



Análisis de la estrategia para el ingreso al mercado de equipos LHD para minería subterránea

Trabajo de investigación para optar el grado de
Máster en Dirección de Empresas

Carlos Alberto Soria Aguilar

Asesor:
Mtr. Raúl Edgardo Gonzales Huerta

Lima, noviembre de 2019

Dedicatoria

A mis padres, de quienes aprendí integridad, respeto y solidaridad; a mi esposa e hijo de quienes no termino de aprender de todo y con quienes doy cada paso en esta vida; y a todos aquellos a quienes he conocido y de quienes de una u otra forma siempre ha habido algo que aprender.



Resumen

El presente trabajo de investigación busca analizar la estrategia comercial planteada por Komatsu Mining Corp. [KMC] para el mercado de cargadores frontales de bajo perfil (LHD) en minería subterránea.

Se realiza una revisión del desarrollo de la minería subterránea en el Perú, las variables que definen el tipo de operaciones y cómo se introducen los primeros equipos mineros para este tipo de operaciones. Luego se analiza y desarrolla el mercado de la minería subterránea para cargadores frontales de bajo perfil (LHD), identificando las marcas que actualmente compiten en cada rango de productos. Posteriormente, se describe el análisis realizado para elegir la categoría de productos que se impulsará para el ingreso de KMC al mercado peruano.

En el estudio del comportamiento del mercado, se tiene en cuenta especialmente el ingreso de los equipos CAT, cuya propuesta cambia completamente las reglas de juego. Para el análisis de la estrategia se consideran los aspectos financiero y logístico, entre otros, y se concluye que la estrategia empleada es la más adecuada y eficaz, considerando los logros obtenidos en los primeros tres años y medio desde el ingreso al mercado minero subterráneo en Perú.

Palabras clave: KMC; mercado de minería subterránea; equipos; estrategia; LHD



Abstract

This research work seeks to analyze the commercial strategy proposed by Komatsu Mining Corp. [KMC] for the low-profile front loader (LHD) market in underground mining.

A review of the development of underground mining in Peru is made, the variables that define the type of operations and how the first mining equipment for this type of operation is introduced.

The underground mining market for low-profile front loaders (LHD) is then analyzed and developed, identifying the brands currently competing in each product range. Subsequently, the analysis performed to choose the category of products that will be promoted for the entry of KMC into the Peruvian market is described.

In the study of market behavior, the entry of CAT equipment is especially considered, whose proposal completely changes the rules of the game. For the analysis of the strategy, the financial and logistical aspects are considered, among others, and it is concluded that the strategy used is the most adequate and effective, considering the achievements obtained in the first three and a half years since entering the underground mining market in Peru.

Keywords: KMC; underground mining market; equipment; strategy; LHD

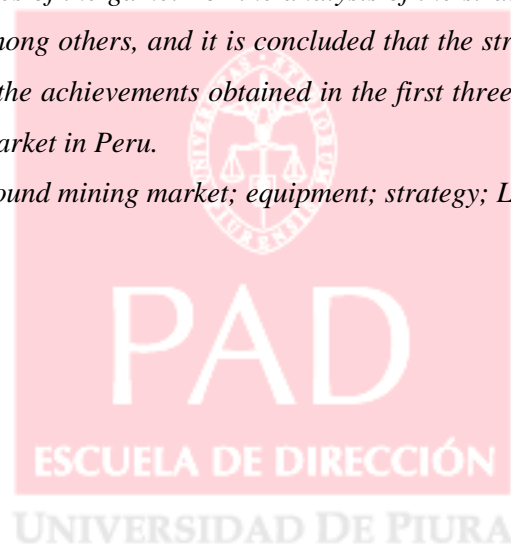


Tabla de contenido

| | |
|--|-------------|
| Índice de tablas | xi |
| Índice de figuras | xiii |
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1. La minería subterránea en el Perú | 3 |
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 1.2. Situación general..... | 3 |
| Tabla 1. Nivel de productividad según el nivel de mecanización | 4 |
| Capítulo 2. Equipos LHD para minería subterránea | 5 |
| 2.1. El mercado de los equipos LHD para minería subterránea | 5 |
| 2.2. Ingreso de KMC al mercado y definición de su estrategia | 7 |
| Tabla 2. Matriz FODA para KMC | 7 |
| Figura 1. Modelos y marcas de equipos LHD..... | 8 |
| Tabla 3. Importaciones, 2016-2019..... | 9 |
| Capítulo 3. Riesgo de la estrategia | 13 |
| 3.1. Análisis | 13 |
| 3.2. Resultados obtenidos | 14 |
| 3.3. Retos pendientes y siguientes pasos | 15 |
| Conclusiones | 17 |
| Bibliografía | 19 |
| Apéndices | 21 |
| Apéndice 1. Depósitos de minerales | 21 |
| Apéndice 2. Depósitos de minerales, tipo de equipos y dimensiones de sección | 22 |
| Apéndice 3. Distribución del mercado LHD 4 toneladas..... | 23 |
| Apéndice 4. Principales KPI utilizados..... | 24 |
| Apéndice 5. Cuadro comparativo de marcas en equipos LHD | 25 |
| Apéndice 6. Organigrama del Área de Minería Subterránea de Komatsu Mining Corp. | 26 |
| Apéndice 7. Flota de cargadores frontales KMC, mercado peruano | 27 |
| Apéndice 8. Proceso de obtención de datos | 28 |
| Anexos | 31 |
| Anexo 1. Unidades mineras en operación | 31 |
| Anexo 2. Mapa geológico del Perú | 32 |



Índice de tablas

| | |
|--|---|
| Tabla 1. Nivel de productividad según el nivel de mecanización | 4 |
| Tabla 2. Matriz FODA para KMC | 7 |



Índice de figuras

Figura 1. Modelos y marcas de equipos LHD..... 8



Introducción

La explotación de minerales se puede realizar principalmente mediante dos métodos generales de minado: minería a cielo abierto (*open pit*) y minería subterránea (socavón). La elección de uno de los dos tipos de minado estará definida, principalmente, por el tipo de mineralización¹: si esta es masiva, en cuerpos muy grandes o de tipo diseminado, se optará por minería a cielo abierto (por ejemplo, minas como Antamina, Cerro Verde, Las Bambas, Toquepala o Cuajone son del tipo de tajo abierto); si la mineralización es más focalizada y se presenta en cuerpos más angostos, como vetas o filones, se optará por minería subterránea (por ejemplo, Marsa, Cerro Lindo, San Rafael, Uchucchacua)².

Para este caso, se abordará el desarrollo de la minería subterránea en el Perú, con enfoque en la utilización de equipos de carguío y cómo se ha desarrollado el mercado de este tipo de equipos en el Perú.

La minería subterránea se ha desarrollado históricamente en condiciones bastante adversas, ya sea por el tipo de geología, por condiciones geomecánicas o por temas atribuibles a la gestión propia de una operación.

El patrón de geología es el que determina el tipo de operación minera que se aplicará para la extracción de minerales. Por eso, es importante conocer en detalle el desarrollo geológico del Perú (ver el Anexo 2).

Esta realidad plantea realizar el trabajo con un tipo de operaciones poco cubiertas por la tecnología para equipos mineros subterráneos, a diferencia de países como Chile o Australia, en donde la geología permite utilizar maquinaria de dimensiones mayores y de tecnología superior, puesto que los equipos de grandes dimensiones representan un mercado mucho más interesante para los fabricantes de maquinaria a nivel mundial.

Junto a esto, en los últimos años se ha empezado a explotar la captación de datos con la utilización de tecnología digital y el uso de la nube en diversas industrias. Para el caso de la minería, su aplicación se ha extendido bastante en las operaciones a cielo abierto (*open pit*). Sin embargo, en minería subterránea este proceso no ha presentado mayores aplicaciones.

¹ En el Anexo 3 se describen las principales características de yacimientos mineros y el método de explotación recomendado y/o utilizado.

² Para un mayor conocimiento de las unidades mineras en Perú se puede ver el Anexo 1.

La captación de datos es un proceso mayormente automatizado. Debido a las condiciones de las operaciones subterráneas, este proceso tiene un grave escollo y es que la captación no es automática por no contar con acceso a redes wifi que permitan subir inmediatamente los datos a la nube, y la inversión en la implementación de una red subterránea es bastante alta.

