

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ
Escuela de Posgrado**



Innovación en la gestión de mantenimiento: desarrollo de una plataforma web para la gestión de reparaciones con proveedores externos

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Maestro en Regulación, Gestión y Economía Minera que presenta:

Edwin Piero Barrios Pinto

Asesor:

Emilio Gómez de la Torre Gutierrez

Lima, 2025


Informe de Similitud

Yo, Emilio Gómez de la Torre Gutierrez, docente de la Facultad de Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado Innovación en la gestión de mantenimiento: desarrollo de una plataforma web para la gestión de reparaciones con proveedores externos de el autor Edwin Piero Barrios Pinto dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 9/07/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 15 de Julio del 2025

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: Gómez de la Torre Gutierrez, Emilio	
DNI: 42240563	Firma 
ORCID: 0000-0002-1181-3379	



*Dedicado para quienes siempre confiaron
en mí, el pilar de mi vida: Liam Gael, mi
esposible Ingrid Gianella, mi papá Edwin,
mi mamá Luz, mi hermano Diego, el
estimado Rodrigo y el gran Sheriff.*

RESUMEN

Este estudio busca principalmente mejorar la rentabilidad y eficacia en las operaciones mineras mediante la digitalización de los procesos de mantenimiento. Entonces, se propone una herramienta informativa que facilite el seguimiento y control del sentido lógico de reparaciones con empresas terceras (proveedores externos), afinando la comunicación y la gestión de actividades de mantenimiento.

La investigación consiste en un estudio detallado de la cadena de suministro y la gestión de equipos pesados o Trackless (activos no corrientes) en la industria minera, recalando la notabilidad de incorporar tecnologías emergentes y metodologías logísticas para abordar los desafíos del rubro minero. Se examinan los intérpretes en la cadena de suministro y se exploran sus funciones, conjuntamente de la importancia de un enfoque más sinérgico entre la gestión logística operativa de la empresa.

La metodología utilizada contempla un enfoque cualitativo y cuantitativo, con la puesta en marcha de un arquetipo de plataforma digital que brinda a los usuarios la posibilidad de obtener data convertida en información en tiempo real, monitorear y/o vigilar el avance de las reparaciones y afinar la distribución de recursos empresariales (ERP). Los hallazgos señalan que la digitalización no solo reduce los períodos de parada de los equipos, sino que también fomenta una transparencia y eficacia incrementadas en las actividades de conservación.

Para finiquitar, la importancia del presente trabajo de investigación radica en la necesidad de efectuar nuevas tácticas de mantenimiento y la aplicación de tecnologías vanguardistas en la minería, proponiendo un modelo moderno que puede ser replicado e inclusive, mejorado en la minería o en otras industrias con el objetivo general de perfeccionar la gestión de activos y la rentabilidad del foco de negocio de la empresa.

Palabras clave: Gestión de Activos, Cadena de Suministro, Equipos Trackless

ABSTRACT

This study primarily seeks to improve profitability and efficiency in mining operations through the digitalization of maintenance processes. Therefore, an information tool is proposed to facilitate the tracking and control of the logical direction of repairs with third-party companies (external suppliers), refining communication and the management of maintenance activities.

The research consists of a detailed study of the supply chain and the management of heavy or trackless equipment (non-current assets) in the mining industry, highlighting the importance of incorporating emerging technologies and logistics methodologies to address the challenges of the mining sector. The actors in the supply chain are examined and their functions are explored, along with the importance of a more synergistic approach between the company's operational logistics management.

The methodology used includes a qualitative and quantitative approach, with the implementation of a digital platform archetype that gives users the ability to obtain data converted into real-time information, monitor and/or supervise the progress of repairs, and fine-tune the distribution of enterprise resources (ERP). The findings indicate that digitalization not only reduces equipment downtime but also fosters increased transparency and efficiency in maintenance activities.

Finally, the importance of this research lies in the need for new maintenance tactics and the application of cutting-edge technologies in mining, proposing a modern model that can be replicated and even improved in mining or other industries with the overall goal of improving asset management and the profitability of the company's core business.

Key words: Asset Management, Supply Chain, Trackless Equipment

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ASPECTOS TEMÁTICOS.....	1
1.1 Tema y Problema General.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
1.3.1 Hipótesis general.....	2
1.3.2 Hipótesis específicas.....	2
1.4 Enfoque Metodológico.....	3
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE.....	4
2.1 Cadena de Suministro (Supply Chain).....	4
2.1.1 Definición y segmentación de la cadena de suministro.....	4
2.1.2 Cadena de suministro en la minería peruana.....	7
2.1.3 Principales actores y su rol en la cadena de suministro.....	10
2.1.4 Gestión de Proveedores.....	12
2.2 Área de Gestión de Activos (Asset Management).....	14
2.2.1 Conceptos Fundamentales de Gestión de Activos.....	14
2.2.2 Ciclo de Vida de los Activos.....	17
2.2.3 Gestión de reparaciones con proveedores externos.....	18
2.3 Optimización de Procesos.....	18
2.3.1 Teoría del proceso.....	18
2.3.2 Eficiencia del proceso.....	19
2.3.3 Gestión de activos como proceso.....	21
2.3.4 Gestión de activos desde la perspectiva de empresa tercera.....	23
2.4 Innovación: Digitalización de procesos.....	24
2.4.1 Digitalización del proceso.....	24

2.4.2	Niveles de la digitalización	28
2.4.3	Innovación para la gestión del activo en minería.....	31
2.4.4	Minería 4.0.....	32
2.4.5	Seguridad de la información y propiedad intelectual	36
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL CASO		40
3.1	Datos generales de la empresa	40
3.1.1	Problemática.....	40
3.2	Datos generales del aplicativo	41
3.2.1	Propuesta de Valor	41
3.2.2	Sector del consumidor (cliente).....	42
3.2.3	Canales de conocimiento del aplicativo	42
3.2.4	Servicio brindado	42
3.2.5	Flujo de retorno (ganancia).....	42
3.2.6	Recursos Claves.....	42
3.2.7	Actividades Claves.....	42
3.2.8	Socios Claves	42
3.2.9	Estructura de costo del aplicativo.....	42
3.2.10	Plan de trabajo	43
3.3	Gestión del Servicio Spot.....	44
3.3.1	FASE 1: Planificación	44
3.3.2	FASE 2: Inicio	45
3.3.3	FASE 3: Seguimiento y Control	46
3.3.4	FASE 4: Cierre.....	48
3.3.5	Aplicativo de Gestión de Servicios SPOT	48
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....		50
4.1.1	Resultados específicos del proyecto.....	50
4.1.2	Comentarios finales	54
4.1.3	Estrategia para digitalización de procesos	58

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1 Conclusiones	61
5.2 Recomendaciones	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	66



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Proceso de búsqueda y selección de proveedores	15
Figura 2. Factores de Productividad por Área de Gestión	21
Figura 3. Diseño de integración vertical en empresa minera	36
Figura 4. Resultados financieros de la empresa minera 2023.	51
Figura 5. Análisis Rentable del uso del aplicativo	52
Figura 6. Resumen de la digitalización de procesos	56
Figura 7. Pasos prácticos para la digitalización de procesos	59
Tabla 1. Plan de Trabajo	43
Tabla 2. Cuadro detallado de inversión	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. KPIs de mantenimiento	67
Anexo 2. Costos de Equipos	67
Anexo 3. Interfaz 1 del aplicativo	68
Anexo 4. Interfaz 2 del aplicativo	68
Anexo 5. Interfaz 3 del aplicativo	69
Anexo 6. Interfaz 4 del aplicativo	69
Anexo 7. Interfaz 5 del aplicativo	70
Anexo 8. Formulario de inscripción de Servicios Spot	70
Anexo 9. Fase 1 del aplicativo	71
Anexo 10. Fase 2 del aplicativo	71
Anexo 11. Fase 3 del aplicativo	72
Anexo 12. Fase 4 del aplicativo	72



CAPÍTULO 1: ASPECTOS TEMÁTICOS

1.1 Tema y Problema General

En un marco sumamente competitivo y de constante transformación, como lo es el de la minería, una óptima gestión de activos se convierte en uno de los pilares necesarios para el logro de aquellos objetivos operativos y financieros orientados necesariamente a la rentabilidad de las empresas de la industria minera. No obstante, la carencia de esta eficiencia en la gestión de activos no solo representa un reto en forma de sobrecostos directos, sino que también repercute de manera indirecta en el cumplimiento de los objetivos físicos fijados por las empresas especializadas o contratistas. En consecuencia, la ineficiencia operativa supone un riesgo real para el logro de rentabilidad de las operaciones, pero también puede llegar a implicar un límite para su capacidad de generar utilidades y de ser competitivas en un entorno que exige alta performance.

En efecto, las empresas dedicadas a la minería deben abordar positivamente la gestión de activos, incorporando prácticas y procesos que permitan optimizar los recursos en uso, garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, maximizando la vida útil de los activos. En efecto, únicamente mediante una gestión de activos apropiada y estratégica se obtendrán los mejores resultados posibles, como lo son: reducir los sobrecostos, lograr las metas físicas planeadas y, en definitiva, garantizar la sostenibilidad del negocio minero a largo plazo.

Bajo este enfoque, la eficiencia en la gestión de activos no solo implica una obligación de índole empresarial, sino que implicará un aspecto determinante para el crecimiento, para la competitividad y para la viabilidad de las empresas que poseen activos; en un contexto empresarial que cada vez es más complicado y dinámico.

Entonces, el tema que abordará el presente trabajo es: La ineficiencia en la gestión de las reparaciones, con proveedores externos, de activos genera directamente sobrecosto e indirectamente, el incumplimiento de las metas físicas de la empresa contratista y/o especializada, por ende, menor rentabilidad. Principalmente, el presente trabajo investigará y dará respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo afecta la ineficiencia en la gestión de las reparaciones, con proveedores externos, de activos de las empresas contratistas y/o especializadas en el desempeño financiero de las mismas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Desarrollar y validar la digitalización del proceso de reparaciones con proveedores externos, basado en la tecnología 4.0 de trabajadores conectados, para la para la gestión eficiente de reparaciones con empresas externas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar las necesidades y requisitos específicos de gestión de reparaciones al trabajar con empresas externas.
- Diseñar una arquitectura eficiente y funcional para la plataforma web de gestión de reparaciones.
- Desarrollar un aplicativo web intuitivo y fácil de usar que permita la coordinación y seguimiento de reparaciones con proveedores externos.
- Implementar funcionalidades de seguimiento en tiempo real para proporcionar visibilidad y transparencia en el estado de las reparaciones.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis general

- El proceso de digitalización, apoyado en la tecnología de innovación 4.0 de trabajadores conectados, del proceso de obtención de gestión de reparaciones con proveedores externos, que permitirá el avance de ciertos parámetros de la eficiencia operativa, la disminución de tiempos de inactividad, el optimizar los costes y, de forma indirecta, genera una mayor rentabilidad.

1.3.2 Hipótesis específicas

- El desarrollo y ejecución de la plataforma web acortará moderadamente los tiempos de respuesta para gestionar las reparaciones y disminuir el tiempo de rendimiento del equipo.
- La centralización de la información a través de la plataforma web facilitará la comunicación entre el operativo interno y los proveedores externos, obteniendo una mayor eficacia en el desarrollo de las reparaciones.
- La automatización de procesos a través de la plataforma web aumentará la exactitud para llevar a cabo órdenes de servicio y para la aprobación de presupuestos, optimizando os flujos de trabajo.

- El análisis de datos conseguido a través de la plataforma web permitirá establecer modelos de fallos repetitivos en los equipos, como consecuencia una mejora en la programación de mantenimiento preventivo.
- El desarrollo y ejecución de la plataforma web se traducirá en un ahorro del coste operativo correspondiente a las reparaciones, a causa de una mayor transparencia en cuanto a los procesos y para la optimización de la gestión de los recursos.

1.4 Enfoque Metodológico

En función de lograr describir el problema principal y suplementarios de la investigación, se usará un enfoque metodológico conocido como Estudio de Caso. Con el cual se podrá analizar profundamente la consumación de la plataforma web en un entorno real de gestión de procesos de reparación con empresas terceras, justipreciando su impacto en la eficacia operativa, la disminución de tiempos de inactividad y, por ende, el aumento de la rentabilidad.



CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

2.1 Cadena de Suministro (Supply Chain)

Según López, J. (2016), en el ámbito de la industria minera, una compañía contratista es la que ofrece servicios especializados a las empresas mineras, tales como la edificación de infraestructuras mineras, el cuidado de maquinaria, la perforación de pozos, entre otros. Las compañías de contratación juegan un papel crucial en la cadena de suministro y operaciones de las empresas mineras, pues les facilitan la externalización de algunas tareas para concentrarse en su negocio principal.

Adicionalmente, de acuerdo con Ríos, R. (2020), una empresa especializada o tercera en un contexto minero, es la que brinda servicios específicos a la empresa minera principal, o también conocido como cliente minero. Sus principales características serán la autonomía funcional y recursos propios para efectuar acciones específicas con respecto a sus aptitudes especializadas para fines específicos.

2.1.1 Definición y segmentación de la cadena de suministro

Según López, J. (2016), la cadena de suministro (supply chain) en una empresa minera representa toda la coordinación de adquisición de materias primas hasta la provisión de los servicios al cliente final. En ese sentido, la gestión adecuada de la cadena de suministro puede tener una consecuencia relevante en la competitividad y rentabilidad de la organización.

El área de logística de toda compañía desempeña un papel fundamental en la cadena de suministro de una entidad dedicada a la prestación de servicios para la minería de gran escala. Para tal motivo, será indispensable, la adecuada gestión de inventarios, el traslado de equipos y materiales, así como la coordinación de las operaciones, son factores esenciales para asegurar la provisión puntual de servicios a los consumidores.

Asimismo, Supply Chain también gestiona los contratos con los clientes mineros, la coordinación y licitaciones para adjudicación de servicios de mantenimiento y reparación. Actualmente, surge como una oportunidad, la integración de las tecnologías de la información y la digitalización de procesos en la cadena de suministro tiene el potencial de potenciar la visibilidad, la rastreabilidad y la eficiencia operativa. La implementación de sistemas de gestión de supply chain, el monitoreo en tiempo real de los activos y la automatización de procesos pueden optimizar el rendimiento de la cadena de suministro en una entidad de servicios para la minería de gran escala.

De acuerdo con Ríos, R. (2020), la cadena de suministro en una sociedad minera constituye un elemento crucial que engloba una serie de procesos interconectados, que van desde la exploración y extracción de minerales hasta la comercialización de los productos resultantes. Esta cadena implica la fusión de actividades internas y externas, en las que los proveedores especializados pueden desempeñar un papel crucial en la optimización de recursos y la eficiencia operativa. Una área de Supply Chain eficaz no solo incrementa la productividad y disminuye los costos, sino que también asegura la calidad de los productos, optimiza los plazos de entrega y consolida la relación con los clientes. En este contexto, la administración eficaz de la cadena de suministro en una corporación minera es esencial para garantizar la rentabilidad empresarial, la competitividad en el mercado y la satisfacción de los actores involucrados.

Según Bustos-Gallardo, B. y Prieto, M. (2019), la cadena de suministro se precisa como el compendio de actividades y procesos interconectados que se ejecutan para transportar un producto o servicio desde el proveedor inicial hasta el usuario final. Incorpora todas las fases implicadas en la planificación, adquisición, producción, almacenamiento, distribución y entrega de productos o servicios a través de una red de entidades corporativas y organizaciones.

La cadena de suministro cumple un rol fundamental en el correcto desarrollo y estabilidad de las operaciones mineras. Implica la transmisión e intercambio de información y conocimientos a través de la cadena de suministro, incluida la demanda, el inventario, los pedidos y las entregas. En la industria minera, la cadena de suministro desempeña un papel crucial para minimizar las probabilidades de interrupción y evitar pérdidas residuales. Esto implica una planificación y un diseño proactivos, la predicción de eventos disruptivos y la respuesta adaptativa para mantener el control sobre la estructura y la función de la cadena de suministro.

Según Wincewicz-Bosy, M. et al. (2021), en el ámbito de la industria minera, la cadena de suministro juega un rol fundamental en la eficacia y estabilidad de las operaciones mineras, particularmente en el contexto de la minería de cobre. Para asegurar la continuidad operacional, resulta esencial tomar en cuenta dos estrategias fundamentales: la minimización de las probabilidades de interrupciones y la minimización de las repercusiones derivadas de dichas interrupciones una vez que se producen. Para enfrentar estos retos, resulta crucial planificar y diseñar de forma proactiva la red de la cadena de suministro,

prever eventos disruptivos imprevistos y responder de forma adaptativa para preservar el control sobre la estructura y la función de la cadena de suministro.

También, Wincewicz-Bosy indica que la cadena de suministro en el sector minero, particularmente en la minería, exhibe atributos distintivos que la distinguen de otros sectores. Estos atributos comprenden la relevancia de la localización de los depósitos minerales, la exigencia de personal altamente capacitado, las limitaciones operativas dictadas por normativas ambientales y de seguridad, la tecnología especializada necesaria, la compleja estructura organizativa, y las conexiones indispensables con el sector de Investigación y desarrollo para asegurar la seguridad y eficiencia de las operaciones mineras. Estas características inciden en la planificación y administración de la cadena de suministro en la minería, subrayando la importancia de factores como la tecnología, la seguridad, la localización geográfica y el capital humano para el éxito de las operaciones de extracción de cobre.

Según Ganeshan y Harrinson (1995), el proceso de Supply Chain resulta siendo una red de infraestructuras y distribución que admiten el abastecimiento de materiales para la transformación en productos semiterminados y/o culminados que son comercializados para compensar las insuficiencias de los clientes finales. No obstante, de acuerdo con Ballou (2004), Supply Chain hace referencia a un conjunto de actividades utilitarias que se repiten a lo largo del flujo de procesamiento del producto, a través de los cuales la materia prima transmuta en productos culminados y se amplifica valor al consumidor final. Por su parte, Mentzer (2004), lo define como un conjunto de, como mínimo, tres compañías acopladas o conexas con flujos de productos, bienes, servicios, finanzas y/o data desde el punto inicial de suministro hasta el punto final del consumidor.

La Gestión de la Cadena de Suministro (SCM) tiene por finalidad coordinar e integrar de manera adecuada los procesos logísticos de la cadena de suministro con el propósito de optimizar su desempeño. Esto puede resultar en un aumento en la eficiencia y una atención apropiada a las exigencias de los clientes. Al definir a los clientes, se alude a una variedad de participantes en la cadena de suministro, tales como proveedores, fabricantes, comercializadores, entre otros actores involucrados. Finalmente, se puede postular que los conceptos de cadena de suministro y SCM son pertinentes a la industria minera, dado que esta se distingue por la existencia de entidades corporativas que poseen infraestructuras, actividades operativas y sistemas de distribución orientados a la distribución de minerales a una variedad de clientes. Adicionalmente, es crucial subrayar que, en el escenario

colombiano, las cadenas productivas (SIMCO, 2008) exhiben paralelismos con la cadena de suministro, dado que se conforman por entidades de suministro, exploración, explotación, beneficio, comercialización y consumo. Estas entidades fomentan una variedad de relaciones interempresariales, que abarcan vinculaciones productivas o agrupaciones de empresas interconectadas, con el propósito primordial de incrementar la productividad y optimizar la utilización de los recursos minerales. Finalmente, el concepto SCM se conceptualiza como un mecanismo destinado a optimizar la coordinación e integración de la cadena de suministro o, alternativamente, de las cadenas de producción.

