

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería de Minas



**Aplicación de Business Intelligence y Data Analytics para mejorar la toma
de decisiones en la gestión de operaciones de Compañía Minera Poderosa
Arequipa 2025**

Tesis presentada por la Bachiller:

Alfaro Perez, Nicole Arianda

ORCID: 0009-0006-9919-8011

para optar el Título Profesional de Ingeniera de Minas

Asesor:

Mg. Sulla Torres, José Alfredo

ORCID: 0000-0001-5129-430X

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA DE MINAS

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 07 de Julio del 2025

Dictamen: 012213-C-EPIM-2025

Visto el borrador del expediente 012213, presentado por:

2018600052 - ALFARO PEREZ NICOLE ARIANDA

Titulado:

**APLICACIÓN DE BUSINESS INTELLIGENCE Y DATA ANALYTICS PARA MEJORAR LA TOMA DE
DECISIONES EN LA GESTIÓN DE OPERACIONES DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA AREQUIPA
2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO DE MINAS

**40379481 - PAREDES SALAS OMAR WILLY
DICTAMINADOR**



**09875174 - ESQUIVIAS OTAZU JOSE LUIS
DICTAMINADOR**



**71237395 - OJEDA VIZARRETA JORGE ANTONIO
DICTAMINADOR**



Aplicación de Business Intelligence y Data Analytics para mejorar la toma de decisiones en la gestión de operaciones de Compañía Minera Poderosa Arequipa 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	4%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.coursehero.com	2%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	
4	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
5	upc.aws.openrepository.com	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	www.seidor.com	<1%
	Fuente de Internet	
8	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
9	dominiodelasciencias.com	<1%
	Fuente de Internet	
10	www.opex.com	<1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.ug.edu.ec	
	Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A mis padres, siendo ellos el pilar más fuerte en mi vida. Por enseñarme que el verdadero éxito no se mide en logros, sino en la determinación con la que enfrentamos cada desafío. Agradecer cada sacrificio que hicieron para que yo pudiera tener oportunidades, por confiar en mí incluso cuando el camino no era fácil y por recordarme siempre que soy capaz de todo lo que me proponga. Este logro es el reflejo de su amor, su esfuerzo y sus enseñanzas.

Y a mis hermanos, porque en ellos encuentro la motivación más pura para seguir adelante. Son la razón por la que quiero ser mejor cada día, para demostrarles que ningún sueño es demasiado grande si se persigue con valentía.



AGRADECIMIENTOS

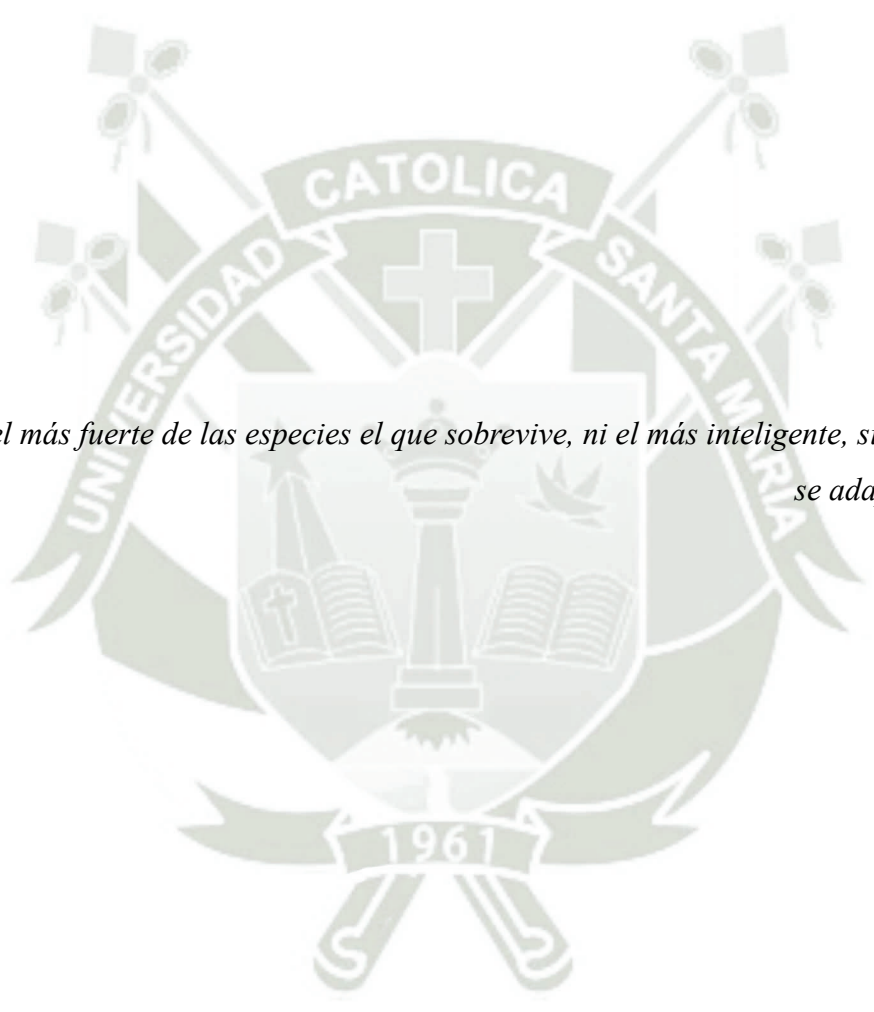
*Expreso mi más sincero agradecimiento a la **Universidad Católica de Santa María** y a mis docentes, dado su compromiso con mi formación profesional y académica. Su guía ha sido fundamental para construir las bases de mi desarrollo.*

*Agradezco, por otra parte, a **Compañía Minera Poderosa** el apoyo que me brindaron para la redacción de esta tesis, así como también a los integrantes del equipo de **Planeamiento, Ingeniería y Proyectos** por compartir generosamente su experiencia y conocimiento.*

*A mis compañeros **Luis Cortegana** y **Jimmy Almeyda**, muchas gracias por su apoyo y compañía en este recorrido. A Luis, le agradezco compartir siempre sus conocimientos de forma generosa, por su disposición para enseñarme y por animarme a crecer y a luchar por mis sueños con disciplina y determinación. A Jimmy, por ser un gran compañero de ideas, de proyectos e innovación, el compartir retos con él ha sido siempre una experiencia enriquecedora.*

*Finalmente, a mis compañeros **Tamara** y **Bruno** gracias por compartir los momentos más importantes de nuestras vidas, por su cariño desinteresado y por ofrecerme siempre un espacio de alegría y confianza, su amistad es un regalo que guardaré con agradecimiento en mis recuerdos y en mi corazón.*

EPÍGRAFE



“No es el más fuerte de las especies el que sobrevive, ni el más inteligente, sino el que mejor se adapta al cambio.”

RESUMEN

En un contexto de minería cada vez más competitivo y cada vez más enfocado en la productividad, la información precisa y a tiempo es la ideal para optimizar procesos y mejorar la respuesta. En el pasado, la gestión de la información y la producción de reportes se hacían manualmente en Excel; esto limitaba la visión global de los procesos y no permitía analizar tendencias históricas, generando además retrasos en la detección de cuellos de botella y oportunidades de mejora.

Para solucionar esto, se puso en marcha una solución de Business Intelligence y Data Analytics que lleva a cabo en forma automatizada la extracción de datos desde SQL Server e informa a través de tableros de control interactivos que permiten la inclusión de filtros dinámicos, garantizando así tener de forma continua la información histórica y la información en tiempo real.

Los paneles permiten que se realice el seguimiento de parámetros ideales y se alineen de forma precisa las operaciones a los objetivos definidos. Por resultado de esta implementación, se ha logrado un aumento sostenido del 40% en productividad, así como tiempos de análisis disminuidos e información de soporte a la decisión rápida y fundamentada.

De este modo, la gestión de la información se transforma en un activo estratégico del cual potencia la optimización de operaciones y refuerza la competitividad empresarial.

Palabras clave: Business Intelligence, toma de decisiones, productividad, tiempos, reportabilidad.

ABSTRACT

In an increasingly competitive and productivity-focused mining context, accurate and timely information is ideal to optimize processes and improve response. In the past, information management and report production were done manually in Excel; this limited the overall view of processes and did not allow for the analysis of historical trends, generating delays in the detection of bottlenecks and opportunities for improvement.

To solve this, we implemented a Business Intelligence and Data Analytics solution that performs automated data extraction from SQL Server and reports through interactive dashboards that allow the inclusion of dynamic filters, thus guaranteeing continuous historical and real-time information.

The dashboards allow ideal parameters to be tracked and operations to be precisely aligned to defined objectives. As a result of this implementation, a sustained 40% increase in productivity has been achieved, as well as reduced analysis times and quick and informed decision support information.

In this way, information management becomes a strategic asset that enhances the optimization of operations and reinforces business competitiveness.

Keywords: Business Intelligence, decision-making, productivity, timing, reporting.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

EPÍGRAFE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN 2

1. Planteamiento del problema 3

1.1. Objetivos..... 3

1.1.1.Objetivo general..... 3

1.1.2.Objetivos Específicos..... 4

1.2. Preguntas de Investigación 4

1.2.1.Pregunta de investigación del problema general 4

1.2.2.Pregunta de investigación del problema específico 4

1.3. Línea de Investigación..... 4

1.4. Justificación 4

1.5. Metodología de Estudio 5

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS 7

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS 8

2.1. Antecedentes de investigación..... 8

2.2. Bases Teóricas 15

2.2.1.Business Intelligence 15

2.2.2.Data Analysis 19

2.2.3.Ciclo de la Inteligencia Empresarial 21

2.2.4.Toma de Decisiones..... 25

2.2.5.Gestión de operaciones	26
2.2.6.Disponibilidad.....	28
2.2.7.Gestión del tiempo	30
2.2.8.Mejora continua	32
2.2.9.Reportabilidad.....	34
2.2.10.Productividad	35
2.2.11.Importancia de cumplimiento de KPI en minería	37
2.2.12.Preservación de la información.....	38
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	41
3. Alcances y Limitaciones.....	42
3.1. Alcances y limitaciones	42
3.2. Tipo y nivel de investigación.....	43
3.2.1.Tipo de investigación.....	43
3.2.2.Nivel de investigación.....	43
3.3. Población y Muestra	43
3.3.1.Población.....	43
3.3.2.Muestreo desde el almacenaje o unidades de transporte	44
3.4. Operacionalización de variables	44
3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
3.6. Plan de análisis estadístico de los datos.....	46
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4. RESULTADOS Y DISCUSION	48
4.1. Análisis e interpretación de resultados	48
4.1.1.Proceso de diseño de dashboards interactivos en Power BI	48
4.1.2.Automatización de datos desde SQL Server hacia los paneles de visualización.....	54
4.1.3.Automatización de procesos repetitivos	63

4.1.4..... Optimización en la toma de decisiones operativas mediante el uso de herramientas de BI para la mejora de la eficiencia e incremento de productividad	68
4.2. Discusión de resultados	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83