Considerando lo anterior, desde 2017 se está implementando un proyecto cuya finalidad es encontrar una forma no automatizada de levantar datos relevantes que permitan mejorar el control de los equipos y poder generar KPI que brinden la posibilidad de incrementar la eficiencia de la operación de equipos. Los beneficios finales son muchos y son transversales a cada uno de los pasos dentro del proceso de la operación minera, incluyendo mejoras en la operación de las máquinas, mejor control de los costos asociados a los mantenimientos, mayor predictibilidad de la vida útil de componentes y repuestos, ahorro de tiempo y esfuerzo durante la interacción entre las áreas responsables del mantenimiento y operación de los equipos, cambios en el perfil de los técnicos que se encargan de recolectar y analizar los datos del equipo y de la operación, entre otros.

El objetivo de este documento es evaluar si la estrategia planteada por KMC es eficaz para la introducción y crecimiento de Komatsu Mining Corp. en el mercado de equipos LHD para la minería subterránea en Perú (ver el Apéndice 5).

El trabajo considera una revisión histórica sobre el negocio minero en Perú y la relación de las operaciones mineras con los proveedores, cómo se fueron desarrollando sinergias y de qué manera el uso de las tendencias tecnológicas y herramientas técnicas han tenido injerencia en la relación entre ambos.

Posteriormente, se aborda el mercado de proveedores de equipos de carguío y acarreo para las operaciones mineras, cómo se desenvuelven en el mercado, qué tipo de servicio brindan y la percepción que tiene el mercado acerca de ellos.

Además, se realiza una revisión de los trabajos efectuados por personal técnico en las operaciones mineras para la captación de datos, a fin de determinar de qué manera estas ayudarán a generar información con la que podrá hacerse un control más exhaustivo del rendimiento de los equipos. Se verá, entonces, el impacto que este trabajo tiene sobre el rendimiento de los equipos y en la productividad de las operaciones involucradas en el estudio.

Finalmente, sobre los resultados obtenidos con la captura y análisis de datos se establecerá un valor agregado a la propuesta de valor que actualmente ofrecen los diversos proveedores para minería subterránea, y cómo el mismo puede representar un elemento diferenciador en dicho mercado.

Capítulo 1. La minería subterránea en el Perú

1.1. Antecedentes

La minería en el Perú es una actividad que se ha desarrollado desde épocas preincaicas. El tipo de minería que existió hasta inicios del siglo XX fue exclusivamente la subterránea, que es la más utilizada en el país por la formación geológica predominante en el territorio peruano, mayormente con sistemas de vetas (ver el Apéndice 1).

Debido al tipo de mineralización, la minería subterránea en Perú emplea masivamente equipos de perforación manuales (ver el Apéndice 2); sin embargo, no fue sino hasta fines de la década del 70 que las minas subterráneas peruanas empezaron a utilizar equipos mecanizados³, siendo la mina Cobriza la primera en hacerlo —en ese entonces era propiedad de Centromin Perú—.

1.2. Situación general

La minería subterránea en el Perú se caracteriza por una serie de factores que influyen sobre sus costos:

- **Seguridad.** Al ser subterráneas, las operaciones tienen una alta probabilidad de sufrir accidentes por caída de rocas, presencia de gases tóxicos, etc., por lo que se requiere una inversión consistente para el sostenimiento de roca, ventilación adecuada, etcétera.
- **Dimensiones del yacimiento.** Por tratarse de yacimientos muy estrechos, los equipos que pueden ser utilizados para la extracción son muy básicos en tecnología, pues el mercado no ha desarrollado equipos con tecnología de punta de menores dimensiones debido a los costos asociados a la fabricación de estos en comparación con el mercado que los requiere.
- **Condiciones generales.** Las minas subterráneas son operaciones con una alta humedad, elevadas temperaturas en muchos casos, acceso muy limitado debido a las dimensiones de las secciones.

³ Se denominan equipos mecanizados a aquellos que se desplazan por medios propios y que alcanzan una mayor productividad en base a sus mayores dimensiones y prestaciones más amplias que las herramientas convencionales.

Los equipos mecanizados fueron creados buscando incrementar la productividad de las operaciones mineras subterráneas, y esto llevó a utilizar, a lo largo de los años, diversas innovaciones tecnológicas disponibles; por ejemplo:

- Sistemas de tracción para movilizar los equipos.
- Desarrollo de sistemas hidráulicos para perforación de roca.
- Desarrollo de motores diésel de mayor capacidad y potencia.
- Desarrollo de soluciones para cubrir las necesidades de seguridad (cabinas cerradas y climatizadas, techos con certificación FOP/ROPS, etcétera).
- Desarrollo del concepto de ergonomía, con lo que los diseños buscaron ser más amigables con los operadores.

El impacto en las operaciones mineras subterráneas es muy significativo. La Tabla 1 presenta una idea sobre la diferencia entre utilizar equipos mecanizados y los denominados equipos convencionales.

Tabla 1. Nivel de productividad según el nivel de mecanización

| | Mina convencional | Mina mecanizada |
|---|--------------------------|------------------------|
| Producción (Ton/Trabajador) | 5 - 10 | 30 - 50 |
| Capacidad de equipos LHD (m ³ /hora) | 20 - 22 | 55 - 65 |

Fuente: elaboración propia.

En la actualidad, hay en el Perú 61 operaciones mineras subterráneas debidamente registradas en el Ministerio de Energía y Minas (ver el Anexo 3), que explotan diversos tipos de yacimientos y minerales.

A su vez, se calcula que existe un número aproximado de 30 empresas contratistas en actividad que trabajan con equipos mecanizados para todas las etapas de la operación minera subterránea. Dichas empresas poseen una limitada capacidad de endeudamiento en el mercado financiero y su objetivo es cumplir con las metas establecidas en la operación minera. En la actualidad, las compañías mineras transfieren el riesgo de adquisición de equipos a las contratistas bajo un sistema que genera una competencia muy agresiva entre estas últimas.

Capítulo 2. Equipos LHD para minería subterránea

2.1. El mercado de los equipos LHD para minería subterránea

El mercado de equipos para minería subterránea se concentra en aproximadamente 35 empresas mineras que requieren, por año, un promedio de 100 unidades de cargadores frontales de bajo perfil con capacidad de cuchara entre tres y 20 toneladas.

La necesidad de cargadores frontales de bajo perfil es cubierta al 100% por empresas dedicadas a la fabricación y distribución de equipos especializados para operaciones mineras subterráneas, todas ellas son de origen extranjero (Suecia, Estados Unidos, Finlandia).

El mercado de empresas contratistas es el más dinámico, pues son ellas mismas las que mayormente operan las unidades mineras. Estas compañías deben poder responder siempre a las necesidades de las empresas mineras con equipos en buen estado y con disponibilidad casi inmediata.

La estrategia tradicional que se ha manejado en el mercado de este tipo de equipos se define por dos componentes importantes:

- Precio, que es muy importante, sobre todo para las empresas contratistas que carecen de fuentes de financiamiento óptimas.
- Disponibilidad, lo que involucra que los proveedores deben de contar con equipos para entrega inmediata o pronta.

En líneas generales, la relación entre proveedor y cliente se centra en dos frentes: logística y operaciones.

- **Logística.** En esta área se realizan las negociaciones para la adquisición de equipos. Los *drivers* que maneja el área logística son precio, condiciones financieras y disponibilidad. Pesa mucho en la decisión el comportamiento del proveedor para el abastecimiento de repuestos y brindar el servicio de manera rápida y eficiente.
- **Operaciones.** En esta área se realiza la configuración y se define la necesidad de equipos y servicios para un período determinado. La división de Operaciones es muy importante, pues es donde se definen los presupuestos de compras y CAPEX para lograr la producción en períodos determinados, y sus *drivers* son productividad, costos de mantenimiento y rapidez de la posventa en el caso de emergencias.

