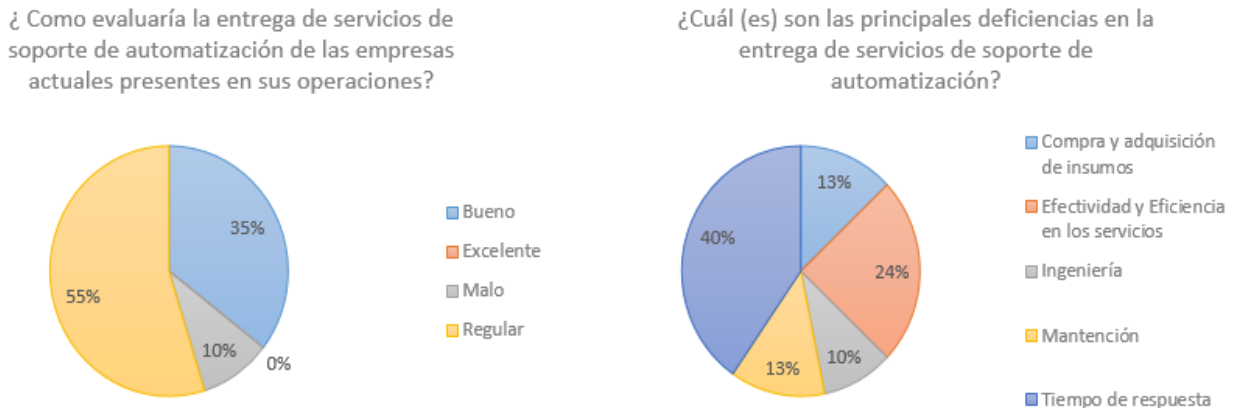


Gráfico 6.2.7: evaluación de servicios de soporte actuales (Fuente: elaboración propia).

Al consultar por los aspectos a fortalecer de estos servicios, los clientes se inclinan principalmente por mejorar los tiempos de respuesta y el control de gastos asociado a estos servicios.

¿Qué aspectos valoraría fortalecer en el servicio de soporte entregado?

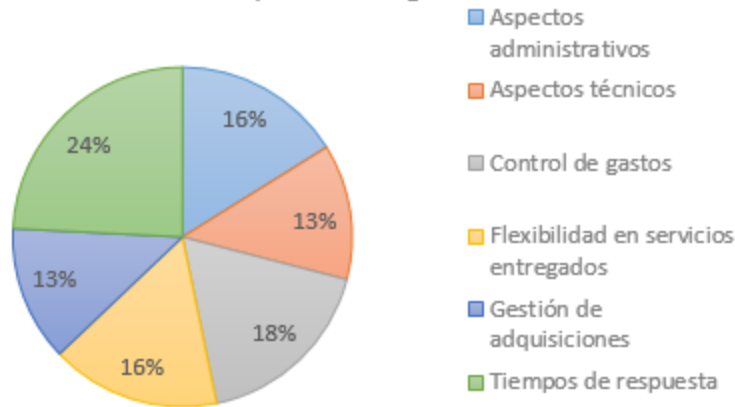


Gráfico 6.2.8: valoración de servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).

Con respecto a los gastos que los clientes incurren en este tipo de servicios y/o productos, se puede observar que en los proyectos en los cuales han participado se gastan montos inferiores a 10 MUSD. También se puede observar que un 20% de los encuestados no saben cuánto se gasta en este tipo de servicios y/o productos.

¿Cuánto se invierte anualmente en productos y servicios de soporte en automatización en sus operaciones?

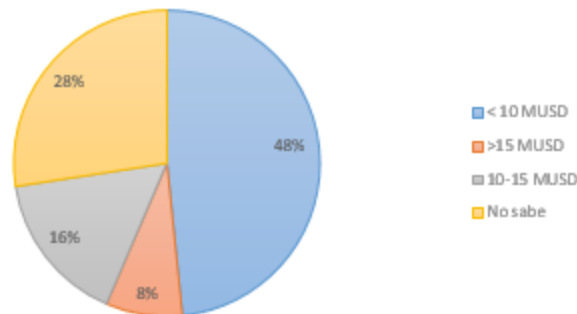
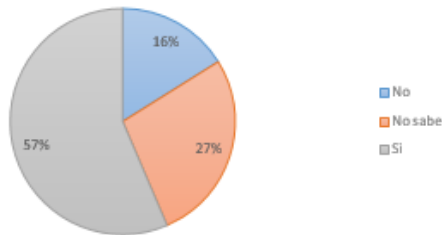


Gráfico 6.2.8: valoración de servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).

Al consultar sobre si existen sobregastos asociados al servicio de soporte entregado, un 57% de los encuestados indican que sí existen sobregastos. Adicionalmente se consulta que porcentaje adicional estaría dispuesto a pagar si mejoraran los aspectos evaluados de forma deficiente (tiempo de respuesta y eficiencia y efectividad en la entrega de servicios), los cuales indican que estarían dispuestos a pagar un porcentaje menor al 5% adicional de lo que actualmente pagan.

¿Existen sobre gastos asociado al servicio de soporte entregado?



Si mejoran los aspectos evaluados en la pregunta (8), ¿Qué porcentaje adicional estaría dispuesto a pagar?

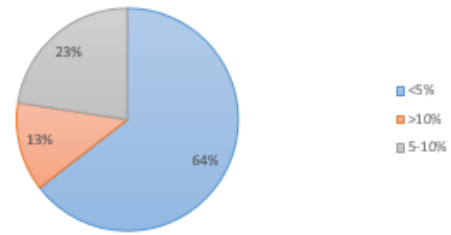
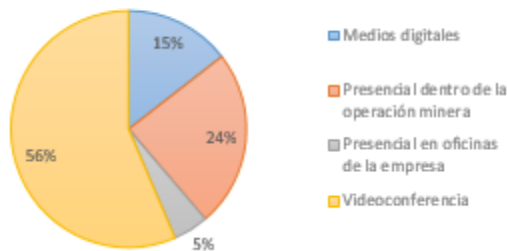


Gráfico 6.2.9: nivel de gastos en servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).

Al indagar en la interacción entre cliente y proveedor, el 56% de los encuestados declara que su principal vía de comunicación es a través de video conferencias, seguido por la presencia de representantes dentro de la operación minera (24%).

Los encuestados indican que el proceso de comunicación mejoraría si los servicios consideraran un representante a tiempo completo en terreno (nacional o internacional).

¿Cómo interactúa con los prestadores de servicio de soporte?



¿Cómo mejoraría el proceso de comunicación con las empresas prestadoras de servicios?

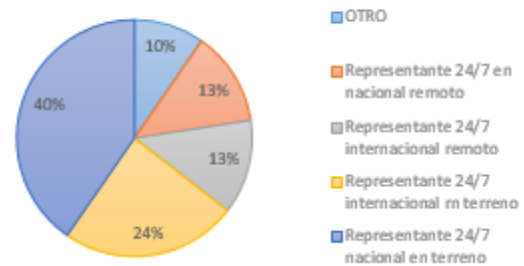
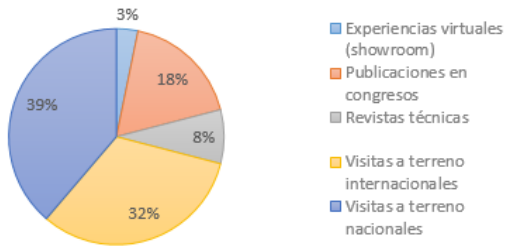


Gráfico 6.3.1: comunicación entre clientes y prestadores del servicio (Fuente: elaboración propia).

Por último, los encuestados se informan sobre los servicios de automatización que las empresas entregan a través de visitas a terreno nacionales e internacionales (donde es posible ver las tecnologías y servicios de soporte funcionando), inclinándose en un 39% y 32% respectivamente. Complementariamente, los encuestados indican que las instancias que las empresas generan para dar a conocer estas tecnologías y servicios, son principalmente en invitaciones a visualizar pruebas a escala industrial (24%), reportajes en revistas técnicas (21%) y por último congresos específicos de estos temas (20%).

¿Cómo se informa sobre el detalle de servicios de soporte en automatización entregado por diferentes empresas?



¿Qué instancias son generadas por las empresas prestadoras de servicio para dar a conocer los servicios ofertados?

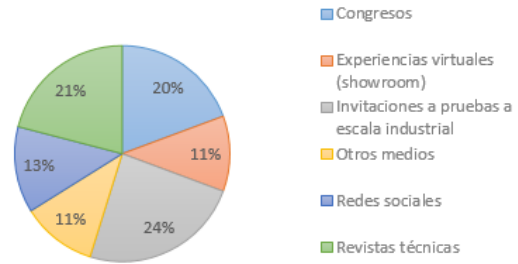


Gráfico 6.3.2: medios de información sobre servicios de soporte (Fuente: elaboración propia).

6.1.2.2. Análisis de la Competencia

Al analizar el mercado de equipos subterráneos y soluciones de automatización disponibles, es posible encontrar un elevado número de empresas mineras que consumen estos productos y servicios, y un acotado número de empresas productoras de equipos subterráneos que presten servicios de automatización.

Del análisis de 17 minas subterráneas alrededor del mundo (Anexo 12.2), se puede observar que existen 4 actores relevantes, siendo la marca SANDVIK la de mayor presencia a nivel mundial:

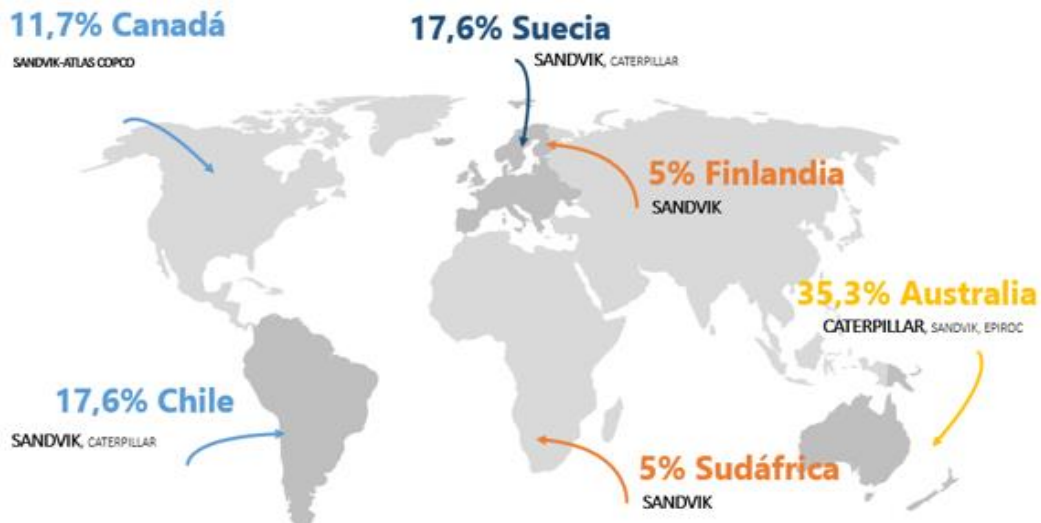


Imagen 6.4: marcas de automatización a nivel mundial y su presencia en principales países mineros (Fuente: elaboración propia).

Estas empresas ofrecen productos no homogéneos, debido a que distintos proveedores entregan productos y servicios con características diferentes,

permitiendo que los clientes tengan preferencias por ciertos productos y servicios, inclinándose por los cuales se ajusten de mejor forma a sus necesidades.

Existen fuertes barreras de entrada a las nuevas empresas que buscan emprender negocios en equipos mineros subterráneos y automatización. La principal barrera existente es de tipo económico, ya que para que un proveedor nuevo pueda ingresar al mercado, debe incurrir en grandes costos para ofertar un servicio competitivo (costos en posicionamiento, representante nacional, pruebas a escala industrial a menor precio para los compradores, entre otros).

En resumidas cuentas, este mercado se comporta como un Oligopolio, pues existen varias empresas que ofertan equipos y servicios de automatización (empresas chinas), pero solo 4 empresas se reparten más del 90% de las cuotas de mercado. A continuación se describirán los principales competidores de la industria desde el 2018:

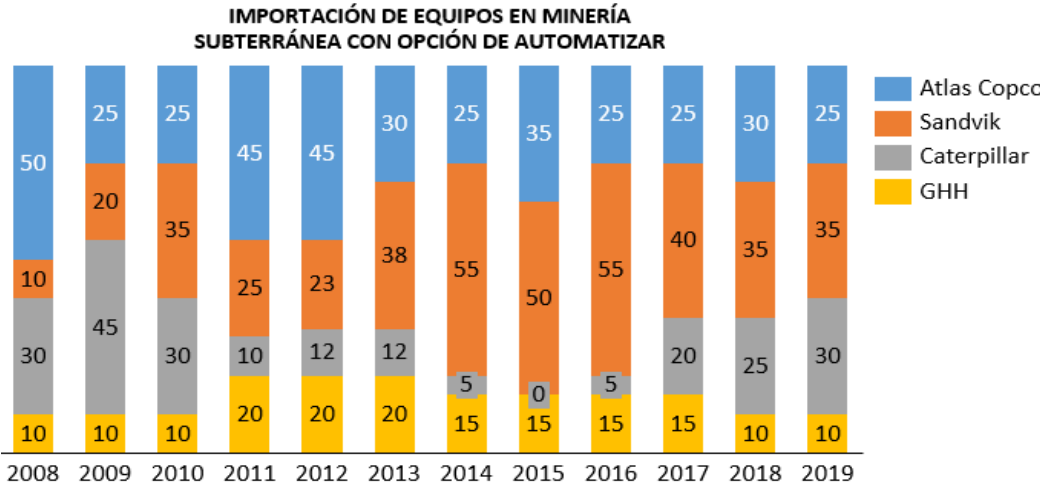


Gráfico 6.3.3: adquisición anual de equipos mineros subterráneos con opción de automatización (Fuente: elaboración propia).

En todas las empresas analizadas, el modelo de negocio considera la venta de equipos e insumos asociados a la automatización de equipos, ofreciendo de manera conjunta los servicios de desarrollo de ingeniería, comisionamiento y soporte técnico. En general, los servicios de soporte se ofrecen a través de contratos con una duración fija en meses, sujeta a extensiones en caso de necesitar la mantención de los servicios. En estos contratos de servicio se detallan los profesionales involucrados en el soporte, si es un soporte en terreno o distancia, y las tarifas especiales en caso de necesitar un especialista de la fábrica.

6.1.3. Benchmarking de Empresas Prestadoras de Servicio de Soporte Técnico en Automatización a Nivel Nacional

A continuación se detallan las principales empresas que están inmersas en el mercado de venta de productos de automatización y entrega de servicios de soporte para minería subterránea.

6.1.3.1. Atlas Copco (EPIROC)

Grupo industrial líder en equipos para la minería, construcción e industria a nivel mundial, la cual fue fundada en 1873, con sede central en Suecia (Estocolmo). Tiene un alcance mundial que abarca a 170 países (Chile entre uno de estos). En Chile, la empresa fue fundada en 1954 y cuenta con 900 empleados y 7 sedes a lo largo del país. La tecnología de esta empresa ha permitido desarrollar obras emblemáticas de nuestro país, como el túnel El Melón, Mina El Soldado, la central hidroeléctrica RALCO y actualmente en la mayoría de los proyectos subterráneos de CODELCO y METRO de Santiago. El foco actual de la compañía es seguir mejorando la conectividad de los diferentes equipos mineros, de manera de migrar a la full automatización en todos sus equipos, replicando el éxito que han tenido en países minero como Canadá y Australia.

Esta marca utiliza el software comercial “*Scoop tram Automation System*”, el cual presenta las siguientes características:

- Utilizado para acarreo y vaciado automatizado con sensores a bordo.
- Los vehículos recorren los caminos predefinidos (analizado y aprobado por software administrador de ruta off-line).
- Utiliza cámaras en parte frontal, posterior e interior de los equipos mineros.
- Diferentes sensores incorporados
- 2 torres con láser.
- 2 antenas.
- Unidad de medida inercial.
- Odómetro, sensores inductivos y de ángulo de desvío.
- Sistema de comunicación WLAN.
- En iniciación del proceso de automatización, el operador debe conducir a través de las rutas definidas en la operación minera.