ÍNDICE DE TABLAS

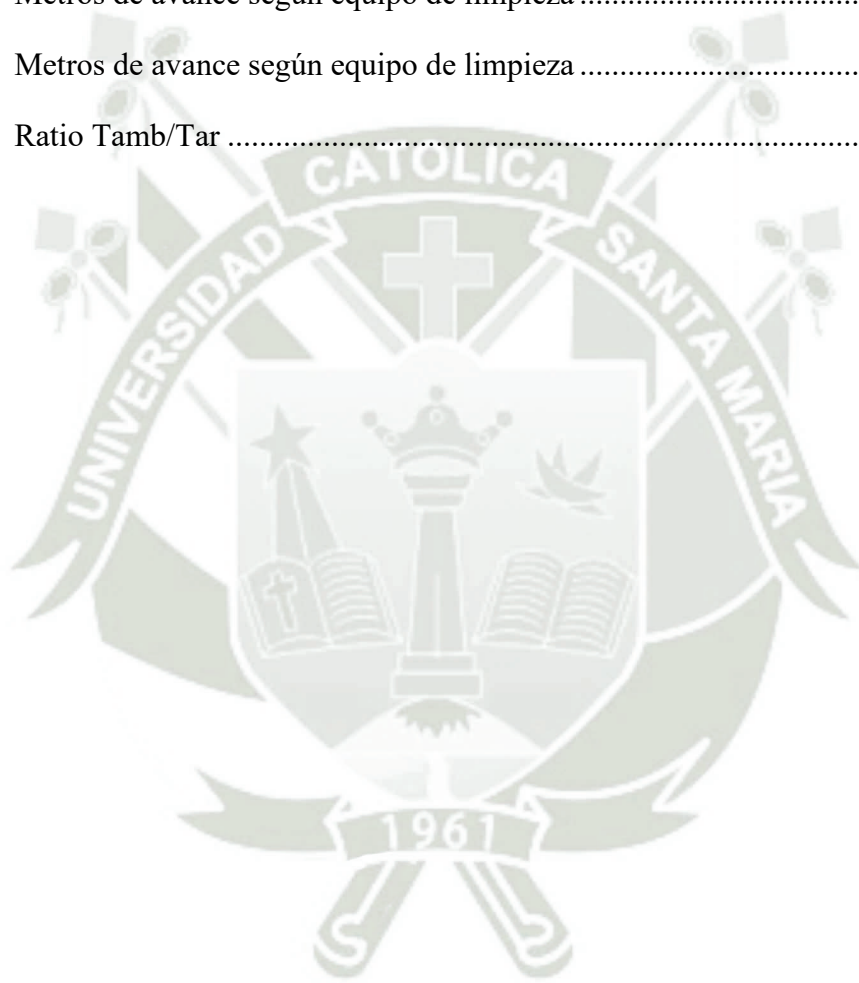
Tabla 1 Operacionalización de variables	45
Tabla 2 Análisis comparativo entre el uso de Excel y Power BI.....	63



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Visión de Business Intelligence como un sistema de información	15
Figura 2	Business Intelligence en el proceso de gestión y control	16
Figura 3	Business Intelligence en la toma de decisiones inteligentes	18
Figura 4	Data Analysis y Business Intelligence en la gestión de operaciones	19
Figura 5	Relación entre data analysis y Business Intelligence	20
Figura 6	Ciclo de inteligencia empresarial y minería de datos	22
Figura 7	Herramientas para la toma de decisiones	25
Figura 8	Pilares de la gestión de operaciones	27
Figura 9	Pilares de la gestión del tiempo	31
Figura 10	Ciclo de la mejora continua	33
Figura 11	Elementos de la productividad	36
Figura 12	KPI en la minería	38
Figura 13	Elementos de la preservación de la información	39
Figura 14	Elementos de la preservación de la información	48
Figura 15	Diseño y visualización de dashboards	51
Figura 16	Filtros y gráficos	52
Figura 17	Información explicativa en cada gráfico	53
Figura 18	Reporte anterior- Metros por disparo	56
Figura 19	Reporte anterior - Comparativo programado. ejecutado	57
Figura 20	Reporte Generado con el uso de Microsoft Excel	58
Figura 21	Reporte con POWER BI- Metros por disparo	60
Figura 22	Reporte con POWER BI - Comparativo programado. Ejecutado	61
Figura 23	Reporte operativo semanal POWER BI	62
Figura 24	Nuevo flujo de procesos en la gestión de operaciones	67
Figura 25	Evolución de metros ejecutados	69

Figura 26 M2 de shotcrete lanzado en UP Santa Maria.....	71
Figura 27 Numero de pernos instalados según equipo de perforación	72
Figura 28 Porcentaje de pernos instalados según equipo de perforación	72
Figura 29 Evolución de metros ejecutados	73
Figura 30 Metros de avance según equipo de perforación	74
Figura 31 Metros de avance según equipo de limpieza	75
Figura 32 Metros de avance según equipo de limpieza	76
Figura 33 Ratio Tamb/Tar	78



INTRODUCCIÓN

Dentro del contexto actual, la industria minera tiende a enfrentar una presión creciente por mejorar su eficiencia, reducir costos operativos y responder ágilmente en el entorno sus demandas. Por tanto, la correcta gestión de los datos y el uso de tecnologías avanzadas como Business Intelligence (BI) y Data Analytics se han convertido en elementos clave para obtener ventajas competitivas duraderas (Gartner, 2023). Contar con información verídica, actual y bien organizada no solo permite hacer más eficientes los procesos internos, sino que también ayuda a anticipar el surgimiento de problemas operativos, reducir el tiempo de respuesta de los operadores y tomar decisiones estratégicas basadas en evidencias (PwC, 2020).

Históricamente, muchos de las operaciones mineras de la gestión de la información han seguido un modelo basado en prácticas manuales como la de trabajar sobre hojas de cálculo. Esta, si bien resulta operativa en la primera parte de la gestión de la información, presenta sin embargo limitaciones serias al momento de analizar grandes volúmenes de datos históricos, realizar un seguimiento permanente de indicadores o detectar a tiempo cuellos de botella (Deloitte, 2021); situación que significa en el caso de Compañía Minera Poderosa que el aprovechamiento de la información operativa se convertía en un elemento limitante en la ejecución de la toma de decisiones.

Dada la problemática expuesta, la presente investigación considera que es necesario ser aplicada una solución de Business Intelligence y de Data Analytics en la forma de gestionar y analizar la información, mediante la extracción automática de datos desde SQL Server y la visualización de los mismos interactuando en dashboards diseñados en Power BI, persigue por tanto la mejora de la trazabilidad operativa, el monitoreo de forma continua, el soporte a la toma de decisiones y el resguardo de la información. El objetivo general es lograr ser implementada esta solución tecnológica a fin de que se optimice la toma de decisiones en la gestión de operaciones de Compañía Minera Poderosa, contribuyendo así a incrementar la productividad y reforzar su competitividad en el sector.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Planteamiento del problema

En el contexto actual de la industria minera, el cual se caracteriza por una creciente demanda de eficiencia, trazabilidad y control operativo, el acceso a información precisa y oportuna es ideal para mejorar la toma de decisiones estratégicas (Petrie et al., 2022). Sin embargo, muchas empresas del sector aún gestionan su información mediante procesos manuales y herramientas básicas por medio de hojas de cálculo en Excel, donde esto limita que se analicen integralmente los datos, retrasa que sean identificados los problemas y reduce la capacidad de respuesta ante cambios operativos (Cortez & Alarcón, 2021).

Este escenario se presenta en Compañía Minera Poderosa, ubicada en La Libertad, donde el no contar con automatización en la gestión de datos obstaculizaba el monitoreo efectivo de operaciones y la detección de cuellos de botella. La dependencia de reportes estáticos dificultaba el análisis histórico, reducía la visibilidad del rendimiento en tiempo real y restringía el uso eficiente de la información como herramienta de mejora.

Frente a esta problemática, el ser adoptadas tecnologías como Business Intelligence (BI) y Data Analytics se plantea como una solución estratégica. Estas herramientas permiten centralizar, automatizar y visualizar los datos operacionales, facilitando el monitoreo continuo, la generación de alertas y el soporte a decisiones basadas en evidencia.

A nivel nacional, la minería continúa siendo un pilar económico: representa el 69.4 % de las exportaciones peruanas y hasta el 14.9 % del PBI considerando su efecto multiplicador (ProActivo, 2024; Infobae, 2024). Este contexto exige a las empresas del rubro adoptar soluciones tecnológicas que les permitan el mantenimiento de la competitividad, optimizar procesos y que se responda con agilidad a los desafíos del entorno.

En consecuencia, esta investigación busca resolver la problemática de gestión de información en Compañía Minera Poderosa a través del diseño e implementación de una solución de BI y análisis de datos que optimice la toma de decisiones, automatice los procesos de información y eleve la productividad operativa.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Implementar una solución de Business Intelligence y Data Analytics para optimizar la toma de decisiones en la gestión de operaciones de Compañía Minera Poderosa Trujillo,

a través del análisis, organización y visualización automatizada de la información operativa.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Diseñar dashboards interactivos en Power BI para visualizar indicadores clave y facilitar el seguimiento operativo mediante filtros dinámicos.
- Automatizar la integración de datos desde SQL Server hacia los paneles de visualización, reduciendo el trabajo manual y asegurando información actualizada en tiempo real.
- Optimizar la toma de decisiones operativas mediante el uso de herramientas de BI que mejoren la eficiencia y contribuyan al incremento sostenido de la productividad

1.2. Preguntas de Investigación

1.2.1. Pregunta de investigación del problema general

¿Cómo implementar una solución de Business Intelligence y Data Analytics para optimizar la toma de decisiones en la gestión de operaciones de Compañía Minera Poderosa Trujillo?

1.2.2. Pregunta de investigación del problema específico

- ¿Cómo diseñar dashboards interactivos en Power BI que faciliten el seguimiento de indicadores clave mediante filtros dinámicos?
- ¿Cómo automatizar el flujo de datos desde SQL Server hacia los paneles de visualización para asegurar la disponibilidad continua de información?
- ¿De qué manera el uso de herramientas de BI puede optimizar la toma de decisiones y mejorar la productividad operativa?

1.3. Línea de Investigación

Optimización de procesos mineros.

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica por el requerimiento de fortalecer la eficiencia operativa dentro del sector minero mediante el uso estratégico de la información. En entornos altamente competitivos, donde las decisiones deben ser tomados en tiempo real y sobre la base

de datos confiables, el empleo de herramientas de Business Intelligence (BI) y Data Analytics se revelan como una de las ventajas competitivas claves (Deloitte, 2023).

En particular, la Compañía Minera Poderosa presenta oportunidades de mejora considerables en sus procesos de gestión de la información. La gestión manual de reportes, la escasa integración de los datos históricos y el limitado análisis no permiten detectar de forma adecuada las ineficiencias ni realizar el seguimiento apropiado de los desempeños que se tienen en las operaciones. La puesta en práctica de las herramientas de BI permite la automatización de procesos repetitivos, la visualización de la información de forma dinámica y la posibilidad de tomar decisiones basadas en la evidencia que contribuye a una gestión más proactiva y estratégica.

En el ámbito académico, esta investigación contribuye en el campo del estudio al evidenciar, mediante el caso aplicado de la Compañía Minera Poderosa, cómo la transformación digital ayuda a mejorar los procesos industriales a partir de la integración de datos, la automatización de la reportabilidad y el uso de los KPIs, pero, además, le permite comprobar la aplicabilidad del enfoque Data-Driven en ambientes industriales tradicionales, como la minería, lo cual fomenta una cultura de mejora continua apoyada por medios tecnológicos.

Finalmente a nivel económico y social, su importancia también radica en el efecto que implica la minería en el desarrollo del país. De acuerdo al Ministerio de Energía y Minas (2023), este sector representa el 14.9 % del Producto Bruto Interno (PBI), y su eficiencia operativa es determinante para la sostenibilidad económica de las regiones mineras como La Libertad. Por tanto, optimizar la productividad y la toma de decisiones en una empresa líder como Poderosa puede contribuir significativamente al desarrollo regional y nacional.

Finalmente, esta propuesta promueve el uso de tecnología como palanca de cambio hacia una minería más inteligente, eficiente y sostenible, alineándose con los principios de la transformación digital y la minería 4.0 (Petrie et al., 2022).

1.5. Metodología de Estudio

La solución que se plantea para esta investigación consiste en el diseño e implementación de un sistema de Business Intelligence (BI) y Data Analytics el cual se aplique a la gestión de operaciones en la Compañía Minera Poderosa. Esta propuesta busca transformar el actual modelo de gestión de la información que comprende reportes manuales y análisis

fragmentado en una plataforma automatizada, integrada y visualmente interactiva, que facilite que se tomen decisiones operativas con base en datos históricos y en tiempo real.