Hasta el año 2007, el mercado de cargadores frontales estaba dividido entre dos marcas: Atlas Copco —hoy EPIROC— y Sandvik. Ambas comercializaban los equipos de acuerdo con los parámetros mencionados anteriormente; su oferta se basaba en venta de equipos con disponibilidad según demanda; si tenían en *stock* era netamente circunstancial. La única opción de adquirir los equipos era mediante *leasing* (bancario o con la banca interna de cada proveedor) o en efectivo. Estos proveedores no contemplaban el alquiler de equipos nuevos como una opción en su oferta, salvo en situaciones especiales en las que el cliente tenía una posición de ventaja en una negociación puntual (por ejemplo, adquisición de un volumen grande de equipos).

En el año 2008, Ferreyros —*dealer* de CAT en Perú— decidió ingresar al mercado de minería subterránea con cargadores frontales de bajo perfil de la marca Elphistone —marca que luego sería adquirida por CAT—. La estrategia planteada por Ferreyros tuvo tres frentes.

En primer lugar, utilizar el *leasing* operativo como herramienta importante para poder colocar los equipos. Funciona de la siguiente forma:

- El cliente pasa por una evaluación financiera.
- Una vez que aprueba dicha evaluación recibe una oferta con un financiamiento a 36 meses, brindado por CAT Financial, cuyas oficinas están en Chile.
- El cliente abona una cuota inicial (entre 10% y 20%), firma el contrato por un *leasing* operativo a 36 meses y puede hacer uso del equipo.
- Luego de los 36 meses, el cliente tiene la opción de adquirir el equipo en base a un valor residual previamente pactado y plasmado en el contrato, puede utilizar el equipo usado como parte de pago para obtener una unidad nueva, puede devolverlo o que el mismo pase por un *overhaul* completo que incluye el cambio de número de serie y de la totalidad de sus componentes.
- El acuerdo obliga al cliente a firmar un contrato de servicio en campo y abastecimiento de repuestos originales durante el tiempo que dure el arrendamiento financiero.

El segundo frente es la utilización del servicio posventa de Ferreyros, que tiene una muy buena reputación en el mercado minero de superficie y que la empresa transfirió de manera exitosa al mercado subterráneo.

El tercer frente involucra los canales de atención: Ferreyros vende sus repuestos y tiene clientes dedicados a la comercialización de estos en prácticamente todas las regiones del Perú.

Con ello se asegura que cualquier repuesto estuviera al alcance de sus clientes, sin importar su ubicación geográfica.

Con esta estrategia y con una agresiva política de manejo de *stock* en Perú, Ferreyros ha logrado a la fecha tener el 62% del mercado de cargadores frontales de bajo perfil, concentrado en los dos modelos que ofrece al mercado: el R1300G (de siete toneladas de capacidad de cuchara) y el R1600H (de diez toneladas de capacidad de cuchara).

2.2. Ingreso de KMC al mercado y definición de su estrategia

En el año 2016, la empresa Joy Global —hoy Komatsu Mining Corp., parte del grupo Komatsu— inició operaciones para el mercado de la minería subterránea en Perú (ver el Apéndice 6). En base a un estudio de mercado realizado en el año 2015, esta empresa se enfocó, principalmente, en la colocación de cargadores frontales. Los equipos que comercializa KMC tienen las siguientes características:

- Son fabricados en Sudbury, Canadá.
- Su precio de transferencia es alto en comparación con otras marcas que se fabrican en China.
- La tecnología con la que cuentan estos equipos es aún muy incipiente.
- No existe precedente en el mercado peruano de equipos de esta marca en aplicaciones de minería subterránea.

Se realizó una matriz FODA (ver la Tabla 2) para analizar las oportunidades que el mercado puede presentar considerando las fortalezas y debilidades de KMC.

Tabla 2. Matriz FODA para KMC

| | |
|---|--|
| FORTALEZAS | OPORTUNIDADES |
| Marca reconocida Equipo técnico con experiencia. Buen diseño de equipos. | Mercado concentrado Proveedores poco enfocados en productividad. Servicio de campo reactivo. |
| DEBILIDADES | AMENAZAS |
| Costos de transferencia altos. Limitada red de distribución. Cartera de productos reducida. | Costos de competidores bajos. Mix de equipos de competidores. Desventajas tecnológicas |







Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar, existen oportunidades interesantes que se generan, principalmente debido a que el mercado tiene pocos competidores y a que la posventa no es una prioridad como elemento diferenciador para los actuales proveedores.

Igualmente, hay un trabajo bastante fuerte que realizar para transferir el posicionamiento de la marca Komatsu a los productos para minería subterránea.

Se realizó una revisión de modelos de equipos con sus características principales (ver la Figura 1) a fin de establecer el nicho de mercado adecuado para lanzar determinados modelos de equipos. Este permitirá revisar qué estrategias diferenciadas se pueden plantear para la introducción de los equipos en el mercado subterráneo.

Figura 1. Modelos y marcas de equipos LHD

| MARCA | 3 Ton. | 4 Ton | 7 Ton | 10 Ton |
|---|----------|--------|--------|---------|
|  | | | R1300G | R1600H |
|  | | LH203 | LH307 | LH410 |
|  | | ST2G | ST7 | ST1030 |
|  | LT-270 | 4LD | LT-650 | LT-1051 |
|  | XYWJ-1,5 | XYWJ-2 | | |
|  | L-150 | | | |

Fuente: elaboración propia.

KMC tomó la decisión de concentrar esfuerzos en los mercados de cargadores frontales de bajo perfil de tres y cuatro toneladas (ver el Apéndice 3). Estos son mercados principalmente de contratistas mineros con poco acceso a financiamiento bancario y en donde la disponibilidad es clave para poder colocar los equipos. El modelo 4LD es la última versión mejorada y tiene características técnicas que marcan una ventaja con respecto a los equipos de la competencia (ver el apéndice 7), mientras que el LT-270 es un equipo que podría encontrar una demanda alta en contratistas pequeños. Por último, se consideró que la participación del líder del mercado

—Ferreyros— no era significativa, lo que permitiría un crecimiento inicial que no generaría una reacción fuerte de los competidores más grandes.

El mercado seleccionado tiene las siguientes características:

- Buscan precios bajos.
- Requieren disponibilidad inmediata de los equipos.
- Tienen limitaciones financieras que los obliga a comprar al contado o a alquilar equipos.
- No invierten en servicio técnico en campo.
- Utilizan repuestos alternativos por un tema de precios.
- Carecen de una planificación adecuada, tanto en adquisición de repuestos como en mantenimiento de equipos.
- Inversión casi nula para capacitación de los operadores (conductores) de los cargadores frontales.

Frente a este mercado, se definió una estrategia basada en varios frentes:

- **Logístico.** Contar con unidades en *stock* en Lima para entrega inmediata. Para ello, se empezó importando una unidad de tres toneladas en el año 2016 y tres unidades de cuatro toneladas —una en el año 2016 y dos en 2017—. El nivel de demanda que se fue encontrando requirió realizar más importaciones (ver la Tabla 3).

Tabla 3. Importaciones, 2016-2019

| Año | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------|------|------|------|------|
| 4LD | 1* | 2 | 4 | 6 |
| LT-270 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Nota: * La unidad importada en 2016 fue un LT-350, la versión anterior al 4LD, que tiene la misma capacidad de cuchara, pero un diseño con más prestaciones.

Fuente: elaboración propia.

El caso del equipo 4LD es interesante, pues encontró buena demanda del mercado de contratistas mineros. De las 13 unidades importadas, se han colocado nueve, dos están en *stock* y las otras dos llegarán a Perú en los próximos meses.

Para el caso del LT-270, su introducción en el mercado se vio limitada debido a consideraciones técnicas que no le permiten trabajar al 100% en alturas mayores a 3,000 metros sobre el nivel del mar.

Actualmente, se está manejando una proyección de la demanda de seis unidades del 4LD para el año 2019.

Con esta estrategia logística se logra incrementar las posibilidades de colocación de los equipos, pues, apenas surja la necesidad, la disponibilidad para la adquisición de estos será inmediata.

Para cubrir las necesidades de partes, se importaron repuestos a fin de abastecer la demanda proyectada. Como se cuenta con *stock* de componentes y repuestos críticos en Lima, se pueden abrir almacenes de consignación en las operaciones mineras que así lo requirieran. Como se verá más adelante, el manejo logístico saldrá beneficiado con el manejo de datos optimizando las existencias necesarias, de manera que no se genere un exceso de reservas ni tampoco se incurra en quiebres de *stock*.