En efecto, Mentzer (2004) profundiza e indica que, en el mundo actual de globalización y libre comercio, el traslado de unidades de producción ha llevado a una reestructuración de la producción en todo el país. Esto ha permitido a las organizaciones desarrollar ventajas competitivas a nivel global sin depender exclusivamente de las ventajas comparativas nacionales. No obstante, la dispersión geográfica que caracteriza a las cadenas de suministro representa un desafío significativo para la gestión logística. Esto difiere de los enfoques tradicionales como los modelos centro-periferia y la teoría clásica de la localización industrial, que favorecen la concentración empresarial. El enfoque integrador de la cadena de suministro, por otro lado, pone de relieve la importancia de la coordinación entre todos los actores involucrados, superando las limitaciones territoriales tradicionales.

2.1.2 Cadena de suministro en la minería peruana

De acuerdo con Swiss Chamber of Commerce in Peru (CCSP) (2022), las principales etapas de la cadena de valor del sector minero son las siguientes:

- Exploración: se lleva a cabo con el fin de demostrar las dimensiones, la posición, las características mineras, las reservas y el valor de los yacimientos minerales.
- Explotación: etapa en la que se extraen los minerales contenidos en un yacimiento. En el caso de la minería subterránea, es común perforar, volar, transportar y transportar fuera de

la mina (sobre rieles o ruedas). En la minería de superficie, el proceso incluye perforación, voladura, carguío y transporte.

- **Beneficiación:** consiste en extraer o concentrar la parte valiosa de un agregado mineral extraído y/o fundir, purificar o refinar metales, ya sea mediante un conjunto de procesos físicos, químicos y/o físico-químicos.
- **Comercialización:** consiste en la venta de minerales. El ejercicio de esta actividad es libre; no requiere el otorgamiento de una concesión.

Por otro lado, CCSP, indica que la adquisición de bienes o servicios por parte de las empresas mineras depende de su etapa de actividad. Por ejemplo, la minera Antamina2 tuvo relaciones comerciales con 1.249 proveedores en 2020 y generó compras por un valor de US\$1.100 millones, de los cuales US\$1.050 millones fueron de distribuidores y proveedores nacionales, incluidos US\$38,6 millones de 164 proveedores locales de Ancash.

Durante el año 2020, la plataforma Linkminers identificó en su informe "Análisis de Tecnologías Disponibles para la Industria Minera Peruana" 55 necesidades operativas de diversas empresas mineras en el Perú. Estas se clasificaron en:

1. **Procesos Clave:** categoría con el mayor número de necesidades orientadas a generar eficiencia, aumentar la productividad y modernizar las tecnologías centrales en las áreas de operación y mantenimiento. Representa el 52.6% de las necesidades operativas.
2. **Mina Inteligente:** orientada a la adopción de tecnologías de la Industria 4.0, con énfasis en la toma de decisiones y la gestión de operaciones basadas en datos. Representa el 21.0% de las necesidades operativas.
3. **Mina Sostenible:** centrada en una gestión social adecuada, la colaboración con las comunidades y la gestión de los retos ambientales, con un fuerte énfasis en la descarbonización. Representa el 15.6% de las necesidades operativas.
4. **Otros:** centrada en requisitos más relacionados con insumos, bienes o servicios. Representa el 10.9% de las necesidades operativas.

Entonces, CCSP indica que la minería es el sector exportador más importante de la economía peruana y ofrece importantes oportunidades de negocio a las empresas suizas. Estas empresas tienen un gran potencial en productos y soluciones innovadoras de

tecnologías limpias para fortalecer la sostenibilidad de las economías mineras. Varias empresas suizas operan actualmente en Latinoamérica o están interesadas en ingresar al mercado. Se destaca su potencial para afrontar desafíos clave. Hacer negocios en Perú plantea importantes desafíos y riesgos a nivel administrativo y político. En efecto, la cadena de valor en Perú busca productos o servicios cuyo objetivo sea generar eficiencia, aumentar la productividad y modernizar las tecnologías centrales de operación y mantenimiento. Las empresas suizas tienen un gran potencial en productos y servicios innovadores que contribuyen a la huella de tecnologías limpias del Perú.

Del mismo modo, CCSP indica que varias empresas mundiales participan activamente en la cadena de valor minera en Perú y Latinoamérica; poseen un potencial significativo en productos y soluciones innovadoras de tecnologías limpias para fortalecer la sostenibilidad de las economías mineras. Sin embargo, las tecnologías necesarias para aumentar la eficiencia y la productividad, y modernizar los equipos en las áreas de operación y mantenimiento, ocupan el primer lugar en términos de oportunidades de negocio (197), seguidas de la minería inteligente (29), la minería sostenible (22) y, finalmente, otros campos (19).

Asimismo, las empresas mineras peruanas requieren principalmente productos que garanticen la seguridad de las operaciones clave, independientemente de si son intensivas en tecnologías limpias. No obstante, existe una tendencia positiva hacia la adquisición de más productos que garanticen la sostenibilidad ambiental. Cabe resaltar que, las necesidades de Perú en la cadena de valor minera crecerán exponencialmente en los próximos años debido a las cuantiosas inversiones planificadas y al crecimiento de la demanda mundial de minerales, principalmente de cobre.

Finalmente, los proveedores están sujetos a riesgos locales y externos que pueden afectar gravemente la actividad minera. Resulta importante resaltar la Iniciativa Suiza "Better Gold" es un ejemplo destacado de cómo Suiza (país de Europa Occidental) contribuye a la formalización de las minas de pequeña y mediana escala y a generar mayores ingresos para los mineros. Uno de los mayores desafíos para operar en la cadena de valor minera peruana es convertirse en proveedor habitual de una mina importante. Entonces, la estrategia comercial óptima para ingresar a la cadena de valor minera es establecer una sucursal o un distribuidor en Perú y trabajar con una empresa local sólida y confiable para gestionar los asuntos legales, fiscales, laborales, ambientales y comerciales en general.

2.1.3 Principales actores y su rol en la cadena de suministro

Dentro de la cadena de suministro minera, se involucran múltiples actores que cumplen funciones esenciales para asegurar la circulación eficaz de materias primas, equipos y servicios. A continuación, se expondrán los actores primordiales y sus respectivas funciones en la cadena de suministro minera, con especial énfasis en la minería de:

- **Corporaciones mineras:** Se encuentran entre los principales participantes en la cadena de suministro minera, encargados de la extracción del mineral de cobre de los yacimientos. Su función abarca la planificación y ejecución de las actividades mineras, el procesamiento del mineral y la comercialización del cobre producido.
- **Proveedores de maquinaria y tecnología para la industria minera:** Proveen equipos especializados, maquinaria y tecnología indispensables para las operaciones mineras, que abarcan equipos para la extracción, transporte, procesamiento y seguridad. Su función es esencial para asegurar la eficacia y la seguridad en las actividades mineras.
- **Corporaciones dedicadas a la logística y el transporte:** Tiene la responsabilidad de administrar y coordinar el transporte de materias primas, equipos y productos mineros a lo largo de la cadena de suministro.
- **Entidades prestadoras de servicios:** Incorporan entre sus facultades y aptitudes especializadas en consultoría, ingeniería, mantenimiento, seguridad y medio ambiente, que proporcionan servicios especializados a las entidades mineras para respaldar sus operaciones.
- **Entidades gubernamentales y entidades reguladoras:** Tienen la función de asegurar la observancia de las regulaciones y fomentar prácticas responsables en el sector minero.
- **Comunidades locales y colectivos de relevancia:** Simbolizan a las comunidades locales y/u oriundas de la zona, su función consiste en salvaguardar los intereses de las comunidades locales, fomentar la responsabilidad social empresarial y participar en procesos de consulta y diálogo con las corporaciones mineras.

La industria minero-metalúrgica se encuentra en un punto de inflexión, atravesando un desafío bastante complejo y con varias aristas por confrontar. Además de participar en la iniciativa colectiva para fomentar el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente, la industria debe incrementar su producción para respaldar la cadena de

suministro global con los materiales necesarios para proseguir con la transición hacia un futuro libre de carbono.

Importantes minerales tales como cobre, litio y grafito están experimentando una demanda creciente, impulsada por los objetivos globales de alcanzar cero emisiones. Esto abarca la evolución de los vehículos eléctricos y la demanda de energía limpia proveniente de fuentes como las plantas de energía eólica, los paneles solares y la energía nuclear.

Mediante ajustes pertinentes, las interacciones del sector minero están adquiriendo una mayor complejidad. Probablemente, los inversores representan en sí, uno de los stakeholders más notables y distinguidos en la industria minera. Su función es crucial: la ausencia de recursos financieros resulta en la inexistencia de cualquier proyecto. El interés de todo proyecto resulta ser: obtener una rentabilidad satisfactoria. Por consiguiente, los inversores anticipan que las empresas mineras deben mantener un estricto control sobre los costos operativos y presentar informes periódicos sobre sus operaciones.

Los accionistas también tienen una responsabilidad parcial, junto con los clientes, por las transacciones de mergers y acquisitions (M&A) que han acontecido en el sector en los años recientes. Dentro del marco de la transición energética, se está exigiendo una diversificación de los portafolios y compromisos de sostenibilidad, según GlobalData. Estas transformaciones en el escenario minero se anticipan continuar en los años venideros. También contribuirán a la creciente complejidad inherente a la gestión de relaciones de stakeholders.

Con la transición global hacia fuentes de energía más limpias, las autoridades gubernamentales poseen un interés intrínseco en la prosperidad de las iniciativas de energía limpia, particularmente cuando estas generan empleo y fomentan la actividad económica. En realidad, numerosas entidades gubernamentales a nivel global proporcionan medidas de apoyo a las empresas mineras interesadas en establecer operaciones en sus territorios. Indudablemente, a pesar de su fervor, es imperativo que garanticen adherencia a las normativas y regulaciones establecidas para la protección de comunidades y el medio ambiente.

2.1.4 Gestión de Proveedores

Según Arias, M. (2014), la administración de proveedores para la logística de las organizaciones mineras sobrelleva los siguientes elementos:

- **Administración de Proveedores:** consiste en la externalización de funciones a empresas terceras (proveedores), lo que viabiliza a las compañías mineras concentrarse en la esencia de su actividad comercial.
- **Procedimiento para la Evaluación y Selección de Proveedores (PESP):** La evaluación adecuada y la selección de proveedores son fundamentales para la reducción de costos y la optimización de la eficiencia en la cadena de suministro. El reconocimiento de la disponibilidad de proveedores de alta fiabilidad y competencia es fundamental para el éxito de la organización.
- **Grados de Institucionalidad:** La gestión de proveedores en el sector minero está institucionalizada a través de políticas, manuales y estrategias corporativas. La integración de la gestión de proveedores en la estrategia corporativa se distingue por niveles tácticos, estratégicos y operativos. La normalización y documentación de los procedimientos de selección de proveedores se sugiere para optimizar la eficacia y eficiencia en la administración de proveedores.

Una administración ejecutada eficientemente de proveedores en este campo garantiza la disponibilidad y confiabilidad de los activos, reduciendo periodos de inactividad y optimizando la productividad. La cooperación con proveedores expertos en tecnología y equipos de vanguardia puede fomentar la modernización y optimización de los activos mineros. La administración eficaz de proveedores en relación con los costos asociados a la adquisición, conservación y funcionamiento de activos tiene un impacto directo en la rentabilidad de una empresa minera.

Por su parte, Gahona, O. (2020) afirma que, la diferenciación que hacen las empresas mineras en la valoración de criterios cuando se trata de proveedores de bienes o prestadores de servicios. En el caso de los proveedores de bienes, se valoran preferentemente criterios económicos, tales como: calidad, entrega a tiempo, precio, rendimiento histórico y ventas anteriores. Por otro lado, cuando se trata de proveedores de servicios, se valoran con mayor importancia los criterios ambientales y sociales, tales como: la gestión de la seguridad y salud en el trabajo y la gestión ambiental. Esta diferenciación que hacen las empresas mineras se explica por el hecho de que los

bienes son insumos y productos terminados que se compran para el proceso productivo y se fabrican en las instalaciones del proveedor fuera de la minería.

En cambio, Gahona indica que los servicios se realizan dentro de las instalaciones industriales, lo que implica que los proveedores deben mantener su propio personal, maquinaria y equipo en las instalaciones de la empresa minera. Por lo anterior, los indicadores de gestión de seguridad ocupacional, gestión de salud ocupacional y gestión ambiental de los prestadores de servicios, inciden directamente en los indicadores de gestión y productividad de la empresa. En Chile, las empresas mineras deben reportar sus indicadores en materia de gestión de seguridad y salud en el trabajo, así como de gestión ambiental a nivel consolidado, es decir; los indicadores propios de la empresa más los indicadores de los proveedores de servicios.

Además, Gahona sostiene que la primera recomendación desde el punto de vista de la sostenibilidad del negocio minero a largo plazo es que las empresas mineras implementen la selección de proveedores sostenibles a través de la estandarización de criterios de selección basados en criterios económicos, ambientales y sociales en sus cadenas de suministro. La segunda recomendación desde el punto de vista del desarrollo de los proveedores locales es incentivarlos y apoyarlos en la implementación de sistemas de gestión y mejora continua, ya que les permitirá ser más productivos y competitivos, agregando más valor a la cadena de suministro de las empresas mineras. Esta innovación será una señal positiva para inversionistas, accionistas, comunidad y autoridades porque demuestra una gestión empresarial de clase mundial, garantizando la entrega de productos y servicios de calidad, de manera sostenible, cuidando el medio ambiente y protegiendo la integridad y salud de sus trabajadores.

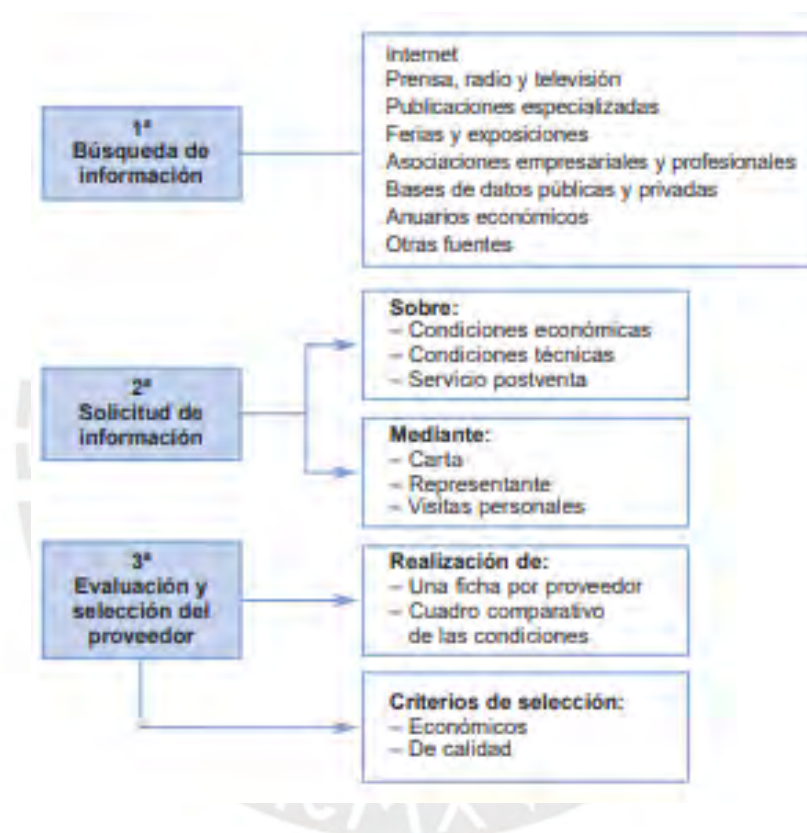
En efecto, para la selección del proveedor adecuado, Gahona resalta que los criterios de selección de los proveedores de servicios más valorados son: primero; la gestión en seguridad laboral, en segundo lugar; la gestión en salud ocupacional, en tercer lugar; gestión ambiental, cuarto; calidad, en quinto lugar; el precio, en sexto lugar; entrega a tiempo, séptimo; capacidad técnica; y por último; el resto de los criterios

En el caso de la industria minera, Korinek, J. (2013) sostiene que la administración de reparaciones con proveedores externos o empresas terceras constituye un elemento esencial para asegurar la disponibilidad y fiabilidad de los activos mineros. Se

expondrán a continuación algunos aspectos cruciales vinculados a la administración de reparaciones con proveedores externos en el presente contexto:

En la figura 1, se describe el proceso de búsqueda y selección posee tres etapas o subprocesos.

Figura 1. Proceso de búsqueda y selección de proveedores



Fuente: Elaboración propia

2.2 Área de Gestión de Activos (Asset Management)

2.2.1 Conceptos Fundamentales de Gestión de Activos

De acuerdo con Badilla, A. et.al. (2022), el departamento de Gestión de Activos en una entidad contratista en el sector minero es esencial para asegurar la eficiencia operativa, la disponibilidad de equipos y la optimización de recursos. La planificación y planificación de tareas de mantenimiento, la optimización de la vida útil de los activos, la administración de riesgos, la adopción de tecnologías y la implementación de

indicadores de rendimiento. Una administración eficiente de activos fomenta la competitividad y sostenibilidad de la organización en un contexto minero de alta exigencia.

Por otro lado, según Rios, R. (2020), gestión de activos en una empresa minera se encarga de la administración y optimización de los activos corrientes, precisamente equipos pesados de minería propios, de la empresa en cuestión, con la finalidad de maximizar el valor de los activos a lo largo de su ciclo de vida. Las obligaciones que asumen abarcan la planificación y programación de acciones de mantenimiento, la optimización de costos, la gestión de riesgos, la implementación de tecnologías de administración de activos y la optimización de la vida útil de los bienes. En las secciones subsiguientes, este concepto será examinado con mayor profundidad.

De acuerdo con Parra, C. y Crespo, A. (2015), la gestión de activos se caracteriza como el procedimiento de planificación, coordinación y supervisión de todos los activos de una entidad, con el objetivo de extender su valor y rendimiento durante su vida útil. Los activos pueden abarcar tanto componentes tangibles (tales como maquinaria, equipos, infraestructuras) como componentes intangibles (como propiedad intelectual, marcas, reputación). Adicionalmente, a nivel mundial, la norma ISO 55001 Sistema de Gestión de Activos está establecida, garantizando la excelencia en la gestión de activos de cada entidad corporativa.