La solución se estructura en tres componentes principales:

Organización y depuración de la información histórica:

Se revisaron en profundidad el conjunto de fuentes de datos disponibles, guardadas en bases de datos SQL Server, generalizando aquellas variables relevantes para la gestión de operaciones de los procesos. La revisión de las fuentes de datos comprendió la depuración, validación y estandarización de la información, asegurando la integridad, la consistencia y la trazabilidad de la información.

Automatización de procesos de extracción y transformación de datos (ETL):

Se automatizó mediante herramientas de conexión en directo con el servidor de datos (mediante Power Query y SQL) el flujo de información procedente de las bases de datos hasta los dashboards, eliminando tareas manuales repetitivas, reduciendo el tiempo de actualización y minimizando los errores de mecanización. La automatización permite programar una actualización y sostenimiento constante de los datos operativos.

Diseño de dashboards interactivos en Power BI:

Se generaron dashboards con visualizaciones dinámicas y filtros temporales (diario, semanal, mensual y anual), información centrada en el seguimiento de aquellos indicadores clave como avance de perforación, eficiencia operativa, cumplimiento de objetivos y rendimiento por turno. Estos dashboards permiten un monitoreo integral del proceso y una lectura rápida y visual de los datos sustanciales para orientar decisiones críticas.

El uso de esta solución ha permitido evidenciar mejoras en la eficiencia analítica, al minimizar los tiempos destinados al ser elaborados los reportes, y ha optimizado la productividad operativa en aproximadamente un 5 % anual, al facilitar que sea identificado oportunamente desviaciones y áreas de mejora.

De esta manera, la solución se alinea con los principios de la minería inteligente y la transformación digital del sector, promoviendo una cultura de gestión basada en datos, agilidad en los procesos y toma de decisiones estratégicas fundamentadas.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de investigación

Calderón et al. (2022), por medio de su artículo establecieron por objetivo implementar estrategias de Business Intelligence y Análisis de Datos Masivos para evaluar un entorno virtual de aprendizaje universitario. Se siguió una metodología cualitativa correspondiente al estudio de casos, con el propósito de describir el alcance de estas técnicas. Los resultados principales muestran que al ser aplicados BI y Big Data Analytics, se permitió a los estudiantes profundizar en la comprensión de los aspectos administrativos empresariales, transformando datos en información y posteriormente en conocimiento; esto potenció sus vínculos con la academia y les facilitó la toma de decisiones simuladas de manera más informada, promoviendo en las actividades cotidianas de la organización la integración de herramientas de inteligencia empresarial y optimizando sus recursos. En conclusión, los beneficios de estas técnicas en el ámbito educativo y empresarial son sistemáticos, integradores y complejos.

Niu et al. (2021), en su artículo establecieron por objetivo efectuar la propuesta del marco de Gestión de Datos Optimizada empleando BI y Big Data Analytics a razón de que se alcancen mejoras en la efectividad organizacional y el análisis de toma de decisiones organizacionales. Emplearon metodologías como la simulación basada en análisis de verdadero positivo, rendimiento, error y precisión para demostrar la fiabilidad del marco propuesto. Los resultados demostraron que el marco Business Intelligence y Big Data Analytics alcanzó una precisión del 96.1%, una baja tasa de error del 0.66%, una eficiencia del 97.2%, una tasa de precisión del 96.3%, una tasa de verdadero positivo del 80.6% y una menor tasa de retraso del 52.8%. Concluyeron que el marco propuesto mostró ser altamente eficaz y confiable para el alcance de mejoras al ser tomadas decisiones y en la gestión de operaciones organizacionales, aprovechando las innovaciones en computación en la nube y tecnología de Big Data para transformar el panorama corporativo.

Cheng et al. (2023), en su artículo establecieron por objetivo estudiar los determinantes que afectan el rendimiento en entidades manufactureras y la influencia de la capacidad de Business Intelligence y Big Data Analytics dentro del rendimiento. La metodología se basó en encuestas en línea a 488 entidades manufactureras con certificación de la ISO 14001 en Malasia. Los resultados indican que la Business Intelligence determina significativamente la capacidad de Big Data Analytics, lo que a su vez impacta positivamente en el rendimiento; además, la capacidad de Big Data Analytics media la relación entre la Business Intelligence y

el rendimiento, mientras que la gestión del conocimiento no logra moderar este vínculo, revelando un efecto de mediación parcial con del 25.7%. Concluyeron que se puede mejorar la conciencia entre las empresas manufactureras respecto a los factores críticos que repercuten dentro del rendimiento de análisis de Big Data y sus implicaciones para el rendimiento corporativo.

Maghsoudi y Nezafati (2023), en su artículo establecieron por objetivo analizar los factores que influyen al ser implementado exitosamente en los proyectos de Business Intelligence (BI) y Data Analytics en la gestión de operaciones, destacando lo primordial de entender y abordar los desafíos vinculados al ser implementado. La metodología se basó en la modelización de dinámica de sistemas, se examinaron las interacciones entre diversos factores y se compararon estrategias de implementación tradicionales y de autoservicio. Los resultados mostraron que al ser implementados BI y Data Analytics en la gestión de operaciones se experimentó un crecimiento del 17% en la aceptación organizacional en comparación con el enfoque tradicional, reduciendo su distancia a un 13%; además, la cantidad de ganancia de aceptación organizacional mejoró en un 19% en comparación con el estado inicial, reduciendo la diferencia en la obtención de aceptación organizacional entre el enfoque tradicional. Concluyeron que identificar y gestionar adecuadamente los factores clave para optimizar el empleo de BI y Data Analytics al ser tomadas decisiones operativas, ofreciendo orientación práctica para mejorar la eficacia de estas herramientas en entornos empresariales competitivos.

Bao et al. (2023), en su artículo estableció por objetivo estimar la medida en que impacta Business Intelligence (BI) dentro del desarrollo de la Contabilidad de Gestión (MA) en empresas industriales, con un enfoque en la mejora de la toma de decisiones en la gestión de operaciones. La metodología se basó en encuestar 200 gerentes de estas empresas utilizando un cuestionario diseñado por el investigador. Evidenciaron por resultados que hacer un análisis factorial para verificar la fiabilidad y validez del cuestionario, alcanzaron por coeficiente alfa de Cronbach 0.896, además evidenciaron un impacto significativo de la BI dentro del desarrollo de la MA, mostrando que el tipo de decisión tiene el mayor efecto en el éxito de la BI, mientras que la flexibilidad tiene el menor; sin embargo, la integración con otros sistemas (IOS) y la calidad de los datos tienen el mayor efecto y la flexibilidad el menor. Concluyeron que, en entornos industriales, la atención gerencial debe centrarse en la naturaleza de las decisiones y en la fiabilidad de los datos, más que en aspectos como la interoperabilidad o adaptabilidad del sistema.

Tripathi et al. (2023), por medio de su artículo establecieron por objetivo explorar la adopción de Business Intelligence (BI) y Data Analytics a razón de alcanzar mejoras en la gestión de operaciones. La metodología se basó en emplear modelos de Machine Learning (ML) para explorar empíricamente las facetas de la aplicación de BI. Evidenciaron por resultados que con los modelos de ML pueden evaluar el valor de las herramientas de BI, demostrando su capacidad para predecir el impacto de nuevos sistemas en métricas como ingresos, comportamiento del cliente y gestión de inventario; estos modelos permitieron evaluar inversiones en nuevas herramientas y sistemas de manera más informada. Concluyeron revelando una minimización con significancia del 46% en el tiempo de viaje para reuniones después de una reubicación, lo que resultó en ahorros calculados de 520,000 dólares al año en tiempo de los empleados.

Wang et al. (2022), en su artículo establecieron por objetivo mejorar el rendimiento organizacional mediante el uso de Business Intelligence (BI) y Artificial Intelligence (AI) en sistemas de Data Mining (DMS) en la gestión de operaciones. La metodología se basó en la naturaleza descriptiva y cuantitativa, a través de la encuesta aplicada a gerentes empresariales privados de los cuales emplean BI y AI en sus sistemas de Data Mining. Se evidenció por resultados que las capacidades de BI y la fiabilidad afectan las capacidades de rendimiento, y la evaluación del rendimiento impacta en la ventaja competitiva; la infraestructura de BI influyó en la fiabilidad de BI, y la integración de esta infraestructura con la fiabilidad de BI tuvo un efecto significativo en el rendimiento empresarial; la innovación también evidenció tener una repercusión significativa dentro del rendimiento empresarial. Concluyeron que las capacidades de BI y la fiabilidad revelan una repercusión significativa dentro del rendimiento, mientras que la evaluación del rendimiento influye en la ventaja competitiva.

Azevedo et al. (2022), en su artículo plantearon como objetivo principal la incorporación de herramientas de Inteligencia de Negocios con el fin de fortalecer el proceso de toma de decisiones, en respuesta a la creciente demanda de eficiencia dentro de un entorno empresarial altamente competitivo. En consecuencia, utilizaron un enfoque metodológico integral que se enriquecía desde la detección de problemáticas hasta la implementación del análisis de la solución implementada y su evaluación continua. Los resultados mostraron una considerable mejora en la eficiencia operativa, una mayor velocidad para responder a los cambios del mercado y tomar decisiones más informadas y certeras. Por tal motivo, se establecía que el uso estratégico del BI es un dispositivo fundamental para incrementar la competitividad y para conseguir un crecimiento sostenible en las organizaciones modernas.

Macedo (2022), por medio de su tesis abordó por objetivo estimar cómo la implementación de herramientas de inteligencia empresarial logra contribuir al mejoramiento de las decisiones vinculadas a los gastos controlados y al rendimiento productivo. El ámbito del estudio fue la operación minera San Juan I de la empresa Agregados Calcáreos, ubicada en Marcona- región Ica- Perú. Se realizó un tipo de investigación descriptiva de carácter aplicado, orientada a emitir soluciones concretas a problemas concretos de la organización. En el análisis se utilizó la herramienta de Power BI, mediante la cual se obtuvieron paneles que permitieron realizar tal comparación, es decir, entre el desempeño antes de la intervención y después de ella. Como resultado de ello, se hallaron avances considerables, cuyos hitos fueron: el superar los objetivos de producción en un 113%; una disminución del costo de producción de S/ 1,080,746; un incremento en 50 unidades de la eficiencia de la flota de transporte; y una mejora de la velocidad de producción, que alcanzó 2.10 toneladas a la hora. Así esti, se puede concluir que la aplicación de Business Intelligence produce impactos positivos y efectivos en la gestión estratégica de los costos y de la productividad.

Santos-Zevallos (2021) en su estudio estableció por objetivo la aplicación de Business Intelligence a fin de mejorar la toma de decisiones en la Gerencia de Operaciones de una entidad especializada en sistemas contra incendios a fin de reducir el tiempo necesario para elaborar el panel de control previo a la implementación de dichas tecnologías. Se empleó una metodología cuasi experimental, recopilando datos mediante cuestionarios, observación y entrevistas. Los resultados obtenidos revelaron una optimización significativa en la toma de decisiones, evidenciada por la minimización del tiempo requerido, así como una disminución de costos y un mayor nivel de satisfacción. Concluyó que al ser implementado Business Intelligence se generó un ahorro de tiempo notable, superando el 32%, lo que subraya su efectividad en alcanzar mejoras en la toma de decisiones y la gestión operativa en la empresa.