- **Financiero.** Puesto que se debía contrarrestar el efecto de precios bajos de la competencia, se ideó un sistema de alquiler con opción de compra, en el que el plazo de dicho alquiler era de 36 meses, el mismo tiempo en que se deprecian contablemente estos equipos. El contrato es de carácter obligatorio e irrenunciable durante los 36 meses.

La mecánica para acceder a este tipo de contrato es la siguiente:

- El cliente pasa por una evaluación financiera por parte de KMC.
- Si la evaluación es positiva, se coordinan los términos del contrato.
- El contrato es a 36 meses obligatorios; para el cálculo de la cuota mensual se maneja una tasa de interés no menor de 6% y con un margen no menor de 10%.
- No requiere inicial.
- El cliente puede llevarse el equipo con la sola firma del contrato.
- El alquiler le permite al cliente ejercer la opción de compra del equipo durante el tiempo que dura el contrato; para ello, en el momento en el que decide adquirir el equipo, se recalcula el valor a pagar, descontando los alquileres pagados en los meses previos.
- El contrato tiene como requisito fundamental el de firmar un compromiso adicional de servicio técnico por el período que dure el arrendamiento. Durante ese tiempo, en base a una tarifa negociada, el cliente accederá al servicio de campo las 24 horas por 365 días.

- Al final del alquiler, el equipo pasa a ser propiedad del cliente.

Con este tipo de solución financiera, el cliente logra acceder a tener equipos con las siguientes ventajas:

- No requiere desembolsar una cuota inicial (que normalmente fluctúa entre 10% y 20% del precio del equipo).
- La obligación que adquiere no se refleja en el sistema financiero, pues la misma está dentro del marco de un alquiler.
- Accede a las prestaciones de un servicio técnico que le garantiza una alta disponibilidad del equipo durante su operación.

La respuesta a este tipo de propuesta es bastante positiva; la principal ventaja para el cliente es que no tiene que desembolsar un monto inicial.

- **Servicio técnico.** Se organizó el área de servicio técnico buscando que trabaje de manera coordinada con el área comercial. Para ello, se establece un organigrama en el que ambas áreas interactúan como una sola para brindar soporte en campo y, eventualmente, realizar trabajos menores de acondicionamiento de los equipos para su entrega (ver el Apéndice 8). El trabajo en campo se definió considerando la captura de datos relevantes de los equipos, sin importar si estos poseen sistemas de telemetría automáticos.

El servicio técnico trabaja bajo un sistema que tiene como objetivo brindar una respuesta rápida en caso de emergencias. Para esto, hay una persona volante que se encarga de atender las emergencias en días no laborables o feriados. El objetivo es que el equipo tenga la mayor disponibilidad mecánica posible, para que la productividad del cliente no se vea afectada.

- **Manejo de datos.** Se planificó un sistema de captación de datos en las operaciones en donde hubiera técnicos en campo de manera constante. Esto permitió que, con la participación de un *planner*, se lograra obtener un seguimiento con KPI que permitía demostrar el verdadero rendimiento de los equipos. Este análisis no solo brindaba información de los equipos, sino que, gestionado de manera adecuada, permitía reconocer puntos de mejora en la operación en general, cuyos resultados redundaron en una mayor productividad para el cliente.

Este frente presenta varios puntos favorables, no solo como elemento diferenciador, sino por su efecto positivo en la organización interna



Capítulo 3. Riesgo de la estrategia

3.1. Análisis

Dado que la estrategia planteada tiene varias aristas, serán analizadas según el área de impacto:

- **Financiero.** La estrategia planteada exige que el cliente utilice el equipo por 36 meses, tiempo durante el cual el equipo se mantendrá en propiedad de KMC. Por esto, existe un riesgo debido a decisiones que escapan a ambas partes, como:
 - a. Finalización abrupta de labores en la operación: este escenario escapa a la responsabilidad del cliente (sobre todo de los contratistas mineros). Sin embargo, si sucediera, provocaría que el equipo deba regresar a *stock*, provocando una contingencia logística y financiera.
 - b. Falta de liquidez del cliente: si por razones operativas el cliente tuviera problemas de liquidez, generaría un conflicto de caja, pues más allá de la evaluación financiera no se le solicita otra garantía para que pueda cumplir con sus obligaciones de manera puntual.
 - c. Exposición a riesgo cambiario: el cliente debe tener el acuerdo con la operación minera en dólares estadounidenses, pues el acuerdo a 36 meses es en dicha moneda.
 - d. El 59% de los equipos colocados en Perú están bajo el sistema de alquiler a 36 meses, lo que los deja muy expuestos a lo que pueda pasar con los precios de los minerales (cierre parcial de operaciones o reducción de la necesidad de flota de los clientes).
- **Logístico.** Puesto que el acuerdo implica abrir un almacén de consignación en la unidad minera, el riesgo de tener *stock* inmovilizado es alto y el mismo está a cargo del proveedor, lo que podría tener un impacto negativo, y requiere un control muy exhaustivo del personal en mina.
- **Manejo de datos.** Puesto que es un elemento importante —no solo como diferenciador, sino también como pieza clave en el control operativo—, cualquier falla en este proceso puede llevar a errores en el manejo de existencias, mejoras en productividad y control de los costos de mantenimiento.

- **Servicio técnico.** Dado que el mercado objetivo no está acostumbrado a invertir en servicio técnico, las negociaciones para brindar este servicio no podrán generar márgenes altos.

3.2. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos fueron muy positivos y mejores que los que inicialmente se esperaba:

- Se consiguió una penetración del 22% en el mercado de cargadores frontales de bajo perfil de cuatro toneladas.
- Los clientes indicaron que la ventaja que veían como elemento diferenciador era el alquiler a 36 meses y el manejo de datos.
- Al tener un control bastante completo, se logró mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos del 50%-55% al 92%, con lo que el nivel de producción se incrementó en un 30%.
- Con una adecuada disponibilidad mecánica, los ojos de la operación están más enfocados en sacar el máximo provecho a los equipos, por lo que el impacto en el porcentaje de utilización también fue positivo: del 45% se elevó hasta el 70%, generando una mayor producción y aumentando los ingresos de la compañía.
- Se logró crear una relación positiva entre operadores y técnicos de mantenimiento. Dado que ambos fueron instruidos como un *team*, lograron interiorizar el concepto de trabajo en equipo con el objetivo de mejorar la operatividad de los equipos materia de estudio.
- Se modificó completamente el papel del técnico de mantenimiento, brindándole una dimensión adicional al concepto tradicional. Ya no se encargaba solo de reparar o solucionar los problemas de manera reactiva, sino que participaba de manera protagónica en el proceso de anticiparse a la ocurrencia de problemas, aportando con su experiencia y conocimiento de campo en el análisis de la información que se generaba.
- La gestión logística también se vio beneficiada, pues pasó de ser un proceso netamente estadístico a ser un proceso más dinámico, en donde el área técnica aportaba con su

análisis de vida útil esperada en base a las condiciones de trabajo, traducándose esto en un manejo más eficiente de *stocks* y logrando un nivel de rotación adecuado.

- La vida útil de los componentes, de los repuestos y del equipo en general tendrán una mejora considerable, pues el equipo está recibiendo un mantenimiento más proactivo, en el que el objetivo no es reparar de manera reactiva, sino estar en la búsqueda constante de rastros que lleven a poder anticiparse a cualquier problema potencial.
- Se ha empezado a desarrollar el concepto del costo de oportunidad asociado a la disponibilidad mecánica, que indica un aproximado del costo de cada unidad porcentual del KPI (ver el Apéndice 4).

3.3. Retos pendientes y siguientes pasos

Entre los retos más próximos se debe considerar la utilización de la tecnología para lograr mayor dinamismo en el análisis de los datos; que no solo sea veloz para saber de un vistazo el estado de la operación, sino también que la información pueda estar disponible de manera rápida y sencilla a todos quienes puedan aportar con su análisis para incrementar la eficiencia de las operaciones. Por eso, debe tenerse en cuenta:

- El almacenamiento, utilización y manejo de datos desde la nube se convierte en el próximo paso a seguir. La accesibilidad a internet de manera óptima es aún muy baja en las operaciones mineras; sin embargo, con una red dedicada o acceso a datos desde un móvil se puede salvar esta situación.
- La utilización de *software* especializado para la creación de *dashboards* que permitan una forma más dinámica de mostrar la información. El análisis multivariable, por ejemplo, se volvería más sencillo simplemente eligiendo diferentes variables y combinándolas de manera de que se pueda visualizar en un tipo de gráfico distinto.
- Se debe insistir en que los técnicos mecánicos tengan una participación más activa en el análisis de los resultados: pasar del técnico que cumple una rutina al técnico que ve las operaciones de manera más proactiva.