La norma ISO-55001 cumple un rol fundamental en la gestión de activos de una corporación minera, ofreciendo un marco sólido para la instauración, ejecución, mantenimiento y optimización de un sistema de gestión de activos eficiente. De acuerdo con Badilla, A. et al. (2022), la norma ISO-55001 asiste a las organizaciones en la optimización de la administración de activos, la optimización del uso de recursos, la minimización de riesgos, el cumplimiento de regulaciones y la promoción de la mejora continua.

Conforme a Agudelo, A. (2015), la norma ISO-55001 promueve la identificación y administración de riesgos vinculados a los activos mineros, un aspecto esencial en un contexto donde la seguridad y la integridad de los activos son prioridades. Mediante la consumación de un sistema de administración de activos fundamentado en este estándar, las empresas mineras tienen la capacidad de incrementar la fiabilidad de sus

operaciones, prolongar la vida útil de los activos y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

Por otro lado, la NIC 16 aborda fundamentales aspectos de los activos fijos, incluyendo la evaluación inicial, subsecuente, e incluyendo la inclusión de información pertinente en los estados financieros sobre los activos fijos, incluyendo su valor en libros, depreciación acumulada y posibles deterioros. Estos aspectos son el costo, la evaluación subsecuente, y la inclusión del registro financiero.

Por otro lado, para obtener mediciones confiables es necesario identificar qué métricas, garantizarán que el activo cumple con el nivel de servicio necesarios para lograr la estrategia de negocio. Asimismo, el rendimiento tradicional (disponibilidad y MTBF) y el costo. En efecto, para asegurar información confiable se requiere una cuantificación de los datos.

En consecuencia, de acuerdo con Dutra, L. (2013), la información estandarizada era importante no sólo para el cálculo de KPIs, pero también para apoyar el continuo iniciativas de mejor. Una vez medido el rendimiento de los activos, se puede comparar con su nivel de servicio requerido para lograr la estrategia de negocio. Según Dutra, L. (2013), el proceso de medición del desempeño puede tener las siguientes debilidades:

- Los KPI de los activos no se miden a nivel de activos, sino a nivel de sistema de activos. Esto restringe los registros a los sistemas, lo que hace mucho más difícil identificar la lista de activos de rendimiento.
- El registro es muy bueno con respecto a la duración del tiempo de inactividad (fechas de inicio y finalización), pero la información adicional de mantenimiento, como (i) modo de falla y acciones realizadas (ii) costo de mantenimiento y (iii) ubicación de los activos, está mal registrada. Esta brecha compromete el proceso de mejora continua, ya que no alimenta la CMMS con buenos datos capaces de identificar las causas fundamentales.
- La lista de KPI actual es reactiva. La disponibilidad, el MTBF y el costo por sí solos no ofrecen una perspectiva proactiva del desempeño del activo.

En consecuencia, para respaldar la estrategia de reducción de costos, el nuevo proceso de medición del desempeño debe identificar fácilmente los activos de desempeño y respaldar el proceso de mejora continua.

2.2.2 *Ciclo de Vida de los Activos*

De acuerdo con León, M. (2020), según la norma ISO 55000, el ciclo de vida de los activos comprende desde la identificación de la necesidad de un activo hasta su disposición, e incluye la administración de cualquier obligación potencial que pueda surgir posteriormente a su disposición. El ciclo de vida de activos puede variar dependiendo del tipo de activo y la entidad, y se engloba en fases como planificación, adquisición, operación, mantenimiento, renovación y disposición. El activo es esencial para la organización y sus intereses, así como la necesidad de administrar eficazmente para lograr objetivos organizacionales. La vida útil del activo no se corresponde con el período en que una entidad ostenta responsabilidad sobre el activo, ya que un activo puede generar valor para una o más organizaciones a lo largo de su vida útil. Además, se segmenta el ciclo de vida del activo en fases:

- Principio de necesidad del activo: Reconocer el activo para alcanzar metas estratégicas de la organización.
- Elaboración de planes y adquisición: Planifica la adquisición, el adquisición o construcción del activo.
- Operación: Además, implementa tareas de mantenimiento para asegurar su funcionamiento óptimo, prolongar su vida útil y minimizar riesgos asociados a fallos o averías.
- Rejuvenecimiento: Renovación, actualización u optimización para mantener eficacia y eficiencia.
- Estructura: Retorna de la operación y se disposición conforme a las regulaciones y requisitos legales y ambientales.

Santamaría de la Cruz (2019) expone un caso de aplicación de la metodología del costeo por ciclo de vida, centrado en la reposición de motores de unidades compresoras para un sistema de levantamiento mediante inyección de gas a pozos, así como la optimización de los servicios auxiliares (sistemas de enfriamiento y de reposición de agua) de dichos equipos. El proyecto se propone fundamentándose en la vida útil de los motores, dado que estos poseían más de 25 años de funcionamiento y generaban elevados costos operativos y de mantenimiento. Para la implementación del proyecto, se llevó a cabo un análisis económico que englobó las siguientes variables económicas:

- Costo anual de operación
- Costo anual de mantenimiento

- Costo del ciclo de vida
- Costos de no-disponibilidad y de no-confiabilidad, fundamentándose en el registro histórico de tasa de fallos y tiempo medio para su reparación.

2.2.3 Gestión de reparaciones con proveedores externos

La gestión de reparaciones con proveedores externos es un aspecto clave en la gestión de activos de una compañía minera, ya que permite mantener y optimizar el rendimiento de los equipos y maquinaria utilizados en las operaciones mineras. En el contexto de la norma ISO-55001, la gestión eficaz de las reparaciones con proveedores externos contribuye a garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

López (2016) describe que la implementación de un sistema de gestión en una empresa especializada en servicios para la gran minería puede tener un impacto significativo en su desempeño y competitividad. Esto incluye la optimización de costos y recursos, la gestión de contratos y proyectos, el mejoramiento de la calidad y seguridad, la adaptación a cambios del mercado, y la innovación y la diferenciación en un mercado competitivo. La empresa puede identificar oportunidades de mejora, implementar nuevas tecnologías y prácticas más eficientes, y ayudar a las empresas a seguir en un mercado competitivo.

2.3 Optimización de Procesos

2.3.1 Teoría del proceso

Según Karamchandani, M. (2023), a medida que las organizaciones prosiguen con la digitalización de sus procesos, surge la interrogante de si los conceptos tradicionales de gestión de procesos están en declive. No obstante, la realidad es que la digitalización efectivamente incrementa la relevancia del proceso de mejora.

En otras palabras, Karamchandani indica que la digitalización puede ocasionalmente intensificar las ineficiencias preexistentes o incluso generar nuevas. Es en este contexto donde la implementación de procesos de mejora surge. Mediante la implementación de conceptos de procesos de mejora en la digitalización de operaciones, las organizaciones tienen la capacidad de identificar áreas susceptibles de optimización, simplificar los procesos de trabajo y optimizar el rendimiento global. Aunque la digitalización ha supuesto una transformación en la operación de las organizaciones, no ha dejado la noción de proceso de mejora en desuso. En cambio, esto ha incrementado su relevancia aún más. Mediante la implementación de procesos de mejora en el marco de la digitalización, las

organizaciones pueden lograr un incremento en la eficiencia, eficiencia y agilidad de sus operaciones.

La conceptualización de la cadena de suministro digital se compone de ocho componentes fundamentales: planificación y ejecución integradas, visibilidad logística, adquisiciones 4.0, almacenamiento inteligente, administración eficaz de repuestos, logística autónoma y B2C, análisis prescriptivo de la cadena de suministro y facilitadores de la cadena de suministro digital. Las organizaciones capaces de integrar estos componentes en un conjunto coherente y completamente transparente lograrán ventajas significativas en aspectos como la atención al cliente, la flexibilidad, la eficiencia y la reducción de costos; las que no logren demostrarlo se encontrarán progresivamente atrás.

Asimismo, Peng indica que las cadenas de suministro representan entidades sumamente complejas y ninguna corporación ha conseguido establecer una que sea completamente digital. En realidad, numerosas aplicaciones requeridas aún no han sido ampliamente implementadas. No obstante, esta situación experimentará una transformación significativa en los próximos cinco a diez años, dado que las diversas industrias implementarán la DSC a velocidades variadas. Las corporaciones pioneras adquirirán una ventaja desafiante en la transición hacia la Industria 4.0, y tendrán la capacidad de establecer, o al menos ejercer influencia, en los estándares técnicos para su sector industrial específico. La ventaja no se circunscribirá exclusivamente a una eficiencia incrementada. El auténtico propósito radicará en la proliferación de nuevos modelos comerciales y flujos de ingresos que inaugurarán la cadena de suministro digital.

2.3.2 Eficiencia del proceso

De acuerdo con Salomón, L., Ortiz, A. y Cordero, V. (2019), los procesos mineros se caracterizan por la extracción de recursos naturales como minerales, metales y carbón del suelo. Por lo general, se llevan a cabo en áreas geográficas específicas donde se concentran los recursos minerales. Las actividades mineras pueden tener un impacto ambiental significativo, causando alteración del paisaje, generación de residuos y contaminación del agua. Los procesos mineros requieren maquinaria específica y tecnología especializada para la extracción, el transporte y el procesamiento. Se requieren regulaciones especiales para los impactos ambientales y sociales, como permisos, seguridad laboral y protección del medio ambiente.

estadística inferencial y análisis descriptivo para examinar la conducta de las variables objeto de estudio. Se llegó a la conclusión de que la optimización de procesos incrementa la productividad de la empresa metalmeccánica en un 16,97%. De acuerdo con Neyra, M. (2017) en su disertación titulada "Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC", se detalla cómo la mejora continua del proceso contribuye a la mejora de la productividad de la empresa dedicada al procesamiento de metales en el sector automovilístico. Este estudio fue concebido con el objetivo de ser cuantitativo, descriptivo y preexperimental. La población de estudio consistió en tres meses de producción de parabrisas previos y posteriores a la mejora, y el proyecto logró una productividad del 6.81%, una eficiencia del 7.27% y una efectividad del 6.14%, lo que resultó beneficioso para la organización. Mediante la utilización del Diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto, se identificaron y abordaron los principales problemas de producción a través de la evaluación de tiempos, la planificación de operaciones, el examen del diseño de la fábrica, la implementación de la metodología 5S y la implementación de la integración del software controlador. En síntesis, las sugerencias aumentaron la productividad en un 94%, evidenciando la eficacia de la optimización de procesos.

Por otro lado, según Farje, F. (2017), en su disertación titulada "Implementación de la Mejora de Procesos para incrementar la Productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017", se establece el propósito de cómo la implementación de una mejora de procesos puede potenciar la productividad de una empresa dedicada a la carpintería. La investigación se caracteriza por su enfoque aplicado, con un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental; la población se constituyó a través de la producción de puertas durante un periodo de tres meses. Los datos fueron recolectados mediante observación, respaldados por herramientas como el DAP. Posteriormente, se procesaron en el software SPSS, donde se determinó la productividad previa (20.42%) y posterior (25.51%) a la implementación de la mejora.

2.3.3 Gestión de activos como proceso

La denominación "Asset Management" (Gestión de Activos Físicos) no constituye un concepto reciente. Durante miles de años, los seres humanos han administrado los activos (el término "activos" será en adelante referido a activos físicos, no a activos financieros). No obstante, el reconocimiento contemporáneo implica una administración de activos óptima que integra coste, rendimiento y riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

Esta concepción se origina desde tres perspectivas distintas. El primero se vincula con el sector de servicios financieros, que ha utilizado el término durante más de un siglo para caracterizar el proceso de "optimización" del riesgo, el rendimiento a corto y largo plazo, así como la seguridad de una cartera mixta de efectivo, acciones y otras inversiones financieras. Posteriormente, la industria de North Sea Oil & Gas adoptó el concepto de administración de activos tras el desastre de "Piper Alfa" y la disminución del precio del petróleo en finales de 1980. El tercer frente se inaugura en Australia y Nueva Zelanda, donde el sector público experimentó una "tormenta perfecta" debido a la disminución de sus niveles de servicio. Este fenómeno condujo a un aumento en los costos y una planificación deficiente en el sector industrial y social.

Con base en lo expuesto, la Gestión de Activos Físicos (GAF) alude al conjunto de prácticas y actividades holísticas coordinadas mediante las cuales una entidad puede administrar de manera óptima sus activos físicos, teniendo en cuenta los elementos vinculados al rendimiento, riesgos y administración de su ciclo de vida, con el objetivo de respaldar la consecución de los planes estratégicos de la organización PAS 55 (2008). La GAF se percibe igualmente como un proceso de razonamiento, autoevaluación y formulación de estrategias, objetivos y planes de acción para la implementación y sostenibilidad de los activos, coordinando el conocimiento y las funciones de toda la organización (Amendola, 2012).

Se trata de la administración de activos tangibles e intangibles, definidos como: "un enfoque integrado para operar, mantener, mejorar y adaptar las plantas e infraestructuras de una organización con el objetivo de crear un entorno que soporte firmemente los objetivos estratégicos de la empresa". Amendola (2012) sostiene que la Gestión de Activos Financieros no se centra tanto en la realización de acciones sobre los activos, sino en la generación de valor a través de dichos activos, es decir, se orienta hacia la acción de garantizar la rentabilidad de cada empresa en cuestión, mediante la adecuada gestión del activo.

Por consiguiente, distintos autores sostienen las siguientes definiciones:

- La gestión de activos implica la administración de un conjunto de activos a lo largo de su ciclo de vida con el objetivo de asegurar un rendimiento óptimo y garantizar un servicio específico y las normas de seguridad. Su labor consiste en lograr un equilibrio entre las demandas de los consumidores respecto a

productos y calidad del servicio a precios competitivos, y las exigencias de los accionistas respecto a los retornos apropiados sobre el capital que invierten (Schneider, 2006).

- La administración de activos se caracteriza como "un proceso sistemático de mantenimiento, evolución y activos de explotación, que combina los principios de ingeniería con las buenas prácticas empresariales y la lógica económica, y proporciona herramientas para facilitar un enfoque más organizado y adaptable para tomar las decisiones necesarias para alcanzar las expectativas del público" (OCDE, 2008).
- La administración de activos se conceptualiza también como "un proceso de asignación de recursos y su utilización" (AASHTO 2002).
- La administración de activos constituye un procedimiento empresarial que abarca la vida útil de un activo, se fundamenta en la ingeniería y la economía, y abarca una diversidad de activos (Vanier y Rahman, 2004).
- La administración de activos fundamentalmente posibilita que las empresas u organizaciones con un alto grado de inversión en activos utilicen recursos limitados para alcanzar las metas comerciales, en busca de la opción más económica y eficaz (Edwards, 2012).

2.3.4 Gestión de activos desde la perspectiva de empresa tercera

Según Cardoso, T. (2017), la gestión de activos en una entidad especializada en mantenimiento (tercera) conlleva la instauración de prácticas y procesos que garanticen la utilización óptima de los activos, tanto tangibles como físicos, con el objetivo de maximizar su valor para la organización.

Generalmente, tanto los Fabricantes del Equipo Original (OEM) como los proveedores proporcionan una lista de tareas de mantenimiento e inspección que deben ser llevadas a cabo en intervalos sugeridos. Estas sugerencias tienden a ser genéricas al obviar el contexto operativo, la utilización, o las repercusiones de una falla particular en el activo. Las tareas subsecuentes de mantenimiento pueden ser explícitamente contrarias al riesgo y pueden existir oportunidades para disminuir las tareas de mantenimiento sin afectar las condiciones o rendimiento del activo. Además, se puede aplicar la aplicación inversa; sin embargo, es frecuente que las recomendaciones del OEM sean conservadoras.

2.4 Innovación: Digitalización de procesos

2.4.1 Digitalización del proceso

La digitalización y, posteriormente, la transformación digital son impulsores de cambios en el mundo corporativo, porque establecen nuevas tecnologías basadas en Internet con implicaciones para la sociedad en su conjunto (Unruh y Kiron, 2017). Mientras que la digitalización describe el proceso de conversión de información analógica y ruidosa en datos digitales (Brennen y Kreiss, 2016), la digitalización se utiliza para describir cualquier cambio en la organización y el negocio de la organización debido a su creciente uso de tecnologías digitales para mejorar tanto el rendimiento como el alcance del negocio (Westerman et al., 2011). En un tercer paso, Bloching et al. (2015) interpretaron la transformación digital como la interconexión continua de todos los sectores empresariales y la adaptación del lado de los actores a los requisitos de la economía digital, mientras que Unruh y Kiron (2017) la definieron como la reestructuración a nivel de sistemas de las economías, las instituciones y la sociedad que se produce a través de la difusión digital. La digitalización como tal se desarrolló a partir de una forma de evolución técnica a un fenómeno que puede afectar a cualquier tipo de organización. El mundo físico y el digital convergen cada vez más y deben trabajar de la mano para que las empresas manufactureras también puedan digitalizarse (p. ej., Industria 4.0) (Linz et al., 2017).

Esto puede suceder, por ejemplo, integrando el Internet de las cosas y los servicios en los procesos industriales (Kagermann et al., 2013) y generando valor mediante el análisis y la gestión de datos que se puedan utilizar como fuente de ventaja competitiva (Porter y Heppelmann, 2015). Como tal, muchos cambios liderados por la digitalización son disruptivos y cambian por completo las ramas existentes (Matzler et al., 2016). Las empresas que han dominado el mercado se enfrentan a nuevos competidores que redefinen las industrias establecidas (Linz et al., 2017), de modo que los BM existentes se vuelven obsoletos y son reemplazados por otros nuevos (Souto, 2015; Matzler et al., 2016). Los recientes avances que se produjeron en la década de 2010, como la revolución móvil, las redes sociales o el poder de la analítica, llevaron específicamente a la transformación digital de la gestión de negocios. Surgieron modelos de "todo como servicio" en los que se promovieron plataformas con redes y ecosistemas empresariales. Mientras tanto, los clientes pueden recibir acceso generalizado a la información a través de Internet y tienen múltiples canales para elegir (Linz et al., 2017; Berman y Bell, 2011). Si bien la competencia se basa en la excelencia de las empresas

de gestión de negocios (Linz et al., 2017), las empresas necesitan innovar en sus empresas de gestión de negocios para tener éxito en el mundo digital. Esto implica que las tecnologías y la gestión de negocios son complementarias (Chesbrough, 2010).

Implementar una minería sostenible es crucial para la gestión a corto, mediano y largo plazo de la industria minera, alineando operaciones con principios de eficiencia, sostenibilidad y responsabilidad social. Adoptar tecnologías de vanguardia en la minería inteligente facilita eficaz administración de procesos productivos, incrementando productividad y reduciendo operativos. Además, avanzadas tecnologías optimizan las condiciones de seguridad y salud laboral, disminuir riesgos y potenciar accidentes (Briceño, 2020).