Ruiz y Yong (2021), en su estudio abordaron por objetivo elaborar una propuesta que contemple la implementación de un modelo de Business Intelligence en la estrategia del área de operaciones de una entidad especializada para olvidar el servicio de última milla para pequeñas y medianas empresas del comercio electrónico a raíz de conseguir con ello una mejora en la toma de decisiones de una forma integral. En su trabajo decidieron utilizar la metodología de estudio de caso, permitiendo una profundización en el fenómeno observado y en la transformación organizacional; este enfoque estuvo centrado en la empresa Nírex, un startup en la última milla para pequeñas y medianas empresas de comercio electrónico. Los resultados fueron diseñados en la forma de un dashboard validado con indicadores relevantes

y ajustes necesarios para su implementación, lo que permite la rápida elaboración de informes a partir de dar acceso a la información de una forma directa a partir de Microsoft Power BI. Con ello concluyeron la necesidad de tener presente la base de análisis de las coberturas del dashboard propuesto para una toma de decisiones más informada del mismo.

Oyola (2022), desarrolló un estudio cuyo objetivo fue utilizar herramientas de inteligencia de negocios para la gestión del Programa de Crédito Agrícola, dentro del Proyecto Especial, con la finalidad de mejorar en el acceso a información importante para la toma de decisiones. La investigación adoptó un carácter cuantitativo, en una investigación de tipo aplicado, con un diseño preexperimental. La recolección de la información se llevó a cabo mediante la técnica de observación directa así como también por medio de cuestionarios y del uso de fichas de control. Se trabajó con una muestra compuesta de 15 trabajadores del área de créditos agrícolas, quienes ejecutaron pruebas antes y después de la intervención para evaluar su efecto. Entre los principales resultados se encontró una mejora significativa en el tiempo de acceso a la información relevante, lo que contribuyó a tomar decisiones más rápidas y precisas. También se concluyó con la disminución considerable en el tiempo para detectar la cartera morosa por campaña, confirmando así los beneficios tangibles de implementar Business Intelligence en un contexto administrativo del sector agrario.

Pamo (2021), en su estudio abordó por objetivo estimar la medida en que impacta la inteligencia empresarial en el proceso de toma de decisiones dentro del área de cobranza virtual. Para lograrlo, se desarrolló un Data Mart siguiendo los lineamientos de la metodología Kimball, y se utilizó Power Pivot en Microsoft Excel como herramienta para representar visualmente los datos. El enfoque adoptado fue aplicado, con un diseño experimental, y se contó con la participación de siete profesionales del área de operaciones, quienes proporcionaron información mediante cuestionarios digitales. Tras la implementación, se constató una disminución considerable en el tiempo necesario para acceder a los datos, pasando de más de una hora a menos de quince minutos, lo que implicó una reducción aproximada del 75%. Asimismo, se evidenció un notable avance en la precisión y disponibilidad de la información, elevando el nivel de calidad del 24.44% al 95.56%, y una mejora en la percepción del personal, cuyo grado de satisfacción aumentó del 55.40% al 85.24%. En consecuencia, se concluyó que la integración de soluciones de Business Intelligence fortaleció significativamente la eficiencia en la toma de decisiones dentro del entorno operativo de cobranza digital.

Pragnyono et al. (2023), en su artículo establecieron por objetivo optimizar la toma de decisiones en la industria minera mediante el desarrollo de un sistema de inteligencia de negocios que analice la política de reposición de biocombustibles. La metodología consistió en recopilar, clasificar y visualizar datos relevantes utilizando Microsoft Power BI, integrado con el sistema ERP de la empresa, y luego analizar la viabilidad y efectividad del sistema propuesto mediante su aplicación a una empresa minera de carbón. Los resultados indican que el sistema puede reducir el tiempo de toma de decisiones en un 20.65%, demostrando su utilidad y potencial para alcanzar mejoras en la eficiencia operativa dentro del sector minero. Concluyeron que la implementación de este sistema de inteligencia de negocios ofrece beneficios significativos en la gestión de operaciones mineras, facilitando que se tomen decisiones con mayor rapidez y fundamento.

Álvarez y Ortiz (2022), en su estudio establecieron por objetivo identificar cómo se vincula el uso de Business Intelligence con la gestión de la información en compañías mineras inscritas en la Bolsa de Valores de Lima, durante el periodo comprendido entre 2019 y 2021. El estudio se enmarcó dentro de un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental y de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 41 trabajadores pertenecientes a 14 empresas del sector minero, aplicándose técnicas estadísticas para evaluar las relaciones entre variables. Se evidenció por resultados que existe una relación directa entre las percepciones de los colaboradores y aspectos clave de la administración de datos, destacándose una correlación significativa con la eficiencia en el manejo de información ($r = 0.412$) y con el respaldo de la alta dirección en la implementación de sistemas BI ($r = 0.358$). No obstante, la conexión con la calidad de los datos resultó débil y estadísticamente no significativa ($r = 0.284$). Se concluye que las empresas del rubro minero fortalezcan o adopten soluciones de inteligencia de negocios como estrategia para mejorar el tratamiento y aprovechamiento de la información en sus procesos internos.

Marquina (2022), en su estudio estableció por objetivo optimizar los procesos decisionales en el departamento de Recursos Humanos del Ministerio de Salud, a través de la implementación de soluciones basadas en inteligencia de negocios, además de presentar una propuesta tecnológica para resolver deficiencias previamente detectadas. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y carácter correlacional, considerando una muestra conformada por 120 expedientes administrativos. Se analizaron las relaciones entre el uso de sistemas de información gerencial y la eficacia en la toma de decisiones. Los resultados revelaron que el fortalecimiento de la gestión de información tuvo

una incidencia significativa en la calidad de las decisiones adoptadas, con una correlación positiva de 84.10% entre ambas variables y un nivel de significancia bilateral del 5%. Se concluyó que la integración de Business Intelligence dentro del ámbito público, específicamente en el sector salud, potencia considerablemente la eficiencia administrativa y mejora sustancialmente la capacidad decisoria del área de Recursos Humanos.

Obando (2023), en su estudio estableció por objetivo formular una propuesta orientada a optimizar procesos mediante la aplicación de herramientas asociadas al enfoque Lean Service. El estudio se enmarcó dentro de una metodología de tipo no experimental y corte transversal, integrando técnicas tanto cuantitativas como cualitativas bajo un enfoque exploratorio. La recolección de información se realizó mediante entrevistas dirigidas a colaboradores directamente involucrados, complementadas con observación en campo. Se evidenció por resultados, a partir del diagnóstico organizacional, diversos elementos de desperdicio que limitaban la satisfacción del cliente. Frente a ello, se diseñó una propuesta utilizando recursos como el mapeo del flujo de valor (VSM), la estandarización de procedimientos, el sistema Poka Yoke, métricas de desempeño e implementación de Heijunka. El análisis de viabilidad, a través de una relación costo-beneficio, arrojó un índice de 1.66, lo que respaldó la factibilidad económica de la propuesta. Se concluyó que la adopción de estas herramientas tuvo un efecto favorable en la eficiencia interna y en el nivel de satisfacción del cliente dentro de la organización analizada.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Business Intelligence

La inteligencia empresarial (BI) no se limita únicamente a la recolección de datos, sino que constituye un conjunto integral de herramientas, técnicas y procedimientos orientados a capturar, almacenar, recuperar y examinar información clave para apoyar los procesos decisionales dentro de las organizaciones; este enfoque se caracteriza por su dinamismo y naturaleza exploratoria, trabajando principalmente con datos organizados que se encuentran en repositorios o sistemas de almacenamiento especializados; además, la BI implica una interacción constante entre los distintos niveles internos de la entidad y sus actores externos. Su alcance se extiende a todas las áreas funcionales del negocio (desde la gestión comercial y financiera hasta la cadena de suministro, marketing, operaciones y relaciones con clientes y proveedores) lo que demuestra su naturaleza transversal y sistémica (Skyrius, 2021).

Figura 1

Visión de Business Intelligence como un sistema de información



Nota. Tomado de Skyrius (2021).

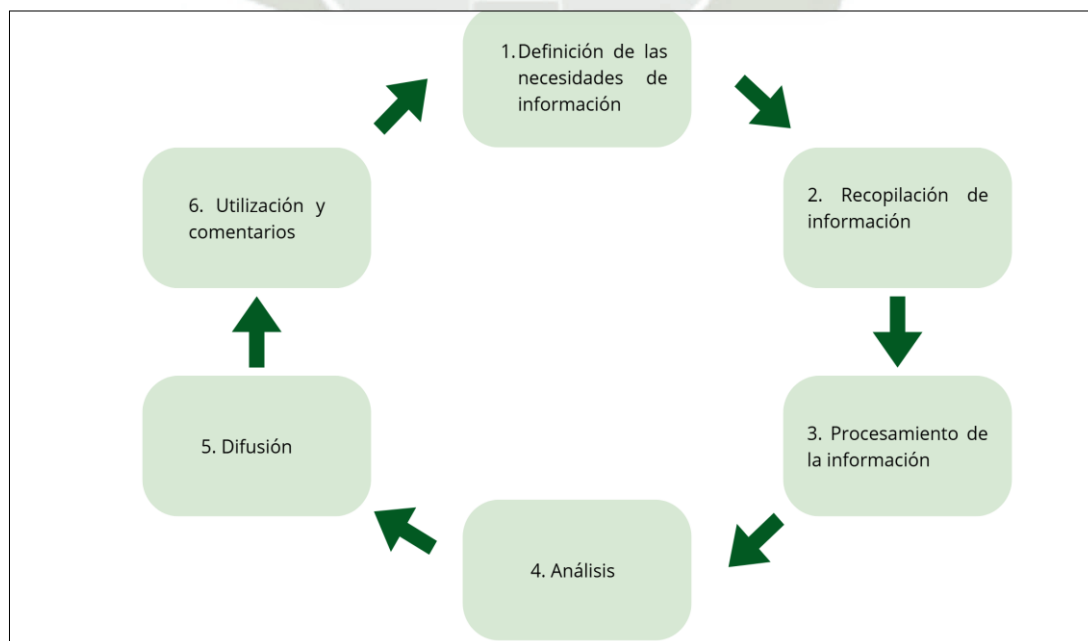
Es relevante señalar que existe una estrecha afinidad entre la inteligencia empresarial y la administración del conocimiento, dado que ambas disciplinas buscan fortalecer los procesos de decisión y ofrecer soluciones frente a las demandas complejas del entorno organizacional; estas dos áreas tienen como fin común facilitar el flujo de información útil y promover la generación de saber estratégico dentro de las entidades; en ese sentido, contribuyen al

fortalecimiento institucional mediante la promoción de un ambiente donde el intercambio de ideas y la producción de conocimientos relevantes se convierten en elementos clave para el desarrollo organizativo (Jafari et al., 2023).

En el núcleo del sistema de la inteligencia empresarial encontramos tres elementos clave, como son los datos, la información y el conocimiento, los cuales no solo coexisten juntos, sino que integran un proceso cíclico que va desde la recogida de datos hasta la conversión de estos en conocimiento que se puede utilizar; la incorporación de tecnologías en las operaciones comerciales permite la transformación de volúmenes elevados de datos (recogidos del entorno interno y externo) en información comprensible y que posteriormente es entendible y pueden utilizarse para mejorar la toma de decisiones (Mohammed et al., 2024). Saber manejar y saber gestionar adecuadamente volúmenes elevados de datos requiere de plataformas tecnológicas avanzadas, capaces de manejar la diversidad, el volumen y la velocidad de la información; la Business Intelligence, por lo tanto, se ha posicionado hoy como un elemento clave para los desafíos del mercado de hoy, situando a las empresas por delante de las tendencias, con un conocimiento del comportamiento del consumidor y la capacidad de responder con rapidez a los cambios en el entorno competitivo (Azevedo y Santos, 2020).

Figura 2

Business Intelligence en el proceso de gestión y control



Nota. Tomado de Skyrius (2021).