A continuación se detallan las principales características de EPIROC:

- A- Servicios ofertados: planes de inspección técnica (diagnóstico de problemas relacionados con equipos mineros), planes de servicio, planes de adquisición de piezas para mantención, servicios de reacondicionamiento, telemática (indicadores de la flota de equipos). Con respecto a servicios de soporte en automatización, ofrecen el paquete *6th Sense*, el cual integra toda la automatización de equipos en un solo sistema de control, optimizando el ciclo de perforación y transporte de mineral.

B- Capacidad profesional: esta empresa se encuentra en 150 países, con un equipo profesional de 13.840 personas (20% de presencia femenina). En Sudamérica se encuentra el 10% de profesionales del total. La distribución según especialidad se detalla a continuación:

Employees by professional category, %	
	2020
Service & supply chain	40
Production	26
Administration	16
Marketing, sales & support	11
Research & development	7
Total	100

Tabla 6.1.7: empleados de EPIROC por especialidad (Fuente: Anuario EPIROC 2020).

C- Forma de venta: la venta de servicios de soporte están focalizados solo a equipos de la marca, sujeto a repuestos también de la línea con la cual trabaja EPIROC. Los servicios de implementación de automatización, solo están direccionados a los equipos de la marca. En general se realizan contratos de adquisición de equipos en conjunto con la entrega de los servicios que se requieran.

D- Fortalezas: presencia principal en equipos de transporte en minas subterráneas (camiones), oferta de servicios de automatización integral (desde automatizar hasta el control de flota autónoma en una sola plataforma). Su servicio de profesionales es de alta calidad, con presencia en terreno (sin tener que recurrir con frecuencia ante expertos fuera del país).

E- Debilidades: solo puede automatizar los equipos de su marca, pocos años en Chile como marca EPIROC (antes era Atlas Copco).

6.1.3.1.1. Caterpillar (CAT)

Corresponde a una corporación con sede en Estados Unidos, la cual se dedica al diseño, desarrollo, ingeniería, fabricación, comercialización y ventas de productos, entre los que se encuentran maquinarias mineras, motores, bombas y productos de automatización. CAT es líder en equipos de construcción y minería, motores diésel y gas natural, turbinas a gas y locomotoras eléctrico-diésel.

En Chile el distribuidor oficial de CAT es FINNING, la cual es el distribuidor más grande del mundo, ofertando estos servicios por más de 85 años. A diferencia de otras empresas, CAT también está presente mayoritariamente en faenas mineas a cielo abierto, lo que permite diversificar su cartera de operaciones en la cuales se encuentra presente.

Los equipos mineros de CAT se caracterizan por ser diseñados, construidos y fabricados por Caterpillar. Adicionalmente, todos los sistemas de accionamiento y componentes son fabricados por CAT, facilitando la operación al cliente, ya que se puede encontrar repuestos en común en todos los equipos CAT, permitiendo contactar solo a una fuente ante cualquier soporte.

El sistema utilizado para la automatización de sus equipos corresponde a "MINEGEM", el cual está compuesto de los siguientes puntos:

- Sistema basado en navegación reactiva y localización oportuna:
- No hay camino predefinido (enseñanza con operador a bordo).
- El sistema reacciona al entorno y decide cómo responder.
- El sistema puede utilizarse en modo "*copilot*" y "*auto-pilot*".
- En el modo *copilot*, el operador guía al equipo desde una sala de control por medio de joystick.
- En modo *auto-pilot*, el operador puede enviar a los equipos a un lugar específico. Posteriormente, el equipo llega al destino a través del sistema guía.
- Utiliza detección láser y sistema de alcance (LADAR) para informar la posición del equipo al operador que direcciona los movimientos.
- La información es constantemente evaluada.
- El LADAR se ubica en la parte trasera y delantera de los equipos mineros.
- Los operadores pueden recibir recomendaciones del equipo por sistema de audio (audio en vivo).
- El sistema LADAR da información a los equipos mineros, comparando perfiles escaneados con perfiles existentes creados a partir del plano de la mina.
- El sistema puede tomar decisiones y dar comandos, como por ejemplo avanzar, retroceder, mantener velocidad, acelerar o frenar.

A continuación se detallan las principales características de FINNING-CAT:

- A- Servicios ofertados: ofrece equipos e insumos mineros para minería subterránea y a cielo abierto, los cuales se pueden comprar y/o arrendar. Se pueden contratar servicios de mantenimiento, soporte en operaciones, soporte en automatización, siempre asociado a insumos de la misma marca. Estos servicios se contratan a través de un representante (en el caso de Chile es Finning-CAT). En el caso de las soluciones de automatización, se especializan en equipos de carguío (LHD), los cuales operan con el software CAT® *Minestar*™ (solo con equipos CAT).
- B- Capacidad profesional: CAT está presente en 6 países, con un total de 13.146 trabajadores. Los profesionales son de alto nivel técnico, los cuales se capacitan constantemente (6.834 técnicos trabajan actualmente, los cuales recibieron en promedio 23 horas de capacitación técnica durante el 2018).

- C- Forma de venta: realizan ventas y/o arriendo de equipos mineros, equipos de servicio y venta de repuestos. Con respecto a los servicios, la empresa que entrega estos servicios corresponde a Finning Chile. Los servicios son ofrecidos al comprar equipos (con o sin autonomía).
- D- Fortalezas: desarrollo de tecnologías de automatización desde el año 2000 (desarrollado a minería a cielo abierto). Amplio catálogo de equipos mineros que son utilizados en varias de las minas más importantes a nivel mundial.
- E- Debilidades: los softwares de automatización solo funcionan con los equipos CAT. La automatización está bien desarrollado en equipos LHD (de carguío de mineral). El soporte técnico avanzado solo es entregado desde fábrica (CAT).

6.1.3.1.2. SANDVIK

Corresponde a una empresa finlandesa de carácter mundial de ingeniería y alta tecnología, la cual está comprometida con la productividad, rentabilidad y seguridad de sus clientes. SANDVIK es un referente mundial en las áreas de fabricación de herramientas (torneras, fresadoras, taladros, perforación, carguío, excavación y construcción), minería y construcción (maquinarias de todos los procesos unitarios en minería).

Chile representa una ubicación de alto interés para la compañía, debido al aumento en las ventas de sus equipos que ha experimentado a nivel nacional.

La casa matriz para la región se encuentra en Chile, además de cuatro oficinas distribuidas por el país.

El pilar clave en la estrategia de SANDVIK es el fomento de la innovación y desarrollo de productos en todas sus áreas productivas. En cuanto a equipos para minería subterránea, el último equipo lanzado al mercado corresponde al equipo de perforación DD422iE, el cual corresponde al primer equipo en el mercado impulsado por baterías, las cuales se recargan mientras el equipo opera.

Sin embargo, el programa que ha llevado el mayor esfuerzo de la compañía ha sido mejorar e implementar el sistema *Automine*, el cual corresponde al paquete comercial de automatización de equipos mineros. El sistema *Automine* se caracteriza por los siguientes puntos:

- Sistema de carga y acarreo.
- Con funciones de autoaprendizaje que permite abordar singularidades del camino y generar alertas a otros equipos.
- El pack comercial oferta los siguientes productos:
 - Sistema control producción.
 - Sistema control misión.
 - Mine LAN- banda ancha, alta velocidad, sistema de comunicación de videos y datos.

- Sistema de automatización a bordo.
- Sistema de control de acceso y aislamiento (seguridad a personal).
- Usa el método de navegación absoluta (*Dead Reckoning* y marcadores naturales).
- Nuevo sistema de posicionamiento y orientación *infraFREE* en base a sensores a bordo.

A continuación se detallan las principales características de SANDVIK:

A- Servicios ofertados: la oferta de servicios es más amplia que las demás empresas. Ofrecen la compra y/o arriendo de equipos mineros, venta de repuestos, 4 aplicaciones de automatización según los requerimientos del cliente, SANDVIK digital que cubre una gama de servicios inteligentes para impulsar la productividad (operaciones más eficientes) y servicios financieros para la adquisición de equipos y/o servicios.

B- Capacidad profesional:

C- Forma de venta: al igual que los anteriores, la venta de servicios viene de la mano con la adquisición de equipos mineros. La venta de servicios de mantención y adquisición de repuestos (originales de la marca), también está asociada a la adquisición de equipos.

D- Fortalezas: mayor posicionamiento de equipos de acarreo, transporte y carguío en minería subterránea de Chile (de operación manual y autónomo). Alto nivel técnico en el soporte a nivel nacional (no existe un intermediario). Tiene ofertas de software autónomo de distintos precios (asociado al nivel de automatización que se requiera, se ofrece *Automine Lite*, *Automine Multi Lite* y *Automine Fleet*).

E- Debilidades: todos sus servicios de automatización solo aplican a equipos de la marca. De manera similar, los servicios de adquisición de insumos de mantención son solo originales.

6.1.3.2. Fortalezas y Debilidades de la Competencia

A continuación se resumen las fortalezas y debilidades detalladas en el análisis anterior:

Empresas	FORTALEZAS	DEBILIDADES
EPIROC-ATLAS COPCO	- Está presente en el 63% de las operaciones mineras analizadas, siendo líder en equipos de perforación en minería subterránea.	- Solo trabaja con el software Scooptram Automation System.
SANDVIK	-Está presente en el 26% de las operaciones mineras, siendo líder en equipos de carguío y transporte en minería subterránea. - Diferentes paquetes de automatización (3) a diferentes precios.	- Solo trabaja con el software AUTOMINE.
FINNING- CATERPILLAR	- Está presente en el 37% de las operaciones mineras. Oferta de servicio de automatización integral de flota (equipos, monitoreo y control producción). Se especializa en equipos de carguío.	- Solo trabaja con el software CAT® Minestar™
KOMATSU- JOYGLOBAL	-Gran desarrollo en automatización en equipos en minería a cielo abierto, lo cual se transforma en una ventaja para empresas con operaciones mixtas (cielo abierto-subterránea).	- No se registran operaciones mineras con ésta tecnología en el país.

Tabla 6.1.8: fortalezas y debilidades de las marcas actuales de automatización (Fuente: elaboración propia).

6.1.4. Análisis del Entorno Nacional

6.1.4.1. Situación Política

El sistema político nacional pasa por una profunda crisis. El estallido social ocurrido en Octubre del 2019 generó cambios sustanciales, los cuales se materializarán en la nueva Constitución, la cual se desarrollará a partir del 2021. El escenario en el cual estará la situación política nacional será de alta incertidumbre, debido al proceso de generación de esta nueva constitución y su posterior implementación.

De forma adicional, la situación política nacional ha sido impactada por la pandemia COVID-19. Para proteger la salud de las personas y mantener la estabilidad de la economía, se han generado varias políticas desde el poder Legislativo y Ejecutivo, las cuales en varias ocasiones no han convergido hacia el mismo bien común, por lo cual la división entre ambos poderes se ha acrecentado en el último tiempo.

6.1.4.2. Situación Macroeconómica

Según el Informe de Política Monetaria emitido en marzo 2021, indica que el impulso externo ha aumentado de la mano de una recuperación más rápida de los socios comerciales, incrementando el precio de las materias primas, en particular el cobre. Las economías del mundo han mostrado una adaptación a la pandemia y, pese a

las sucesivas oleadas de contagios, el funcionamiento general de la economía no se ha visto afectado de la misma forma.

El precio de las materias primas ha subido de manera relevante, apalancado por un mejor panorama internacional, alta liquidez global, y posibles cambios en sus fundamentos de corto y mediano plazo. El cobre se ha situado por sobre los 4 USD/Libra, debido a la mayor demanda de China, el alza de la producción industrial a nivel mundial, la contracción de la oferta de cobre, y los bajos inventarios. Estos efectos irán perdiendo fuerza, proyectando un precio del cobre de 3,75 USD/Libra en el periodo 2021-2023.

La mejora en el escenario global, se traduce en un mayor crecimiento previsto para los socios comerciales en el 2021. Lo anterior está fuertemente relacionado con el dinamismo que sostiene China y la recuperación gradual de la demanda mundial durante el 2021. La mayor parte del ajuste al alza en las proyecciones de crecimiento, proviene del efecto de los paquetes de estímulo fiscal y su impacto en el crecimiento mundial, en particular en los informados por parte de Reino Unido, Japón y EEUU. Como ejemplo, EEUU incrementará el gasto fiscal en 1,9 USD billones. La combinación de estos elementos explica que el crecimiento de los socios comerciales se haya contraído menos que lo previsto en el año 2020, proyectando un crecimiento del 6,3% para el año 2021, para el año 2022 un 4,2%, y para el año 2023 un 3,5%.

A nivel nacional, la proyección de crecimiento para el 2021 aumenta c/r a las proyecciones realizadas el 2020, sin mostrar cambios relevantes para los años siguientes. La proyección del Banco Central indica un crecimiento en rangos del 6-7%, mientras que para el año 2022 se mantiene entre 3-4%.

Sin embargo, la estimación de crecimiento está bajo un escenario de alta incertidumbre, principalmente debido a que la pandemia ha provocado efectos importantes en distintos ámbitos, como la salud financiera, la productividad de las empresas o la funcionalidad de las cadenas logísticas.

La inflación tendrá un aumento paulatino hasta cerca de 4% en los próximos meses, debido a los mayores precios de la energía y otros componentes volátiles, iniciando su convergencia hacia la última mitad del año.

Con respecto a la inversión, la cual fue de 10.000 Millones de dólares en el 2020, se ha mostrado una recuperación más lenta durante el 2021, afectada por la alta incertidumbre sobre el desarrollo de la pandemia y la carga financiera de las empresas. En el segundo semestre del 2020 se reactivaron varios de los grandes proyectos que se habían detenido, y los datos en el margen muestran mayor dinamismo de las importaciones de bienes de capital. Sin embargo, la velocidad de recuperación de la inversión ha sido lenta y no se prevé una aceleración importante del componente privado no minero. Según la Corporación de Bienes de Capital, la

inversión disminuirá para el año 2021, principalmente debido a la salida de proyectos inmobiliarios y la reprogramación de proyectos mineros e industriales.

Según lo indicado en el Informe de Percepciones de Negocios del mes de febrero, se señala que las inversiones están focalizadas en la renovación de maquinaria, infraestructura existente y la automatización de procesos.

A continuación se resumen las principales proyecciones hasta el 2023:

	2021 (f)	2022 (f)	2023 (f)
PIB (var. anual; %)	6,0-7,0	3,0-4,0	2,5-3,5
Cuenta corriente (% del PIB)	-0,9	-1,6	-2,4
Inflación total (prom. anual; %)	3,4	2,9	3,0
Inflación subyacente (prom. anual; %)	3,0	2,8	3,0
Inflación en torno a dos años (%)(*)	-	-	3,0
Crecimiento mundial (var. anual; %)	6,2	4,4	3,5
Precio del cobre (prom. anual; US\$/lb)	395	375	355

(*) Corresponde a la inflación proyectada para el primer trimestre del 2023.

(f) Proyección.

Fuente: Banco Central de Chile.

Tabla 6.1.9: proyecciones económicas (Fuente: Banco Central de Chile 2020).

Con respecto al precio del cobre, se proyecta un precio de mediano plazo de 3,55 USD/libra, manteniendo una postura reservada en la evolución del precio de este *commodity*.

Con respecto al mercado del cobre, la proyección esperada para los próximos 10 años, basada en el desenvolvimiento futuro de las operaciones actuales, como también de la condicionalidad de materialización de los proyectos mineros, muestra un crecimiento del 20,7% hacia el 2030 (respecto a la producción del 2018). Esto indica que Chile alcanzará una producción de 7,04 millones de toneladas al 2030, con tasas de crecimiento de 1,6%.