De acuerdo con Skender, F. (2019), con la aplicación de nuevas innovaciones y algoritmos predefinidos, como la digitalización personalizada, se puede lograr un aumento significativo tanto en la productividad como en la precisión. Se puede aplicar un enfoque similar en un número ilimitado de tareas de procesamiento de documentos estandarizados similares en varias organizaciones y empresas, que generalmente generan o trabajan con una gran cantidad de documentos y datos. Además, con el tedioso trabajo manual humano, las organizaciones y empresas están limitadas por los recursos humanos disponibles, lo que da como resultado la generación y el almacenamiento de una gran cantidad de documentos en papel, que son difíciles de encontrar, buscar o realizar algún procesamiento estandarizado de los datos.

El proceso emergente, conocido como Industria 4.0, incorpora una estructura que transformará de manera radical la relación entre la producción y el consumo. Establece sistemas de producción que respondan de manera inmediata a las demandas fluctuantes del consumidor, y sistemas de automatización que mantienen una comunicación y coordinación constante, promoviendo una colaboración estrecha entre diversas disciplinas en la creación de productos. La Industria 4.0 se caracteriza por la integración de maquinaria y dispositivos físicos complejos, complementados con sensores y software en red, empleados para pronosticar, gestionar y planificar de manera más eficaz los resultados comerciales y sociales, o aportar un nuevo nivel de organización y gestión de la cadena de valor a lo largo del ciclo de vida del producto.

Según Skender, desde una perspectiva industrial, la Primera Revolución Industrial (Industria 1.0), que se originó con la introducción de las máquinas de vapor en el siglo

XVIII con el propósito de incrementar la producción, fue sucedida por la Segunda Revolución Industrial (Industria 2.0), que emergió como una transición hacia la producción masiva a principios del siglo XX y facilitó el desarrollo de la energía eléctrica. Posteriormente, se produjo la Tercera Revolución Industrial (Industria 3.0), en la que los sistemas de producción debían abandonar su naturaleza analógica para adoptar sistemas digitales en el sector industrial. De este modo, las tres revoluciones industriales introdujeron la mecanización, la electricidad y la tecnología de la información (TI) en el proceso de producción humana. Estas tres revoluciones industriales se orientaban hacia el incremento de la productividad en los procesos productivos.

En consecuencia, las compañías y/u organizaciones requerirán estructuras tanto virtuales como físicas para facilitar una colaboración estrecha y una adaptabilidad rápida a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la innovación hasta la producción y la distribución, y se encontraban en un estado de búsqueda continua. Actualmente, las organizaciones ahora requieren un enfoque interdisciplinario y ha emergido la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0), en la que todos los objetos se comunican e interactúan a través de Internet.

Skender afirma que, para la digitalización de procesos, se define como dato a cualquier medida, valor, hecho e información que pueda servir para resolver un problema. Pueden ser expresiones verbales y escritas, así como cifras, imágenes, artículos, modelos, números y símbolos. El concepto de información surge cuando investigamos la definición de dato. El conocimiento es un concepto que se puede obtener al final de un proceso. En otras palabras, es la versión procesada de los datos. Por lo tanto, el concepto más básico para acceder a la información es el Data Management (manejo de datos).

- Datos factuales: Datos que no pueden ser interpretados por el investigador y que pueden ser evaluados por todos de la misma manera. Más precisamente, son el tipo de hechos en los que todos pueden estar de acuerdo, independientemente del juicio personal (Edad, género, etc.)
- Datos judiciales: Datos que pueden definirse mediante juicios subjetivos, que adquieren la calidad de datos por la interpretación del investigador. Rasgos de personalidad como perezosos, armoniosos, emocionales, etc. Las evaluaciones de comportamientos sociales en la investigación social también pueden ser un

ejemplo de este tipo de datos. Para que los datos recopilados por el investigador sean significativos y revelen los significados que se esconden en ellos, se deben utilizar varios métodos y métodos estadísticos. Estas formas son explicar verbalmente los datos, agruparlos en tablas, mostrarlos en gráficos, especificarlos y describirlos en valores estadísticos realizando varios cálculos.

Mientras que los datos cuantitativos dan una característica contable y medible de un experimento. Hay dos tipos: datos cuantitativos continuos y datos cuantitativos discretos; los datos cualitativos indican las características de un sujeto.

En efecto, Skender considera que la medición de datos se ve muy influenciada por el instrumento de medición utilizado. El oro, que requiere una medición sensible, requiere una balanza sensible. Por muy buenos que sean el instrumento de medición y la técnica de adquisición de datos, las capacidades del usuario también tienen un gran impacto en la medición. Cabe resaltar que, las cosas no deseadas que se deben medir, es decir, lo que el instrumento está destinado a medir, se explican por el hecho de que otros factores y características no afectan el resultado de la medición. Esta es la característica de un instrumento que mide solo lo que está destinado a medir. La segunda característica importante de un instrumento de medición es la fiabilidad. Se trata de la capacidad del instrumento de medir el mismo grado cada vez que realiza una medición. Es decir, si no ha habido ningún cambio en los sujetos, la prueba y el área de prueba en relación con los sujetos y la información de la prueba, se espera que la medición dé el mismo resultado.

Por otro lado, Merli, G. (2019) indica que las inversiones y los enfoques de la Industria 4.0 realmente aumentarán los niveles de competencia de las compañías solo si se utilizan para habilitar nuevas opciones de ventaja competitiva. Por lo tanto, es necesario poseer una visión estratégica que pueda identificar los nuevos productos/servicios que se pueden ofrecer al mercado y los modelos de negocio afines. Las compañías también deben impedir inversiones que generen poco valor real en el mercado. Muy a menudo, incluso generan nueva complejidad que puede afectar la competitividad actual de la empresa. Se deben utilizar enfoques metodológicos estratégicos para esbozar y desenvolver nuevas propuestas de valor y modelos de negocio digitalizados.

2.4.2 Niveles de la digitalización

Merli indica que existen cinco niveles para ejecutar la digitalización de procesos y son los siguientes:

Nivel 1: Digitalización del modelo de negocio existente. Se trata del nivel de digitalización “simple” de los actuales procesos transaccionales, de gestión y operativos de la empresa (dentro de la red actual de proveedores, socios y clientes). El Modelo de Negocio y el Modelo Operativo no cambian su estructura, pero su digitalización genera de todos modos ventajas y también un potencial incremento del negocio. La digitalización de los procesos existentes permite mejorar su desempeño en las tres dimensiones Calidad, Costos, Tiempo. En lo que se refiere a la Calidad, de hecho, será posible eliminar las ocasiones de defectos relacionados con la gestión manual y aquellos generados por aplicaciones informáticas no integradas (que ahora tienen unicidad de generación y fuente de datos) y el nivel de conformidad con el propósito (gracias a los procesos de recuperación, reequipamiento y/o realineamientos más rápidos).

Mejorar significativamente la capacidad de gestión de la Satisfacción y Experiencia del Cliente (enriqueciendo los procesos de CRM y sus conexiones en tiempo real con otros procesos de negocio y operativos). En cuanto a los Costes, se trata de disponer de procesos más eficientes y reducir costes. Esto se aplica tanto a los procesos de gestión interna (Contabilidad, Programación, Seguimiento, etc.) como a los procesos operativos (Producción, Cadena de Suministro, Gestión de Clientes, etc.). Por supuesto, también es posible reducir el número de personal para gestionarlos.

En materia de Tiempo, la digitalización de procesos permite fases de programación más rápidas y flexibles, tanto en la gestión de los flujos productivos/logísticos como en la gestión de las relaciones con los clientes (incluidas las reclamaciones). La mejora de algunas de estas prestaciones probablemente también permita generar más potencial de ventas, gracias a las nuevas prestaciones ofrecidas (Calidad, Plazos de respuesta y entrega, Personalización de productos/servicios, etc.).

En conclusión, con este nivel de evolución digital, con la sola digitalización de los Procesos de Gestión y Organizativos, es posible mejorar el Rendimiento Empresarial sin modificar sustancialmente los productos/servicios y el Modelo Operativo. En esta

etapa evolutiva las principales ventajas vienen determinadas por el aumento de la Eficiencia de todo el sistema de la empresa.

Nivel 2: Digitalización de procesos posteriores

La digitalización de los procesos empresariales en sus fases posteriores (es decir, en las relaciones comerciales y las transacciones con los clientes) permite la activación de nuevos negocios, constituidos por nuevos servicios que pueden asociarse a los preexistentes. Estos van desde la asociación de mejores o nuevos servicios con productos tradicionales, hasta la concepción de nuevas propuestas de valor reales. Más específicamente, puede ir desde la mera combinación de nuevos servicios con productos/servicios anteriores, hasta la venta de dichos productos a través de servicios o incluso hasta la transformación del producto en un servicio.

Productos y/o Servicios en “pago por uso” (smartphones, coches, máquinas para análisis de laboratorio, sistemas de embalaje, aviones, etc.). Esta modalidad se ve habilitada y potenciada por aplicaciones digitales, que permiten monitorear y gestionar servicios y pagos en tiempo real.

Precisando mejor el concepto, cuando hablamos de Productos vendidos a través del servicio, se puede identificar como una aplicación al servicio, es decir, flanqueada o sustitutiva de los productos ya existentes, pero con prevalencia de la nueva modalidad transaccional (servicio vs. producto). Esto puede aplicarse tanto en el entorno B2C como en el B2B. En el caso de servicios ampliados flanqueados ofrecidos a sus clientes.

Nivel 3: Digitalización de procesos up-stream

Esto representa un nivel superior de relación con el mercado/cliente. Mientras que, downstream se refiere a la posibilidad del cliente de gestionar directamente lo que antes se le suministraba, en la dimensión upstream, significa proponer y vender al cliente la posibilidad de autoconfigurar lo que pretende comprar.

En el sector del packaging, por ejemplo, se trata de vender la posibilidad de autoconfigurar y autodiseñar paquetes personalizados (con imágenes e indicaciones que el cliente puede modificar directamente lote a lote). Además, es posible incluir componentes digitalizados en el propio producto. A menudo, la digitalización de los procesos operativos puede ser la fuente de una posible nueva propuesta de valor. En primer lugar, la posibilidad de personalización masiva, que es también uno de los

principales objetivos mencionados en los programas de la Industria 4.0. De hecho, gracias a la digitalización y a otras tecnologías 4.0, hoy es posible lograr una alta flexibilidad en la producción, reduciendo al mínimo los tiempos de preparación y ejecución correspondiente.

Lo mismo ocurre con el tiempo de los procesos de planificación, reprogramación y/o lanzamiento, simplificando enormemente la gestión de cuellos de botella. Se pueden obtener mejoras significativas similares en la gestión de problemas, en la calidad de los productos/servicios (teniendo los procesos bajo un mejor control y capacidad de simulación en realidad aumentada), y en el proceso de toma de decisiones (gracias a la transparencia y al "tiempo real" de la gestión de los datos).

En este nivel de digitalización, el Modelo de Negocio se modifica fuertemente con importantes actualizaciones tanto en los productos y/o servicios ofrecidos al mercado como en el Modelo Operativo, lo que puede proporcionar potencial de valor adicional en la oferta (debido también a los continuos desarrollos tecnológicos).

Nivel 4: Nuevos modelos de negocio (rediseño-ampliación)

La digitalización posibilita y apoya de forma sencilla la posibilidad de identificar nuevos posibles Modelos de Negocio en el Ecosistema en el que tradicionalmente opera la empresa. En realidad, estas oportunidades se pueden encontrar más a través de una capacidad creativa estratégica que analizando el menú de oportunidades tecnológicas.

La digitalización, con su presencia transversal en el mundo del Big Data Management, ofrece en sí misma nuevas perspectivas y estímulos. Estos nuevos modelos de negocio pueden activarse dentro de organizaciones existentes, explotando las actividades existentes para los nuevos propósitos o creación de nuevas organizaciones externas. Estas nuevas empresas se han sumado al negocio tradicional de la automoción, que básicamente consistía únicamente en vender coches. Estos nuevos modelos de negocio consideran el servicio de transporte como negocio principal, siendo el coche sólo un medio para ello (con el subproducto de la venta de coches también).

Nivel 5: Nuevos modelos de negocio (reinención). El nivel anterior de identificación de nuevos modelos de negocio sigue estando vinculado a las actividades de negocio que actualmente desarrolla la empresa en su ecosistema o a las existentes en el

ecosistema de clientes (aunque en una lógica innovadora), donde se pueden configurar nuevas cadenas de valor (más o menos conectadas con las existentes).

Hoy en día, sin embargo, el caso de Modelos de Negocio inventados sobre una lógica greenfield (completamente nueva), es bastante frecuente.

La base de estos nuevos modelos se sustenta generalmente en la explotación de nuevas oportunidades tecnológicas o nuevas áreas de negocio, generadas por otros nuevos modelos de negocio o por su evolución. En estos casos, se generan por combinaciones tecnológico-empresariales.

2.4.3 Innovación para la gestión del activo en minería

La administración de activos en el sector minero se ve favorecida por la innovación en rubros como el mantenimiento predictivo, la digitalización de activos, la automatización y robótica, la realidad aumentada y virtual, y la gestión de datos (Innovación en minería Latinoamérica, 2017).

Los avances tecnológicos en las operaciones mineras pueden optimizar la eficiencia operativa, mejorar la seguridad laboral y aumentar la productividad. La innovación en la gestión de activos incluye el mantenimiento anticipatorio, como el IoT y el análisis de datos, que predicen fallos de equipos y maquinaria, lo que permite el mantenimiento preventivo en lugar del mantenimiento correctivo. Los sistemas de gestión de activos digitales permiten un seguimiento en tiempo real del rendimiento, la optimización de la función y una planificación de mantenimiento más eficiente.

- **Autonomía y Robótica:** La implementación de robots y sistemas automatizados para tareas de alto riesgo o repetitivas mejora la seguridad laboral y eleva la productividad en las operaciones mineras.
- **Tecnologías de Realidad Aumentada y Virtual:** Implementación de tecnologías de realidad aumentada y virtual para la capacitación de operadores, la visualización en tiempo real de datos y la planificación de operaciones mineras.
- **Administración de datos:** La consumación de sistemas avanzados de administración de datos para la recolección, análisis y utilización de información pertinente acerca de los activos mineros simplifica la toma de decisiones fundamentadas en datos.

En este contexto, se anticipaba desde el año 2017 que, en el futuro de la minería en Latinoamérica, la innovación desempeñaría un papel esencial en la transformación y el desarrollo sostenible del sector (Innovación en minería Latinoamérica, 2017).

2.4.4 Minería 4.0

De acuerdo con Zhironkina, O. (2023), el amplio impacto de las TI en la minería está configurando un ecosistema empresarial digital que incluye la creación de gemelos digitales, la intelectualización, la visualización en consola y la robotización de todos los elementos de la cadena de suministro y los procesos. La configuración actual del ecosistema digital minero depende de la conexión y recombinación de los sistemas de información interactivos de cada uno de sus procesos, como la extracción, el transporte y el procesamiento de minerales, la logística de materiales, la ventilación y el suministro eléctrico.

Asimismo, en dicho ecosistema digital de empresas del complejo de recursos minerales, el rol de un trabajador está cambiando radicalmente, desde el operador de equipo (incluyendo automatizado y parcialmente robótico) al Operador 4.0. En el futuro, el profesional en minería debe tener las siguientes competencias: usar apoyo biomecánico para aumentar la fuerza y la resistencia, confiar en la realidad aumentada para integrar el mundo digital y físico (por ejemplo, para recibir ayuda en línea de fabricantes de equipos a través de gafas de VR interactivas), el uso obligatorio de sensores inteligentes (5G subterráneo) para conectar información sobre el medio ambiente y la salud de un minero, el uso de asistentes personales inteligentes para interactuar con el equipo (entrenamiento de robots colaborativos) y bases de datos (autoaprendizaje, pronóstico operativo basado en el análisis de Big Data)

En el desarrollo del ecosistema digital de Minería 4.0, existe el problema de la insuficiente unificación del software de diferentes fabricantes y las dificultades en su integración de sistemas. La arquitectura del ecosistema digital en minería tiene una estructura de dominio que integra sistemas de TI desarrollados por diferentes proveedores (por ejemplo, ABB (soluciones de producción), OSIsoft (integración de datos de varios sistemas), IBM Maximo (soluciones de gestión de activos), Microsoft Azure (gestión de datos en la nube), Microsoft Dynamics 365 (gestión de relaciones con clientes) y Microsoft Power BI (análisis de negocios integrado). Estos sistemas de información tienen una pila tecnológica y formatos de datos, por lo que un sistema puede interactuar con otro sistema del mismo proveedor,

pero se comunica con productos de software de otros proveedores utilizando únicamente Microsoft Excel.

Además, Zhironkina afirma que las tecnologías modernas del Internet de las cosas (IoT) ofrecen al sector de los recursos minerales una oportunidad única para excluir a las personas de muchos procesos de operación de máquinas y mecanismos en condiciones mineras complejas, dañinas y peligrosas. Como resultado, se reduce drásticamente la influencia del factor humano en las operaciones mineras y su peligrosidad para las personas, gracias a sensores inteligentes de temperatura, humedad, luz, velocidad, radiación infrarroja pasiva y distancia. El Internet de las Cosas en la Minería 4.0 está estrechamente relacionado funcionalmente con el Internet de la Energía, ya que una parte significativa de los equipos mineros cuenta con unidades de alta potencia. Por consiguiente, principios de arquitectura de redes energéticas como la tecnología plug-and-play, los flujos bidireccionales de información sobre energía y consumo, y las combinaciones de fuentes renovables y no renovables se implementan mediante tecnologías avanzadas de Internet como el Internet de las Cosas y la tecnología blockchain. Las interacciones máquina a máquina basadas en estas tecnologías permiten no solo aumentar la productividad, sino también reducir el consumo energético. Un punto de aplicación importante de las interacciones máquina a máquina basadas en el Internet de las Cosas Industrial es la monitorización en tiempo real del estado técnico de los equipos mineros.

En efecto, el alcance del Internet de las Cosas (IoT) en la minería va mucho más allá del diagnóstico avanzado y el control de la carga de los equipos a lo largo de toda la cadena de producción. «Digital Mine» se basa en interacciones en la plataforma del Internet de las Cosas como la planificación y programación dinámicas, la supervisión de la seguridad y la automatización de la cadena de suministro.

Según Rojas, J. (2015), la Minería 4.0 se distingue como un avance tecnológico para optimizar las decisiones mediante el análisis de datos. Estas máquinas poseen la capacidad de interactuar mutuamente y están orientadas hacia la minimización de las insuficiencias y la variabilidad inherentes a los procesos mineros. Innegablemente, la minería 4.0 emerge de las posibilidades ofrecidas por la Cuarta Revolución Industrial, que abarca la ejecución de tecnologías tales como big data, data analytics y aprendizaje automático, áreas que se perciben como altamente prometedoras para el sector minero. Al implementar esta tendencia en la minería, se pueden identificar múltiples ventajas y aplicaciones concretas:

- Administración de activos y mantenimiento anticipado: Los empleados conectados tienen la capacidad de acceder a investigación en tiempo real respecto al estado de los activos, planificar acciones de mantenimiento preventivo y recibir notificaciones sobre potenciales fallos, lo cual contribuye a la optimización de la disponibilidad de los equipos y a la disminución de los periodos de inactividad.
- Optimización de la colaboración y la comunicación: Los empleados tienen la capacidad de colaborar de forma más eficaz con colegas, supervisores y equipos multidisciplinarios mediante aplicaciones de mensajería, videoconferencias y herramientas de colaboración en tiempo real, lo que apresura el proceso de toma de decisiones y resolución de problemas.