Conclusiones

A continuación, se resumen las conclusiones, que abordan diferentes aspectos: estrategia, tecnología, procesamiento de datos e información, impacto sobre las relaciones humanas, costo y vida útil de los equipos, procesos logísticos, productividad, prevención, rotación, inversión.

La estrategia establecida por KMC es la adecuada, permitiendo a la marca ingresar al mercado, pese a tener costos altos y ser una marca nueva.

No es necesario contar con equipos de alta tecnología para poder tener una base de datos que permita realizar un análisis conducente a mejorar la productividad de una operación minera.

El proceso de trabajo con datos y generación de información tiene un fuerte impacto en el perfil de los técnicos, así como en su participación para alcanzar una mayor productividad, a menores costos, de los equipos mineros.

El impacto sobre las relaciones entre los integrantes del equipo de mantenimiento, operadores y otras áreas se vuelve más positiva.

Los equipos contemplados bajo este proceso de control tienen una vida útil mayor a un costo más bajo, en comparación con los equipos que no son sometidos al análisis basado en los datos que se pueden obtener de ellos.

Es posible lograr una mejora sustancial en los procesos logísticos optimizando los procedimientos y recursos requeridos en dicha área.

La productividad de los equipos se incrementa notablemente. Asimismo, las mejoras en confiabilidad permiten que los esfuerzos se concentren en cómo maximizar la utilización de los equipos y no en repararlos.

Se cambia radicalmente el concepto de mantenimiento preventivo volviéndolo un proceso más proactivo, menos reactivo y más predictivo, a un costo relativamente bajo.

Existen variables transversales que tienen siempre un impacto sobre los resultados de operación de los equipos y que deben ser considerados en los análisis a realizar; por ejemplo, la rotación de operadores.

La inversión requerida para este tipo de procesos es relativamente baja. Este proyecto se viene trabajando con los mismos *software* y *hardware* con los que se desarrollan las actividades que comúnmente se realizan hoy en día en cualquier operación minera subterránea.

Esta estrategia puede ser replicada por cualquier competidor, siempre y cuando esté dispuesto a pasar por la curva de aprendizaje. En el caso de KMC, le tomó aproximadamente dos años.

Proveedor que no busque explotar el manejo de datos de manera que lo incorpore como parte de sus fortalezas para establecer mejores estrategias comerciales, no podrá salir de negociaciones cuyos principales componentes serán el precio y el tiempo de entrega.



Bibliografía

- Ministerio de Energía y Minas [MEM]. (2018a). *Mapa de principales unidades mineras en producción* [Tabla]. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/MAPAS/2018/2018PRODUCCION.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas [MEM]. (2018b). *Perú, principales unidades mineras en producción* [Mapa]. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/MAPAS/2018/2018PRODUCCION.pdf>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [Ingemmet]. (s. f.). *Mapa geológico del Perú* [Figura]. Recuperado de <https://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/713984/GEOLOGICO+-+22.05.2018.pdf>



Apéndices







Apéndice 1. Depósitos de minerales

| TIPO | FORMA | DIMENSIONES | MINADO | MINERAL RELACIONADO | EJEMPLO |
|-----------------------|--|--|--|---------------------|-----------------------------|
| Vetas | Tabular de espesor pequeño | Desde 10cm hasta 80cm | Subterráneo | Oro | Cía. Minera Poderosa, MARSA |
| Cuerpos mineralizados | Forma irregular, espesor variable | Desde 40cm hasta 2m. | Subterráneo | Zinc, plomo, cobre | Yauli |
| Mantos | Tabular semihorizontal, de gran espesor. | Desde 1m hasta 8m o más. | Subterráneo masivo | Cobre, zinc, plomo | Cerro Lindo |
| Chimeneas | Tubular, de dimensiones variables | La altura es de proporción de 3 a 1 respecto al diámetro de la chimenea. | Subterráneo masivo / Superficial (<i>open pit</i>) | Cobre, zinc, plomo | Antamina |
| Diseminaciones | Forma irregular, el mineral está diseminado en la roca | | Superficial (<i>open pit</i>) | Oro, cobre | Yanacocha |

Fuente: elaboración propia.



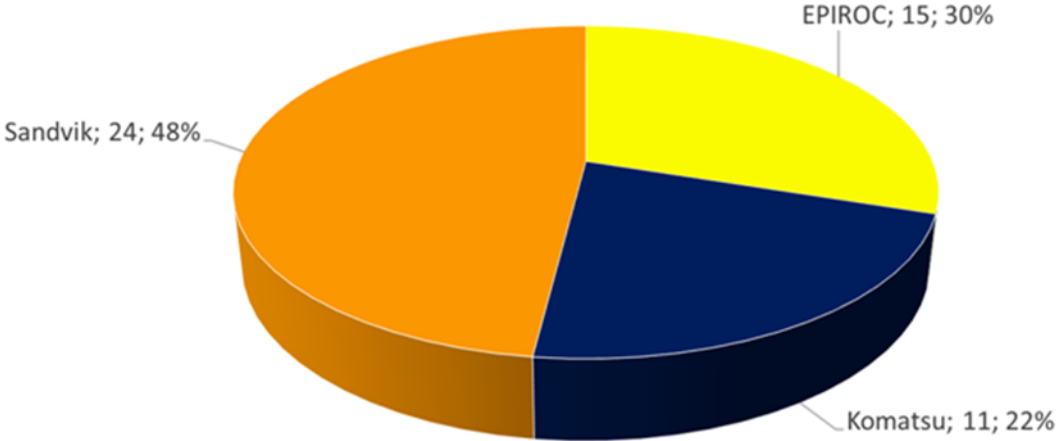
Apéndice 2. Depósitos de minerales, tipo de equipos y dimensiones de sección

| Depósito de mineral | Dimensiones mínimas (ancho x alto) | Perforación | Carguío y acarreo |
|---------------------|------------------------------------|---|--|
| Vetas | 1m x 1m |  |  |
| Cuerpo mineralizado | 2.5m x 2.5m |  |  |
| Mantos | 5m x 5m |  |  |

Fuente: elaboración propia.



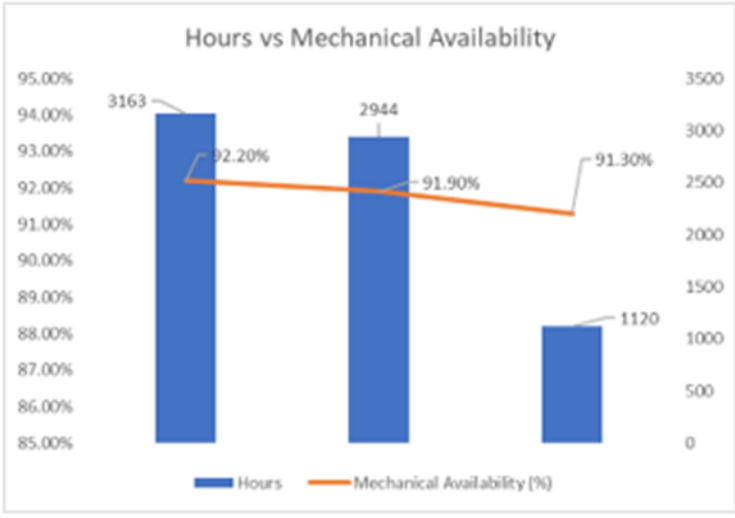
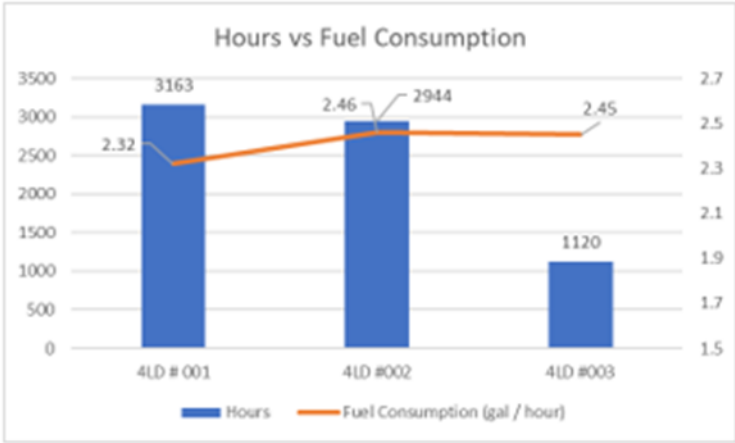
Apéndice 3. Distribución del mercado LHD 4 toneladas



Fuente: elaboración propia.