A nivel regional, Antofagasta seguirá siendo la región líder en producción cuprífera hacia el 2030, con 3,51 millones de toneladas de cobre fino. Las regiones que aumentarán su participación en la producción nacional se encuentran Atacama (9,1% de participación al 14,5% en 2030), Tarapacá (11,2% a 13,7%) y Coquimbo (6,8% a 7%).

6.1.4.3. Legislación

Bajo el contexto de la pandemia y crisis social entre los años 2020 y 2021, el Banco Central puso a disposición de los bancos una línea de crédito de US\$ 24 mil millones por un periodo de 4 años, con el objetivo de que los bancos entregarán liquidez a las empresas y les permitiera sobrevivir. Este financiamiento ha sido complementado, contando con una garantía pública a través del Fondo de

Garantías para la Pequeña Empresa (FOGAPE), el cual ha sido ampliado a empresas con ventas de hasta US\$ 35 millones.

Por otro lado, el Gobierno y el Parlamento recientemente llegaron a un acuerdo transversal de crear un fondo COVID extrapresupuestario, equivalente a un 5% del PIB (US\$ 12 Mil Millones). En parte, este fondo será para entregar apoyo a los hogares, pero a medida que los recursos estén disponibles después de la pandemia, también será usado para impulsar medidas de reactivación.

Según los temas relavados en el estallido social, la agenda a corto plazo conlleva a discutir el salario mínimo y las pensiones, lo cual promoverá que desde la arista legislativa se pueda modificar prontamente la estructura salarial y de pensiones conocida por todos.

6.1.4.4. Social

El panorama social es el que presenta una mayor incertidumbre dentro de las variables analizadas. Según el Informe de Desarrollo Social (IDS), la tasa de pobreza por ingresos en Chile se ha reducido considerablemente en las últimas 3 décadas. Esto se refleja de forma clara: en 1990 casi 7 de cada 10 personas estaban en situación de pobreza por ingresos, 27 años después esta proporción se redujo a poco más de 8 de cada 100 personas, lo que significa una disminución de casi un 90%. De manera similar se reduce la pobreza extrema, la cual se ha reducido en más de un 95% en este mismo periodo. A continuación se muestra la evolución de ambos indicadores:

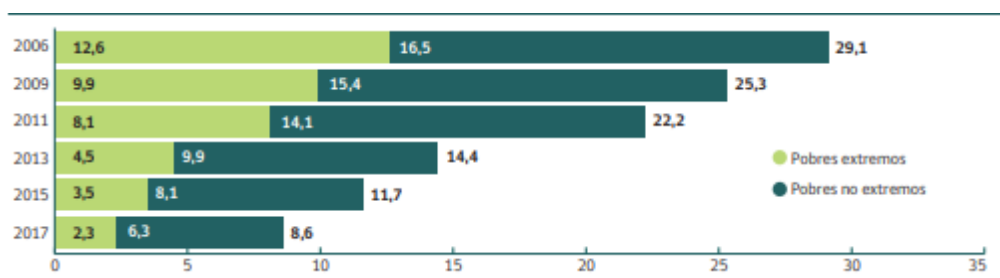


Gráfico 6.3.4: incidencia de la pobreza y pobreza extrema en la población (Fuente: encuesta CASEN 2019).

Considerando el impacto de la pandemia y la crisis social, este impulso se verá frenado, por lo cual se proyecta un aumento de la tasa de pobreza y extrema pobreza en los años venideros.

6.1.4.5. Tecnología

El Gobierno actual está trabajando en una Agenda de Transformación Digital, la cual continuará con los temas desarrollados por la Agenda Digital 2020, e integrará

nuevas medidas, con foco en acelerar el proceso de apropiación y aprovechamiento de las tecnologías digitales en todos los ámbitos de la actividad social y económica, con especial énfasis en modernización y anticipación a las demandas de las nuevas generaciones.

Uno de los puntos relevantes de esta agenda corresponde al Programa Estratégico Nacional para Industrias Inteligentes, la cual busca fortalecer la industria tecnológica nacional, para la generación de productos y servicios tecnológicos sofisticados que permitan la modernización de las industrias tradicionales por medio de la aplicación de soluciones intensivas en tecnología. Esta línea de trabajo busca los siguientes impactos:

- Levantamiento de brechas competitivas y tecnológicas a resolver.
- Mejoras en la productividad de las industrias tradicionales.
- Crecimiento de la industria tecnológica chilena.
- Mejoras en la productividad de ciertas industrias (minería, agricultura, acuicultura, logística).
- Desarrollo de pilotos demostrativos.

En esta línea y contextualizado en la industria minera, se ha desarrollado una ruta denominada Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena, desarrollada por la Corporación Alta Ley, la cual busca aplicar los lineamiento estratégicos mencionados anteriormente. En particular, uno de los focos de trabajo dentro del núcleo Planificación y Operaciones mineras, considera la automatización como palanca relevante para mejorar la productividad y para explotar minas subterráneas más profundas.

6.2. Síntesis Estratégica

Considerando la información recopilada en la estimación del mercado, en conjunto con la información de las encuestas relacionada con las marcas presentes en las operaciones mineras subterráneas, se puede resumir los clientes en los siguientes 5 segmentos:

	Mediana Minería		Gran Minería
	Producción entre 1-6 Mton	Producción < 1 Mton	Producción > 6 Mton
Única marca	<u>Segmento 1:</u> Producción: 8,3 Mton/año Empresas: 3 Gasto: 5,2 MUSD/año	<u>Segmento 2:</u> Producción: 4,9 Mton/año Empresas: 7 Gasto: 3,07 MUSD/año	
Muti marcas (>1)	<u>Segmento 3:</u> Producción: 8 Mton/año Empresas: 5 Gasto: 5,01 MUSD/año	<u>Segmento 4:</u> Producción: 1,8 Mton/año Empresas: 2 Gasto: 1,13 MUSD/año	<u>Segmento 5:</u> Producción: 57 Mton/año Empresas: 2 Gasto: 36 MUSD/año

Tabla 6.2.1: segmentación (Fuente: elaboración propia).

A continuación se detalla cada segmento:

- Segmento 1: corresponden a las empresas mineras de mediana minería, las cuales producen entre 1 y 6 millones de toneladas de mineral en el año, y que solo utilizan una marca de equipos en sus operaciones.
- Segmento 2: corresponden a las empresas mineras de mediana minería, las cuales producen bajo 1 millón de toneladas de mineral al año, y que solo utilizan una marca de equipos en sus operaciones.
- Segmento 3: corresponde a las empresas de mediana minería, las cuales producen entre 1 y 6 millones de toneladas de mineral al año, y que utilizan más de una marca de equipos en sus operaciones.
- Segmento 4: corresponde a las empresas de mediana minería, las cuales producen bajo 1 millón de toneladas de mineral al año, y que utilizan más de una marca de equipos en sus operaciones.
- Segmento 5: corresponde a las empresas de gran minería, las cuales producen sobre 6 millones de toneladas de mineral al año, y que utilizan más de una marca de equipos en sus operaciones.

Es relevante el atributo “número de marcas”, pues permite distinguir a los clientes que contratan varios servicios de soporte de automatización (debilidades expuestas en el análisis de la competencia).

6.2.1. Análisis de oportunidades y amenazas

En el siguiente esquema se agrupan las oportunidades y amenazas relevadas para el mercado de servicios de soporte en automatización de minas subterráneas, las cuales son resultado de la información de mercado, de las encuestas con los principales actores del mercado y la competencia:

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Segmento 1	<ul style="list-style-type: none"> El segmento representa el 9,8% del gasto total proyectado para los servicios de soporte. El 100% del segmento ubicado en la III región. 	<ul style="list-style-type: none"> No existen proyectos de automatización en la actualidad. En el 67% de los clientes del segmento está presente Caterpillar.
Segmento 2	<ul style="list-style-type: none"> El segmento representa el 6,2% del gasto total proyectado para los servicios de soporte. El 57% del segmento está ubicado en la IV región. El 57% del segmento presenta un nivel de producción similar (demanda de equipos y servicios homogénea) 	<ul style="list-style-type: none"> No existen proyectos de automatización en la actualidad. En el 67% de los clientes del segmento está presente Caterpillar.
Segmento 3	<ul style="list-style-type: none"> El segmento representa el 10% del gasto total proyectado para los servicios de soporte. El 80% del segmento está ubicado entre la III y IV región. El 100% del segmento presenta proyectos de automatización en la actualidad. 	<ul style="list-style-type: none"> En el 80% de los clientes del segmento está presente EPIROC. El 100% del segmento corresponde a minería de cobre (fluctuación de precios impacta de mayor forma).
Segmento 4	<ul style="list-style-type: none"> El segmento representa el 2,3% del gasto total proyectado para los servicios de soporte. El 50% del segmento está focalizado en minería de oro (altos precios con fluctuaciones menores). 	<ul style="list-style-type: none"> En el 100% de los clientes del segmento está presente EPIROC y Caterpillar. No existen proyectos de automatización en la actualidad.
Segmento 5	<ul style="list-style-type: none"> El segmento representa el 72% del gasto total proyectado para los servicios de soporte. El 100% del segmento presenta proyectos de automatización en la actualidad. El 100% del segmento proyecta producir con minas subterráneas al menos hasta el 2050. 	<ul style="list-style-type: none"> El 100% del segmento son minas de CODELCO, la cuales consideran procesos de licitación complejos y de larga duración (1 año). En el 100% del segmento están las principales marcas de la competencia (Caterpillar y SANDVIK).

Tabla 6.2.2: oportunidades y amenazas (Fuente: elaboración propia).

De acuerdo a los escenarios analizados por segmento, se seleccionará una estrategia que busque maximizar las oportunidades y minimizar las amenazas identificadas.

7. Diseño de la Estrategia

7.1. Propuesta de valor

Lo expuesto en el análisis FODA, evidencia la necesidad de contar con una oferta de soporte de automatización en minería subterránea multi marca, considerando que el servicio ofertado por cada marca de automatización solo entrega soporte a su propio sistema (software y hardware).

La ventaja competitiva a definir se basa en el siguiente esquema, el cual permite dilucidar si la estrategia será por costo o singularidad:



Imagen 7.1.1: estrategias de ventajas competitivas (Fuente:³).

El posicionamiento de la empresa propuesta se focaliza en la diferenciación, ofertando un servicio de soporte a operaciones subterráneas que tengan equipos subterráneos de diferentes marcas.

De forma complementaria, se utilizará una estrategia de diferenciación en base a precio-beneficio, la cual se resume en la siguiente tabla:

		PRECIO Servicios Integrales de Automatización		
		Más	Lo mismo	Menos
BENEFICIO Servicios Integrales de Automatización	Más	Más por más	Más por lo mismo	Más por menos
	Lo mismo			Lo mismo por menos
	Menos			Menos por mucho menos

Imagen 7.1.2: matriz de diferenciación precio y beneficio (Fuente: ¹).

Como se mencionó anteriormente, si una operación minera tiene 3 marcas de equipos, y necesita automatizar las 3 marcas, debe adquirir servicios de automatización y soporte por las 3 marcas de forma independiente.

Esto permite direccionar el posicionamiento de la empresa de servicios de soporte multi marca bajo el concepto “más beneficio por el mismo precio”.

Los dos tributos anteriores, permitirán ofertar un servicio de soporte multi marca inédito en el mercado nacional.

³ Fundamentos de Marketing, sexta edición. Philip Kotler, Gary Armstrong.

7.2. Descripción del modelo de negocio

En función del mercado objetivo y utilizando el modelo CANVAS, se procederá a desarrollar el modelo de negocios para tecnologías de automatización, y de esta forma desarrollar en consecuencia un portafolio de servicios que entregue las soluciones para cada segmento de clientes.

El modelo CANVAS corresponde a una presentación ordenada y estratégica de su modelo de negocios, mediante el cual una compañía realizará la generación de valor para sus clientes y mercado objetivo. El modelo consta de 9 áreas a definir, las cuales están íntimamente relacionadas entre ellas, y de hecho muchas de ellas no tienen razón de ser sino se definen de buena forma las áreas adyacentes.

A continuación se muestra una figura descriptiva del modelo completo, y posteriormente se desarrollará cada una de las áreas del modelo:

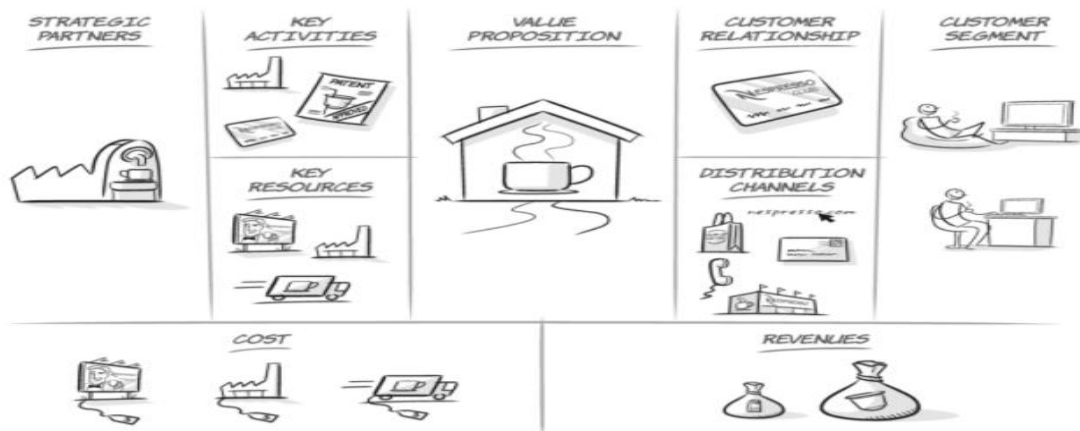


Imagen 7.1.3: estructura de modelo CANVAS de negocio (Fuente: ⁴)

7.2.1. Segmento de clientes

En el capítulo anterior se definieron los segmentos presentes en este mercado, diferenciando a los clientes por nivel de producción y número de marcas presentes en los equipos autónomos (única marca o multi marca). Para definir el segmento objetivo, se definen 6 variables de comparación, las cuales se obtienen de la información expuesta en los capítulos anteriores, las cuales se detallan para cada segmento. Se les asigna un puntaje a las variables con el objetivo de identificar los segmentos más atractivos. A continuación se detallan las variables y los puntajes considerados:

- a- Tamaño de mercado

⁴ Fundamentos de Marketing, sexta edición. Philip Kotler, Gary Armstrong.

Esta variable permite clasificar el gasto potencial de cada uno de los segmentos definidos anteriormente. Esta variable corresponde a un 15% del puntaje total. Los rangos son los siguientes:

- a. Gasto potencial menor a 5 Millones de Dólares al año: puntaje 1.
- b. Gasto potencial entre 5-10 Millones de Dólares al año: puntaje 2.
- c. Gasto potencial sobre 10 Millones de Dólares al año: puntaje 3.

b- Única marca o multi marca

Permite identificar si las minas del segmento operan sus procesos con distintas marcas de equipos mineros o solamente una. Esta variable corresponde a un 25% del total. Los rangos son los siguientes:

- a. Única marca: puntaje 1.
- b. Dos marcas: puntaje 2.
- c. Sobre 2 marcas: puntaje 3.

c- Porcentaje del segmento con proyectos de automatización en la actualidad. Permite identificar los segmentos en los cuales es posible ofertar servicios de soporte de forma inmediata (sin esperar que las compañías adquieran la tecnología antes). Esta variable corresponde a un 15% del puntaje total. Los rangos son los siguientes:

- a. Sin proyectos: puntaje 1.
- b. Presencia parcial de proyectos: puntaje 2.
- c. Operación completa con proyectos: puntaje 3.

d- Nivel de barreras de entrada.