Según Khanna (2023), las ventajas del BI en la gestión de operaciones son:

Recolección y almacenamiento de datos: El BI tiene como una de sus funciones primordiales la captación de información proveniente de múltiples fuentes (tanto internas como externas) que pueden incluir sistemas operacionales, registros transaccionales, bases de datos externas o plataformas digitales. Tan pronto como estos datos han sido recogidos, ya podemos organizar la información en repositorios únicos, conocidos como data warehouses, de tal forma que podamos contar con una visión estructural, global, sensible e importante para el análisis organizacional.

Acceso y análisis de datos: Una vez almacenadas, las capacidades de explorar los datos están disponibles a partir de diferentes soluciones tecnológicas, permitiendo desde la construcción de informes hasta la creación de tableros visuales e interactivos. Además, el soporte a la toma de decisiones se apoya en metodologías como minería de datos, algoritmos de predicción y aplicaciones de inteligencia artificial, lo que permite llevar a cabo diagnósticos e inferencias relevantes a partir del conocimiento considerado como un medio para el soporte de la gestión estratégica de la organización (Khanna, 2023).

Apoyo a la toma de decisiones: Uno de los recursos principales del BI es su apoyo a la toma de decisiones; mediante la transformación de los datos en conocimiento adecuado para la obtención de diagnósticos y la conducción hacia la confianza, los responsables de la toma de decisiones en las organizaciones pueden controlar el comportamiento del negocio, adaptarse a los cambios del entorno, identificar las áreas de mayor riesgo y proyectar escenarios futuros. Contar con reportes analíticos de buena calidad contribuye a la mejora de la calidad de las decisiones tomadas, así como a la reducción de los riesgos al aplicar acciones estratégicas (Khanna, 2023).

Aplicaciones en todas las áreas funcionales: El BI se utiliza en todos los niveles jerárquicos y los departamentos de la empresa. Los beneficios de su uso no se limitan a un área concreta, sino que abarcan el conjunto del sistema organizativo: ventas y mercadotecnia, o logística, producción, finanzas o atención al cliente. Esta cobertura asegura que, independientemente del papel que haya asumido la función, cada decisión que se tome tendrá como punto de partida los mismos datos, ayudando a favorecer una gestión corporativa más coherente, congruente y efectiva (Khanna, 2023).

Integración con la gestión del conocimiento: Aunque el BI se orienta principalmente al análisis de datos estructurados, presenta objetivos similares a la gestión del conocimiento, dado que ambos persiguen mejorar los procesos de toma de decisiones y, además, son capaces de

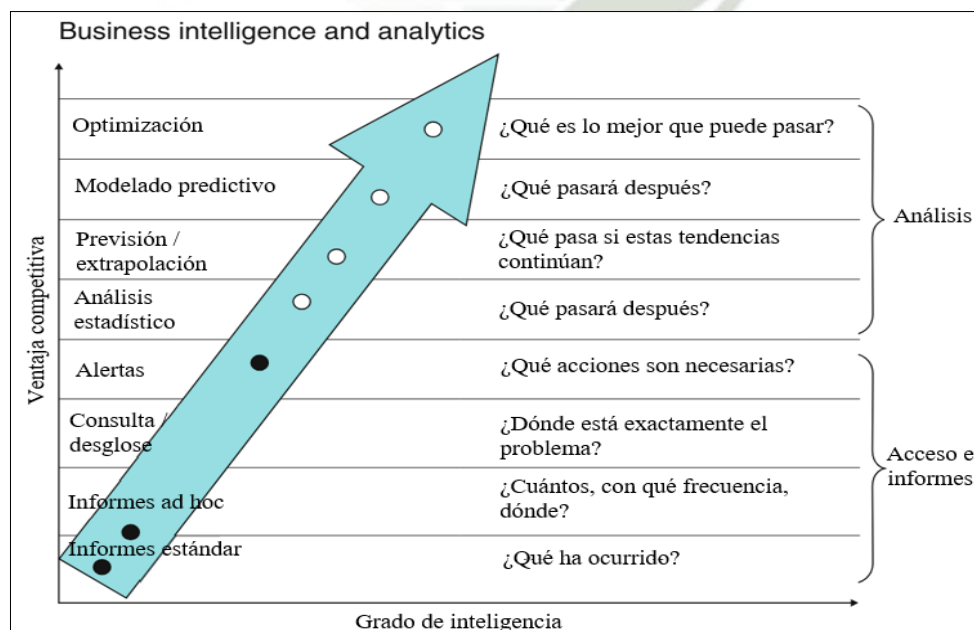
abordar actividades complejas dentro de la organización. Integrar el BI con iniciativas de gestión del conocimiento es un modo de asegurar que la explotación de datos estructurados y no estructurados, en paralelo, sirvan para promover la innovación y la competitividad (Khanna, 2023).

Conversión de datos en conocimiento: El BI implica convertir datos en una información determinada y una información diseñada en un conocimiento determinado; es aquí cuando la empresa convierte tecnología avanzada en una forma específica de gestionar de forma eficiente y efectiva grandes volúmenes de datos; la conversión de los datos en conocimiento que se puede ejecutar les permite tomar decisiones con una base mayor y más estratégica (Khanna, 2023).

Tecnología y estándares: El BI depende en gran medida de la tecnología para gestionar y analizar datos; esto significa que se necesita, para asegurar el éxito en el BI, altos estándares tecnológicos para gestionar las complejidades de los datos en términos de volumen, variedad y velocidad; el empleo de modernas herramientas y plataformas de BI, como sistemas de gestión de bases de datos, herramientas de visualización de datos y soluciones de análisis predictivo son fundamentales para aprovechar la gestión del BI en las operaciones (Khanna, 2023).

Figura 3

Business Intelligence en la toma de decisiones inteligentes



Nota. Tomado de Skyrius (2021)

2.2.2. Data Analysis

El análisis de datos se entrelaza de forma intensa en los flujos de las organizaciones contemporáneas, pues las organizaciones se ajustan a los procedimientos que les permiten explotar todo el potencial de las tecnologías y sistemas de información; esta convergencia de aplicaciones tecnológicas mejora los flujos internos, nutriendo y refrescando los sistemas de la empresa, produciendo una espiral de realimentación (Bimonte et al., 2021).

Asimismo, permite abrir la puerta a un conjunto de ventajas competitivas en la gestión de la empresa; las ventajas competitivas se convierten en evidencias de tipos variados, empezando por el hecho que la capacidad de decisión mejorada y basada en evidencias; las organizaciones podrían hacer uso de análisis avanzados para descubrir tendencias y patrones en grandes volúmenes de datos, lo que les permite prever el cambio del mercado siendo así más veloces y eficaces (Shao et al., 2022).

Figura 4

Data Analysis y Business Intelligence en la gestión de operaciones



Nota. Tomado de Charles et al. (2023)

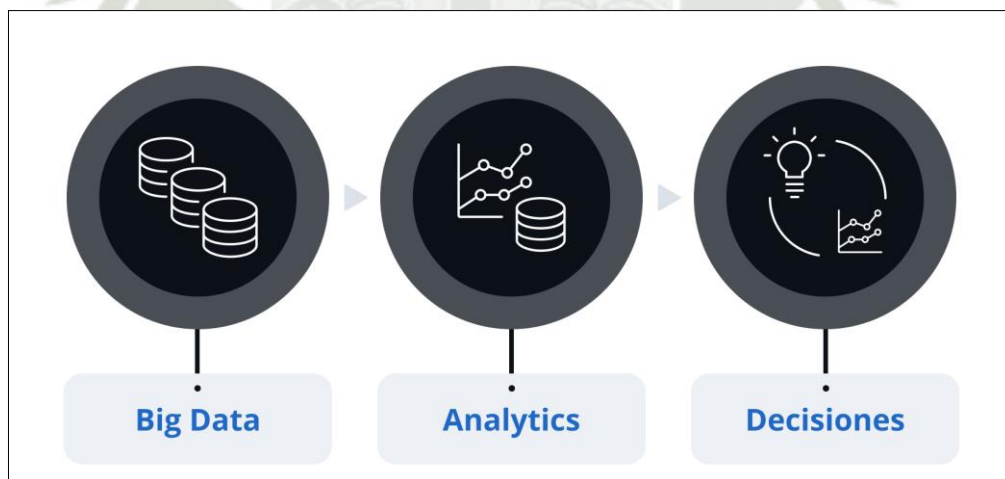
En el ámbito empresarial, la gestión de datos tiene un carácter vital para el control y supervisión de las prácticas que se realizan dentro de los márgenes de la organización. Los sistemas informáticos que utilizan datos actualizados, permiten a los responsables del área

directiva llevar un seguimiento continuo de los principales indicadores que se han definido (KPIs), permitiendo de este modo que los procesos operativos se vayan llevando a cabo a nivel de los objetivos que se han fijado por la organización. La supervisión del tiempo real sirve para detectar puntos de mejora u optimizar los procesos en el momento justo, lo que da como resultado unas cuestiones a base de la mejora continua de la organización (Brint et al., 2021).

La analítica de negocios y la tecnología asociada a la inteligencia empresarial permiten proporcionar información y establecer reportes analíticos. Estos registros permiten distinguir de forma estructurada el estado de las últimas operaciones (ayudando a ello a buscar las deficientes o las oportunidades que romperán) y su principal característica queda marcada por la capacidad que tiene de unificar la información que llega de varios orígenes, de manera que se consigue una imagen de la organización a partir de varias dimensiones, con una vista coherente y de conjunto que sería importante para la aplicación de estrategias que tengan que ir orientadas hacia la mejora continua a nivel de las decisiones que se tomen en base a la evidencia (Charles et al., 2023).

Figura 5

Relación entre data analysis y Business Intelligence



Nota. Tomado de Charles et al. (2023)

Según Charles et al. (2023) existen varias formas en las que el análisis de datos contribuye a la gestión empresarial:

- ✓ Mejora de la toma de decisiones:

Los datos analizados tienen un poder muy importante ya que proporcionan a los directivos la información que les permite tomar decisiones en la empresa basándose en hechos, no en corazonadas.

Los informes de expertos y las visualizaciones de datos ayudan a identificar tendencias, patrones y zonas a mejorar.

✓ Ventajas competitivas:

Las empresas pueden llevar a cabo la optimización de procesos a través de los datos y desplegar así ventajas competitivas, es decir, ser más eficientes y rápidas a la hora de reaccionar ante las modificaciones del mercado.

La información precisa y actualizada permite a las organizaciones anticiparse a las necesidades del mercado y reaccionar proactivamente.

✓ Control y seguimiento:

Analizar los datos permite hacer seguimiento de los KPIs y por lo tanto de las empresas en tiempo real.

Los sistemas de información alimentados por datos aseguran que los procedimientos se hagan de forma consistente y normativa.

✓ Inteligencia empresarial:

La BI utiliza los análisis de datos para ofrecer una vista completa del negocio, ya que permite integrar datos de las distintas áreas de una empresa.

La BI y la analítica de datos permiten a las empresas evaluar su rendimiento continuamente y tomar decisiones estratégicas cuando sea necesario.

✓ Optimización de recursos:

Analizar los datos sobre utilización de recursos permite a las empresas percibir el malgasto y oportunidad a los recursos.

Esto resulta en una mejor asignación de recursos, reduciendo costos y mejorando la eficiencia operativa.