Apéndice 4. Principales KPI utilizados



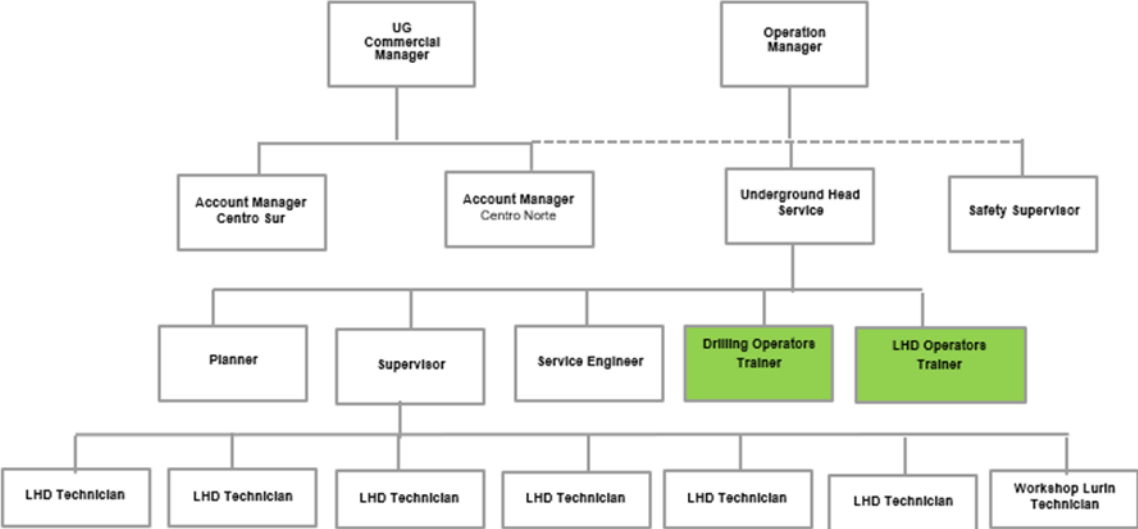
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Cuadro comparativo de marcas en equipos LHD

| MARCA | CALIDAD / TECNOLOGÍA | NIVEL DE SERVICIO | PRECIO | COBERTURA Y ENTREGA | MARKET SHARE |
|---|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|-----------------|
|  | BUENA / BAJA | MUY BUENO COSTO ALTO BÁSICO | ES LA REFERENCIA | AMPLIA BUEN TIEMPO DE ENTREGA | 62% |
|  | BUENA / MEDIA A ALTA | BUENO COSTO ALTO BÁSICO | MUY BAJO | LIMITADO BUEN TIEMPO DE ENTREGA | 19% |
|  | BUENA / MEDIA A ALTA | BUENO COSTO MUY ALTO BÁSICO | BAJO | LIMITADO (LIMA- AREQUIPA) MALOS TIEMPOS DE ENTREGA | 13% |
|  | BUENA / BAJA | MUY BUENO COSTO BAJO AVANZADO | ALTO | LIMITADO BUEN TIEMPO DE ENTREGA | 5% |
|  | MUY MALA / BAJA | NO TIENE | EXTREMADA- MENTE BAJO | NULAS | 0.8% |
|  | MALA / BAJA | MALO BÁSICO | BAJO | MUY LIMITADAS | 0.2% |

Fuente: elaboración propia.

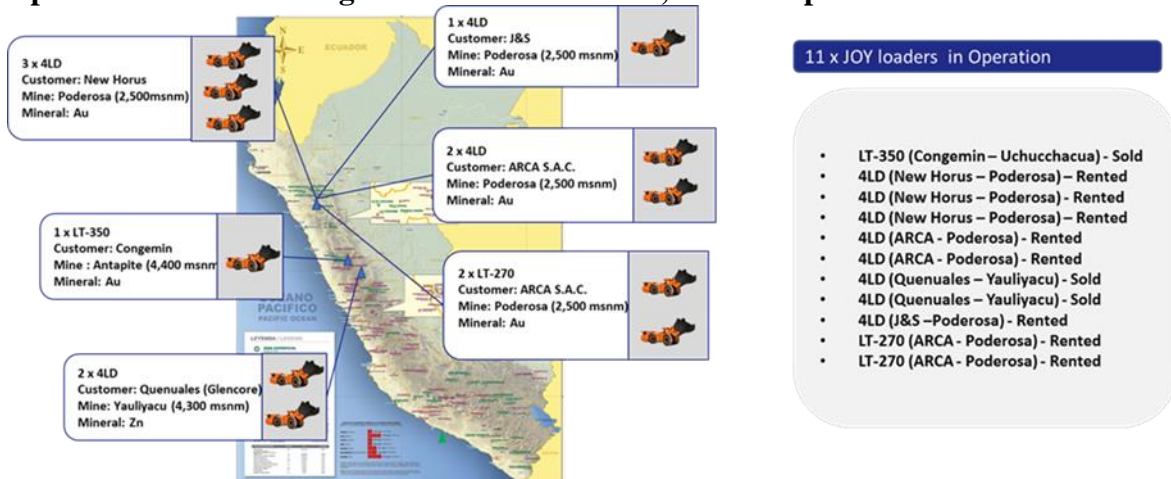
Apéndice 6. Organigrama del Área de Minería Subterránea de Komatsu Mining Corp.



Fuente: elaboración propia.



Apéndice 7. Flota de cargadores frontales KMC, mercado peruano



Fuente: elaboración propia.



Apéndice 8. Proceso de obtención de datos

Definición de pasos

Para poder desarrollar el presente trabajo se tuvo que realizar un análisis basado principalmente en el proceso de mantenimiento de los equipos. Este proceso nos permite, sin afectar a la operación, revisar el equipo y tomar nota de todos los datos posibles. Por ello, se determinó plantear los siguientes pasos:

1. Definición de datos por obtener; generación de estos datos.
2. Captación de los datos; definición del proceso a seguir, frecuencia, herramientas requeridas,
3. Almacenaje de los datos, definición del medio a utilizar considerando el análisis posterior, así como su versatilidad para poder ser compartido.
4. Auditoría de datos recolectados; revisión de los datos obtenidos, así como definición de su utilización según el volumen obtenido.
5. Definición de KPI; en base a los datos obtenidos se definen los KPI a utilizar para poder realizar un análisis apropiado de la operación.
6. Generación de reportes; definición del *dashboard* a utilizar para el análisis de los datos obtenidos.

Cada uno de los pasos mencionados deberá ser ejecutado por el personal de mantenimiento, quienes tendrán que incluir en su rutina diaria la recolección de datos.

Definición de datos por obtener

Los datos disponibles están determinados, principalmente, por los equipos de los cuales se extraerán los datos. Para ello, se debe considerar que:

1. Los equipos base de este trabajo son equipos sin ningún tipo de automatización, son equipos que trabajan con motores diésel y con la siguiente configuración:
 - a. Cargadores frontales de bajo perfil de 2.5 yd³ (4 ton) de capacidad de cuchara.
2. Los equipos trabajan en dos turnos o guardias de 12 horas nominales por día.
3. Entre guardias, los equipos se detienen para inspección y ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos programados, siguiendo un plan establecido con anterioridad.

Este tipo de equipos brinda de antemano los siguientes datos:

- a. Horómetros de motor, aparece en pantalla y se va acumulando a medida que el motor se mantiene encendido.
- b. Nivel de combustible, con una capacidad máxima de tanque de 129 litros para los cargadores y de 317 en los camiones; el consumo se va contrastando con las condiciones de trabajo (pendientes, temperatura, etc.).
- c. Nivel de temperatura, del cual se tomará la temperatura del motor para realizar el control y análisis del consumo de lubricantes en general.