Permite medir la dificultad de ingreso al segmento indicado, el cual está relacionado con el tipo de empresas presentes (nacionales, multinacionales) y el tipo de minería (mediana minería y gran minería). Esta variable corresponde a un 25% del puntaje total. Los rangos son los siguientes:

- a. Alta: puntaje 1.
- b. Media: puntaje 2.
- c. Baja: puntaje 3.

e- Proceso de compra

Corresponde a la dificultad que los diferentes segmentos presentan en el proceso de compra, los cuales pueden ser procesos de compra de mineras privadas o mineras estatales, siendo estas últimas mucho más complejas desde el punto de vista de requisitos y duración del proceso. Esta variable corresponde a un 10% del puntaje total. Los rangos son los siguientes:

- a. Proceso privado: puntaje 3.
- b. Proceso público: puntaje 1.

f- Nivel de inversión mensual en equipos de automatización
Esta variable mide el gasto mensual que los participantes de los diferentes segmentos declaran en la encuesta realizada. Esta variable corresponde a un 10% del puntaje total. Los rangos son los siguientes:

- a. Menor a 50.000 USD: puntaje 1.
- b. Entre 50.000-80.000 USD: puntaje 2.
- c. Sobre 80.000 USD: puntaje 3.

A continuación se muestra la tabla de resumen que considera la asignación de puntaje, según variable y segmento:

Variable	SEGMENTO 1	SEGMENTO 2	SEGMENTO 3	SEGMENTO 4	SEGMENTO 5
• Tamaño del mercado (15%)	5,2 MUSD (2)	3,7 MUSD (1)	5,01 MUSD (2)	1,13 MUSD (1)	36 MUSD (3)
• Única marca o multimarca (25%)	Única Marca (1)	Única Marca (1)	Multimarca (3)	Multimarca (3)	Multimarca (3)
• Porcentaje de proyectos de automatización en la actualidad (15%)	0% (1)	0% (1)	100% (3)	50% (2)	100% (3)
• Barreras de entrada (25%)	Media (2)	Baja (3)	Media (2)	Baja (3)	Alta (1)
• Proceso de Compra (10%)	Privado (3)	Privado (3)	Privado (3)	Privado (3)	Licitación Pública (1)
• Inversión mensual en equipos o servicios de automatización (10%)	50-80 KUSD (2)	<50 KUSD (1)	50-80 KUSD (2)	<50 KUSD (1)	>80 KUSD (3)
Puntaje Total	1,7	1,7	2,5	2,35	2,3

Tabla 7.1.1: matriz de decisión para definir el segmento objetivo (Fuente: elaboración propia).

Considerando los resultados expuestos en la tabla anterior, los segmentos objetivos corresponden a 3 y 4, quienes se caracterizan por ser empresas de la mediana minería subterránea, multi marca, con proyectos de automatización vigentes, con barreras de entrada de nivel medio-bajo, con procesos de compra privado y declaran gastar mensualmente un monto no superior a 80.000 USD en temas de automatización.

7.2.2. Propuesta de valor

Se debe contestar la pregunta ¿Qué hacemos para crear valor a nuestros clientes? Se busca resaltar aquellas actividades que hacen atractivos los servicios de automatización para los clientes, lo cual justificará su posible adquisición.

Para desarrollar la propuesta de valor, se analizan los resultados de la pregunta 10 de la encuesta, los cuales se diferencian por los segmentos 3 y 4.

A continuación se muestran los resultados:

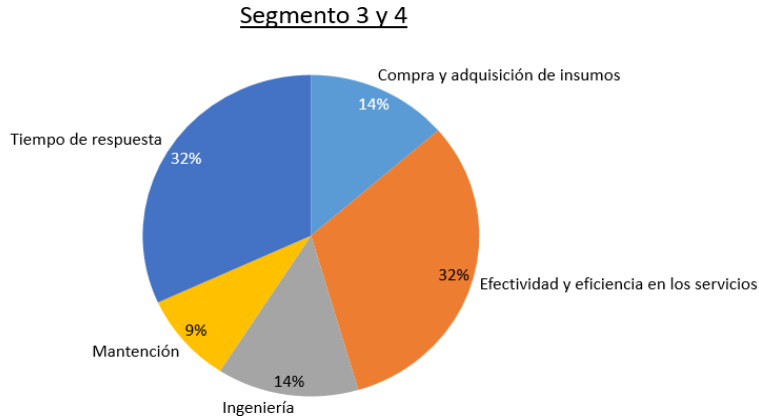


Gráfico 7.1.1: aspectos de valoración de los segmentos 3 y 4 para los servicios de automatización (Fuente: elaboración propia).

En el gráfico anterior, se puede observar que el segmento 3 y 4 valora fortalecer los aspectos como tiempos de respuesta, efectividad y eficiencia en los servicios, seguido de aspectos de ingeniería y adquisición.

En resumen, la propuesta de valor se define de la siguiente forma:

“Entrega de servicios de soporte de automatización para minería subterránea, sin importar la marca y en tiempos de respuesta competitivos para la operación”

7.2.3. Canales de distribución y comunicación

En relación a los canales de distribución, los servicios de automatización definidos no contemplan uso de logística, centros de distribución o centros de reparto, tampoco puntos de venta.

Desde el punto de vista de los medios de comunicación hacia los clientes, resulta tremendamente importante definir una estrategia cuyos resultados sean cuantificables en producción, es decir, se logre trazar el medio de comunicación con el retorno esperado.

Existe una parte de las comunicaciones con clientes bastante intensiva y vital para la operación del negocio, que tiene que ver con la transmisión de información durante los procesos de ejecución o prestación de los servicios ofrecidos.

A continuación se expone un análisis cualitativo de los medios de comunicación internos y externos a utilizar:

Canal de Comunicación	Alcances	Costos	Retorno
<p>Revistas especializadas</p> 	<p>Comunicar al público general sobre los diferentes servicios ofertados. Este medio de comunicación es preferido por profesionales relacionados con el rubro minero.</p>	<p>15-48 UF/mes. Se emite de manera digital. Frecuencia: mensual.</p>	<p>Retorno medio. Esta información podría llegar a los tomadores de decisión de proyectos (Gerentes, Directores).</p>
<p>Páginas WEB corporativas</p> 	<p>Comunicar al público general las opciones de servicio, junto con casos de éxito en la industria.</p>	<p>31-40 UF/año. Precio contiene el diseño web profesional, mantenimiento y modificaciones. Frecuencia: continua.</p>	<p>Retorno medio. El público que visite esta página estará relacionado con la automatización. La competencia tiene varios servicios y/o productos ofertados en las páginas (herramientas, construcción, minería)</p>
<p>Redes Sociales</p> 	<p>Comunicar al público general sobre los avances tecnológicos en los cuales participan las empresas.</p>	<p>80 USD/mes (LinkedIn Sales Navigator). Frecuencia: continua.</p>	<p>Retorno alto. Permite segmentar a los futuros clientes, permite una comunicación directa y efectiva.</p>
<p>Medios de comunicación de los clientes</p> 	<p>Comunicar a los clientes y usuarios de la compañía a la cual se le presta el servicio.</p>	<p>Costo 0 para la empresa. El costo es realizado por el cliente (páginas web, revistas, redes sociales del cliente). Frecuencia mensual.</p>	<p>Retorno medio. Estos medios de comunicación llegan a los clientes finales, quienes evaluarán la entrega del servicio en sus compañías.</p>


<p>Congresos especializados</p> 	<p>Comunicar a especialistas y tomadores de decisión de las compañías mineras.</p>	<p>Costo 10 UF/congreso por publicación. Frecuencia: 2-3 congresos/año.</p>	<p>Retorno alto. En estos congresos asisten los tomadores de decisiones. El mensaje debe ser orientado a las ventajas del servicio y/o casos de éxito.</p>
---	--	---	--

Tabla 7.1.2: análisis cualitativo de medios de comunicación disponibles (Fuente: elaboración propia).

En función del análisis anterior, focalizando las variables frecuencia, costo y retornos, se desprende que el marketing mix debe focalizarse en lo siguiente:

- Redes sociales: permite generar contenido de manera continua, orientado al segmento que se definió, a bajo costo mensual.
- Páginas web: integrará todas las plataformas de comunicación definidas. Permite generar el contenido base de la estrategia de comunicación, la cual debe estar orientada en la propuesta de valor.
- Revistas especializadas: permite focalizar el mensaje al mundo técnico especializado y tomador de decisiones. Su frecuencia es mensual.

7.2.4. Relación con el cliente

Adicionalmente se debe confeccionar también una estrategia de relación con el cliente, aspecto fundamental en la propuesta de valor, puesto que se declaró que la relación de largo plazo, con matices por segmento objetivo, es una componente fundamental del modelo de negocio a elaborar. Bajo esa mirada, resulta muy importante responder la siguiente pregunta ¿Cómo debemos relacionarnos con nuestros clientes?

Para resolver la pregunta anterior, se debe abordar por separado según las necesidades individuales por segmento objetivo, cliente estratégico y mercado en general.

Para entender cómo abordar la relación con nuestros clientes, es necesario entender el *Customer Journey* de un cliente general que busca estos servicios de automatización (independiente del segmento). A continuación se exponen las etapas antes de adquirir el servicio o producto de automatización:

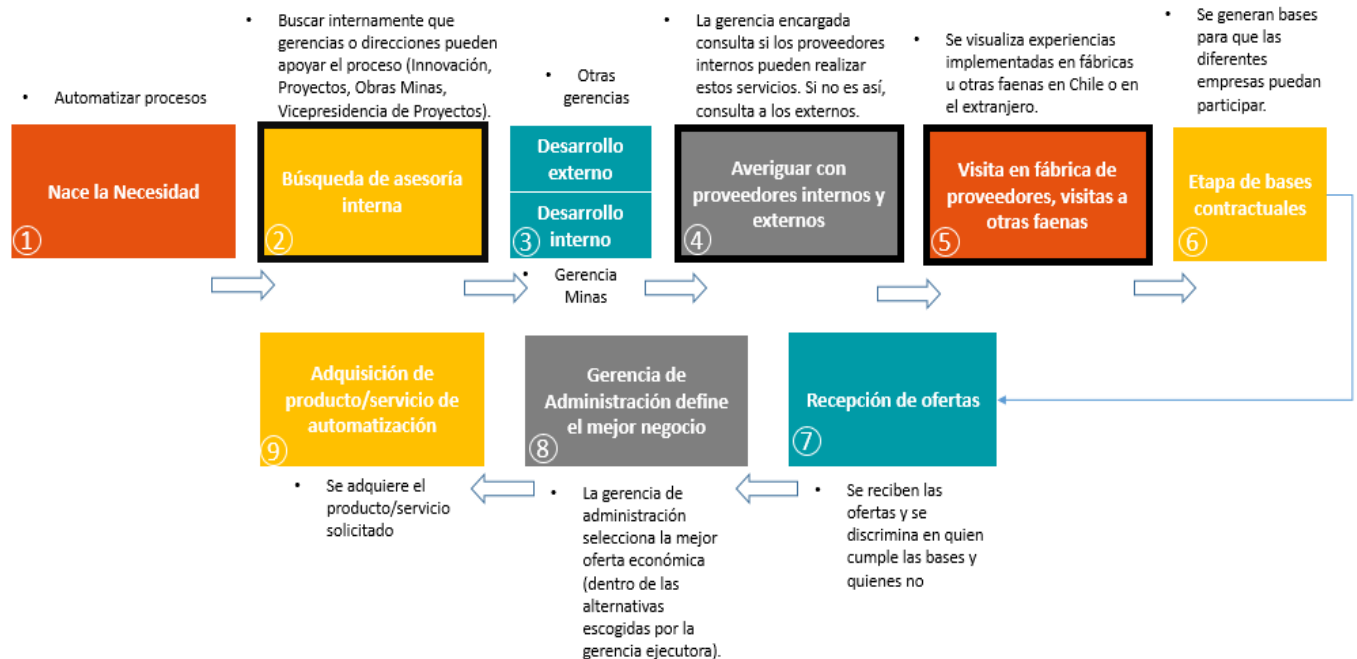


Imagen 7.1.4: customer journey para adquisición de servicios de automatización (elaboración propia)

Los *touch point* identificados corresponden a los enmarcados en negro. Las etapas 2, 4 y 5 son instancias donde el cliente busca información técnica y económica. Sus preguntas van orientadas a saber especificaciones técnicas, que necesidad de servicios requieren los equipos autónomos (mantención, uso de energía, uso de WIFI), en que plazos se puede implementar esta tecnología, que nivel de inversión requieren estos servicios, entre otras preguntas.

Se proponen las siguientes estrategias para abordar el cliente en los *touch point* definidos:

- Segmentos objetivos: la propuesta de valor incluye conocimiento específico y experiencia específica en automatización. Es por esto que los segmentos deben ser atendidos con participación de especialistas de automatización y marketing, siendo ambos responsables de la relación de largo plazo y generación de nuevos negocios. Lo que se busca es la entrega de una solución de servicios de automatización, más que un producto específico. Los clientes del segmento serán abordados principalmente por la página web y redes sociales, por lo cual en estas plataformas se debe diferenciar de manera inmediata.
- Clientes estratégicos: clientes del segmento que ya adquieren los servicios. Los clientes estratégicos deben ser atendidos de forma personalizada por un mix entre un técnico especialista y un ejecutivo comercial, a través de un seguimiento coordinado y permanente en el tiempo (esta última variable hace la diferencia con la primera parte detallada). La relación con estos clientes

será a través de asesorías gratuitas y diálogos de seguimiento o desempeño de los servicios adquiridos.

- Mercado general: la relación para este grupo será más bien genéricos a través de la página web, revistas especializada de la industria y redes sociales.

Considerando los segmentos expuestos en el capítulo anterior, se definen los siguientes focos de estratégicos de relación con los clientes definidos:

Focos Estratégicos de Relación con los Clientes: Tiempos de Respuesta	
Cientes del Segmento Objetivo	⇒ Página web y redes sociales, en las cuales se deben detectar de manera inmediata los clientes del segmento objetivo.
Cientes Estratégicos	⇒ Asesorías gratuitas y diálogos de desempeño o seguimiento.
Mercado General	⇒ Página web, revista especializadas y redes sociales

Tabla 7.1.3: focos estratégicos de relación con clientes (Fuente: elaboración propia).

7.2.5. Flujo de ingresos

Se debe contestar la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los mecanismos que la empresa encuentra para capturar valor? Se ha definido los siguientes 4 pilares en los cuales se capturará valor:

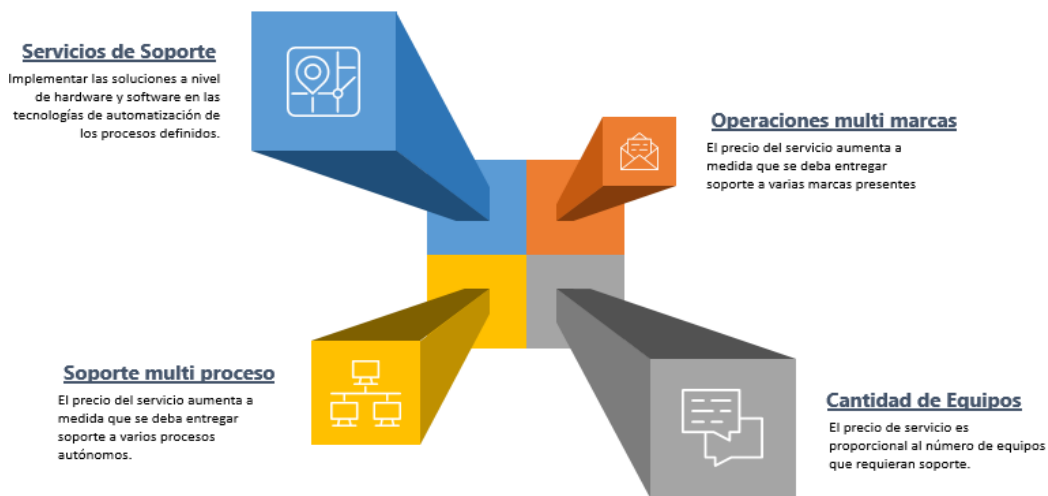


Imagen 7.1.5: flujo de ingresos de la empresa de servicios de automatización (elaboración propia)

Los servicios ofertados se detallan a continuación:

- Servicios de soporte: es el servicio integral que permitirá capturar el mayor valor. Se ofrecen los siguientes servicios:

- Instalación y mantención de hardware: servicio orientado a cumplir con las pautas de mantención de la instrumentación necesaria para la operación autónoma.
- Instalación y mantención de software: servicios orientados a instalar, calibrar y mantener los softwares de movimiento autónomo en los equipos, junto con los softwares de control que permitan la operación remota (dentro o fuera de la mina).
- Instalación y mantención de señal WIFI: servicio orientado a mantener cumplir con la intensidad y calidad de la señal que permita ejecutar las funciones autónomas.
- Capacitación: servicio orientado a la enseñanza hacia operadores y supervisores sobre el funcionamiento de los módulos de operación autónomo.