2.2.3. Ciclo de la Inteligencia Empresarial

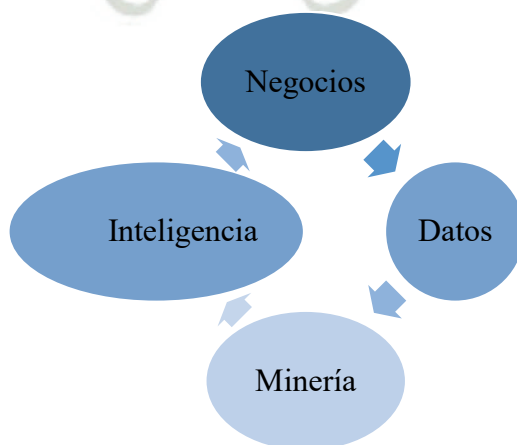
El proceso de inteligencia de negocios no debe ser entendido como una acción ocasional, sino que se trata de ser considerado un ciclo que se repite activa y permanentemente que va más allá de un simple análisis de datos brutos. El ciclo, pues, supone una infraestructura que ofrece la orientación, por un lado, para seleccionar, organizar y realizar la evaluación de los datos clave, y por otro lado garantiza su aplicabilidad dentro de la actividad operativa y estratégica de la compañía (Skyrius, 2021).

El procedimiento comienza con la elección y la recopilación de información de diferentes orígenes (como bases internas de la gestión, estudios de mercado, plataformas de operaciones o aplicaciones externas). Los datos, ya centralizados, son analizados de forma práctica a partir de un proceso que permite descubrir tendencias, correlaciones y patrones relevantes. La misión que se esconde detrás del análisis es la conversión de los datos brutos en información clara, relevante y valiosa que permita la toma de decisiones con impacto en el negocio (Bharadiya, 2023).

No es un ciclo de Business Intelligence estático, ni un ciclo de sentido único, sino que cada ciclo dentro del ciclo de Business Intelligence alimenta a la siguiente iteración con la información de forma interrupta, cada ciclo implica nuevos aprendizajes que enriquecen decisiones y estrategias futuras. Esta característica del Business Intelligence transforma a la inteligencia de negocios en un sistema adaptativo que no solo permite una rápida respuesta a lo cambiante, sino que también permite anticiparse ante escenarios complejos y actuar de forma preventiva. Por lo tanto, las organizaciones mejoran su resiliencia y su competencia en entornos procelosos (Castro et al., 2022) .

Figura 6

Ciclo de inteligencia empresarial y minería de datos



Nota. Tomado de Bharadiya (2023).

De acuerdo a Al-Malahmeh (2022), el ciclo de la inteligencia empresarial incrementa notoriamente la productividad y la eficacia al dirigir la manera de gestionar las operaciones de una empresa, ya que durante este ciclo integral se tiene una perspectiva de análisis de datos como otra de acción estratégica evaluando continuamente, lo que permite a su vez optimizar los recursos y los procesos de todas las secciones de la empresa:

✓ **Recolección de Datos y Centralización de Información:**

El ciclo de la inteligencia empresarial comienza con la recolección de datos de diferentes fuentes que pueden ser internas o externas; al lograr centralizar toda esta información las empresas pueden obtener una única mirada de sus operaciones; de esta manera se disminuye la duplicidad de esfuerzos al asegurarse que cada una de las secciones trabaja con los mismos datos; esto implica que toda esta acción va a facilitar que la toma de decisiones sea más rápida y precisa.

✓ **Análisis Detallado y Relevante:**

Recopilados los datos se hace un análisis profundo de los mismos; este análisis es capaz de identificar patrones, tendencias, relaciones significativas que se estarían perdiendo a raíz de un simple análisis superficial; al tener un mejor entendimiento de todo esto las empresas podrían identificar ineficiencias y descubrir oportunidades para mejorar la forma que tienen de trabajar anticipándose a posibles problemas que no terminen siendo un obstáculo; esto permite lograr una mejor utilización de los recursos y una optimización de los procesos operativos.

✓ **Identificación de KPI y Enfoque en Resultados:**

Los KPI son elementos primordiales en el círculo de la inteligencia de la empresa; mediante el establecimiento de KPI elaborados y su seguimiento, las empresas pueden medir el nivel de rendimiento de sus operaciones de manera objetiva, lo que proporciona unos parámetros claros para evaluar el avance y determinar si deben ser emprendidas aportaciones para modificar la estrategia; la selección del KPI más adecuado sirve para identificar las actividades a priorizar en el trabajo de la empresa, labores que realmente inciden en la productividad y eficiencia.

✓ **Planificación Estratégica y Ejecución:**

A partir de la información analizada y del KPI, los directivos de la empresa elaboran la estrategia de acciones; en esta estrategia se incluyen de forma explícita los vínculos a tener en

cuenta puesto que la estrategia está vinculada con los objetivos de la empresa y articulada mediante las evidencias que la evidencia ha ido proporcionando; anticipar las acciones en función de la información sustentada permite una ejecución más efectiva; el desperdicio de recursos y tiempo se reducen.

✓ Monitoreo y Evaluación Continua:

Una vez emprendidas las acciones, el ciclo también incluye un proceso de seguimiento y de evaluación; este proceso permite a las empresas medir cómo las decisiones que han tomado han sido puestas en ejecución y ajustar las estrategias de forma continuada; la retroalimentación permite a la empresa seguir en línea con los objetivos estratégicos y desarrollar, de este modo, las prácticas para una mejora continua.

✓ Adaptación y Resiliencia:

El ciclo de Business Intelligence es un proceso cíclico de mejora continua que puede describirse en términos de iteraciones; cada nuevo ciclo se convierte también en aprendizaje de observaciones futuras que se toman en cuenta en las decisiones posteriores; esta capacidad de ir adaptándose y aprendiendo de manera continua le otorga una gran resiliencia a la empresa para adaptarse a los cambios y dificultades del mercado y poder mantener siempre una posición competitiva.

La inclusión de tecnologías de IA (Inteligencia Artificial) en el ciclo de Business Intelligence es una transformación significativa en la gestión empresarial, dado que la IA, a la que se le pueden incorporar sus algoritmos, puede procesar sets de datos masivos en un tiempo y con una precisión mucho más efectiva que con los métodos analíticos de Business Intelligence tradicionales, y con ello, detectar patrones hasta ahora complejos y prever comportamientos. El nivel de análisis que puede llevar a cabo hace que una empresa tenga una mejor visión de su entorno y poder tomar decisiones vinculadas a saber; a tal punto que es posible también poder operar en tareas repetitivas y dejar a los colaboradores trabajar en tareas más parecidas a generar valor para la organización (Bharadiya, 2023).

En el ámbito de la inteligencia organizativa, los KPIs son instrumentos de considerable utilidad, ya que a través de su cálculo pueden medir hasta qué punto se aproximan a los objetivos propuestos. La selección de aquellos KPIs alineados con la estrategia empresarial permite evaluar, de forma concreta, algunos aspectos críticos del trabajo, tanto en el plano financiero (como por ejemplo pueden ser el retorno sobre la inversión (ROI) o el margen de

utilidad), como operativo, con la eficiencia de los procesos, con los tiempos de ejecución o la productividad. No solo nos permitirá conocer cuáles son los aspectos a mejorar, sino que además será un soporte empírico de cara a la toma de decisiones, ayudando entonces a determinar cuáles son los recursos priorizados o encauzando que la estrategia que aplicamos pueda ir íntimamente conectada con las metas de la organización (Brint et al., 2021).

2.2.4. Toma de Decisiones

La toma de decisiones es un proceso de cualquier entidad, donde los líderes consideran y escogen mediante diversos métodos la alternativa que mejor se acomode a los fines, a los requerimientos y a los objetivos del negocio; un proceso este que es esencial para la consecución de los resultados de largo plazo de la empresa, pues las decisiones adoptadas repercuten explícitamente en el rendimiento de la misma, la competitividad y la capacidad de adaptación en un entorno de negocios dinámico y cambiante (Santos y Perez, 2020).

La efectividad de la toma de decisiones corporativas radica en la comprensión profunda de todo el proceso por parte de los miembros de la organización; cuanto mejor comprendan los integrantes de la empresa los motivos detrás de cada elección y las herramientas disponibles para respaldar estas decisiones, mayor será la probabilidad de que las decisiones sean acertadas y contribuyan al éxito organizacional (Gleason et al., 2021).

Figura 7

Herramientas para la toma de decisiones



Nota. Tomado de Gleason et al. (2021).

Por una parte, Lean Six Sigma aparece una aproximación metodológica ventajosa categoría para el aumento de la eficiencia empresarial dirigida por sentar las bases de nuevos métodos que reduzcan los desperdicios, controlar la variabilidad en los procesos productivos y por otro lado, una forma de mejorar constantemente las prácticas empresariales. El enfoque de Lean Six Sigma se interesa en aumentar el valor para el cliente en las operaciones que restan recursos, a la vez que la metodología Six Sigma proporciona un sistema analítico para buscar reducir las tasas de fallos y defectos de proceso; en consecuencia, Lean Six Sigma aúna las virtudes de ambas metodologías para transformarlas de manera genuina y unificadora para el control de la calidad, costes y productividad en todas las operaciones y procesos de la empresa (Maheshwari & Devi, 2023).

La puesta en práctica de Lean Six Sigma persigue el objetivo de mejorar en la ejecución de procesos de la empresa, pero además sostiene y refuerza el proceso de toma de decisiones en el interior de las empresas. Un lado aportan las herramientas estadísticas y los métodos de análisis de Six Sigma un apoyo analíticamente cuantitativo al momento de comparar alternativas para la toma de decisiones finales; en otro lado, la parte Lean también ayuda a mejorar la producción de flujos informativos, eliminar la burocracia y centrarse en las tareas que aportan valor real; esto permite que las decisiones puedan tomarse con una argumentación más ágil, clara y analíticamente sustentada, lo cual mejora la eficacia y la concordancia en todo el sistema empresarial (Utama & Abirfatin, 2023).

2.2.5. Gestión de operaciones

La gestión de operaciones, como una de las funciones centrales que forman parte de cualquier tipo de organización, implica planificación, control y seguimiento de los procesos que transforman los recursos en productos o en servicios finales para los clientes; se trata, por tanto, de un proceso intencional que tiene la finalidad de gestionar la optimización de recursos, mejorar la eficiencia productiva y garantizar la calidad en cada uno de los momentos de la producción o la prestación del servicio (Hafidy et al., 2024).

En este marco de actuación, quienes llevan a cabo la gestión de operaciones, por tanto, van más allá de ser meros supervisores de una rutina, sino que también son arquitectos estratégicos de la eficiencia de la empresa; su función no consiste exclusivamente en la supervisión de actividades cotidianas, sino también en el diseño y la implementación de estrategias para optimizar los procesos operativos y mejorar así la posición de la empresa con respecto a la competencia en el mercado (Yukse et al., 2024).

Figura 8*Pilares de la gestión de operaciones*

Nota. Tomado de Khajeh et al. (2023)

Un importante aspecto que llevan a cabo las personas que llevan la gestión de operaciones es el que corresponde al diseño de los procesos, es decir, el hecho de formalizarlos de forma tal que se lleven al mínimo los residuos y se maximicen las entregas de valor al cliente; esto significa identificar qué áreas son susceptibles de mejora, aplicar la reingeniería de procesos cuando es necesario, el uso de tecnologías de innovación, las cuales contribuyen a que procesos se automatizan y se aceleran (Hafidy et al., 2024).

Además la persona responsable de la gestión de operaciones se encuentra al frente del área de gestión de la cadena de suministro, en el hecho de que la empresa disponga de forma adecuada y en tiempo de los materiales y recursos que se necesiten; eso implica selección y gestión de proveedores, optimización del inventario, implementar prácticas de gestión de la calidad a fin de garantizar la satisfacción del cliente y la adecuación a los estándares de calidad (Gleason et al., 2021).

Otro de los aspectos fundamentales de la gestión de operaciones es la gestión del rendimiento operativo, es decir, establecer aquellos indicadores clave de rendimiento (KPI) que se tienen que utilizar para poder obtener la medir la medición del resultado de los procesos operativos que se le atribuyen, así como la implementación de iniciativas de mejora continua de los procesos operativos con el objetivo explícito de poder impulsar la eficiencia y la productividad (Santos y Perez, 2020).