Adicionalmente a los datos generados por el equipo, hay que considerar que como parte del trabajo estandarizado de los técnicos en mina se puede obtener:

1. Consumo de repuestos, que pueden ser separados dentro del formato de vales de salida utilizados por el tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo).
2. Horas netas utilizadas para el mantenimiento de cada equipo.
3. Toneladas movidas por equipo; este dato se puede tomar de dos maneras: instalando un sensor de pesaje en la cuchara o tolva, o definiendo un estándar de “cubicaje” de manera de considerar un número promedio en base al pesaje establecido en las valorizaciones o en la balanza.

Captación de los datos

Dado que el momento más adecuado para captar los datos es entre guardias y/o durante la ejecución de los mantenimientos (programados o no programados), se decidió que la persona que debía tomar los datos de los equipos sería el técnico encargado del mantenimiento y revisión del equipo.

Para los efectos del proyecto, el usuario contaba con el servicio de un técnico a tiempo completo los 30 días del mes durante el tiempo que tuviera el equipo operando.

Dado esto, se deberá establecer un entrenamiento adicional que derive finalmente en tener a un técnico no solo capacitado para brindar el mantenimiento del equipo, sino que también esté preparado para:

1. Captar datos de los equipos durante cada intervención.
2. Definir en base a criterios técnicos y de operación la frecuencia en la toma de los datos del equipo.
3. Desarrollar el criterio para discernir respecto a los datos que está tomando para confirmar la fiabilidad de estos.
4. Su involucramiento directo en el posterior análisis de la información que se generará con los datos que recolectará.
5. Capacitación adicional en el uso de hojas de cálculo y uso de tablas dinámicas.

Almacenamiento de los datos

La herramienta que se eligió para el almacenamiento de los datos es el *software* Excel, que es el más utilizado y mostró mayor versatilidad y flexibilidad para poder realizar no solo el almacenamiento, sino que es muy práctico para poder exportar posteriormente los datos a un *software* que permita manejar los datos acumulados cuando estos tengan demasiado tamaño.

Los archivos son compartidos mediante:

- Correo electrónico; por esta vía se envía el formato actualizado al ingeniero, quien se encarga de la tarea de auditar y generar los KPI requeridos.
- Actualización directa en la nube; para esta tarea se requiere una conexión a internet constante para no perder los datos durante su ingreso.

Auditoría de datos

Se utilizó auditoría manual inicialmente, pues la cantidad de datos almacenados no era de mayor magnitud, y se realizaron simulaciones con los datos para poder detectar cualquier irregularidad que no cumpliera con los resultados lógicos.

Este proceso permitió detectar anomalías durante la operación, como por ejemplo errores en la asignación de precios de repuestos, revisión de la frecuencia de toma de datos, así como revisión constante del proceso de toma de datos.

Durante la auditoría de los datos no hubo solo consideraciones estadísticas, sino también conocimientos técnicos de los equipos que generaban los datos para poder encontrar una explicación a cada dato que pudiera provocar “ruido” en la generación de la información requerida.

Durante la ejecución del trabajo en campo, incluso se puede encontrar que los datos que puedan generar cierto “ruido”, analizados desde una perspectiva más técnica y menos estadística, llevarán a un círculo virtuoso de detección temprana de potenciales problemas.

Definición de KPI

En base a las condiciones de mina y a la facilidad para poder obtener los datos, así como el tipo de operación, se definieron los principales indicadores:

- Horas de operación por guardia, por día y por mes.
 - Datos requeridos: horas tomadas en cada intervención.
- Horas de parada de los equipos, dividido en paradas programadas y paradas por intervenciones de tipo correctivo.

- Datos requeridos: horas tomadas en cada intervención, disgregándolas en tipo de intervención (correctiva o programada).
- Disponibilidad mecánica.
 - Datos requeridos: horas de operación y horas de parada.
- Porcentaje de utilización.
 - Datos requeridos: horas disponibles y horas de operación.
- Costos horarios de repuestos, divididos en costos por mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos.
 - Datos requeridos: horas de operación, consumo de repuestos, costos de repuestos.
- Consumo de combustible por hora, así como el costo horario de combustible.
 - Datos requeridos: horas de operación, galones de combustible utilizado, costo del galón de combustible.
- Asimismo, se definieron los siguientes datos para poder tener mayor capacidad de análisis de las condiciones de trabajo:
 - Temperatura ambiente.
 - Pendiente de la zona de trabajo.
 - Control de emisiones del motor diésel.
 - Calendario de rotación de operadores.

Para poder tener una visión más general de los datos requeridos, se recomienda ver el Apéndice 4, en donde se colocaron los datos requeridos por cada KPI a generar, así como los datos que son transversales para el análisis de los indicadores a generar.

- **Generación de reportes**

Los reportes por generar juegan un papel importantísimo debido a que deben cumplir con un requisito fundamental: resumir adecuadamente con pocos KPI el estado de la operación y de una sola mirada permitir al usuario obtener la información más relevante para poder tomar decisiones rápidas. Para el caso en cuestión, los KPI considerados para ser mostrados en el *dashboard* fueron:

- **Disponibilidad mecánica:** La línea base es 85%, la fórmula a utilizar es:

$$Disp(\%) = \left(\frac{H Pr o g - (H Mant P + H Re p M + H Re p E)}{H Pr o g} \right) \times 100$$

H Pr o g = Horas Pr o gramadas

H Mant P = Horas de Mantenimiento Pr e ventivo

H Re p M = Horas de Reparaciones Mecánicas

H Re p E = Horas de Reparaciones Eléctricas

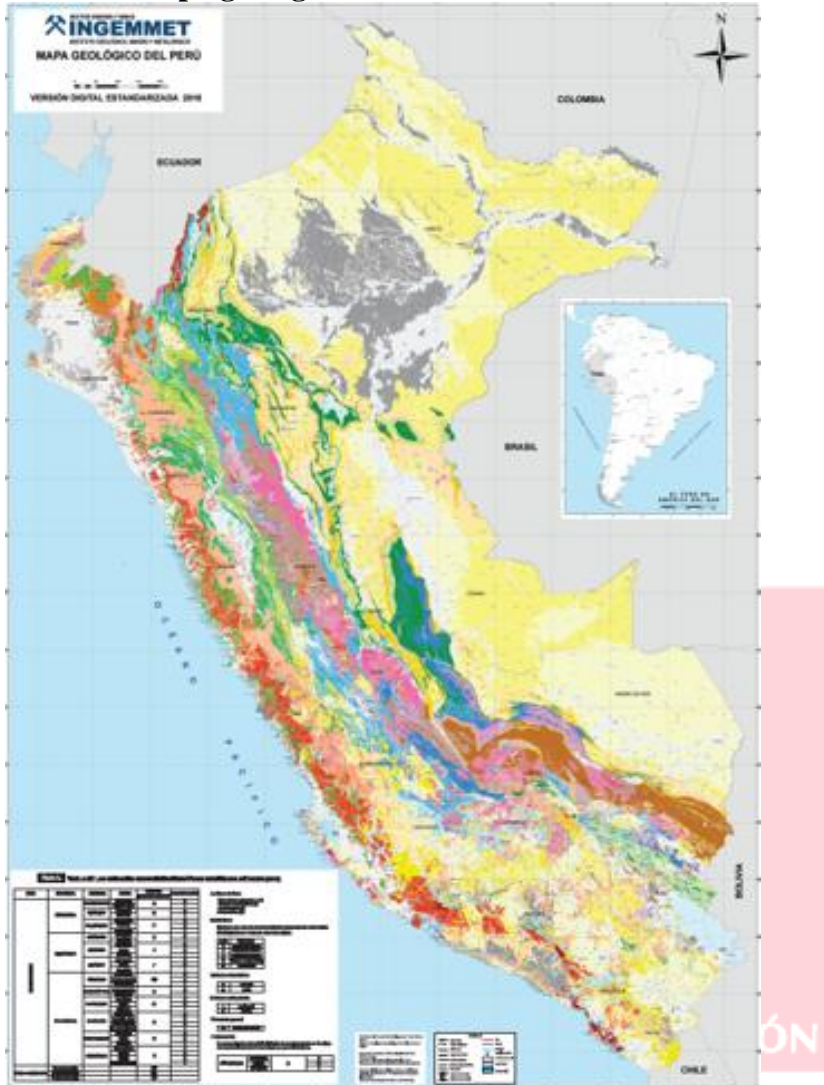
Costo horario de repuestos: este KPI va a ir mostrando la tendencia no solo en costos preventivos sino también en costos correctivos.