La estrategia de precios es diferenciada según la combinatoria de número de marcas, número de equipos involucrados y número de procesos. El precio base corresponde a 65.000 USD mensuales (un proceso, una marca y hasta 5 equipos). Si consideramos un *upgrade* del servicio (por ejemplo un proceso, dos marcas y hasta 5 equipos), el precio aumenta en un 5% sobre el precio base. Los servicios ofrecidos y con sus respectivas tarifas se presentan a continuación:

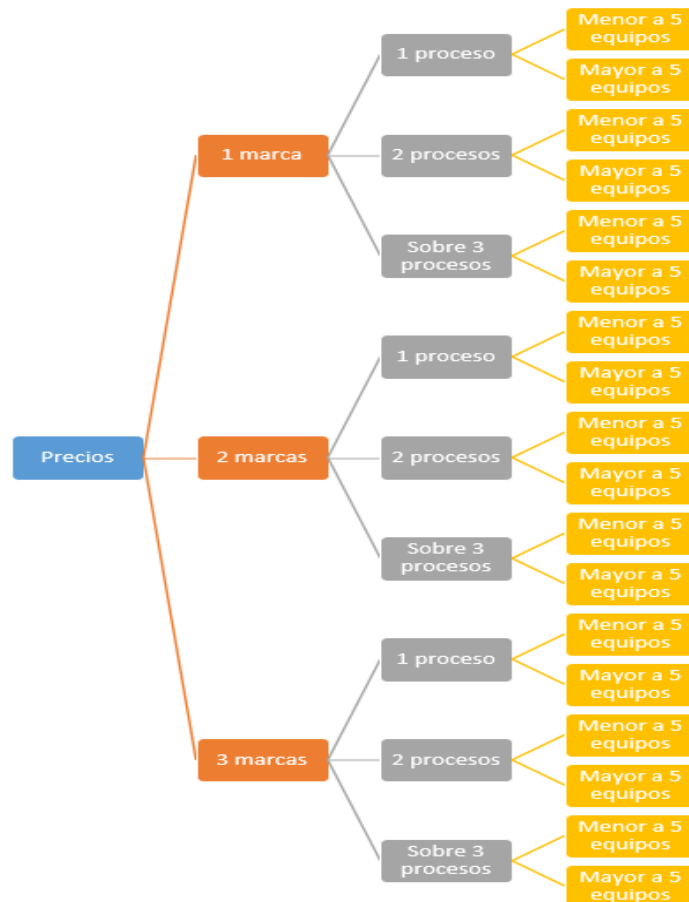


Imagen 7.1.6: precios por servicios diferenciados en números de marcas, procesos y equipos (elaboración propia).

7.2.6. Recursos claves

¿Qué recursos se requieren para que el modelo de servicios funcione?

En relación a los recursos clave para los servicios de automatización, podemos separar éstos en tres categorías, las que se describen a continuación:

- a- Tangibles: recursos físicos que una empresa utiliza para crear su propuesta de valor. Pueden incluir equipos, inventarios, edificios, plantas de fabricación, entre otros.
- b- Intangibles: recursos no físicos como la marca, las patentes, la propiedad intelectual, derechos de autor e incluso las asociaciones. También se pueden incluir las listas de clientes y el conocimiento de los clientes
- c- Humanos: representan uno de los activos más importantes. Para empresas de servicios, las características de innovación y creatividad de las personas, puede ser diferenciadora con la competencia.
- d- Recursos financieros: los recursos financieros incluyen dinero en efectivo, líneas de crédito y la posibilidad de tener planes de opciones de compra de acciones para los empleados.

A continuación se detallan los recursos claves diferenciados por 3 aspectos: recursos necesarios para desarrollar las fuentes de ingreso, para desarrollar la relación con el cliente y por último par desarrollar los canales de distribución-comunicación:



Imagen 7.1.7: recursos claves a considerar en fuentes de ingreso, relación con el cliente y canales de distribución-comunicación (elaboración propia).

7.2.7. Actividades claves

¿Cuáles actividades debemos considerar, para que el modelo de negocio de servicios de automatización funcione?

Las actividades que se deben considerar deben apuntar a cubrir todos los aspectos que nuestro cliente releve como de alta importancia, de forma de entregar un servicio de automatización integral (no solo orientada a lo técnico).

Es en este sentido, las actividades deben ser focalizadas a minimizar los tiempos de respuesta para operaciones multi marcas.

El primer concepto (tiempos de respuesta) se desarrolla a través de 2 actividades claves: desarrollo del conocimiento multi marca de los profesionales técnicos de la empresa, junto con el desarrollo de una logística que permita minimizar el tiempo de falla de los equipos.

El segundo concepto (operaciones multi marcas), se desarrolla a través de un plan de marketing focalizado en elevar el concepto multi marca en nuestro segmento objetivo, junto con publicidad en los medios acordes.

A continuación se presenta un resumen de las actividades claves a considerar:



Imagen 7.1.8: actividades claves a considerar (elaboración propia).

7.2.8. Red de partners

¿Con quienes debemos contar para que el modelo de negocios funcione?

Para el servicio de automatización realizado en la propuesta de valor, es necesario generar alianzas estratégicas ad-hoc para mejorar el servicio a entregar al cliente, buscando mayor eficiencia en costo y calidad. Para alcanzar este objetivo, es necesario definir claramente cuáles son los objetivos que debemos buscar con la red de *partners* que se generará.

El principal objetivo que se debe buscar al generar una red de *partners*, corresponden a crear convenios estratégicos que minimicen los riesgos técnicos, propios del negocio y/o externos, junto con minimizar riesgos asociados a la gestión del cambio (capacitación, estrategia comunicacional, entre otros). También se buscarán alianzas que permitan disminuir riesgos de abastecimiento de insumos críticos para los proyecto de automatización (mantener la calidad en el proceso de implementación, sin tener que buscar insumos alternativos que pueda perjudicar esta etapa).

Considerando lo anterior, se identifican distintos tipos de alianzas en función del objetivo buscado. Atendiendo lo anterior, a continuación se identifican los *partners* clave estratégicos, separados por tipo de alianza buscada.

- Alianza de no competidores: se buscan alianzas estratégicas de especialidades complementarias, lo cual tiene como objetivo asegurar el soporte técnico en la etapa de implementación.
 - o Empresa de ingeniería eléctrica y electrónica que puedan entregar asesoría experta.
 - o Empresas de mantenimiento mecánico que puedan entregar asesorías expertas en mantenimiento de equipos mineros.
 - o Empresas de implementación de modelos de gestión del cambio (desarrollo organizacional).
 - o Empresas de logística que puedan asegurar la disponibilidad de stock crítico para la implementación de estos proyectos.
- Alianzas con competidores: se deben buscar alianzas con empresas del rubro de servicios de automatización similares, con el objetivo de realizar sinergias y desarrollo del conocimiento en conjunto.
 - o Empresas de servicios de automatización fuera de la región (Joy Global en China, RCT en Canadá, entre otros). Tiene como objetivo desarrollar conocimiento en conjunto, mejorando la calidad del servicio entregado.
- *Joint Ventures*: alianzas con grandes empresas del rubro minero o de construcción que requieran desarrollo de tecnologías de automatización en conjunto (ej. acuerdo tecnológico entre CODELCO CHILE y NEWCREST AUSTRALIA).

7.2.9. Estructura de costos

¿Qué costos debemos considerar para que el modelo funcione?

En el capítulo de evaluación económica se presentará de manera más detallada las estimaciones presupuestarias y se indicarán los ítems que componen la estructura de costos.

En esta etapa, los principales costos que se pueden visualizar son los siguientes:

- Adquisición o arriendo de equipamiento especializado para servicios de automatización, estudios y apoyo en terreno (instrumentación, sensores, amplificadores de redes, entre otros).
- Alto nivel de costos en software, cargados a margen bruto considerando renovaciones anuales producto de *upgrades*.
- Costos asociados a una logística que permita minimizar los tiempos de entrega de insumos, apuntando a cumplir la promesa realizada a los clientes del segmento (disminuir tiempo de respuesta, minimizando el costo).
- Costos asociados al plan de marketing.

7.2.10. Modelo CANVAS

A partir de los puntos desarrollados anteriormente, se construye el modelo CANVAS, con el objetivo de resumir el modelo de negocios propuesto:



Imagen 7.1.9: modelo CANVAS para la propuesta de valor de los servicios de soporte de automatización (elaboración propia).

8. Diseño de la propuesta de valor

8.1. Producto o servicio

El servicio de soporte ofrecido debe ser diferenciado según 3 variables: número de marcas, número de procesos y número de equipos a automatizar.

Según las diferentes combinaciones posibles entre estas 3 variables, se han definido 5 packs de servicios posibles a contratar, los cuales reciben la siguiente denominación comercial:

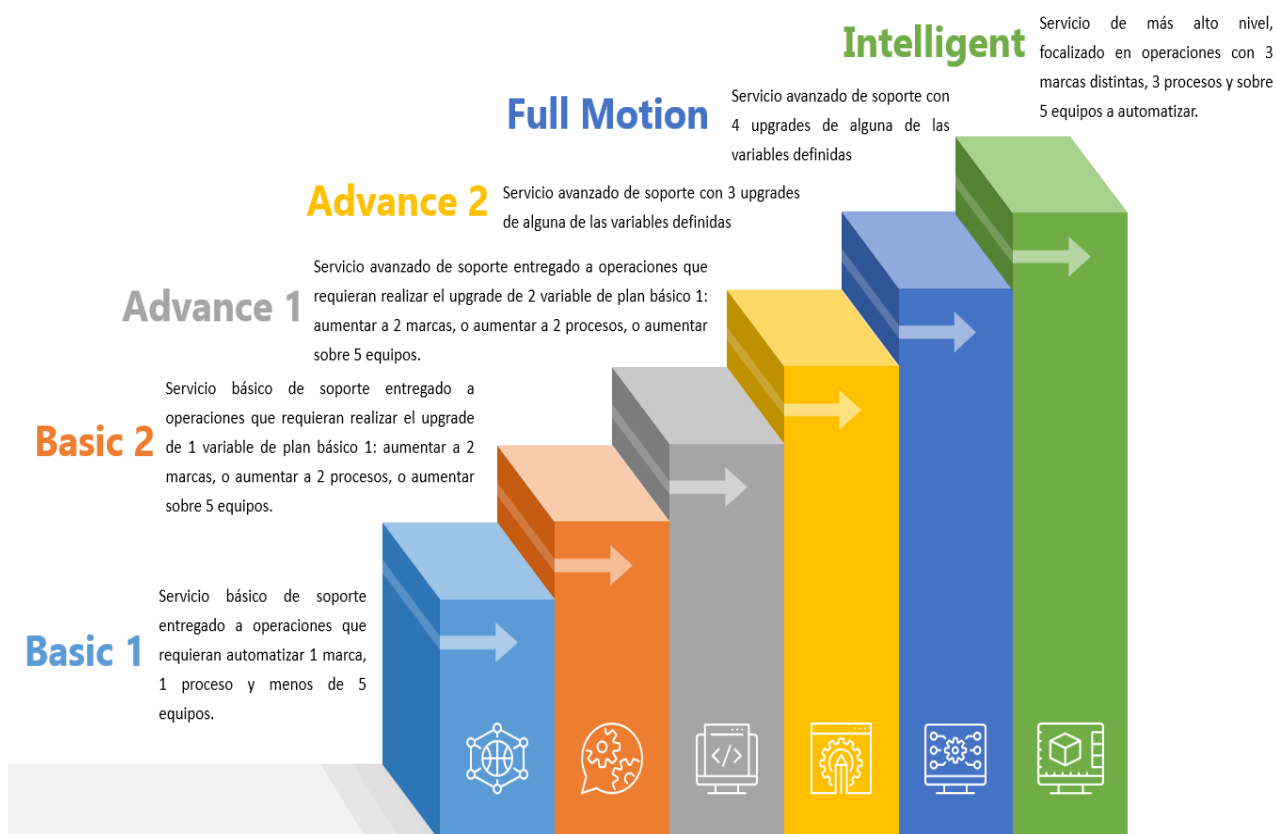


Imagen 8.1.1: pack de servicios ofrecidos (elaboración propia).

Es relevante enfatizar en la reducción de gastos que los clientes pueden obtener al considerar la adquisición de estos servicios desde el pack Basic 2 en adelante, en comparación con la competencia. La mayor amplitud de reducción de gastos se obtiene con el *pack Intelligent*, principalmente debido a que con 3 marcas diferentes, la contratación de los 3 servicios diferenciados es del orden de 150.000 USD/mes, 3 contratos diferentes, 3 dotaciones de personal distinto y 3 logísticas diferentes en la misma operación minera del cliente.

Lo anterior se transforma en la ventaja competitiva del servicio, lo cual se puede resumir en los siguientes aspectos:

- Servicio de soporte multi marca.
- Servicio adaptado al número procesos que el cliente requiera automatizar.
- Servicio adaptado al número de equipos que quiera automatizar.

Solo un intermediario, minimizando las interferencias que puedan materializarse en sus operaciones mineras.

8.2. Precio

El precio del servicio se estimará según los precios recopilados en 2 proyectos de las marcas de la competencia. A continuación se resume el servicio, número de personas y precio de ambos proyectos:

Empresa	Servicio	Número de Personas	Precio del Servicio
1	Soporte equipos LHD. Mantenimiento programado y no programado de componentes, infraestructura, reparación de comunicación y mejoramientos de instalación de servidores	12 profesionales (5 supervisores, 5 mecánicos-eléctricos y 1 técnico en seguridad)	1700-1980 UF/MES
2	Soporte de equipos LHD, camiones y equipos de perforación. Incluye visualización de indicadores.	15 profesionales (4 supervisores, 8 técnicos mecánicos y eléctricos, 2 técnicos en seguridad, 1 operador)	2000-2100 UF/MES

Imagen 8.1.2: precio de servicios de soporte de 2 empresas de la competencia (elaboración propia).

En base a lo anterior, se toma el precio del servicio básico como un valor dentro del rango indicado en la tabla anterior (entre 1.700-2.100 UF/mes). Se toma como referencia el valor de 1.700 UF/Mes (65.000 USD/mes aproximadamente), el cual es el precio mínimo para la combinatoria de proceso, marca y número de equipos (el cual puede aumentar según las condiciones reales de la operación del cliente).