En la actualidad, la mina utiliza SAP ERP como sistema ERP, que no está integrado con otros sistemas, lo que genera problemas de transmisión y recepción de datos. Los datos fundamentales, como PP, datos maestros y mantenimiento programado, se exportan a hojas de cálculo de Excel y se envían por correo electrónico a la planta de producción y otros sistemas de minería. Los datos de diferentes fuentes se capturan manualmente en el ERP, y la mina utiliza módulos como la gestión de materiales (MM), PP, la gestión de calidad (QM), el mantenimiento de la planta (PM), la gestión de activos (AM) y la cuenta financiera (FI). Estos módulos adquieren datos manuales que son susceptibles de errores.

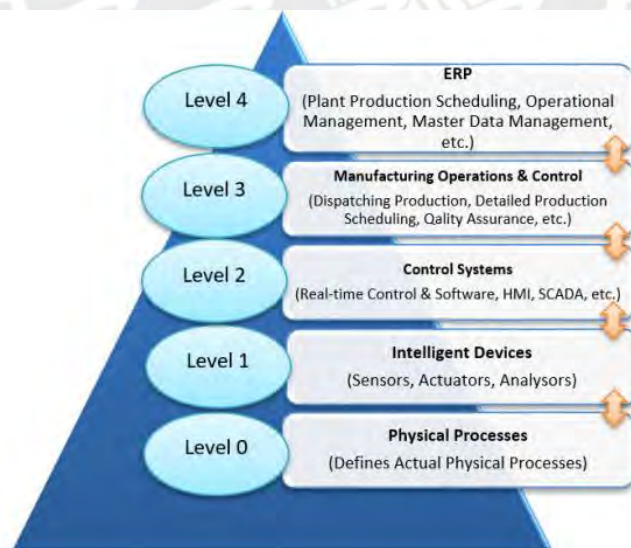
El sistema de gestión de combustible (FMS) es un producto de software proporcionado por Petroman para monitorear el suministro y consumo de combustible en la mina. Requiere que los datos maestros del equipo y del punto de medición se adquieran del ERP para registrar el consumo de combustible en el equipo y los puntos de medición correspondientes. Sin embargo, la integración no suele realizarse a tiempo, lo que provoca incoherencias entre los datos maestros entre el ERP y el FMS. La Industria 4.0 aboga por la integración automática de datos, y el consumo de combustible debe capturarse con equipos conformes y números de puntos de medición en el ERP.

Inclusive, existe la intención de implementar un sistema de gestión de neumáticos (TMS) para monitorear y administrar los neumáticos y las llantas en la mina. Otraco es un proveedor de soluciones preferido de TMS, y el sistema está diseñado con redundancia de datos completa en un centro de datos alternativo en Sydney, Australia. Estas tecnologías 4.0 se aplican para cerrar las brechas técnicas que existen en el entorno minero. Recopilando y proporcionando datos de los sistemas de mina a los responsables de la toma

de decisiones y a los socios comerciales y compartiendo datos desde el nivel de la empresa hasta los sistemas de la planta de producción en tiempo real y en cualquier lugar; Se puede lograr la excelencia en la gestión, la transparencia y la sostenibilidad del negocio

Por ejemplo, en la figura 3, Sishi, M. (2020) indica que La integración vertical es un facilitador para el flujo de información en tiempo real desde los procesos físicos a través de varios niveles hasta el ERP y viceversa. El ERP pone a disposición información como datos maestros (todos los tipos), PP y programación, y PM. Los sistemas en el nivel inferior al ERP proporcionan información en tiempo real, como la efectividad general del equipo (OEE), el estado del equipo, el trabajo en curso, el consumo de materiales, la calidad, el estado de los pedidos, la genealogía, el mantenimiento proactivo y correctivo y el estado del mantenimiento.

Figura 3. Diseño de integración vertical en empresa minera



Fuente: Elaboración propia

2.4.5 Seguridad de la información y propiedad intelectual

Según Escobar, R. (2018), subraya la relevancia de salvaguardar los activos intangibles corporativos (proyectos de innovación) y asegurar la discreción de la información clave.

La digitalización de procesos en el sector minero, particularmente en proyectos de minería subterránea, puede propiciar una eficiencia financiera incrementada por medio de múltiples estrategias. La capacidad de analizar volúmenes significativos de datos operativos puede descubrir nuevas oportunidades de innovación, lo que conduce a mejoras notables en la eficiencia y la rentabilidad de los proyectos.

- Salvaguarda de los derechos de propiedad intelectual: El imperativo de proteger las innovaciones y soluciones creativas desarrolladas en la corporación minera mediante la adquisición de patentes. En Perú, la INDECOPI proporciona consultoría a las empresas mineras interesadas en presentar solicitudes de patente para sus innovaciones. Posteriormente, incentiva a los creadores a participar en competencias a escala nacional para evidenciar la existencia de las innovaciones patentadas.
- Confidencialidad de la información: la relevancia de preservar la confidencialidad de los datos estratégicos de la organización, particularmente en el marco de la innovación. En resumen, es crucial implementar estrategias de seguridad y protocolos para proteger la información delicada y evitar fugas de información para la ciberseguridad y la competitividad de la organización. La administración del derecho de propiedad intelectual en la corporación minera enfrenta la identificación, salvaguarda y uso estratégico de los intangibles, la formulación de políticas en relación con la propiedad intelectual, documentación de innovaciones y fomento de una cultura de respeto a los derechos de autor y propiedad industrial.

Sánchez et al. (2019) enfocan que la seguridad de la información y la salvaguarda de la propiedad intelectual son elementos cruciales en el contexto empresarial, especialmente en los proyectos de innovación en el minero. La seguridad de la información enfrenta los datos frente a accesos no autorizados, mientras que la propiedad intelectual atribuye a los derechos jurídicos que protegen las creaciones de la mente humana.

- Progresos en el campo tecnológico: Es imperativo instaurar protocolos de seguridad sofisticados para salvaguardar la información en un contexto de creciente interconexión.
- Seguridad cibernética: La escalada de las amenazas cibernéticas y la sofisticación de los ciberataques demandarán que las organizaciones fortalezcan sus estrategias de ciberseguridad para salvaguardar la información confidencial y la propiedad intelectual. La asignación de fondos para soluciones de seguridad cibernética y la capacitación del personal en prácticas seguras serán esenciales.
- Regulaciones en relación con la protección de datos: Con la instauración de regulaciones de protección de datos más rigurosas, tales como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en la Unión Europea, se anticipa que las organizaciones deben adherirse a regulaciones más rigurosas en relación con la administración y salvaguarda de la información.
- Participación y conciencia: Se anticipa que las organizaciones promuevan una cultura de seguridad de la información y sensibilización acerca de la relevancia de salvaguardar la propiedad intelectual entre su personal. La cooperación con asociados comerciales y proveedores será fundamental para asegurar la protección de la información a lo largo de toda la logística.

De acuerdo con Cavelti, M. D., & Suter, M. (2019), las asociaciones público-privadas representan una vía crucial para mejorar las estrategias nacionales de ciberseguridad. Al fomentar la colaboración entre los sectores público y privado, los países pueden equiparse mejor para hacer frente a la creciente variedad de amenazas cibernéticas. La sinergia creada a través de estas asociaciones no solo fortalece las defensas, sino que también fomenta la innovación y la resiliencia.

A medida que las partes interesadas se reúnen para compartir conocimientos, recursos y experiencia, un futuro digital más seguro no es solo una posibilidad, sino un objetivo alcanzable. Los gobiernos y las entidades privadas deben actuar con decisión, priorizando la colaboración para salvaguardar a sus naciones contra las complejidades del panorama cibernético.

A medida que el panorama de las amenazas cibernéticas continúa evolucionando, también deben hacerlo las estrategias empleadas para contrarrestar estas amenazas. Las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el aprendizaje

automático y la cadena de bloques, presentan nuevas oportunidades para la innovación en ciberseguridad. Los gobiernos y las entidades privadas deben trabajar juntos para explorar estas tecnologías, asegurándose de que se aprovechen de manera efectiva dentro de las estrategias nacionales de ciberseguridad.

- Aprovechar la inteligencia artificial y el aprendizaje automático: Estas tecnologías pueden mejorar las capacidades de detección y respuesta a amenazas, lo que permite a las organizaciones identificar y mitigar las amenazas en tiempo real. Al compartir datos sobre incidentes cibernéticos, los sectores público y privado pueden entrenar modelos de IA para mejorar el análisis predictivo y mejorar la seguridad general.
- Explorando Blockchain para soluciones de seguridad: La tecnología Blockchain tiene el potencial de mejorar la integridad y la seguridad de los datos. Al explorar iniciativas de colaboración que aprovechen la cadena de bloques, los sectores público y privado pueden desarrollar soluciones que mejoren la confianza en los intercambios de datos y mejoren la resiliencia general de la ciberseguridad.
- Construir una cultura de ciberseguridad: Más allá de la tecnología, es crucial fomentar una cultura de concienciación sobre la ciberseguridad dentro de las organizaciones. Los esfuerzos de colaboración deben centrarse en educar a los empleados sobre las mejores prácticas de ciberseguridad, promover la vigilancia y fomentar comportamientos proactivos.
- Colaboración internacional: Las amenazas cibernéticas no están limitadas por las fronteras, lo que hace que la colaboración internacional sea esencial. Los países deben trabajar juntos para compartir las mejores prácticas, inteligencia y recursos para combatir eficazmente las amenazas cibernéticas globales. Los tratados y acuerdos internacionales pueden facilitar la cooperación para abordar los desafíos de la ciberseguridad.

Para mejorar las asociaciones público-privadas, las partes interesadas deben seguir siendo proactivas, adaptándose a los nuevos desafíos y aprovechando las fortalezas colectivas para construir un marco de ciberseguridad resiliente. A medida que el panorama evoluciona, la importancia de la colaboración no hará más que aumentar.

Para maximizar la eficacia de las asociaciones público-privadas en ciberseguridad, las partes interesadas deben adoptar varias mejores prácticas:

- Establecer canales de comunicación claros: Las líneas abiertas de comunicación entre entidades públicas y privadas son vitales para una colaboración efectiva. Las reuniones y actualizaciones periódicas pueden ayudar a garantizar que todas las partes estén alineadas en cuanto a objetivos y estrategias, fomentando un entorno de cooperación.
- Definir roles y responsabilidades: Delinear claramente los roles de cada socio puede evitar malentendidos y agilizar los esfuerzos. El establecimiento de una estructura de gobernanza que defina las responsabilidades puede mejorar la rendición de cuentas y garantizar que todos comprendan sus contribuciones.
- Garantizar la confianza mutua y la transparencia: Generar confianza a través de la transparencia en las operaciones y el intercambio de datos es esencial para la colaboración a largo plazo. Las organizaciones deben sentirse seguras de que sus socios manejarán la información confidencial de manera responsable y que habrá un beneficio mutuo con el socio.
- Consideraciones legales y regulatorias: Abordar los marcos legales y los requisitos regulatorios desde el principio puede ayudar a mitigar las preocupaciones relacionadas con la responsabilidad y la privacidad de los datos. Establecer directrices para el intercambio de información y la respuesta a incidentes puede proteger tanto a las entidades públicas como a las privadas, al tiempo que fomenta la colaboración.
- Evaluación y adaptación de estrategias: La evaluación continua de la eficacia de la asociación y la adaptabilidad a las circunstancias cambiantes son cruciales. Las evaluaciones periódicas pueden identificar áreas de mejora y garantizar que las estrategias sigan siendo relevantes frente a la evolución de las amenazas cibernéticas.



CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL CASO

3.1 Datos generales de la empresa

El presente caso tiene como finalidad la implementación de solución que permita automatizar el proceso de control del mantenimiento y reparaciones en INCIMMET tomando como base la estructura y funcionalidades soportadas sobre la plataforma de Microsoft 365 y utilizando los servicios de Power Platform. Para el presente proyecto solo se requiere que cada usuario cuente con una licencia de Microsoft Office 365 E1 o Empresa Básica o superior. La plataforma solo podrá ser usada por los usuarios internos, invitados y que cuenten con cuenta en Microsoft 365.

3.1.1 Problemática

La empresa especializada en minería subterránea INCIMMET S.A. tiene la necesidad de superar los siguientes retos:

- Altos costos de implementación y mantenimiento de plataformas tradicionales.

- Dificultad para personalizar las herramientas según necesidades específicas.
- Falta de reportes precisos y en tiempo real.
- Problemas de integración con sistemas existentes.
- Soporte técnico insuficiente o ineficaz.

Inclusive en el 2023, se incurrieron en costos de alrededor de 10 millones de soles en conceptos de servicios de reparación con proveedores externos, de los cuales 2.4 millones no fueron imputados en el 2023, por lo que serán considerados para el año 2024, afectando negativamente al estado financiero del presente año.

Entonces, resulta primordial la gestión y control de las reparaciones con proveedores externos para la correcta asignación del costo y el cumplimiento de los tiempos. Sin embargo, se enfrentan a los siguientes retos:

- Gestionar servicios spot de manera eficiente.
- Controlar y reportar actividades y datos de manera precisa.
- Reducir costos operativos y de mantenimiento de la plataforma.
- Adaptarse a cambios y necesidades específicas de la operación.
- Mejorar la productividad y eficiencia operativa.

3.2 Datos generales del aplicativo

3.2.1 Propuesta de Valor

Plataforma web de bajo costo de inversión y mantenimiento que se adapta a la necesidad de control y reportabilidad de cada cliente para la adecuada gestión de servicios spot de cada empresa minera/ industrial que lo requiera. Se ofrece:

- Incremento en la eficiencia y productividad operativa.
- Mejora en la precisión de los reportes y el control de actividades.
- Reducción significativa de costos operativos.
- Flexibilidad para adaptarse a cambios y necesidades específicas.
- Acceso a soporte y consultoría especializada.
- Plataforma de bajo costo de inversión y mantenimiento.
- Solución altamente adaptable a necesidades específicas.
- Herramientas de reportabilidad precisas y en tiempo real.
- Soporte técnico eficiente y continuo.
- Fácil integración con sistemas existentes.

3.2.2 Sector del consumidor (cliente)

Empresa minera / industrial que cuenta con activos (equipos pesados) que requieren servicios frecuentes de reparaciones con proveedores externos.

3.2.3 Canales de conocimiento del aplicativo

- Página de LinkedIn.
- Difusión del aplicativo en el entorno minero (IIMP).
- Alianzas con clientes principales.

3.2.4 Servicio brindado

- Soporte técnico personalizado.
- Actualizaciones regulares del software.
- Retroalimentación y mejora continua basada en las necesidades de los usuarios.

3.2.5 Flujo de retorno (ganancia)

- Suscripción mensual/anual
- Tarifas por personalización y adaptación de la plataforma
- Servicios adicionales (consultoría, capacitaciones)

3.2.6 Recursos Claves

- Equipo de desarrollo de software.
- Servidores y tecnología de infraestructura.
- Expertise en minería y gestión de proyectos.

3.2.7 Actividades Claves

- Desarrollo y mantenimiento del software.
- Soporte técnico y atención al cliente.
- Investigación y desarrollo para mejorar la plataforma.

3.2.8 Socios Claves

- Proveedores de tecnología
- Consultoras del sector minero/industrial
- Clientes principales (caso de éxito).

3.2.9 Estructura de costo del aplicativo

- Desarrollo y mantenimiento de la plataforma
- Infraestructura tecnológica (servidores, hosting)

- Salarios del equipo de desarrollo, soporte y ventas
- Gastos de marketing y publicidad
- Costos de capacitación y soporte al cliente

3.2.10 Plan de trabajo

En la tabla 1, se detalla el plan de trabajo.

Tabla 1. Plan de Trabajo

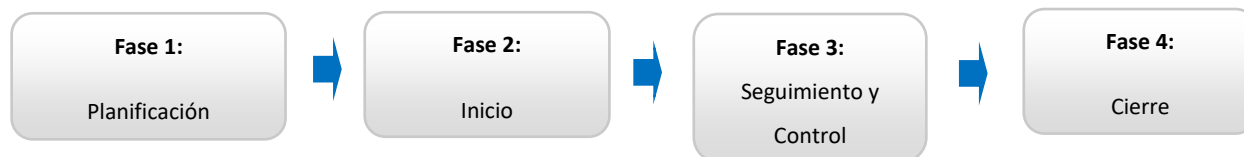
ITEM	DESCRIPCIÓN	HORAS	DURACIÓN
FASE I : DESARROLLO		84	10.5
1	Registro de datos de servicio Spot	19	2.38
2	Recopilar y evaluar propuestas	15	1.88
3	Elegir la propuesta técnico-comercial idónea	2	0.25
4	Emitir OS	2	0.25
5	Subir documentación inicial en el aplicativo	3	0.38
6	Evaluar el activo (a máquina abierta)	2	0.25
7	Entregar reportes con frecuencia semanal	9	1.13
8	Dar seguimiento y control (d)	3	0.38
9	Culminar Servicio Spot	1	0.13
10	Validar culminación del servicio spot	1	0.13
11	Subir los documentos solicitados para la movilización del equipo	1	0.13
12	Gestionar movilización de equipo a proyecto	1	0.13
13	Inspeccionar equipo movilizado	3	0.38
14	Activar el servicio	8	1
15	Levantar observaciones in situ (en el proyecto) (f)	1	0.13
16	Dar segunda (2°) conformidad del servicio	1	0.13
17	Desarrollo de pestaña de información complementaria	6	0.75
18	Configuración de notificaciones	6	0.75
FASE II : PRUEBAS		6	2
19	Pruebas internas	2	0.67
20	Corrección pruebas internas	1	0.33
21	Pruebas con el cliente	2	0.67
22	Corrección pruebas con el cliente	1	0.33
FASE III : CIERRE		10	1.67
23	Documentación	6	1
24	Pase a producción	3	0.5
25	Reunión de cierre	1	0.17
TOTAL		100	14.17

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Gestión del Servicio Spot

El flujo del proceso de servicios spot consiste en 4 pasos que son los siguientes:

Flujo del Proceso de Gestión de Servicios SPOT



3.3.1 FASE 1: Planificación

Operaciones mina reporta al área de Mantenimiento la falla de su equipo y solicita su reparación. El área de Mantenimiento de Proyecto realiza la evaluación del equipo y determina si se puede realizar la reparación del activo y/o componente con recursos propios; de ser así el Planner de Mantenimiento asigna el trabajo a un Técnico del área.