Consumo de combustible: este KPI brindará una primera aproximación al comportamiento del motor y adelantará consumos excesivos.

Frecuencia de intervenciones correctivas: que brindará la oportunidad de poder detectar a tiempo cualquier problema en sus inicios.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Mapa geológico del Perú



Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [Ingemmet] (s. f.).

Anexo 3. Unidades mineras subterráneas en operación

| TITULAR | UNIDAD | REGIÓN | PROVINCIA | PRODUCTO |
|--|-------------------------|--------------|----------------------|----------------------------|
| BREXIA GOLDPLATA PERÚ S.A.C. | EL SANTO | AREQUIPA | CAYLLOMA | Pb, Zn, Au, Ag |
| BREXIA GOLDPLATA PERÚ S.A.C. | SUYCKUTAMBO | CUSCO | ESPINAR | Pb, Zn, Au, Ag |
| CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. | CATALINA HUANCA | AYACUCHO | VÍCTOR FAJARDO | Cu, Pb, Zn, Au, Ag |
| CENTURY MINING PERU S.A.C. | SAN JUAN DE AREQUIPA | AREQUIPA | CONDESUYOS | Au |
| COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. | JULCANI | HUANCAVELICA | ANGARAES | Cu, Pb, Au, Ag |
| COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. | MALLAY | LIMA | OYON | Pb, Zn, Au, Ag |
| COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. | ORCOPAMPA | AREQUIPA | CASTILLA | Au, Ag |
| COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. | TAMBOMAYO | AREQUIPA | CAYLLOMA | Pb, Zn, Au, Ag |
| COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. | UCHUCCHACUA | LIMA | OYON | Pb, Zn, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C. | ARCATA | AREQUIPA | CONDESUYOS | Pb, Zn, Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C. | INMACULADA | AYACUCHO | PAUCAR DEL SARA SARA | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C. | PALLANCATA | AYACUCHO | PARINACOCHAS | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA ARGENTUM S.A. | ANTICONA | JUNÍN | YAULI | Zn, Ag, Cu, Pb |
| COMPAÑÍA MINERA ARGENTUM S.A. | MANUELITA | JUNÍN | YAULI | Pb, Zn, Ag, Cu |
| COMPAÑÍA MINERA ARGENTUM S.A. | MOROCHOCHA | JUNÍN | YAULI | Pb, Zn, Ag, Cu |
| COMPAÑÍA MINERA ATACUCHA S.A.A. | ATACUCHA | PASCO | PASCO | Pb, Zn, Au, Ag, Cu, Bi |
| COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A. | SANTA ROSA | LA LIBERTAD | SANTIAGO DE CHUCO | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C. | CAPITANA | AREQUIPA | CARAVELI | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C. | CHACCHUILLE | AREQUIPA | CARAVELI | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C. | TAMBOJASA | AREQUIPA | CARAVELI | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A. | AMERICANA | JUNÍN | YAULI | Zn, Ag, Cu, Pb |
| COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C. | ANIMON | PASCO | PASCO | Zn, Ag, Cu, Pb |
| COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE S.A. | CONDESTABLE | LIMA | CAÑETE | Cu, Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A. | HUACHOCOLPA | HUANCAVELICA | HUANCAVELICA | Pb, Zn, Ag, Cu |
| COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S.A. | HUANCAPETI | ANCASH | AIJA | Pb, Zn, Au, Ag, As, Bi, Mn |
| COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.A. | CERRO LINDO | ICA | CHINCHA | Zn, Ag, Pb, Cu |
| COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A. | LA PODEROSA DE TRUJILLO | LA LIBERTAD | PATAZ | Au, Ag |

| | | | | <i>Continuación</i> |
|---|-----------------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A. | LIBERTAD | LA LIBERTAD | PATAZ | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A. | MARÍA ANTONIETA | LA LIBERTAD | PATAZ | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A. | SAN BENITO P.B. | LA LIBERTAD | PATAZ | Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA QUIRUVILCA S.A. | QUIRUVILCA | LA LIBERTAD | SANTIAGO DE CHUCO | Cu, Pb, Zn, Au, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA RAURA S.A. | RAURA | HUÁNUCO | LAURICOCHA | Zn, Ag, Pb, Cu |
| COMPAÑÍA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A.A. | PALMAPATA | JUNÍN | CHANCHAMAYO | Pb, Zn |
| COMPAÑÍA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A.A. | SAN VICENTE | JUNÍN | CHANCHAMAYO | Pb, Zn |
| COMPAÑÍA MINERA SAN VALENTÍN S.A. | SAN PEDRO | LIMA | YAUYOS | Cu, Pb, Zn, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. | EL RECUERDO | ANCASH | BOLOGNESI | Cu, Pb, Zn, Ag |
| COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. | SANTA LUISA | ANCASH | BOLOGNESI | Cu, Pb, Zn, Ag |
| CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A. | LOS ZAMBOS | LA LIBERTAD | PATAZ | Au |
| CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A. | PARCOY N° 1 | LA LIBERTAD | PATAZ | Au |
| CORI PUNO S.A.C. | CORI RIQUEZA | PUNO | SANDIA | Au |
| CORI PUNO S.A.C. | QORI UNTUCA | PUNO | SANDIA | Au |
| DOE RUN PERU S.R.L. EN LIQUIDACIÓN EN MARCHA | COBRIZA 1126 | HUANCAVELICA | CHURCAMP | Cu, Ag |
| EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. | CASAPALCA | LIMA | HUARACHIRI | Cu, Pb, Zn, Ag |
| EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. | YAULIYACU | LIMA | HUARACHIRI | Zn, Ag, Pb, Cu |
| KARTIKAY PERUVIAN MINING COMPANY S.A.C. | LOS INCAS | ICA | NASCA | Cu, Pb, Zn, Au, Ag |
| MILPO ANDINA PERU S.A.C. | MILPO N°1 | PASCO | PASCO | Cu, Pb, Zn, Au, Ag |
| MINERA COLIBRÍ S.A.C. | DOBLE D | AREQUIPA | CARAVELI | Au |
| MINERA COLQUISIRI S.A. | MARÍA TERESA | LIMA | HUARAL | Zn, Ag, Cu, Pb |
| MINERA TITÁN DEL PERÚ S.R.L. | BELÉN | AREQUIPA | CARAVELI | Cu, Au, Ag |
| MINERA TUNGSTENO MÁLAGA DEL PERÚ S.A. | EL SAUCO | ANCASH | PALLASCA | W |
| MINSUR S.A. | QUENAMARI-SAN RAFAEL | PUNO | MELGAR | Sn |
| NYRSTAR ANCASH S.A. | CONTONGA | ANCASH | HUARI | Cu, Pb, Zn, Ag |
| PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A. | HUARON | PASCO | PASCO | Pb, Zn, Au, Ag, Cu |
| SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. | AUSTRIA DUVAZ | JUNÍN | YAULI | Pb, Zn, Ag, Cu |
| SOCIEDAD MINERA CORONA S.A. | YAURICOCHA | LIMA | YAUYOS | Zn, Ag, Cu, Pb |
| TREVALI PERÚ S.A.C. | SANTANDER | LIMA | HUARAL | Pb, Zn, Ag, Cu |
| VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. | CARAHUACRA | JUNÍN | YAULI | Zn, Ag, Cu, Pb |

| | | | | |
|-------------------------------|----------------------|-------|-------|----------------|
| VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. | MORADA | JUNÍN | YAULI | Cu, Pb, Zn, Ag |
| VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. | SAN CRISTÓBAL | JUNÍN | YAULI | Cu, Pb, Zn, Ag |
| VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. | TICLIO | JUNÍN | YAULI | Cu, Pb, Zn, Ag |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2018a).