Para los pack superiores de servicios definidos en el servicio anterior, los precios se ajustan en un 5% (precio mínimo a cobrar). Los precios mínimos por pack según la metodología indicada, se muestran a continuación:

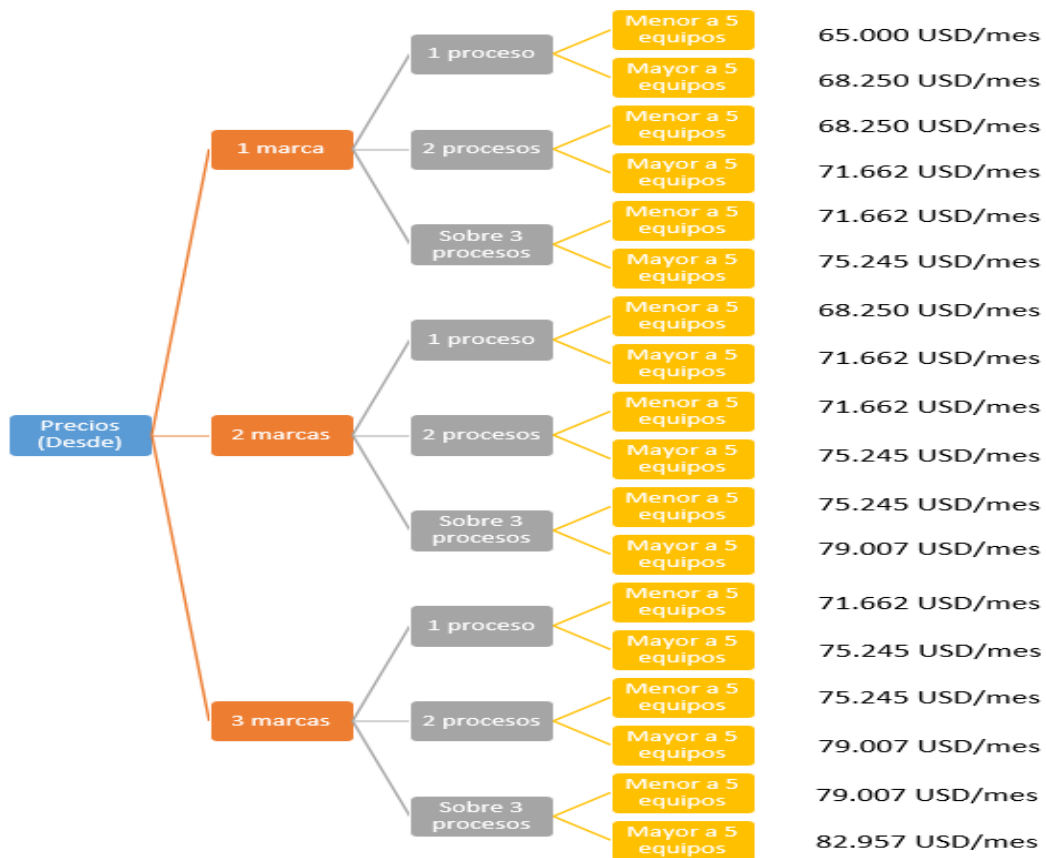


Imagen 8.1.2: precio de packs de servicio de soporte (elaboración propia).

El mayor precio definido para el pack más completo (*Intelligent*), tiene un precio de 82.957 USD/Mes (aproximadamente 2.100 UF/Mes), lo cual indica que el precio de todos los servicios se encuentra dentro del rango de precios referenciales.

8.3. Plaza (distribución)

El servicio se ofertará de forma presencial a través de una oficina central, la cual tendrá espacios de trabajo para los diferentes profesionales, servirá de centro logístico y de distribución para los técnicos en las diferentes mineras (insumos básicos, camionetas, instrumentación, entre otros).

La ubicación física de estas instalaciones dependerá de la distribución geográfica de los clientes de los segmentos objetivos, la cual se muestra a continuación:



Imagen 8.1.3: localización de posibles clientes del segmento objetivo (elaboración propia).

Considerando lo anterior, se decide colocar la oficina central en la tercera región, específicamente en la ciudad de Copiapó. Esta ubicación no solo permite obtener cercanía a los clientes de los segmentos objetivos, sino que también permite en un futuro extender el servicio a los segmentos 1 y 2, también presentes en la región.

8.4. Promoción

La promoción es esencial para el desarrollo de la marca, considerando que las empresas de automatización que están presentes en las operaciones mineras, están fuertemente arraigadas en esas organizaciones. Lo anterior impulsa la realización de diferentes acciones de marketing dirigidas a los segmentos objetivos.

A continuación se detallan los elementos a considerar junto con el gasto asociado, en un periodo de 8 años (en base al sub capítulo 3: canales de distribución y comunicación):

- Página Web más redes sociales: 335 USD mensuales más 80 USD mensuales por cuentas Premium de redes sociales. Este gasto se mantiene durante todo el periodo de análisis.
- Revistas de minería y automatización: 775 USD mensual por publicación. Se considera una publicación mensual en todo el periodo evaluado.
- Congresos técnicos de minería, control y automatización: a partir del segundo año se consideran 3 congresos técnicos al año. Cada congreso tiene un valor por persona de 580 USD por congreso (participación como autor). Se considera este criterio hasta el final del periodo de evaluación.
- Desarrollo de maqueta de realidad aumentada: se considera la creación de esta aplicación, lo cual permitirá el entendimiento de la tecnología y el valor de los servicios de soporte ofertados. Su implementación se estima en 20.000 USD por proyecto (1). En el periodo de análisis, se incurre en este gasto solo en el año 4. En el año 8 se considera una actualización del diseño.
- Invitación a profesionales del segmento objetivo a visitas a faenas: con esta acción, se asegura que los clientes del segmento objetivo puedan visualizar el funcionamiento de la tecnología. Se considera viajes, estadía y souvenir para 3 potenciales clientes que puedan adquirir los servicios. Se consideran 5000 USD al año, los cuales se presupuestan del sexto año en adelante.

En el siguiente esquema se detallan las acciones de marketing indicadas anteriormente:

Plan de Marketing

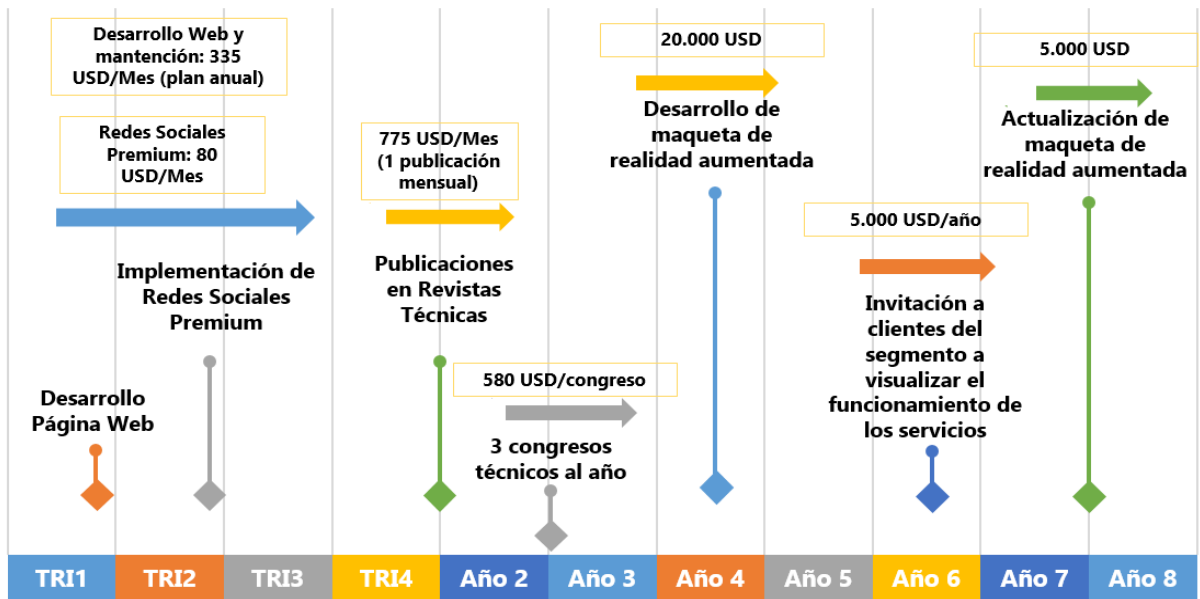


Imagen 8.1.4: implementación del plan de marketing (elaboración propia).

8.5. Personas y estructura organizacional

La estructura organizacional propuesta para esta empresa, considera 4 unidades de negocios claves para el desarrollo del caso de negocio desarrollado: Dirección de automatización, dirección de especialidades electricidad y electrónica, dirección de minería, dirección de marketing, dirección de ventas y dirección de desarrollo organizacional. A continuación se visualiza la estructura definida:

PROPUESTA DE ORGANIGRAMA (Año 1)

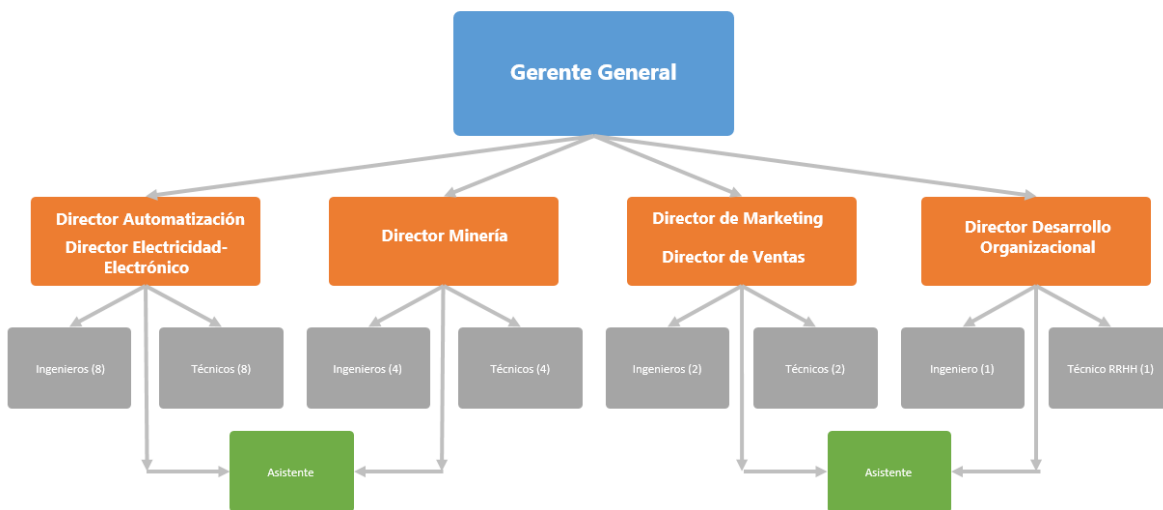


Imagen 8.1.5: organigrama (elaboración propia).

La organización propuesta contiene 37 personas, de las cuales un 19% son directivos, 35% de profesionales (principalmente ingenieros) y un 46% de técnicos. Estos últimos estarán disponibles en las operaciones mineras, prestando el servicio de soporte en sistemas de turnos. Cabe destacar que para la proyección de necesidad de personal, estará de la mano con la proyección de contratos adquiridos en el periodo a evaluar (detallado en el capítulo de evaluación económica).

9. Evaluación de factibilidad económica

9.1. Consideraciones

El detalle de la evaluación económica considera las orientaciones comerciales proyectadas para el año 2022⁵, las cuales se especifican a continuación:

- Tipo de cambio: el cambio de dólar americano a peso chileno considera el valor de 750 \$/USD⁶, el cual se encuentra en el escalón superior del rango definido por el Banco Central de Chile (proyección a 11 meses), según la Encuesta de Expectativas Económicas Junio 2021.
- Inflación: los costos a nivel nacional serán proyectados en los diferentes años analizados considerando una inflación del 3%.
- Para la estimación de salarios y valores de arriendos en las diferentes regiones de Chile, se toma como referencia la publicación de información oficial en la página del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), actualizado a Junio 2021⁷.

9.2. Inversión inicial y capital de trabajo

La inversión inicial de la empresa considera la instalación de una oficina en la ciudad de Copiapó, la cual debe contener la indumentaria necesaria para albergar al equipo de ingeniería de especialidades, marketing, ventas y desarrollo organizacional (capacidad para 30 personas).

El soporte en terreno necesariamente debe considerar camionetas especiales para movilizarse dentro de minas subterráneas, las cuales deben incluir un equipo de levante para realizar maniobras de instalación y/o reparación.

Por otro lado se debe considerar la adquisición de licencias para softwares de las especialidades indicadas anteriormente, junto con las capacitaciones para el manejo específico de las aplicaciones más utilizadas en la automatización de los procesos mineros subterráneos.

⁵ Informe de Política Monetaria (IPoM) Junio 2021. Banco Central de Chile.

⁶ https://www.bcentral.cl/documents/33528/112496/resultado_062021.pdf/c0871c1b-a7ee-0530-b2e2-800f7842b90e?t=1623285549593

⁷ <https://www.ine.cl/estadisticas/economia/indices-de-precio-e-inflacion>

A continuación se detallan las inversiones:

Ítem	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Inversión
Camionetas de transporte	8	33.333	266.667
Camionetas con levante	4	40.000	160.000
Notebooks	30	1.067	32.000
Indumentaria oficina 350 m2	1	9.722	9.722
Adquisición de cursos para cada marca de automatización	3	20.000	60.000
Licencias softwares especializados en Automatización	3	2.681	8.043
Licencia AUTOCAD pro *	4	1.333	3.111
Licencia SAP *	1	2.400	1.400
Licencia ELECDES *	1	10.667	6.222
Licencia office (empresa, sin límite de usuarios) *	1	3.200	1.867
ERP *	1	5.333	3.111
Software de control documental *	1	8.000	4.668
Total (USD)			556.810
(*) se considera como inversión el uso de licencias por 7 meses (antes del primer ingreso por los servicios de soporte)			

Tabla 9.1.1: inversiones (elaboración propia).

Se considera una depreciación lineal para los activos fijos mencionados anteriormente. Para las camionetas de transporte se considera una depreciación lineal por 10 años⁸, para las camionetas mineras un periodo de 7 años y para los notebooks 10 años⁹

Plan de Marketing año 0	Inversión (USD)
Desarrollo Web y mantención anual	3.605
Cuenta de redes sociales Premium anual	989
Publicación en revistas técnicas	9.280
Total (USD)	13.874

Tabla 9.1.2: inversiones del plan de marketing (elaboración propia).

El capital de trabajo para esta empresa, corresponde principalmente a los gastos que se deben incurrir para cubrir los salarios, el gasto de servicios básicos de las instalaciones y los gastos asociados a las camionetas de transporte y de levante. Para el cálculo de capital de trabajo se utilizará el método del déficit acumulado máximo, considerado al realizar el ejercicio de flujo de caja a nivel mensual en el primer año:

⁸ https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm

⁹ https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm

	Año 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
Flujo de Caja														
(+) Ingreso por Venta		104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	104.081	
(-) Costo de ventas		-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	-67.306	
(-) Gastos de adm y ventas		-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	-62.035	
(-) Depreciación		-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	
Resultado Operacional		-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	-76.371	
(+) Ingresos financieros														
(-) Interés		-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	
(-) Pérdidas del ejercicio anterior														
Resultado no operacional		-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	-2.691	
Utilidades antes de impuestos		-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	
(-) Impuesto 1era categoría (27%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Utilidad después de impuesto		-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	-79.063	
(+) Depreciación		51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	
(+) Pérdidas del ejercicio anterior			-	-										
Flujo Operacional		-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	-27.952	Capital de Trabajo (USD)
														-335.419

Tabla 9.1.3: estimación del capital de trabajo (elaboración propia).

Considerando lo anterior, es posible estimar que el capital de trabajo necesario es de 335.419 USD.

Para financiar parte de las inversiones, se optará por un crédito que considere el 50% del monto total. Este crédito considera una tasa de interés del 11,6% anual¹⁰, correspondiente a la tasa promedio de los créditos realizados a microempresas en el año 2019. A continuación se detalla la estructura del crédito:

Crédito (USD)	278.405			
Año	Cuota (USD)	Interés (USD)	Amortización (USD)	Saldo (USD)
1	76.468	32.295	44.173	234.231
2	76.468	27.171	49.298	184.934
3	76.468	21.452	55.016	129.918
4	76.468	15.070	61.398	68.520
5	76.468	7.948	68.520	0

Tabla 9.1.4: detalle del crédito (elaboración propia).

9.3. Estructura de costos

Los gastos del proyecto están principalmente contenidos en los salarios del staff administrativo y técnico, gastos en licencias mensuales de los software requeridos, y los gastos incurridos en terreno para entregar los servicios de soporte (transporte e insumos básicos).

¹⁰ <https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Informe-de-resultados-ELE-5-Financiamiento.pdf>

- Salarios: las remuneraciones mensuales consideran un aumento de personal técnico a medida que se adquieren servicios de soporte en diferentes operaciones mineras (a detallar en el capítulo de ingresos).