Según Khajeh et al. (2023), la mejora de la gestión de operaciones puede tener un impacto significativo en la productividad y la eficiencia de una empresa de diversas maneras:

✓ Optimización de Procesos:

Al optimizar la gestión de operaciones, se pueden localizar y suprimir cuellos de botella, redundancias y actividades innecesarias en los workflows de negocio, lo que permite utilizar los recursos de forma más productiva y reducir los tiempos de ciclo y, por lo tanto, el rendimiento aumentando.

✓ Mejora en la Calidad:

Una buena gestión de operaciones implica la puesta en marcha de sistemas de control de calidad, y la utilización de prácticas que permiten asegurar la homogeneidad y la calidad de la entrega de los productos/servicios; la reducción de fallos y trabajos de corrección empieza a añadir calidad, mejorando la eficiencia porque queda eliminado el coste por trabajos de corrección y devoluciones.

✓ Gestión de Inventarios y Cadena de Suministro:

Una mejora de la gestión de operaciones incluye una optimización de la gestión de los stocks y de la cadena de suministro; con unos niveles de stock reducidos y una cadena de suministro rápida y ordenada, se pueden reducir los costes de almacenamiento y mejorar la disponibilidad de los productos, con lo que se contribuye a mejorar la eficiencia operativa.

✓ Uso de Tecnología y Automatización:

La implementación de tecnologías avanzadas y sistemas de automatización en los procesos de operaciones puede aumentar significativamente la eficiencia al reducir el tiempo y los esfuerzos requeridos para completar tareas; desde software de gestión de inventarios hasta sistemas de producción automatizados, la tecnología puede optimizar los procesos y liberar recursos para actividades de mayor valor agregado.

✓ Mejora en la Planificación y Programación:

Una gestión de operaciones efectiva implica una planificación y programación más precisa y detallada de las actividades empresariales; una mejor planificación permite una asignación más eficiente de recursos y una reducción en los tiempos de espera, lo que conduce a una mayor productividad y eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

2.2.6. Disponibilidad

La disponibilidad de los datos y de las aplicaciones es uno de los ejes sobre el que gira la forma en la que se articula el funcionamiento eficaz de cualquier empresa; es la posibilidad de acceder a la información requerida, en el tiempo requerido, sin obstáculos ni cortes en el flujo de la información; cada empresa, derivado de la naturaleza y de la forma de operar, tiene sus propias exigencias en términos de acceso a los recursos digitales; la existencia de los datos implica tenerlos almacenados, por lo tanto, garantizar que dicha información esté accesible; de esta forma la toma de decisiones es rápida y fundamentada (Gleason et al., 2021)..

En un mundo empresarial cada vez más inestable y competitivo, la existencia se convierte, en consecuencia de esto, una condición necesaria; cuando una situación en la que una empresa necesita acceder a datos relevantes para resolver un problema o para tomar decisiones estratégicas; si estos datos no están presentes, en el momento de ser necesarios, podría hacer que la empresa sufriera retrasos desmesurados o pérdidas en las oportunidades, de forma que la existencia de los datos es tener la información almacenada, garantizando su acceso en el momento requerido, sin importar la hora o el lugar (Gleason et al., 2021).

La disponibilidad adecuada de datos y aplicaciones permite a las empresas mantenerse ágiles y adaptarse rápidamente a los cambios del mercado; facilita una toma de decisiones informada y oportuna, lo que puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso en un entorno empresarial competitivo; además, una alta disponibilidad también contribuye a la satisfacción del cliente, ya que garantiza la continuidad en la prestación de servicios y la respuesta rápida a las necesidades del cliente. (Cuatrecasas, 2020).

Según Khajeh et al. (2023) la mejora en la disponibilidad de datos y aplicaciones conlleva beneficios significativos para la productividad y la eficiencia en la gestión de operaciones de una empresa. Cuando los recursos digitales están fácilmente accesibles en todo momento, se generan varias mejoras tangibles:

✓ Reducción de tiempos muertos:

Con una alta disponibilidad, los empleados pueden acceder rápidamente a la información que necesitan para completar sus tareas; esto reduce los tiempos de inactividad causados por la búsqueda de datos o la espera de que los sistemas estén disponibles, lo que a su vez aumenta la productividad general de la empresa.

✓ Toma de decisiones más rápida y fundamentada:

La disponibilidad inmediata de datos permite a los gerentes y ejecutivos tomar decisiones más informadas y oportunas; al contar con información actualizada y relevante en tiempo real, se pueden identificar problemas y oportunidades rápidamente, lo que mejora la capacidad de la empresa para adaptarse a los cambios del mercado.

✓ Mejora de la colaboración y la comunicación:

La disponibilidad de aplicaciones y datos facilita la colaboración entre equipos y departamentos, ya que todos pueden acceder a la misma información actualizada; esto promueve una comunicación más efectiva y una colaboración más estrecha, lo que a su vez aumenta la eficiencia en la realización de proyectos y la resolución de problemas.

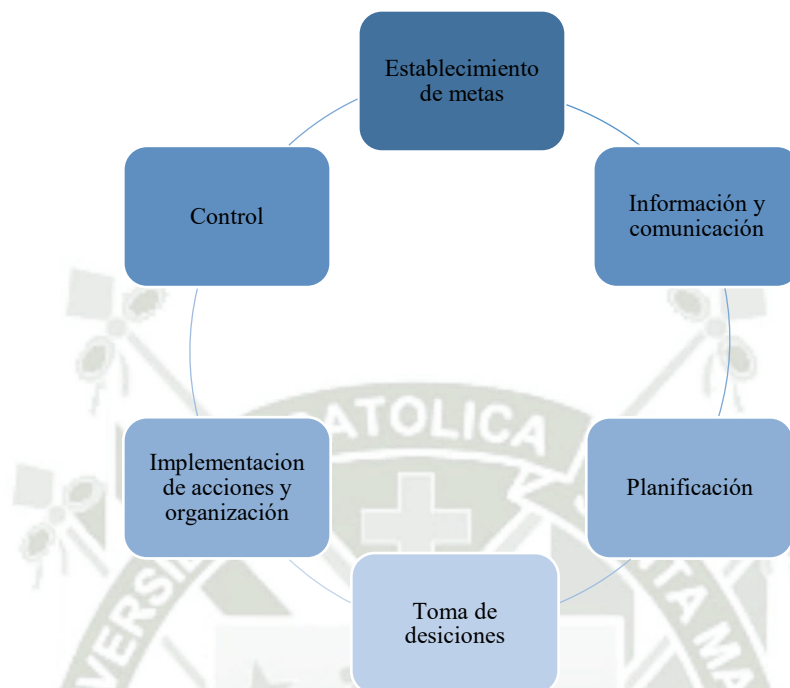
✓ Optimización de procesos:

Con una disponibilidad mejorada, las empresas pueden optimizar sus procesos operativos; al tener acceso constante a datos históricos y en tiempo real, es posible identificar áreas de mejora y ajustar los procesos para aumentar la eficiencia y reducir los costos.

2.2.7. Gestión del tiempo

La gestión del tiempo laboral es un proceso fundamental, ya que después de hacer el seguimiento y optimizar el tiempo dedicado al trabajo, se produce la compensación por el tiempo invertido; ya que consiste en asegurar que los empleados estén en su lugar de trabajo y sean accesibles en las horas programadas, pero también en la garantía del uso económico de esas horas para llegar a sus objetivos y tareas a cumplir (Song et al., 2022).

El seguimiento de las horas referidas es esencial para los trabajadores y los empleadores; para los trabajadores significará tener una constatación plena de su asistencia y del tiempo dedicado a las responsabilidades laborales, así como puede llegar a ser importante para la planificación personal y profesional y hacer el pago correspondiente; por el contrario, para los empleadores, la gestión del tiempo significa tener la oportunidad de observar de forma certera cuánto tiempo dedican los empleados dentro de sus labores, lo que se traduce en la forma de observar el rendimiento, los recursos y la estrategia (Gleason et al., 2021).

Figura 9*Pilares de la gestión del tiempo*

Nota. Tomado de Kolisnichenko et al. (2023).

La eficacia en la gestión del tiempo se evidencia, entre otras cosas, en la capacidad de aumentar la productividad y la eficiencia en la organización; esto incluye el registro de horas trabajadas; es decir, comprobar que dicho tiempo se utiliza de la mejor forma posible para realizar tareas y alcanzar los objetivos que se tienen. Para conseguirlo es necesario poder poner en marcha prácticas y herramientas que permitan alcanzar una buena gestión del tiempo, como la capacidad de priorizar tareas, de hacer frente a interrupciones, herramientas de gestión del tiempo y establecer metas realistas (Hafidy et al., 2024).

Por otra parte, la gestión del tiempo también está muy relacionada con la adecuada compensación del trabajo realizado; es importante que los empleados perciban una compensación justa y adecuada por el tiempo que dedican al trabajo, en forma de salario, de horas extraordinarias o de tiempo recuperado, puesto que esto influye en la equidad y en la satisfacción laboral y ayuda a mantener la motivación de los empleados y su grado de compromiso con su trabajo (Cuatrecasas, 2020).

Según Kolisnichenko et al. (2023) la mejora en la gestión del tiempo conlleva beneficios significativos para la productividad y la eficiencia en la gestión de operaciones de una empresa:

✓ Optimización de recursos:

Una gestión eficiente del tiempo permite asignar recursos de manera más efectiva; al conocer con precisión cuánto tiempo se dedica a cada tarea y proyecto, los gerentes pueden distribuir los recursos de manera equitativa y priorizar las actividades que generan mayor valor para la empresa.

✓ Reducción de tiempos muertos:

La gestión del tiempo efectiva ayuda a minimizar los períodos de inactividad y las interrupciones no planificadas; esto significa que los empleados pueden dedicar más tiempo a tareas productivas en lugar de esperar a que se resuelvan problemas o a que se tomen decisiones.

✓ Mejora de la planificación:

Una gestión del tiempo sólida implica una planificación cuidadosa de las actividades y proyectos; esto permite a la empresa anticipar y evitar posibles obstáculos, lo que a su vez mejora la eficiencia en la ejecución de las operaciones.

✓ Mayor calidad en el trabajo realizado:

Cuando se gestiona adecuadamente el tiempo, los empleados tienen la oportunidad de dedicar más atención y recursos a cada tarea; esto puede conducir a una mejora en la calidad del trabajo realizado, ya que se reducen los errores y se incrementa el enfoque en los detalles.

2.2.8. Mejora continua

La mejora continua es un enfoque básico de la gestión empresarial que conlleva un compromiso absoluto por evolucionar y ser cada vez mejores en los procesos organizativos; la mejora continua es la forma de no ir sólo a la par de los estándares actuales, sino de estar en constante superación de los mismos, y así ser la organización perfecta (Cuatrecasas, 2020).

Uno de los principios más característicos de la mejora continua es la eficiencia; esto es hacer las cosas más inteligentes, eliminar el desperdicio y optimizar los recursos; de forma que, una vez que hemos identificado qué actividades son ineficientes o innecesarias, podamos eliminar el mismo de tal forma que los costes se reduzcan, la productividad aumente y la calidad de nuestros productos o servicios sea mejor (Kolisnichenko et al., 2023).

Figura 10

Ciclo de la mejora continua



Nota. Tomado de Vidal et al. (2024).

La mejora continua busca también enfocarse en el rendimiento efectivo; esto quiere decir establecer métricas y metas alcanzables y de forma constante ir monitorizando el avance hacia esas metas; esto es, a partir de la recopilación y el análisis de datos relevantes, se cumple con la exigencia de identificar tendencias, detectar problemas potenciales y tomar acciones correctivas antes de que sean un problema quizá significativo (Gleason et al., 2021).