En el caso de que no se pueda realizar la reparación con recursos propios el Planner de Mantenimiento genera la Solicitud de Servicio SPOT (Creación del RQ en GESCOM) y el Técnico de Mantenimiento genera el P-PER-GAM-01-F-01 Informe Técnico de Equipos y/o Componentes SPOT.

Una vez aprobado el RQ por el Proyecto previa validación del Gerente y/o Residente de Proyecto, el área de Supply Chain Management inicia con el proceso de licitación y/o solicita las propuestas técnico-comerciales sólo a los proveedores que se encuentren homologados. Estas propuestas técnico-comerciales deben venir acompañadas de los siguientes documentos:

- P-PER-SCM-03-F-01 Presupuesto
- P-PER-SCM-03-F-02 Cronograma de Trabajo
- P-PER-SCM-03-F-03 Alcance
- P-PER-SCM-03-F-04 Reporte Semanal
- P-PER-SCM-03-F-05 Gestión del Cambio

En caso de que el proveedor no se encuentre homologado debe tramitar su homologación inmediatamente y/o presentar la justificación correspondiente acorde al P-PER-SCM-03 Procedimiento de Gestión de Licitaciones.

Los proveedores envían su información técnico comercial preliminar a máquina cerrada, esta documentación es almacenada por el área de Supply Chain Management en la ruta de SharePoint respectiva. Luego de recopilada la información el área de Supply Chain Management realiza la evaluación de las propuestas técnico-comerciales, como mínimo se deben contar con 03 propuestas para la evaluación de las áreas de Gestión de Activos y Operaciones.

El área de Supply Chain elabora su P-PER-CDA-01-F-01 Matriz de Evaluación Comercial y elabora P-PER-SCM-01-F-02 Matriz de Evaluación Propuestas Técnicas. La P-PER-SCM-01-F-02 Matriz de Evaluación Propuestas Técnicas considera los siguientes criterios de evaluación:

- Segmentación Costos
- Comparativo Técnico
- Alcance de Partidas

Si las propuestas sobrepasan los 100 mil USD, esta debe ser revisada y aprobada por un Comité conformado por el Superintendente de Operaciones, Superintendente de Supply Chain Management y por el Superintendente de Gestión de Activos y Mantenimiento. Caso contrario se realiza la evaluación de las propuestas acorde al P-PER-SCM-01 Gestión de Compras.

Una vez aprobada la propuesta técnico comercial toda la documentación generada por este proceso debe ser almacenada en SharePoint en las rutas asignadas por el área de Supply Chain Management y se enviará al proveedor P-PER-SCM-03-F-05 Carta de Adjudicación. Si la propuesta no fuese aprobada se gestionará con el área de Supply Chain para solicitar nuevas cotizaciones y se reinicia con el proceso de evaluación.

3.3.2 FASE 2: Inicio

Una vez que se haya seleccionado al postor ganador y/o proveedor el área de Supply Chain Management genera la Orden de Servicio siguiendo el flujo de aprobación correspondiente y carga la documentación inicial del postor ganador en el Aplicativo de Gestión de Servicios SPOT (Dentro de estos documentos se debe considerar los documentos de sustento de la buena pro y presupuestos). El aplicativo enviará alertas a todos los involucrados en el proceso indicando el inicio del Servicio SPOT.

El área de Supply Chain Management coordina con el postor ganador para que actualice su propuesta a máquina abierta y este debe emitir un Informe del Estado del Activo donde

debe determinar si la propuesta inicial enviada se mantiene o sufrirá alguna modificación. Tomar en cuenta que sólo se permitirán variaciones que no excedan en más del 15% del valor de la cotización a máquina cerrada y no mayor a 02 semanas. En caso el proveedor incumpla con estas condiciones se optará por la propuesta que quedó en segundo lugar y así sucesivamente. Finalmente, el área de Supply Chain Management actualiza la documentación en el SharePoint y en el Aplicativo de ser necesario.

3.3.3 FASE 3: Seguimiento y Control

El proveedor debe enviar semanalmente el P-PER-SCM-03-F-04 Reporte Semanal en donde debe indicar el porcentaje de avance a la fecha al área de Supply Chain Management y el proveedor a su vez cargará esta información en el Aplicativo de Servicios SPOT.

El área de Gestión de Activos y Mantenimiento es la responsable de realizar el seguimiento y control de los trabajos realizados por el proveedor mediante visitas a sus talleres a través del P-PER-GAM-01-F-02 Informe de Visita Técnica Presencial. Estos informes deben ser cargados en el Aplicativos de Servicios SPOT por el área de Gestión de Activos y Mantenimiento. Tomar en cuenta que para Servicios SPOT cuya duración sea menor de 01 mes se deben realizar como mínimo 02 visitas a las instalaciones del proveedor, y para Servicios SPOT cuya duración sea mayor de 01 mes se deben realizar como mínimo 04 visitas.

El objetivo de estas visitas es identificar a tiempo posibles desviaciones o incrementos en el presupuesto inicial aprobado, De existir estas desviaciones en el presupuesto el proveedor debe elaborar y enviar un informe de sustento al área de Supply Chain Management.

El área de Supply Chain Management generará el P-PER-SCM-03-F-05 Gestión del Cambio y convocará al Comité de Compras Perú para la revisión y aprobación. Tomar en cuenta que sólo se aprobará un aumento del presupuesto establecido por un mayor alcance del servicio. De no aprobarse el incremento de alcance el área de Supply Chain Management aplicará la Gestión de Reclamo a Proveedores caso contrario se culmina con el Servicio SPOT y el proveedor entrega el Informe Final del Servicio SPOT ejecutado.

El área de Gestión de Activos y Mantenimiento debe validar la culminación del Servicio SPOT para esto debe generar los siguientes formatos de inspección según corresponda:

- P-PER-GAM-04-F-03 Inspección Scooptram

- P-PER-GAM-04-F-04 Inspección Empernador
- P-PER-GAM-04-F-05 Inspección Jumbo Frontonero
- P-PER-GAM-04-F-06 Inspección Desatador
- P-PER-GAM-04-F-07 Inspección Mixer
- P-PER-GAM-04-F-08 Inspección Robot
- P-PER-GAM-04-F-09 Inspección Minicargador
- P-PER-GAM-04-F-10 Inspección Telehandler
- P-PER-GAM-04-F-11 Inspección Tractor
- P-PER-GAM-04-F-12 Inspección Dumper

Este documento debe contar con la firma y VB del Superintendente de Operaciones, Superintendente de Gestión de Activos y Mantenimiento y el Superintendente de Supply Chain Management. En caso de que no hubiera conformidad, el área de Supply Chain Management coordinará con el proveedor para que corrija las desviaciones encontradas a la brevedad.

Una vez recibida la conformidad el Proveedor sube los documentos solicitados para la movilización del equipo y/o componente en el aplicativo de Servicios SPOT según lo coordinado con el área de Supply Chain Management.

El área de Supply Chain Management gestiona la movilización del equipo acorde al P-PER-GAM-04-F-01 Check List Movilización Equipos.

Cuando el equipo y/o componente llegue al proyecto será inspeccionado por las áreas de operaciones, mantenimiento y seguridad y llenarán los siguientes formatos según corresponda:

- P-PER-GAM-04-F-03 Inspección Scooptram
- P-PER-GAM-04-F-04 Inspección Empernador
- P-PER-GAM-04-F-05 Inspección Jumbo Frontonero
- P-PER-GAM-04-F-06 Inspección Desatador
- P-PER-GAM-04-F-07 Inspección Mixer
- P-PER-GAM-04-F-08 Inspección Robot
- P-PER-GAM-04-F-09 Inspección Minicargador
- P-PER-GAM-04-F-10 Inspección Telehandler
- P-PER-GAM-04-F-11 Inspección Tractor

- P-PER-GAM-04-F-12 Inspección Dumper

De encontrar durante la inspección que el Servicio SPOT no fue conforme se comunica inmediatamente al área de Supply Chain Management para que coordine con el proveedor y levante las observaciones encontradas in situ. El Proveedor debe enviar su Plan de Acción de Rectificación del Servicio. El proveedor tendrá como máximo 02 semanas de plazo para contar con personal habilitado para subir a proyecto.

3.3.4 FASE 4: Cierre

Si la inspección resulta de manera satisfactoria por parte del Proyecto, se debe generar la conformidad del servicio en GESCOM y el área de mantenimiento del proyecto debe generar los formatos P-CORP-FIN-02-F-01 Activación Equipo Nuevo y/o P-CORP-FIN-02-F-02 Activación Mejoras según corresponda para realizar la activación del servicio. En este punto empieza la planificación del pago al proveedor y contabilidad imputa el costo a la CAP correspondiente.

Seguidamente inicia el periodo de asentamiento del equipo y/o componente por un plazo de 5 días, durante este tiempo el área de mantenimiento de proyecto debe realizar el seguimiento y control. Si el equipo y/o componente no supera exitosamente el periodo de asentamiento, el área de Supply Chain Management comunica al proveedor para que realice el levantamiento de las observaciones in situ y genere su Plan de Acción de Rectificación del Servicio.

Si el periodo de asentamiento fue exitoso el área de mantenimiento general la segunda conformidad del servicio utilizando el formato P-PER-GAM-01-F-03 Conformidad Servicios. Finalmente, finanzas procede a ejecutar el pago del Servicio SPOT de acuerdo con las condiciones del servicio.

3.3.5 Aplicativo de Gestión de Servicios SPOT

El área de Supply Chain Management registra los datos iniciales en el Aplicativo de Servicios Spot (Proyecto, Equipo – Componente, #RQ, Descripción, CAPEX – OPEX). Esta información será validada durante las reuniones interdiaria que se tienen con el área de mantenimiento de proyecto con la ayuda del Planner de Mantenimiento Corporativo y de Proyecto.

El resumen de la P-PER-SCM-01-F-01 Matriz de Evaluación Comercial es cargada en el aplicativo por el área de Supply Chain Management y juntamente con la carta de

adjudicación. Luego de emitir la Orden de Servicio se debe cargar ese documento con toda la información sustentatoria de la buena pro y del presupuesto.

El área de Supply Chain Management creará los accesos correspondientes al proveedor seleccionado. El proveedor ingresará al aplicativo y cargará el informe actualizado del estado del activo y/o componente a máquina abierta y de ser el caso actualizar la información técnico comercial. Semanalmente el proveedor ingresará en el aplicativo sus reportes de avance semanal. Estos reportes serán validados por el área de Gestión de Activos en el aplicativo mediante una conformidad y a través de los informes de visita que realizan a los talleres del proveedor. Esta información debe cargarse también en el aplicativo.

Si todo es conforme el área de gestión de activos dará la conformidad en el aplicativo y el proveedor cargará toda la documentación solicitada para la movilización del equipo según lo indicado en el P-PER-GAM-04-F-01 Check List Movilización Equipos.

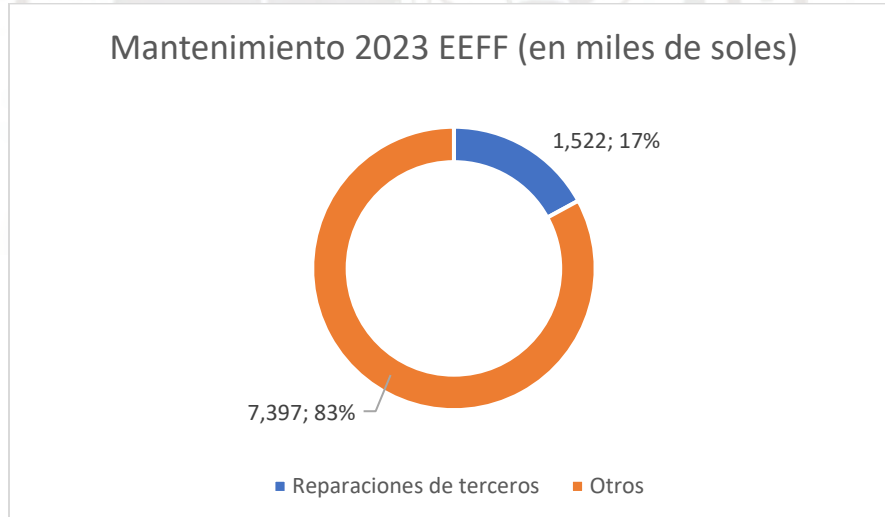
Una vez que el equipo llegue al proyecto es inspeccionado y estos registros son cargados en el aplicativo por el área de operaciones de proyecto. Luego el área de mantenimiento de proyecto realiza la activación y carga la conformidad en el aplicativo. Si el periodo de asentamiento es conforme el área de mantenimiento de proyecto genera la segunda conformidad y la registra en el aplicativo.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Resultados específicos del proyecto

En el caso en específico de la empresa analizada para el presente trabajo, el área de contabilidad solo imputó 1,522 kPEN, cuando en realidad, el monto debió ser 3,923 Kpen.

Figura 4. Resultados financieros de la empresa minera 2023.



Fuente: Elaboración propia

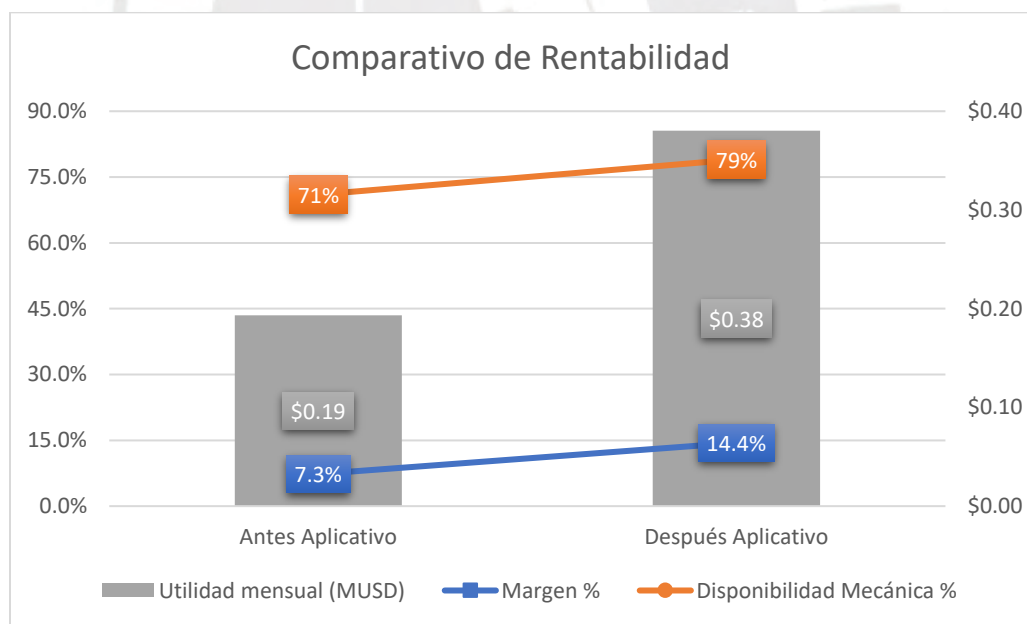
La diferencia entre el monto imputado (1,522 kPEN) y el monto que debía ser registrado (3,923 kPEN) insinúa una ausencia de exactitud en la recolección y procesamiento de datos financieros. El registro de un monto impuesto en un proyecto puede resultar en una discrepancia de exactitud en la recolección y procesamiento de datos financieros,

lo que puede afectar múltiples consecuencias. La subestimación de los costos puede resultar en decisiones incorrectas en la planificación financiera y en la distribución de recursos, impactando negativamente la viabilidad económica del proyecto.

La diferenciación del monto puede tener consecuencias en la interoperabilidad entre los sistemas contables y otros operativos, dificultades en la trazabilidad de la gestión. Esto también subraya la necesidad de optimizar la detección y digitalización de los procesos contables, contribuido a prevenir inconsistencias futuras y optimizar la eficiencia global de la organización.

La decisión de diferir el monto pendiente de imputación de 2,401 kPEN para el año 2024 conlleva consideraciones de relevancia, como efectos sobre la contabilidad, velocidad de caja, estrategia financiera, riesgo asociado con la acumulación de costos, evaluación de propuestas, eficiencia de la gestión financiera, evaluación de probabilidades, uso optimizado de recursos, cumplimiento de normativas, evaluación de desviaciones, integración con sistemas alternativos, y aumento de la utilidad.

Figura 5. Análisis Rentable del uso del aplicativo



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la inversión que implicó el desarrollo del aplicativo web, al tratarse de un desarrollo web de origen peruano. Entonces de acuerdo con la Tabla 1, entre costos directos e indirectos, el aplicativo implicó alrededor de 28.35 kUSD de inversión. No

obstante, se obtuvo una rentabilidad de 180.10 kUSD mayor a la de meses anteriores. En efecto, se puede confirmar que se recuperó 151.75 kUSD, casi cinco veces más de lo que se invirtió inicialmente. También, es necesario indicar que al tratarse de un desarrollo local implicó una inversión que no llega ni a la mitad de costo que puede implicar el costo de un ERP de origen extranjero, como lo pueden ser SAP PM o Hexagon EAM.

Tabla 2. Cuadro detallado de inversión

Tipo de inversión	Concepto	Fase	Monto (kUSD)
Directa	Pago al proveedor	1° Fase	10.52
		2° Fase	8.42
Indirecta	HH de personal	1° Fase	5.23
		2° Fase	4.18
Total			28.35
Variación de Utilidad anterior vs actual			180.10
Retorno de inversión			151.75

Fuente: Elaboración propia

En relación con la perspectiva de otros autores en relación con la administración de proveedores externos. Inicialmente, de acuerdo con Fernández, E. (2018), es esencial cumplir con los siguientes puntos:

- **Interacción Formal:** Es imperativo que las resoluciones concernientes a la administración de proveedores se transmitan de forma formal mediante documentos y encuentros, garantizando que todos los empleados estén debidamente informados acerca de las políticas y procedimientos asociados con los proveedores.
- **Análisis de Proveedores:** Es imperativo llevar a cabo una evaluación meticulosa de los proveedores potenciales, teniendo en cuenta su habilidad para satisfacer los criterios de calidad, coste y plazo de entrega. Esto comprende el examen de su historial y referencias.
- **Institución de Estándares:** Es imperativo establecer normativas precisas para la selección y evaluación de proveedores, así como para la calidad de los

productos o servicios que proporcionan. Esta medida contribuirá a la preservación de un nivel constante de calidad en la cadena de suministro.

- Relaciones de Duración Extensa: Se establecerán vínculos duraderos con proveedores que manifiesten un compromiso con la mejora continua y la colaboración. Esto podría implicar la adopción de prácticas de Lean Maintenance y TPM con el objetivo de maximizar la eficiencia y minimizar los costos.
- Supervisión y Retroalimentación: Se instaurará un sistema de supervisión y retroalimentación para evaluar de manera constante el rendimiento de los proveedores. Esto facilitará la implementación de modificaciones y optimizaciones en la administración de proveedores conforme se requiera.
- Formación y Desarrollo Profesional: Se proporcionará formación y desarrollo tanto a los trabajadores encargados de la administración de los proveedores como a los propios proveedores, con el fin de garantizar que todos se encuentren en consonancia con los objetivos de la organización.