Considerando la organización considerada el primer año, el gasto incurrido mensual en salarios es el siguiente:

Organización	Número	Salario (USD)	Gasto Mensual (USD)
Gerente General	1	9.333	9.333
Asistente GG	1	1.600	1.600
Asistente Especialidades	1	1.333	1.333
Director Minería	1	6.000	6.000
Ingenieros	4	2.667	10.667
Técnicos	4	1.867	7.467
Director Automatización	1	6.000	6.000
Ingenieros	4	2.667	10.667
Técnicos	4	1.867	7.467
Director Electricidad-Electrónico	1	6.000	6.000
Ingenieros	4	2.667	10.667
Técnicos	4	1.867	7.467
Director ventas	1	6.000	6.000
Vendedores	2	2.000	4.000
Director Marketing	1	6.000	6.000
Publicistas, community manager	2	1.333	2.667
Director RR.HH.	1	6.000	6.000
Especialistas RR.HH.	1	2.000	2.000
Total Mensual (USD)			111.333

Tabla 9.1.5: gastos en salarios (elaboración propia).

Cabe destacar que en los años 3, 4, 7 y 8 se contemplan la contratación de 2 técnicos adicionales en las áreas de minería, automatización y electricidad, en línea con la adquisición de clientes en esos años. El staff técnico pasa de tener 12 integrantes a 36 en el año 8.

-Insumos básicos: la estimación realizada considera un gasto en insumos eléctricos y electrónicos que ascienden a USD 2.000 y USD 2.400 mensuales¹¹. A continuación se detalla cada gasto mensual:

¹¹ <https://maxelectronica.cl/24-componentes-electronicos?orderby=price&orderway=desc>

	Precio Unitario (USD)	Unidades	Total (USD)
Cable libre de halógenos	37	5	185
Cable eléctrico Premium	33	5	164
Cordón 3x1,5	2	3	7
Tablero de transferencia automática	1.067	1	1.067
Sensor de proximidad	64	5	310
Juegos de herramientas especiales	67	4	267
Total (USD)			2.000

Tabla 9.1.6: insumos eléctricos básicos (elaboración propia).

	Precio Unitario (USD)	Unidades	Total (USD)
Interruptor termostato	7	15	100
Sensor magnético	24	15	360
Pack de pulsadores y resistencias	30	10	300
Pack fusibles y zócalos bases	33	10	333
Interruptor metálico	15	17	242
Sensores de vibración mecánica	7	10	67
Sensores de distancia ultrasónico	7	20	133
Sensores de detección de movimiento	4	30	120
Sensor de proximidad inductivo	8	40	320
Sensor de distancia HGA	11	40	427
Total USD			2.400

Tabla 9.1.7: insumos electrónicos básicos (elaboración propia).

- Gasto en equipos de transporte: se considera el gasto mensual de equipos de transporte para el staff y para los técnicos dentro de las operaciones mineras. El gasto considera el uso de combustible, realización de mantenimientos anuales y pago de permisos, lo cual se aplica a 12 camionetas (4 habilitadas para interior mina y 8 solo para transporte exterior).

	Transporte (USD)	Servicios Soporte (USD)
Mantenimiento	333	400
Combustible	864	864
Permisos	267	267
Total Anual	11.712	6.123
Total (USD)	17.835	

Tabla 9.1.8: gastos en transporte (elaboración propia).

Cabe destacar que a partir del segundo año se considera un aumento en el gasto de combustible por aumento en la cantidad de servicios de soporte, duplicando el gasto en combustible.

	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Gasto (USD)
Licencias softwares especializados en Automatización	3	4.596	13.788
Licencia AutoCAD pro	4	1.333	5.333
Licencia SAP	1	2.400	2.400
Licencia ELECDDES *	1	10.667	10.667
Licencia office (empresa, sin límite de usuarios)	1	3.200	3.200
ERP	1	5.333	5.333
Software de control documental *	1	8.000	8.000
Total (USD)			48.721

Tabla 9.1.9: gastos en softwares específicos (elaboración propia).

- Gastos en publicidad y marketing: los gastos en publicidad y marketing están relacionados con el plan de marketing definido en el capítulo 9.4. A continuación se detalla el gasto asociado al plan de marketing durante los 8 años de evaluación de la empresa:

Periodo	Gasto anual (USD)
Año 1	13.874
Año 2	15.614
Año 3	16.082
Año 4	36.565
Año 5	17.062
Año 6	22.573
Año 7	23.251
Año 8	23.948
Total (USD)	168.968

Tabla 9.2.1: gastos en plan de marketing (elaboración propia).

9.4. Ingresos

La distribución de ingresos está relacionada con el plan de venta de packs de servicios de soporte, los cuales fueron detallados en el capítulo 9.1. El plan apunta obtener en el año 8 un nivel de ingresos de 5,9 millones de dólares, lo cual corresponde al 68% del total de mercado total analizado al año 2021.

A continuación se detalla el plan de ventas considerado:

Plan de Ventas

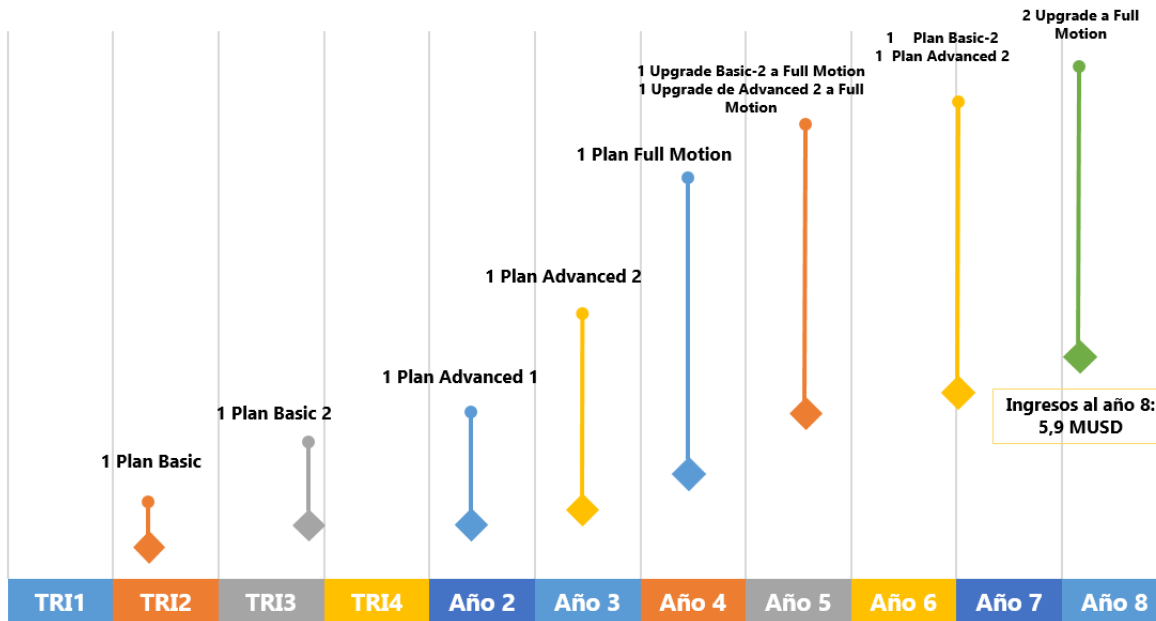


Imagen 9.1.1: esquema del plan de ventas en el periodo de evaluación (elaboración propia).

El cálculo de los ingresos por año, toma como referencia el plan de ventas y el esquema de precios por servicio contratado, el cual fue detallado en el capítulo 9.2. Como resultado se obtiene el siguiente vector de ingresos en un periodo de 8 años:

Planes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Basic 1	819.000							
Basic 2	429.972	859.944	859.944	859.944		859.944	859.944	
Advanced 1		902.940	902.940	902.940	1.805.880	1.805.880	1.805.880	
Advanced 2			474.042	948.084	474.042	948.084	948.084	1.896.168
Full Motion				497.742	1.990.968	1.990.968	1.990.968	3.981.936
Ingresos (USD)	1.248.972	1.762.884	2.236.926	3.208.710	4.270.890	5.604.876	5.604.876	5.878.104

Tabla 9.2.2: ingresos proyectados (elaboración propia).

9.5. Tasa de descuento

La tasa de descuento se calculará con el modelo costo promedio ponderado de capital (WACC), la cual considera los siguientes parámetros para estimarla:

$$WACC = k_d * (1 - t_c) * \frac{D}{D + E} + k_e * \frac{E}{E + D}$$

Donde k_d corresponde al costo de la deuda, t_c corresponde a la tasa impositiva, k_e el costo del patrimonio, D es la deuda y E el patrimonio.

Por otro lado, el costo del patrimonio se puede calcular con la siguiente expresión:

$$k_e = R_f + (r_m - r_f) * \beta$$

Donde R_f es la tasa libre de riesgo, $r_m - r_f$ es la prima de mercado, y β es la variabilidad de la rentabilidad de un activo respecto a la rentabilidad promedio del mercado.

A continuación se detallan los valores utilizados para calcular la tasa de descuento:

WACC	11,6%
Kd	11,6%
D	50%
E	50%
t	27%
Ke	14,68%
RF	1,48%
RM	14,55%
BETA	1,01

Tabla 9.2.3: parámetros de cálculo para tasa de descuento (elaboración propia).

Con los parámetros definidos anteriormente, se concluye que la tasa de descuento que se utilizará para descontar los flujos de caja futuros al evaluar el proyecto, corresponde a 11,6%.

9.6. Flujo de caja

En la siguiente tabla se muestra el detalle del flujo de caja de los 8 años de evaluación del proyecto analizado:

Flujo de Caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Flujo de Caja									
(+) Ingreso por Venta		1.248.972	1.762.884	2.236.926	3.208.710	4.270.890	5.604.876	5.604.876	5.878.104
(-) Costo de ventas		-807.677	-828.348	-978.846	-1.142.611	-1.176.890	-1.212.196	-1.382.962	-1.558.851
(-Gastos de adm y ventas)		-744.419	-782.314	-823.288	-879.098	-873.427	-964.630	-931.768	-959.722
(-Depreciación)		-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111	-51.111
Resultado Operacional		-354.236	101.111	383.680	1.135.889	2.169.462	3.376.939	3.239.034	3.308.420
(+) Ingresos financieros									
(-) Interés		-32.295	-27.171	-21.452	-15.070	-7.948			
(-) Pérdidas del ejercicio anterior			-379.593						
Resultado no operacional		-32.295	-406.764	-21.452	-15.070	-7.948	-	-	-
Utilidades antes de impuestos		-386.531	-305.653	362.228	1.120.819	2.161.514	3.376.939	3.239.034	3.308.420
(-) Impuesto 1era categoría (27%)		-	-	-97.802	-302.621	-583.609	-911.774	-874.539	-893.273
Utilidad después de impuesto		-386.531	-305.653	264.426	818.198	1.577.905	2.465.165	2.364.495	2.415.147
(+) Depreciación		51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111	51.111
(+) Pérdidas del ejercicio anterior			379.593	-					
Flujo Operacional		-335.419	125.051	315.538	869.309	1.629.016	2.516.277	2.415.606	2.466.258
(-) Inversión	-278.405								
(+) Valor residual									102.222
(-)Capital de trabajo	-335.419								
(+) Recuperación de captal de trabajo									
(-) Amortizaciones		-44.173	-49.298	-55.016	-61.398	-68.520			
Flujo de Capitales	-613.824	-44.173	-49.298	-55.016	-61.398	-68.520	-	-	102.222
Flujo de Caja	-613.824	-379.593	75.753	260.522	807.911	1.560.496	2.516.277	2.415.606	2.568.480

Tabla 9.2.4: flujo de caja proyectado a 8 años (elaboración propia).

Para el valor residual de la empresa, se calculará con la siguiente expresión:

$$VR = FC * \frac{(1 + k)^n - 1}{(1 + k)^n * k}$$

Donde FC es el valor esperado de los flujos del proyecto, el cual se considerará como el promedio lineal de los 3 años anteriores (años 6, 7 y 8). El factor k que es la tasa de descuento calculada en el capítulo anterior (11, 6%), y por último n que es el horizonte de vida del proyecto, estimado en 15 años para el proyecto analizado.

A continuación se muestran los indicadores económicos del proyecto:

Indicadores	Valor
VAN (USD)	\$3.776.975
TIR (%)	52%
PRI (años)	4
Valor residual (USD)	\$ 17.422.236

Tabla 9.2.5: indicadores económicos del proyecto (elaboración propia).

En el periodo de evaluación de 8 años, se obtiene un VAN de 3,77 millones de dólares y una tasa interna de retorno del 52%, por lo cual es factible realizar el proyecto bajo las consideraciones detalladas en el análisis. Los flujos comienzan a ser positivos a partir del segundo año, y el periodo de recuperación de la inversión (PRI) es de 4 años, lo cual se explica por la estimación de ventas de servicios considerada para el análisis (packs de menor precio al principio). El valor residual de la empresa es de 17,4 millones de dólares.

El objetivo principal del proyecto indicaba obtener un VAN de 1,2 millones de dólares al tercer año, lo cual no es posible de alcanzar en ese periodo. En el periodo indicado en el objetivo, el VAN del proyecto corresponde a -\$632.424 USD. El VAN objetivo se alcanza al sexto año de operación.

9.7. Análisis de sensibilidad

Según la estructura de costos observada detallada en el capítulo anterior y en el flujo de caja, el gasto en remuneraciones representa entre un 80-85% (en diferentes años) del gasto anual de la empresa a desarrollar. Por otro lado, el precio del servicio de soporte (de los diferentes packs) es una variable relevante pues impacta directamente a los ingresos anuales. Considerando lo anterior, se propone evaluar la sensibilidad del VAN del proyecto, variando el precio de venta y los salarios en los rangos -20% y +20% (en pasos del 5%). A continuación se observan los resultados:

Matriz de Sensibilidad		Variación Salarios						
		-20%	-15%	-10%	Base	10%	15%	20%
Variación precio de venta	-20%	2.566.967	2.238.366	1.909.764	1.237.725	555.828	214.879	-126.069
	-15%	3.198.071	2.869.469	2.540.868	1.883.665	1.206.417	865.469	524.521
	-10%	3.829.174	3.500.573	3.171.971	2.514.768	1.857.007	1.516.059	1.175.110
	Base	5.045.357	4.743.116	4.434.178	3.776.975	3.119.772	2.791.171	2.462.569
	10%	6.246.755	5.946.776	5.644.534	5.039.182	4.381.979	4.053.378	3.724.776
	15%	6.823.207	6.548.112	6.246.364	5.641.881	5.013.083	4.684.481	4.355.880
	20%	7.399.658	7.124.563	6.848.194	6.243.711	5.639.228	5.315.585	4.986.983

Tabla 9.2.6: análisis de sensibilidad de VAN c/r a variabilidad del precio y de los salarios (elaboración propia).

Se puede observar que para el escenario de un aumento de los salarios en un 20%, y reducción del precio de venta en el mismo porcentaje, el VAN del proyecto es negativo, por lo tanto no conviene realizar el proyecto bajo ese escenario.

Si se analiza solo la variación de los salarios (precio de venta base), se obtiene una variación del VAN del orden de un 34% al variar los salarios en un 20%. Si se analiza el caso contrario (variación de precios de venta y salarios en caso base), la variación del VAN es del orden de un 67%. El VAN del proyecto presenta una mayor sensibilidad a la variación del precio de venta, por lo cual esta variable es la que amerita un mayor nivel de análisis para poder estimarla con la menor desviación posible.

10. Conclusiones y recomendaciones

10.1. Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo es analizar la factibilidad técnica, económica y estratégica de crear una empresa de servicios de automatización en operaciones subterráneas mineras, que permita alcanzar una utilidad de al menos 1,2 millones de dólares en un periodo no superior de 3 años de operación. Este objetivo no se cumple, debido a que esta cifra se alcanza al sexto año de operación.