Según López, J. (2016), para garantizar una gestión óptima de proveedores externos, particularmente en el marco de contratos de mantenimiento y reparaciones (MARC):

- Correspondencia con el cliente. Es imprescindible enfocarse en la interacción con los clientes, dado que, en los contratos de mantenimiento en terreno, la comunicación directa se erige como un factor esencial para la generación de valor. La satisfacción del consumidor debe ser un elemento prioritario, y se recomienda cuantificar la percepción de la calidad del servicio mediante la interacción con los gestores contractuales.
- Implementación de Indicadores Clave de Rendimiento Operativos (KPIs). Es imperativo no solo mantener Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) financieros, sino también establecer KPIs operativos. Estos indicadores deben ser exhibidos a los consumidores con el objetivo de fomentar la percepción de calidad del servicio y garantizar el cumplimiento de los estándares previstos.
- Congruencia de Intereses. Se aconseja la sincronización de los intereses del cliente en el diseño de los contratos. Resulta entonces, imperativo que los proveedores ejerzan control sobre los eventos que originan costos operativos, contribuyendo a prevenir inconvenientes tales como el uso indebido de los equipos.

- Elaboración de Instrumentos de Control. Es imperativo concebir instrumentos de control que faciliten la visualización de la administración integral del contrato y establezcan metas precisas para la mejora continua. Esto implica la formulación de métricas e indicadores sugeridos que sean pertinentes para la gestión de contratos.
- Recopilación de Datos. Se recomienda utilizar fuentes de información con un alto potencial de control, particularmente al evaluar nuevas propuestas derivadas de contratos MARC. La disponibilidad de flujos de costos y márgenes anticipados como indicadores de gestión es esencial para la regulación del sobreconsumo y para la retroalimentación de los métodos de valoración.

Los académicos convergen en la formación de un marco estructurado y sistemático para la eficiencia y la calidad en la gestión de la cadena de suministro. La comunicación formal promueve la transparencia y la responsabilidad, mientras que mantener una calidad constante es crucial para la sostenibilidad del servicio. La consolidación de las relaciones con proveedores comprometidos se alinea con las prácticas de Lean Maintenance y TPM, reduciendo costos y optimizando procesos. La vigilancia continua y la retroalimentación facilitan las modificaciones en tiempo real, mientras que la capacitación de empleados y proveedores es esencial para lograr los objetivos estratégicos y una gestión eficiente.

Indudablemente, la hipótesis que postula que la digitalización del proceso, fundamentado en la tecnología 4.0 de trabajadores conectados, para la administración de reparaciones con proveedores externos, resultará en una mejora notable en la eficiencia operativa, la disminución de periodos de inactividad, la optimización de costos y, de manera indirecta, en un incremento en la rentabilidad.

4.1.2 Comentarios finales

Se valida la hipótesis; en efecto, se puede afirmar que, el proceso de digitalización, apoyado en la tecnología de innovación 4.0 de trabajadores conectados, del proceso de seguimiento de gestión de reparaciones con proveedores externos, permite el avance de ciertos parámetros de la eficiencia operativa, la disminución de tiempos de inactividad, el optimizar los costes y, de forma indirecta, genera una mayor rentabilidad.

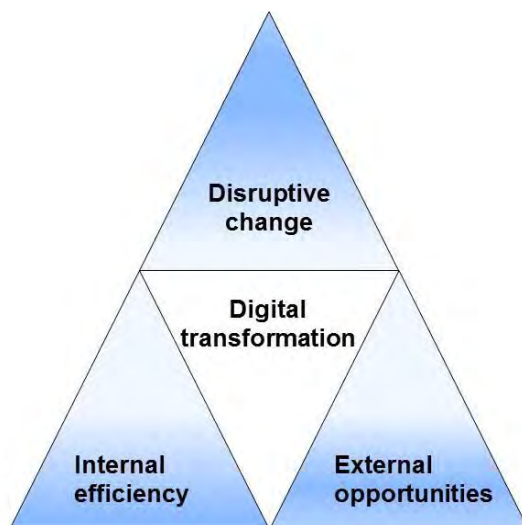
Según Päivi, P. et.al. (2017), la digitalización ha sido identificada como una de las tendencias predominantes que transformarán la sociedad y las operaciones comerciales en el futuro próximo y a largo plazo. La repercusión de la digitalización será significativa;

diversos académicos han establecido comparaciones con la revolución industrial. En el presente estudio, se aborda la digitalización como una transformación más esencial que meramente la digitalización de los procesos o productos de trabajo existentes. El concepto de digitalización alude a "la acción o proceso de digitalización; la conversión de datos analógicos (especialmente en imágenes, video y texto de uso posterior) en formato digital." Además, la digitalización o transformación digital alude a "las modificaciones vinculadas con la implementación de la tecnología digital en todas las facetas de la sociedad humana". La digitalización se caracteriza también como la "capacidad de transformar productos o servicios existentes en variantes digitales y, por ende, proporcionar ventajas sobre el producto tangible".

Por ende, para el propósito de este estudio, la digitalización está influyendo en los contextos corporativos y en la modalidad operativa de las organizaciones. La negligencia en la digitalización podría generar la amenaza de perder la partida en mercados de elevada competencia. La digitalización puede influir en el entorno operativo y las operaciones internas de una organización. La digitalización puede igualmente propiciar la emergencia de nuevas oportunidades comerciales, modificar las funciones de los operadores en una cadena de valor y poner fin a operaciones preexistentes. Por ejemplo, la digitalización tiene el potencial de erradicar los intermediarios convencionales en la cadena de suministro y generar nuevos actores intermedios. Este fenómeno puede atribuirse, por ejemplo, al acceso directo a los consumidores y a la creciente utilización de dispositivos móviles.

Por lo tanto, la repercusión de la digitalización y las metas de la digitalización para una organización pueden ser discernibles desde tres perspectivas distintas:

- Eficiencia interna; es decir, mejorar la forma de trabajar a través de medios digitales y replanificar los procesos internos;
- Oportunidades externas, es decir, nuevas oportunidades de negocio en un ámbito empresarial existente (nuevos servicios, nuevos clientes, etc.);
- Cambio disruptivo; la digitalización provoca cambios radicales en los roles empresariales. Estos tres puntos de vista del impacto de la digitalización se pueden presentar como se muestra en Figura 6.

Figura 6. Resumen de la digitalización de procesos

Fuente: Adapatado de Päivi, P. et.al.(2017).

En este caso, una empresa que produce sistemas de automatización se encamina hacia el negocio de servicios, que se ha convertido en una tendencia en su entorno empresarial. La empresa pretende aprovechar las posibilidades de la digitalización para mejorar sus procesos de servicio, así como para colaborar mejor con las unidades organizativas y los clientes.

El proceso de actualización comienza con la identificación de las necesidades de actualización y, a continuación, se debe identificar la configuración del sistema de automatización del cliente. Se utilizó la herramienta SPOT APP para identificar esta información, aunque la cobertura y la facilidad de uso de la herramienta eran deficientes. Las oportunidades y los impactos de la actualización deben analizarse en función de la configuración del sistema de automatización y las reglas del ciclo de vida (reglas que indican las limitaciones y posibilidades del ciclo de vida para los diferentes componentes y tecnologías). Estas reglas imponen una matriz de dependencia complicada entre los componentes y las tecnologías. Finalmente, en función del análisis, se creará manualmente el plan del ciclo de vida y se modificará junto con el cliente teniendo en cuenta los cronogramas y los presupuestos. Además, la empresa cuenta con una solución de PowerApps para intercambiar información con el cliente, pero no proporciona funciones de comunicación y colaboración más avanzadas.

Las tendencias contemporáneas de digitalización modifican el contexto en el que las organizaciones llevan a cabo sus operaciones. En el presente estudio, se tomaron en cuenta las modificaciones en los aspectos de proceso, organización y dominio empresarial. Las modificaciones pueden representar nuevas oportunidades para optimizar la eficiencia o eficiencia económica, pero también pueden resultar perturbadoras para las operaciones actuales de una organización, dado que la digitalización ha transformado fundamentalmente las oportunidades comerciales de una empresa. La digitalización no implica la transformación de los procesos actuales en versiones digitales, sino la revisión de las operaciones vigentes desde nuevas perspectivas, facilitadas por la tecnología digital. En el presente estudio, se ha examinado el fenómeno de la transformación digital en el marco de estudios de caso y mediante la implementación del modelo para abordar el cambio y aprovechar al máximo su potencial.

La digitalización se presenta como el elemento esencial para alcanzar eficiencia interna en las organizaciones o para proporcionar oportunidades externas, tales como la introducción de nuevos servicios o propuestas a los consumidores. Adicionalmente, la digitalización puede inducir transformaciones disruptivas en el contexto operativo de la organización. Todas estas modificaciones pueden resultar en éxito, a pesar de que la transformación digital sea un concepto de magnitud monumental y multidimensional. La circunstancia particular de cada organización es distinta, tal como se evidencia en los estudios de caso presentados. En consecuencia, no se dispone de una solución milagrosa para enfrentar el fenómeno de la digitalización.

Este trabajo de investigación expone el inicio de un enfoque sistemático para tratar la transformación digital, que asistirá a las organizaciones en el análisis del impacto de la digitalización y las medidas requeridas para su contexto particular. El procedimiento detalla cuatro etapas iterativas fundamentales: en primer lugar, la organización debe establecer su posición en relación con la digitalización, así como los objetivos que aspira a lograr. A continuación, se debe establecer el esfuerzo requerido para lograr estos objetivos basándose en la identificación de la discrepancia entre los objetivos y el estado actual. Posteriormente, se procederá a la planificación sistemática de una ruta para el éxito, seguido de la implementación práctica de la ruta mediante pruebas de concepto según se requiera.

En efecto, se expone la versión inicial del modelo de transformación digital, que se deriva de la síntesis de varios casos industriales efectuados y de la literatura existente. No obstante, este modelo es en la actualidad sumamente genérico y requieren investigaciones adicionales para añadir detalles y aproximarlos a la práctica. En el futuro, tenemos la intención de examinar y perfeccionar el modelo en estudios de caso adicionales, y modificar o añadir detalles conforme se requiera.

A partir de este trabajo, se puede afirmar que, la digitalización está revolucionando la forma de hacer negocios dentro de las cadenas de valor industriales mediante el uso de tecnologías de Internet de las cosas (IoT), intercambio intensivo de datos y análisis predictivos. Sin embargo, la aplicación tecnológica por sí sola no es suficiente; para beneficiarse de la digitalización se requiere innovación en el modelo de negocios, como la transición a modelos de negocios de servicios avanzados. Sin embargo, aún quedan muchas lagunas en la investigación en el análisis de cómo las empresas industriales pueden aprovechar la digitalización para transformar sus modelos de negocios y lograr beneficios de sostenibilidad.

4.1.3 Estrategia para digitalización de procesos

En función de la exitosa digitalización del proceso en esta empresa especializada en minería, surge una serie de pasos a seguir para lograr la digitalización de procesos en industria minera u otra. Aunque las estrategias deben desarrollarse dentro de un contexto externo, la ejecución práctica de transformación digital comienza internamente, donde una empresa puede ser completamente dueña de sus acciones y resultados. En ese sentido, en la figura 7, se define los pasos para desarrollar la digitalización de procesos, aplicables a distintas industrias y no solo minería.

Figura 7. Pasos prácticos para la digitalización de procesos



Fuente: Elaboración propia

- Alineación con los objetivos y la estrategia de la empresa. Los objetivos comerciales y la estrategia de una empresa enmarcarán su enfoque de transformación digital. Algunos esfuerzos de digitalización pueden dar lugar a largos ciclos de debates técnicos, así como a un impacto percibido limitado. Sin un caso de negocio y un retorno de la inversión vinculado a las iniciativas de nivel C, las inversiones digitales en producción y fabricación son difíciles de sostener por los centros de costos encargados principalmente de ofrecer la máxima productividad al menor costo. Un primer paso importante es establecer un caso de negocio que sea reconocido y respaldado como parte de una iniciativa de transformación digital de nivel inicial.
- Evaluación de la preparación. La preparación para la transformación digital debe considerarse como un conjunto integrado de estrategias empresariales, personas, procesos y tecnología. Una evaluación imparcial de las capacidades o madurez tal cual puede ayudar a establecer una línea de base y desarrollar el apoyo para el cambio que se avecina.
- Romper los silos para lograr la colaboración. Todas las organizaciones desarrollan naturalmente silos organizacionales porque la camaradería y las comunicaciones se forman naturalmente en torno a las estructuras, roles y

proyectos del equipo del día a día. Aunque la reestructuración puede abordar algunos de estos problemas, también puede ser un proceso largo y complejo. Si no se ejecuta con la preparación adecuada, la reestructuración puede crear consecuencias no deseadas y nuevos silos. Un enfoque más práctico es identificar al personal clave de confianza al que los demás recurren cuando tienen preguntas. A medida que se revelan personas influyentes en puntos clave de la organización, se les puede invitar a participar en un grupo de trabajo de transformación digital, convirtiéndose en un nuevo equipo multifuncional organizado en torno a objetivos de transformación, reforzando mensajes y generando cambios sobre el terreno.

- Organizar los procesos de afuera hacia adentro. El flujograma implica la evaluación y mejora de los procesos de trabajo a través de la tecnología. Estos procesos de negocio deben estar orientados a la experiencia de los clientes o usuarios.
- Identificar las victorias rápidas. Tener una visión clara de los procesos de negocio orientados al cliente proporciona una conexión clara con el valor creado para los clientes y, por lo tanto, para el negocio de la empresa. Idear y priorizar casos de uso según el retorno estimado de la inversión o el valor para el negocio en comparación con el nivel de esfuerzo.
- Construir una base arquitectónica y de datos. Las empresas líderes garantizan una base tecnológica estable antes de pasar a la integración y aceleración multifuncionales. Los estudios de casos muestran que en las primeras fases de la digitalización, hasta el 80% de los esfuerzos de digitalización pueden dedicarse a actividades de limpieza y mantenimiento de datos. Aunque es tedioso, una base de datos limpia y estable es esencial para respaldar el análisis, la toma de decisiones y la automatización eficaces a través de las aplicaciones.
- Organizar la tecnología en torno a los datos. La búsqueda de la transformación digital es posible gracias a la tecnología y se basa en un enfoque sistemático de la agregación y normalización de datos. En las industrias de procesos, esto significa auditar la conectividad y el acceso de una empresa a todos los datos de procesos y activos con el objetivo de integrar todos los datos de OT en un único lago de datos y garantizar la fidelidad y la calidad de los datos. La definición de todas las fuentes de entrada de datos actuales y deseadas revelará

algunas áreas automatizadas, manuales e inexistentes en las que se puede aplicar la tecnología.



CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En conclusión, se puede postular que la digitalización del proceso desempeña un papel fundamental en la optimización de la rentabilidad en las entidades mineras. Asimismo, implementar nuevas estrategias de mantenimiento resulta ser crucial para optimizar los procesos y aumentar la eficiencia organizacional.

Una plataforma digital posibilita acceder a información en tiempo real, además, permite difundir actualizaciones y ejecutar un monitoreo constante del progreso en simultáneo de

más de una sola actividad. De manera que, no solo se aminora las demoras derivadas de la falta de comunicación, sino que también garantiza que todas las partes estén en correspondencia con las expectativas y plazos establecidos. En adición, la plataforma puede ser conformada para fusionarse con las aplicaciones preexistentes de planificación de recursos empresariales (ERP), facilitando avisos automatizados, verificación de inventario y supervisión de control financiero, mejorando de este modo la eficiencia de las operaciones de mantenimiento.

Las empresas no pueden hacer el proceso de digitalización solas. La innovación se dará asociándose con expertos que dominen tanto OT como IT. Estos socios deben comprender las operaciones, la tecnología y los datos existentes de la empresa. Dado que la complejidad difiere de cada empresa, el imperativo es crear, en conjunto, soluciones que se ajusten a sus necesidades, requisitos y presupuestos. Muchos proveedores de soluciones tienen ofertas fragmentadas que incluyen consultoría y tecnologías de TI/OT. Cada vez más, el enfoque óptimo de transformación digital requiere un socio que apoye a la empresa a lo largo de este proceso, que esté abierto y orientado a todas las posibilidades, y que asuma la responsabilidad de todos los aspectos del proceso, desde la planificación hasta los resultados basados en el rendimiento. Por último, las técnicas de análisis de datos en tiempo real implementadas en la plataforma han perfeccionado el procedimiento de toma de decisiones al proporcionar información precisa y reciente. Esta competencia permite a las entidades la detección de patrones de desviaciones frecuentes y la planificación más eficiente del mantenimiento preventivo, fomentando un enfoque de gestión más anticipado.

5.2 Recomendaciones

Así como el presente proceso ha sido digitalizado, coexisten muchos procesos en otros rubros que se beneficiarían ampliamente de una automatización y digitalización de los procesos más importantes, sobre todo en las industrias productivas de países emergentes como el Perú. Estos procedimientos continuamente comprenden procesos y subprocesos laborales, en su mayoría, complejos.

Entonces, el desafío de la digitalización de los procesos radica en reconocer los métodos específicos que potenciarían la eficiencia de la inversión a través de la automatización y garantizarían una transición eficiente. Se requiere una estructura detallada, un proceso de gestión del cambio e inversión en la capacitación de los trabajadores para acomodarse al

emergente ambiente digital. Asimismo, un sistema operativo diferenciado por su naturaleza digital y automatizada puede operar como un catalizador para el progreso y la competitividad a largo plazo en un mundo empresarial interconectado.

Por otro lado, resulta fundamental sugerir que las entidades otorguen prioridad a la investigación y establezcan alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos y expertos en digitalización. Por último, la protección de la información resulta supremamente importante, por lo que, se propone llevar a cabo un análisis de las mejores prácticas en Ciberseguridad de la Información y su adaptación a desarrollos web similares al del presente trabajo. Facilitando la mitigación de los riesgos que conlleva la digitalización e inclusive, se podría generar una política detallada respecto a seguridad cibernética en el territorio nacional del Perú, incluyendo conceptos de propiedad intelectual, restricciones del acceso a la información personal del usuario y otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Pulido, Aida Ivonne. "Propuesta de modelo de gestión de activos con enfoque en procesos." SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión 5, no. 2 (August 31, 2015): 45. <http://dx.doi.org/10.15332/s2145-1389.2013.0002.03>.
- Arias, M., Atienza, M. y Cademartori, J. (2014). Large mining enterprises and regional development in Chile: Between the enclave and cluster. *Journal of Economic Geography*, 14(1), 73-95. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbt007>
- Badilla, Alejandro & Carrasco, Nils & Diez, Camilo & Vergara, Horacio & Parra, Carlos. (2022). Auditoría AMORMS & AMS: ISO-55001 aplicada a Compañía Minera Perú. 10.13140/RG.2.2.13076.17281/1.