Se concluye que el mercado minero subterráneo nacional presenta condiciones idóneas para la generación de este negocio, principalmente debido a que existe una tendencia creciente de la producción subterránea (crecimiento de 6% anual), restricciones operacionales debido a la erradicación de la silicosis al 2030 (reduciendo el número de personas al interior de las minas), empresas de automatización que solo entregan soporte de automatización de sus marcas, y por

último minas subterráneas que utilizan varias marcas de equipos en sus procesos mineros.

Se concluye que el mercado potencial de los servicios de soporte de automatización subterránea es de 50,5 millones de dólares al año.

Adicionalmente, la contingencia actual generada por la pandemia COVID-19, promueve el uso de tecnologías que minimicen los contactos entre personas para disminuir las probabilidades de contagios, siendo la automatización una respuesta a esta problemática.

De forma complementaria, el estudio de mercado realizado a través del análisis de las encuestas, permite identificar una necesidad de mejorar el servicio de soporte de automatización actual, principalmente focalizado en los tiempos de respuesta que hoy en día existen.

En base a los antecedentes anteriores, se concluye que el segmento objetivo corresponde a los segmentos 3 y 4, quienes se caracterizan por ser empresas de la mediana minería subterránea, multi marca, con proyectos de automatización vigentes, con barreras de entrada de nivel medio-bajo, con procesos de compra privado y declaran gastar mensualmente un monto no superior a 80.000 USD en servicios de soporte en automatización.

El VAN del proyecto presenta una mayor sensibilidad al precio de venta. Variaciones de aumento del precio de un 20%, disminuyen el VAN del proyecto al 67% c/r al caso base. Lo anterior indica la importancia de estimar esta variable con la menor desviación posible.

10.2. Recomendaciones

Se recomienda evaluar el proyecto a 8 años, pues se observa que sus indicadores económicos son favorables (VAN DE 3,77 millones de dólares y TIR de 52%).

Se recomienda evaluar el proyecto con un nivel de salarios de los profesionales técnicos mayor al considerado en este análisis, debido a que la propuesta de valor de este negocio se sustenta en el nivel técnico de sus profesionales (conocimiento multi marca).

Se recomienda evaluar el proyecto incorporando al segmento 2 posterior al año 8, debido a que los clientes de este segmento se encuentran cercanos geográficamente al segmento objetivo.

11. Bibliografía

- *Autonomous and Remote Operation Technologies in the Mining Industry: Benefits and Costs.* Brian S. Fisher and Sabine Schnittger.
- Asignación Dinámica de Operadores de LHD para Operación a Distancia en Minería Subterránea. Tesis para Optar al Grado de Magister en Gestión y Dirección de Empresas. Francisco Alfredo Carrasco Jerez.
- *Robotics for the Mining Industry: Opportunities and Current Research.* Pittsburgh (1999) August, PA.
- *Leading Change: Why Transformation Efforts Fail.* John P. Kotter, Harvard Business Review, June 1995.
- *Intelligent Mining Technology for an Underground Metal Mine Based on Unmanned Equipment.* Jian-guo Li, Kai Zhan.
- *How's Life in the Digital Age? Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being.* February 26, 2019.
- Implementación de Equipos de la Alta Tecnología en Mediana Minería. Seminario SONAMI. Andrzej Zablocki. Senior Advisor EPIROC. Octubre 17, 2019.
- Inversión en la minería chilena- Cartera de proyectos 2020-2029. COCHILCO. Enero 2020.

12. Anexos

12.1. Análisis de gastos en proyectos de automatización

PROYECTO 1: CAMIONES	Gasto (USD)
Commissioning and Site	119.244
1x Ingeniero local	87.484
1x Especialista local	156.643
6x Especialistas locales para mantención	270.168
Contratista (6 meses 8 personas)	668.591
Materiales, Fletes, Instalación de Faena	101.619
Project Management	859.404
Total (USD)	2.263.153
Duración (días)	180
Número de equipos (camiones)	2
Toneladas movidas	3.600.000
KPI (USD/TON)	0,63

PROYECTO 2: LHD PRUEBA	Gasto (USD)
Licencia del Software	4.143
Licencia del Software CF	10.466
Asistencia Técnica, soporte y operación	78.748
Servicio Alza Hombre	876
Total (USD)	94.233
Duración (días)	30
Toneladas movidas	100.800
KPI (USD/TON)	0,93

Contrato LP equipos LHD	Gasto (USD)
Mantenimiento tecnología calle	42.533
Mantenimiento equipo	34.800
Administración	23.200
Licenciamiento	16.667
Ingenieros residentes	23.200
Total (USD)	140.400
Número de equipos	13
Toneladas Movidas	441.000
KPI (USD/TON)	0,318

12.2. Benchmarking de automatización de minas subterráneas internacionales

Tabla 2-7: Antecedentes de utilización de sistemas autónomos en minería subterránea

Compañía	Mina	País	Uso	Fabricante	Sistema automatización	LHD/Camión
Teck/Barrick Gold	Williams	Canadá	Presente	Sandvik	AutoMine	LHD
BHP Billiton	Olympic Dam	Australia	Presente	Caterpillar	MINEGEM	LHD
Boliden Mineral AB	Garpenberg	Suecia	Presente, fase Inicial	Sandvik	AutoMine Lite	LHD
Codelco	DET, DR	Chile	No en uso	Sandvik	AutoMine	LHD
Codelco	DET, Pipa Norte	Chile	No en uso	Sandvik	AutoMine	LHD
Codelco	DET, Esmeralda (Alpha)	Chile	No en uso	Caterpillar	MINEGEM	LHD
DeBeers CM	Finsch	Sudáfrica	Presente	Sandvik	AutoMine	Camión
VALE INCO	Creighton	Canadá	Hasta 2003	-	Light wise GS	LHD
Inmet	Pyhäsalmi	Finlandia	Presente	Sandvik	AutoMine Lite	LHD
LKAB	Kiruna	Suecia	-	Sandvik	AutoMine Lite	LHD
LKAB	Malmberget	Suecia	Prueba	Caterpillar	MINEGEM	LHD
Newmont Mining C.	Jundee	Australia	Presente	Caterpillar	MINEGEM	LHD
Northgate M Co	Stawell Gold	Australia	-	Caterpillar	MINEGEM	LHD
Rio Tinto	Northparkes	Australia	Operación	Caterpillar	MINEGEM	LHD
Rio Tinto	Diavik	Canadá	2010	Atlas Copco	Scooptram Autom.	LHD
XSTRATA	Mt Isa	Australia	-	Sandvik	AutoMine	LHD
Newcrest	Cadia East	Australia	Prueba	Epiroc	Scooptram Autom.	LHD

12.3. Detalle de la encuestas realizadas

12.3.1. Introducción

Etiquetas de fila	Suma de Respuestas	Promedio de Orden
INTRO	386	3
¿En cual de las siguientes áreas te desempeñas?	62	1
Automatización	2	1
Ingeniería	8	1
Operaciones	30	1
Otros	6	1
Planificación	15	1
Servicios	1	1
¿Cuál es su nivel de experiencia o conocimiento en automatización?	62	2
Alta	20	2
Baja	26	2
Media	16	2
¿Tiene conocimiento o experiencia en procesos autónomos en minería subterránea?	62	2
No	11	2
Si	51	2
¿Cómo clasificaría la importancia que la automatización genera en los siguientes aspectos?	14	3
Ambiente Laboral	2	3
Costos	3	3
Productividad	3	3
Salud Ocupacional	3	3
Seguridad	3	3
Basado en su experiencia, ¿Cómo calificaría el avance de la automatización en minería subterránea nacional?	62	4
Alto Desarrollo	12	4
Bajo Desarrollo	23	4
Medio Desarrollo	27	4
Basado en su conocimiento, ¿Cómo calificaría el avance de la automatización en minería subterránea internacional?	62	4
Alto Desarrollo	16	4
Bajo Desarrollo	6	4
Medio Desarrollo	40	4
¿En cuantos años cree ud que esta tecnología debe estar implementada en los procesos mineros subterráneos ?	62	5
1-2 años	24	5
3-5 años	34	5
6 o más años	4	5

12.3.2. Producto

Etiquetas de fila	Suma de Respuestas	Promedio de Orden
PRODUCTO	310	8
¿Qué tipo de productos o servicios de automatización adquiere en su operación minera?	62	6
Compra y adquisición de equipos e insumos	5	6
Ingeniería	4	6
Mantenimiento	9	6
Operaciones	2	6
Otros	2	6
Soporte Técnico	40	6
¿Cuáles son las principales empresas de automatización que prestan servicios en sus operaciones mineras?	62	7
ATLAS COPCO	5	7
FINNING-CAT	21	7
KOMATSU	10	7
OTRO	3	7
RCT	4	7
SANDVIK	19	7
¿ Como evaluaría la entrega de servicios de soporte de automatización de las empresas actuales presentes en sus operaciones?	62	8
Bueno	22	8
Excelente	-	8
Malo	6	8
Regular	34	8
¿Cuál (es) son las principales deficiencias en la entrega de servicios de soporte de automatización?	62	9
Compra y adquisición de insumos	8	9
Efectividad y Eficiencia en los servicios	15	9
Ingeniería	6	9
Mantenimiento	8	9
Tiempo de respuesta	25	9
¿Qué aspectos valoraría fortalecer en el servicio de soporte entregado?	62	10
Aspectos administrativos	10	10
Aspectos técnicos	8	10
Control de gastos	11	10
Flexibilidad en servicios entregados	10	10
Gestión de adquisiciones	8	10
Tiempos de respuesta	15	10

12.3.3. Precio

PRECIO	186	12
¿Cuánto se invierte anualmente en productos y servicios de soporte en automatización en sus operaciones?	62	11
<10 MUSD	30	11
>15 MUSD	5	11
10-15 MUSD	10	11
No sabe	17	11
¿Existen sobre gastos asociado al servicio de soporte entregado?	62	12
No	10	12
No sabe	17	12
Si	35	12
Si mejoran los aspectos evaluados en la pregunta (xx), ¿Qué porcentaje adicional estaría dispuesto a pagar?	62	13
<5%	40	13
>10%	8	13
5-10%	14	13
DISTRIBUCIÓN	124	15
¿Cómo interactúa con los prestadores de servicio de soporte?	62	14
Medios digitales	9	14
Presencial dentro de la operación minera	15	14
Presencial en oficinas de la empresa	3	14
Videoconferencia	35	14
¿Cómo mejoraría el proceso de comunicación con las empresas prestadoras de servicios?	62	15
OTRO	6	15
Representante 24/7 en nacional remoto	8	15
Representante 24/7 internacional remoto	8	15
Representante 24/7 internacional m terreno	15	15
Representante 24/7 nacional en terreno	25	15

12.3.4. Promoción

PROMOCIÓN	124	17
¿Cómo se informa sobre el detalle de servicios de soporte en automatización entregado por diferentes empresas?	62	16
Experiencias virtuales (showroom)	2	16
Publicaciones en congresos	11	16
Revistas técnicas	5	16
Visitas a terreno internacionales	20	16
Visitas a terreno nacionales	24	16
¿Qué instancias son generadas por las empresas prestadoras de servicio para dar a conocer los servicios ofertados?	62	17
Congresos	12	17
Experiencias virtuales (showroom)	7	17
Invitaciones a pruebas a escala industrial	15	17
Otros medios	7	17
Redes sociales	8	17
Revistas técnicas	13	17

12.4. Detalle de la evaluación económica

Insumos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Camionetas Movilización	266.667	11.712	19.183	19.758	20.351	20.961	21.590	22.238	22.905	23.592	24.300
Camionetas Levante	160.000	6.123	9.866	10.162	10.467	10.781	11.104	11.437	11.781	12.134	12.498
Insumos eléctricos	-	25.000	25.750	30.501	31.416	32.358	33.329	34.329	35.359	36.420	37.512
Insumos electrónicos	-	30.000	30.900	36.601	37.699	38.830	39.995	41.195	42.431	43.704	45.015
Mtto Oficina Copiapó (317 m2)	9.722	16.667	17.167	17.682	18.212	18.758	19.321	19.901	20.498	21.113	21.746
Compra Notebooks (800.000/CU)	32.000	-	-	-	11.111	-	-	-	-	11.111	-
Arriendo oficina	37.333	64.000	65.920	67.898	69.935	72.033	74.194	76.419	78.712	81.073	83.505
Cursos de aprendizaje de software (20.000 USD/Cada marca)	60.000	-	-	-	-	-	60.000	-	-	-	-
Licencias softwares especializados en ATO (3 marcas)	8.043	13.788	14.202	14.628	15.067	15.519	15.984	16.464	16.958	17.466	17.990
Licencia Autocad pro (4)	3.111	5.333	5.493	5.658	5.828	6.003	6.183	6.368	6.559	6.756	6.959
Licencia SAP (1)	1.400	2.400	2.472	2.546	2.623	2.701	2.782	2.866	2.952	3.040	3.131
Licencia ELECDES (4)	6.222	10.667	10.987	11.316	11.656	12.005	12.366	12.737	13.119	13.512	13.918
Licencia office (empresa, sin limite de usuarios)	1.867	3.200	3.296	3.395	3.497	3.602	3.710	3.821	3.936	4.054	4.175
ERP	3.111	5.333	5.493	5.658	5.828	6.003	6.183	6.368	6.559	6.756	6.959
Software de control documntal	4.667	8.000	8.240	8.487	8.742	9.004	9.274	9.552	9.839	10.134	10.438
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo personal directo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gerente General	65.333	112.000	115.360	118.821	122.385	126.057	129.839	133.734	137.746	141.878	146.135
Asistente GG	11.200	19.200	19.776	20.369	20.980	21.610	22.258	22.926	23.614	24.322	25.052
Asistente Especialidades	9.333	16.000	16.480	16.974	17.484	18.008	18.548	19.105	19.678	20.268	20.876
Director Minería	42.000	72.000	74.160	76.385	78.676	81.037	83.468	85.972	88.551	91.207	93.944
Ingenieros	74.667	128.000	131.840	135.795	139.869	144.065	148.387	152.839	157.424	162.147	167.011
Técnicos	52.267	89.600	92.288	139.857	188.852	194.518	200.353	251.164	303.499	312.604	321.982
Director Automatización	42.000	72.000	74.160	76.385	78.676	81.037	83.468	85.972	88.551	91.207	93.944
Ingenieros	74.667	128.000	131.840	135.795	139.869	144.065	148.387	152.839	157.424	162.147	167.011
Técnicos	52.267	89.600	92.288	139.857	188.852	194.518	200.353	251.164	303.499	312.604	321.982
Director Electricidad-electrónico	42.000	72.000	74.160	76.385	78.676	81.037	83.468	85.972	88.551	91.207	93.944
Ingenieros	74.667	128.000	131.840	135.795	139.869	144.065	148.387	152.839	157.424	162.147	167.011
Tecnicos	52.267	89.600	92.288	139.857	188.852	194.518	200.353	251.164	303.499	312.604	321.982
Director ventas	42.000	72.000	74.160	76.385	78.676	81.037	83.468	85.972	88.551	91.207	93.944
Vendedores	28.000	48.000	49.440	50.923	52.451	54.024	55.645	57.315	59.034	60.805	62.629
Director Marketing	42.000	72.000	74.160	76.385	78.676	81.037	83.468	85.972	88.551	91.207	93.944
Publicistas, community,	18.667	32.000	32.960	33.949	34.967	36.016	37.097	38.210	39.356	40.537	41.753
Director RRHH	42.000	72.000	74.160	76.385	78.676	81.037	83.468	85.972	88.551	91.207	93.944
Especialistas rrrh	14.000	24.000	24.720	25.462	26.225	27.012	27.823	28.657	29.517	30.402	31.315
Plan de Marketing	2.602	13.874	15.614	16.082	36.565	17.062	22.573	23.251	23.948	24.667	30.407
Ingresos (USD)	556.810	1.248.972	1.762.884	2.236.926	3.208.710	4.270.890	5.604.876	5.604.876	5.878.104	6.394.500	6.394.500
	-556.810	-289.251	167.836	450.874	1.223.565	2.237.635	3.450.624	3.313.396	3.383.480	3.813.926	3.747.953