- Briceño, L. (2020). Impacto de las tecnologías inteligentes en la seguridad laboral en la industria minera. *Revista de Salud y Seguridad Ocupacional*, 78-91. Disponible en <https://www.ovtt.org/wp-content/uploads/2021/09/Mineria-del-futuro-final.pdf>
- Bustos-Gallardo, B. y Prieto, M. (2019). Nuevas aproximaciones teóricas a las regiones commodity desde la ecología política. *EURE* (Santiago), 45(135), <http://doi.org/10.4067/S0250-71612019000200153>
- Cardoso, Tiago Nuno Raposo. "Metodologias de Gestão de Ativos na perspetiva do prestador de serviços de manutenção." Master's thesis, Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais, 2017. <http://hdl.handle.net/10400.26/19760>.
- Cavelty, M. D., & Suter, M. (2019). "The Role of Public-Private Partnerships in Cybersecurity Governance." *International Journal of Cyber Security and Digital Forensics*, 8(2), 81-90.
- EALDE (2019). Tipos de contratos para la gestión de las adquisiciones del proyecto. EALDE Business School [en línea]. Disponible en: <https://www.ealde.es/tipos-de-contratos-gestion-de-adquisiciones-del-proyecto/>
- EALDE (2020). Alcance de un proyecto: Qué es y cómo gestionarlo. EALDE Business School [en línea]. Disponible en: <https://www.ealde.es/alcance-proyecto-gestion/>
- Escobar, R. 2018. Innovación. Reto y Solución en la Minería. Perú, p. 25 a p. 30
- Farren, J. (2021). Tecnologías avanzadas en la minería inteligente. *Journal of Smart Mining*, 112-125. Disponible en <https://www.ovtt.org/wp-content/uploads/2021/09/Mineria-del-futuro-final.pdf>
- Fernández Álvarez, E. (2018). Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM (Trabajo Fin de Máster en Tecnologías Marinas y Mantenimiento). Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón.
- Indecopi, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. 2022, p.34
- Innovación en minería latinoamérica 2017 - deloitte (2017) Deloitte. Available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/energy-resources/2018/Innovacion-mineria-LATAM.pdf> (Accessed: 27 May 2024).

Institute of Asset Management (IAM), "Asset Management – an anatomy", Version 1.1; Febrero 2024

Korinek, J. (2013). Mineral Resource Trade in Chile: Contribution to Development and Policy Implications. OECD Trade Policy Papers, 145. <https://doi.org/10.1787/18166873>

León Ganchozo, Manuel Ubaldo, Lilibeth Johanna Valero Yarlequé, and Shirley Dayanara Vera Macías. "Diseño del sistema de gestión de activos físicos según norma ISO 55001:2014." Revista InGenio 3, no. 1 (January 4, 2020): 81–88. <http://dx.doi.org/10.18779/ingenio.v3i1.332>.

López Álvarez, J. (2016). Diseño de un sistema de control de gestión para un contrato de mantenimiento y reparaciones. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142565>

Parra, C & Crespo, A (2015). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos. Segunda edición, IN-GEMAN, Sevilla, España. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29363.66083>

Peng, Yixuan & Fayaz Ahmad, Sayed & Irshad, Muhammad & Al-Razgan, Muna & Ali, Yasser & Awwad, Emad. (2023). Impact of Digitalization on Process Optimization and Decision-Making towards Sustainability: The Moderating Role of Environmental Regulation. Sustainability. 15. 15156. 10.3390/su152015156.

Ramírez, A. (2020). Minería inteligente y sustentable: Implicaciones para el futuro de la industria. Revista de Minería Sustentable, 45-58. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142565>

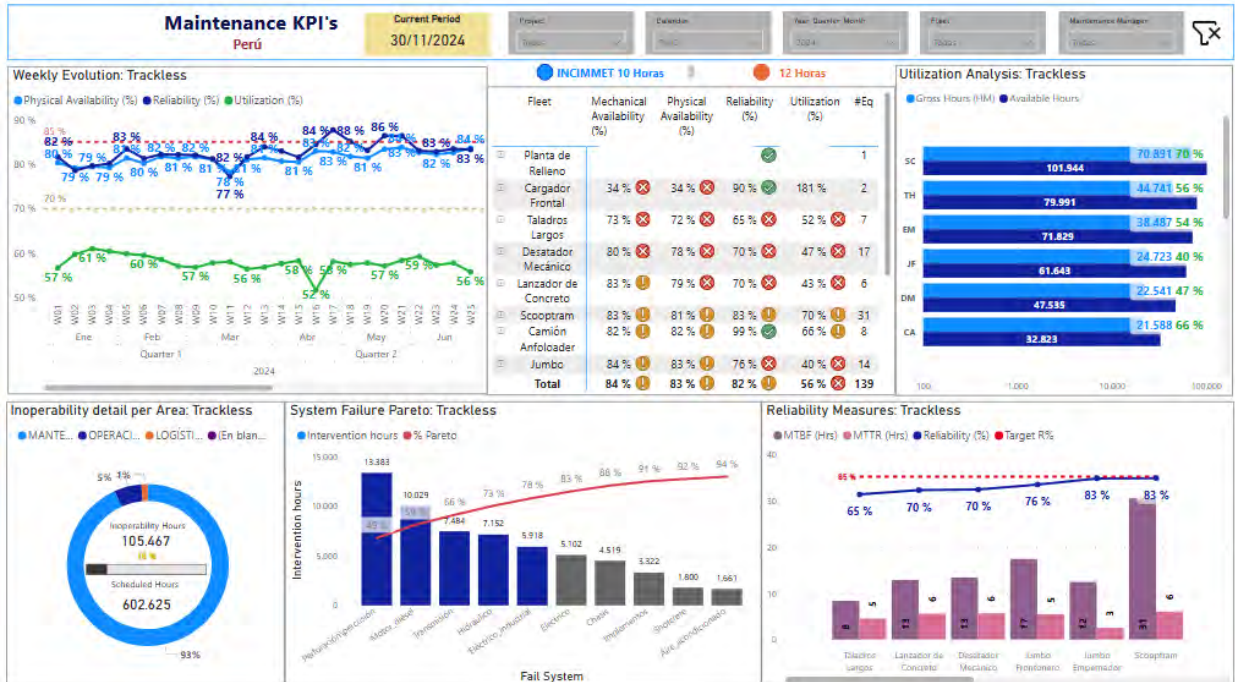
Rios, R. (2020). Desarrollo de una propuesta de valor integral a través de la cadena de suministro de una empresa minera para mejorar el beneficio económico de sus operaciones [Trabajo de investigación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16468>

Rojas, J. (2015), "Por qué cambiar la forma de hacer minería en Chile. Una oportunidad para reinventar nuestra oferta profesional en la industria". Balboa Press, USA, 2017, pp. 196:362.

- Salomón, L., Ortiz, A., & Cordero, V. (2019). PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO MINERO, MÁS ALLÁ DE LA PRODUCCIÓN. Universidad Ciencia Y Tecnología, 22(89). Retrieved from <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/25>
- Sánchez, M., Emiliano, J., Monterola, S., & Eumelia, L.(2019). Gestión de la innovación abierta y los derechos de propiedad intelectual [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/648722>
- Skender, Fehmi & Ali, Ilker & Selim, Aybeyan. (2019). DIGITALIZATION AND INDUSTRY 4.0. Gestión de la innovación abierta y los derechos de propiedad intelectual [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/648721>
- Switzerland Global Enterprise [CCSP]. (2022). VALUE CHAINS IN MINING PERU. <https://www.latcam.ch/wp-content/uploads/2022/08/Value-Chains-in-Mining-Peru.pdf>. Recuperado 8 de mayo de 2025, de <https://www.latcam.ch/wp-content/uploads/2022/08/Value-Chains-in-Mining-Peru.pdf>
- Yokogawa Electric Corporation. (2021). Digital Transformation in Process Industries eBook. Recuperado 8 de mayo de 2025, de <https://www.yokogawa.com/solutions/solutions/digital-transformation/#Resources>
- Zhironkina, O. (2023). Transición tecnológica e intelectual a la minería 4.0: Una revisión. Energies , 16 (3), 1427. <https://doi.org/10.3390/en16031427>

ANEXOS

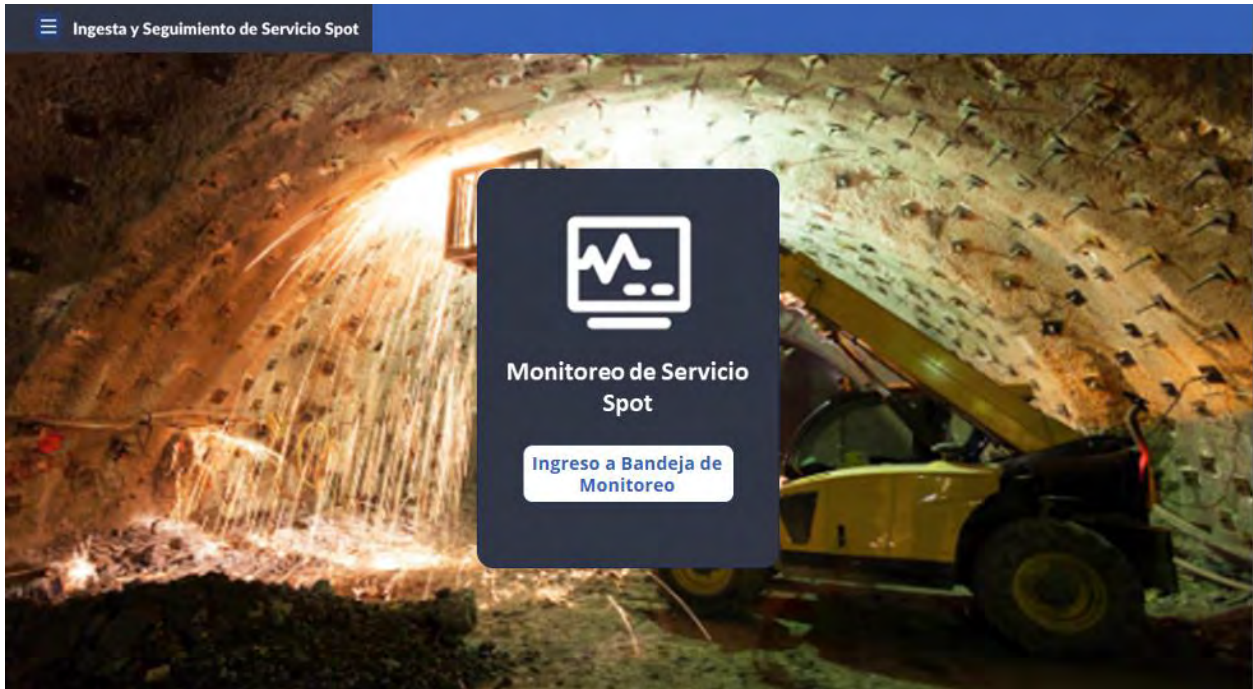
Anexo 1. KPIs de mantenimiento



Anexo 2. Costos de Equipos



Anexo 3. Interfaz 1 del aplicativo



Anexo 4. Interfaz 2 del aplicativo

Monitoreo del Servicio Spot

Monitoreo de Servicio Spot

Proyecto: Servicio Spot:

Py	Fecha Solicitud	Equipo	RQ	Fase 1: Planificación	Fase 2: Inicio	Fase 3: Ejecución y Control	Fase 4: Cierre	Cumplim. (%)	Ver Fases	Usua.
CL	09/09/2023	DM-I-01	RQSE202302565	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	09/09/2023	JF-I-12	RQSE202302565	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	09/09/2023	TH-I-04	RQSE202302565	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	09/09/2023	TH-I-06	RQSE202302565	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	24/11/2023	JT-I-03	RQSE202303342	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	15/12/2023	JF-I-02	RQSE202303612	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	15/12/2023	EM-I-12	RQSE202303620	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		
CL	15/12/2023	TH-T-29	ROSE202303621	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		

Abreviatura
 ✓ RA: Raura.
 ✓ PO: Poderosa.
 ✓ CL: Cerro Lindo.
 ✓ OC: Orcopampa.
 ✓ TA: Tambomayo.
 ✓ AP: Almacén Pacific.

Encargado Supply Chain: ■
Encargado Gestión Activos: ■
Encargado De Proyecto: ■

Anexo 5. Interfaz 3 del aplicativo

Ingesta y Seguimiento de Servicio Spot Responsable de Servicio Spot

Responsable de Servicio Spot: RQSE202302565

EncargadoSuplyChain

EncargadoGestionActivos

EncargadoProyecto

Guardar

Anexo 6. Interfaz 4 del aplicativo

Ingesta y Seguimiento de Servicio Spot Detalle de Servicio Spot

Detalle Servicio Spot: RQSE202302565

Fase 1: Planificación	100 %	Fase 2: Inicio	100 %	Fase 3: Ejecución y control	100 %	Fase 4: Cierre	100 %
1.Reparar activo (equipo o componente)		8.Emitir OS	100%	11.Entregar reportes con frecuencia semanal	100%	18. Dar primera (1°) conformidad del servicio	
2.1Reparar activo con recursos propios		9.Subir documentación inicial en el aplicativo	100%	12.Dar seguimiento y control	100%	19. Activar el servicio	100%
2.Generar solicitud de ejecución de Servicio Spot (RQ)		10.Evaluar el activo (a máquina abierta)	100%	13.1. Enviar informe sustentatorio del aumento en el presupuesto		20. Supervisar periodo de asentamiento de quince (15) días	
3.Registrar datos del Servicio Spot	100%	10.1. Actualizar información técnico comercial (c)		13.2.Gestionar reclamos de proveedores		21.1. Levantar observaciones in situ (en el proyecto) (f)	
4.Solicitar propuestas de Servicio Spot a proveedores homologados				13.Culminar Servicio Spot	100%	21. Dar segunda (2°) conformidad del servicio	100%
5.Información técnico comercial preliminar (máquina cerrada)				14.Validar culminación del servicio spot	100%		
6.Recopilar y evaluar propuestas técnico-comerciales	100%			15.Subir los documentos solicitados para la movilización del equipo	100%		
7.Elegir la propuesta técnico-comercial idónea	100%			16.Gestionar movilización de equipo a proyecto	100%		
				17.Inspeccionar equipo movilizado	100%		
				18.1.Levantar observaciones in situ (en el proyecto)			

Anexo 7. Interfaz 5 del aplicativo

Documentos Descargables del Servicio Spot

1. Botón para Link de descargables: [Ver Detalle](#)

2. Tiempos Estimados

3. Botón para Link de Flujograma: [Ver Detalle](#)

4. Botón para Procedimiento: [Ver Detalle](#)

5. Diccionario de Definiciones: [Ver Detalle](#)

Anexo 8. Formulario de inscripción de Servicios Spot

Inscripción de nuevo Servicio Spot

Hola, Edwin. Cuando envíe este formulario, el propietario verá su nombre y dirección de correo electrónico.

* Obligatorio

1. Fecha de Solicitud *

Especifique la fecha (d/M/yyyy)

2. Proyecto que solicita el servicio *

Cerro Lindo

Orcopampa

Tambomayo

Raura

Poderosa

Almacen Pacific

3. ¿Dónde se ejecutará el servicio? *

En el proyecto

Fuera del proyecto

Anexo 9. Fase 1 del aplicativo

Fase 1 : Planificación



RQSE202302565

Equipo: DM-I-01

Proyecto: Cerro Lindo

Proceso	Asunto	Documento	Conformidad
1.Reparar activo (equipo o componente)			
2.1Reparar activo con recursos propios			
2.Generar solicitud de ejecución de Servicio Spot (RQ)			
3.Registrar datos del Servicio Spot	Matrícula del Spot		Si
4.Solicitar propuestas de Servicio Spot a proveedores homologados			
5.Información técnico comercial preliminar (máquina cerrada)			
6.Recopilar y evaluar propuestas técnico-comerciales	Matriz de evaluación técnica y comercial		Si
7.Elegir la propuesta técnico-comercial idónea	Carta de Adjudicación		Si
	Lista de proveedores actualizable	Inscripción de EE ganadora	FIRE SUPPRESS

Guardar

Anexo 10. Fase 2 del aplicativo

Fase 2 : Inicio



RQSE202302565

Equipo: DM-I-01

Py/Prov: Cerro Lindo/FIRE SUPPRESSION

Proceso	Asunto	Documento	Conformidad
8. Emitir OS	Digitar # OS	OSINC	202400051
9. Subir documentación inicial en el aplicativo	Plan de Acción: Cronograma de trabajo		Si
	Propuesta técnica comercial		Si
	Alcance		Si
10. Evaluar el activo (a máquina abierta)	Informe del estado del activo		Si
11.1. Actualizar información técnico comercial (c)	¿Actualización documentaria?		Si
	Plan de Acción: Cronograma de trabajo		
	Propuesta técnica comercial		
	Alcance		

Guardar

Anexo 11. Fase 3 del aplicativo

Fase 3 : Ejecución y Control



RQSE202302565

Equipo: DM-I-01

Py/Prov: Cerro Lindo /FIRE SUPPRESSION

Proceso	Asunto	Documento	Conformidad
11. Entregar reportes con frecuencia semanal	Reporte Semanal		
12. Dar seguimiento y control (d)	VB° (Posibilidad de comentar sobre el reporte semanal de la EE)		▼
	Informe de visita técnica presencial		
13.1. Enviar informe sustentatorio del aumento en el presupuesto	¿Actualización documentaria?		▼
	Informe sustentatorio		
	Gestión del cambio		
13.2. Gestionar reclamos de proveedores			
13. Culminar Servicio Spot	Informe de Servicio Spot culminado		
14. Validar culminación del servicio spot	VB° (Implica subir informe) o Denegar avance		▼
	Formato Inspección Equipo		
15. Subir los documentos solicitados para la movilización del equipo.	Compilado de PDF's		
16. Gestionar movilización de equipo a proyecto	Checklist		
17. Inspeccionar equipo movilizado	VB° (Implica subir informe) o Denegar avance		▼
	Formato Inspección Equipo		
18.1. Levantar observaciones in situ (en el proyecto)	¿Actualización documentaria?		▼
	Plan de Acción: Rectificación del servicio		

Guardar

Anexo 12. Fase 4 del aplicativo

Fase 4 : Cierre



RQSE202302565

Equipo: DM-I-01

Py/Prov: Cerro Lindo/FIRE SUPPRESSION

Proceso	Asunto	Documento	Conformidad
18. Dar primera (1°) conformidad del servicio			
19. Activar el servicio	VB° (Verificación en el sistema)	Conformidad en GESDOR	Si ▼
	Formatos de Activación de Equipos o Componentes	 Monto Total	Si \$ 1.096,40
20. Supervisar periodo de asentamiento de quince (15) días			
21.1. Levantar observaciones in situ (en el proyecto) (f)	VB° o Actualización documentaria?		Si ▼
	Plan de Acción: Rectificación del servicio		Si
21. Dar segunda (2°) conformidad del servicio	Conformidad de órdenes de servicio		Si

Guardar