Según Vidal et al. (2024), la mejora continua es un motor clave para aumentar la productividad y la eficiencia en la gestión de operaciones de una empresa:

✓ Identificación y eliminación de desperdicio:

La mejora continua implica un examen detallado de los procesos operativos para identificar y eliminar cualquier forma de desperdicio, ya sea en tiempo, recursos o materiales; al reducir el desperdicio, se optimizan los procesos y se libera capacidad adicional, lo que aumenta la productividad general.

✓ Incremento de la calidad:

Al enfocarse en mejorar constantemente los procesos, se pueden implementar cambios que conduzcan a una mayor calidad en los productos o servicios ofrecidos por la empresa; esto aumenta la satisfacción del cliente, siendo reducido los costos asociados con la corrección de errores o devoluciones, mejorando así la eficiencia operativa.

✓ Optimización de la cadena de suministro:

La mejora continua no se limita solo a los procesos internos de la empresa, sino que también se extiende a su cadena de suministro; al trabajar en colaboración con proveedores y socios comerciales para identificar áreas de mejora y desarrollar soluciones conjuntas, se puede mejorar la eficiencia en toda la cadena de valor.

✓ Mejora de la planificación y programación:

La implementación de prácticas de mejora continua permite a la empresa identificar y abordar problemas potenciales antes de que se conviertan en obstáculos importantes; esto mejora la planificación y la programación de las operaciones, reduciendo la probabilidad de retrasos o interrupciones inesperadas y mejorando la eficiencia en la ejecución de las tareas.

2.2.9. Reportabilidad

La reportabilidad forma parte del ciclo vital de la gestión empresarial, es el momento de evidenciar que el trabajo se llevará a cabo mostrando que se basa en la consecución de los estándares fijados y en la sustentabilidad del trabajo de la empresa. Es la fase donde se da lugar, tanto la recolección de la información como el análisis de información suficiente como para evidenciar que se generen informes completos e importantes que ayuden a la toma de decisiones (Hammond & Opoku, 2023).

Por otro lado, la reportabilidad es entender que se van a hacer informes entendiendo bien la recogida de la información y su importancia para los fines del sistema y sus metas; esto implica habilidades técnicas como la recogida y el procesamiento de los datos, habilidades analíticas para hacer entender la información y extraer decisiones importantes (Wassénius et al., 2024).

Uno de los aspectos más importantes es el cumplimiento normativo y la sustentabilidad; al generar informes, completos y detallados del desempeño de la empresa, en aspectos relacionados con la responsabilidad social corporativa, el cumplimiento normativo, la gestión de riesgos y del medio ambiente, se puede demostrar que la empresa va en la dirección de ser abierta y de rendir cuentas (Cuatrecasas, 2020).

Según Hammond y Opoku (2023), la mejora en la reportabilidad tiene un impacto significativo en la productividad y la eficiencia en la gestión de operaciones de una empresa de varias maneras:

✓ Mayor visibilidad y transparencia:

Una mejor reportabilidad proporciona una visión más clara y completa del desempeño de la empresa en diversas áreas; esto aumenta la transparencia dentro de la organización al permitir que los líderes y empleados comprendan mejor cómo se están llevando a cabo las operaciones y qué áreas necesitan atención; esta transparencia fomenta una mayor responsabilidad y colaboración entre los equipos, lo que a su vez impulsa la productividad general.

✓ Identificación de áreas de mejora:

Los informes detallados y precisos generados a través de una mejor reportabilidad permiten a la empresa identificar áreas de operaciones que podrían optimizarse o mejorarse; al analizar estos informes, los gerentes pueden identificar cuellos de botella, ineficiencias o procesos obsoletos que están afectando la productividad y tomar medidas para abordar estos problemas de manera proactiva.

✓ Toma de decisiones informadas:

Al contar con informes claros, actualizados y fiables, se facilita a los directores de empresa contar con un buen soporte para poder planificar y poner en marcha las decisiones de carácter estratégico. Al tener datos veraces sobre lo que es el rendimiento organizacional, se puede concretar la forma de distribuir mejor los recursos, determinar las prioridades de los proyectos, redirigir los procesos para mejorar la eficiencia y, en consecuencia, mejorar los márgenes de ganancia. La información veraz en el momento oportuno no sólo reduce los tiempos de decisiones, sino que además facilita la certeza de que estas van bien apoyadas y, en consecuencia, se produce un ambiente organizacional más eficaz y orientado a resultados.

2.2.10. Productividad

La productividad constituye una medida muy importante en lo que concierne al rendimiento organizacional, en la medida que refleja la capacidad de transformar los insumos (tiempo, capital, materiales, etcétera) en productos o servicios de valor; en términos generales, se evalúa como la relación existente entre lo producido y los recursos que han sido necesarios para la producción dada; este indicador permite conocer hasta qué punto una organización lleva a cabo de forma eficiente su actividad, por esto se establece como un aspecto importante en el estudio con el que se determina la eficacia en los procesos internos (Ascari et al., 2023).

Incrementar el nivel de productividad acaba teniendo un impacto directo en la sostenibilidad económica de una organización. Una organización que logra generar más resultados sin aumentar su consumo de recursos, o que mantiene los resultados disminuyendo insumos, optimiza su estructura de costos. Esta mejora se traduce en un mejor aprovechamiento de los recursos, reducción de gastos operativos y, por ende, mayor rentabilidad. La productividad, por tanto, se convierte en un motor esencial para alcanzar metas de expansión, competitividad y estabilidad financiera (Cuatrecasas, 2020).

Figura 11

Elementos de la productividad



Nota. Tomado de Lopez et al. (2021)

La forma en que se cuantifica la productividad varía según el entorno de trabajo; en industrias manufactureras, este indicador suele expresarse como la cantidad de unidades producidas por trabajador o por hora trabajada. En contraste, en organizaciones del sector servicios, se considera el volumen de servicios entregados por cada colaborador o la rapidez y calidad con la que se atiende al cliente; estas diferencias metodológicas permiten adaptar las métricas de productividad a la naturaleza específica de cada industria (Ascari et al., 2023).

Según Lopez et al. (2021), mejorar la productividad tiene una repercusión significativa en la eficiencia y la gestión de operaciones de una empresa de varias maneras: Cuando una empresa optimiza su productividad, puede lograr más con menos recursos; esto significa que se pueden producir más productos o servicios utilizando la misma cantidad de materias primas, mano de obra y capital; esta optimización de recursos conduce a una mayor eficiencia en las operaciones, ya que se reduce el desperdicio y se maximiza la utilización de los recursos disponibles. Una mayor productividad permite a las empresas reducir sus costos operativos; al

producir más resultados con menos recursos, se reducen los gastos asociados con la producción, el almacenamiento, el transporte y otros aspectos de las operaciones comerciales.

2.2.11. Importancia de cumplimiento de KPI en minería

El cumplimiento de los KPI en la industria minera es fundamental, representa un camino preciso y fácilmente cuantificable para evaluar el rendimiento empresarial operativo al mismo tiempo que el rendimiento empresarial estratégico de la empresa minera; los KPI dan lugar a instrumentos de medida, desempeñando un importante papel en la toma de decisiones informadas y en el avance en las operaciones mineras (Kroeger et al., 2024).

En primer lugar, los KPI en minería ayudan a establecer bases sólidas para archivos que permiten a las empresas comparar y evaluar su desempeño actual respecto a objetivos específicos; al monitorear continuamente estos indicadores, para que las empresas puedan identificar tendencias, áreas problemáticas y oportunidades de mejora; esto permite a las empresas anticipar posibles fallas y actuar de manera proactiva; así como a responder rápidamente a los desafíos operativos que puedan surgir (Tian et al., 2023).

La información que proporcionan los KPI en minería es invaluable ya que ofrece una visión completa de las operaciones mineras y facilita la toma de decisiones adecuadas; los KPI efectivos deben proporcionar inteligencia empresarial oportuna, la cual permite a las empresas reducir costes, incrementar la producción, aumentar la seguridad, optimizar el uso de los equipos, maximizar la gestión de los recursos humanos, optimizar la disminución del tiempo de transferencia de equipos y mucho más; al analizar y evaluar de manera regular estos indicadores, las empresas pueden encontrar áreas de oportunidad e implementar estrategias para mejorar el rendimiento y la rentabilidad (Wang et al., 2023).

Observar de manera regular el desempeño de la actividad de la minería resulta clave para asegurar la eficiencia y el continuo éxito de una empresa que se dedique a la minería; es tomar decisiones comerciales a tiempo y hacer los ajustes operativos que sean necesarios; los KPI son, de este modo, una guía clara para evaluar el progreso hacia la consecución de los objetivos comerciales y para detectar áreas que necesita más atención (Kroeger et al., 2024).

El uso de software de BI (Business Intelligence), como POWER BI, es una valiosa herramienta para gestionar las operaciones mineras, que permite la aparición de paneles configurables, con muy diversos KPI en un formato gráfico de fácil lectura; tales paneles pueden adaptarse a las características particulares de los diferentes tipos de trabajos que se

ejecutan en la empresa, de forma que las personas que son directamente responsables pueden acceder a datos relevantes y hacer su seguimiento (Tian et al., 2023).

Figura 12

KPI en la minería



Nota. Tomado de Tian et al. (2023).

2.2.12. Preservación de la información

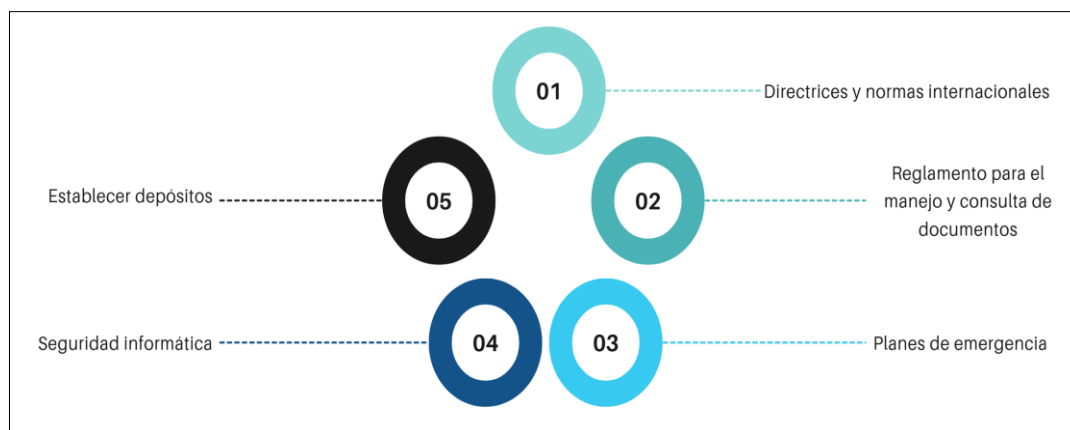
La salvaguarda y la protección de los datos se ha convertido en uno de los aspectos más relevantes en la administración informática de las empresas y de las entidades. La administración de los datos analizados implica el uso de mecanismos específicos que tienen como objetivo certificar que la información sensible permanecerá guardada, estará disponible y será accesible en todo momento, cumpliendo a tal efecto con los principios básicos que son la verificación de la identidad, la disponibilidad en su estado activo, la confidencialidad de los datos y la integridad de la información almacenada, principios estos que son primordiales para que el sistema de administración de datos se cerciore de que los mismos no sólo son íntegros sino que se tolera el deterioro.

La idea de integridad desde la óptica de la información hace referencia a que la información se respeta en el tiempo y se mantiene en el estado de exactitud y veracidad.. Una alteración no autorizada, una modificación accidental o una pérdida de ciertas partes del registro puede causar efectos negativos, con consecuencias como decisiones inadecuadas, una pérdida de dinero. Para evitar esto se aplican mecanismos de protección como los son el control de accesos, las tecnologías de autenticación a partir de las firmas digitales, así como las

políticas de seguridad informática que garanticen que la información no sea alterada y que por tanto continúe manteniéndose confiable para su uso posterior.

Figura 13

Elementos de la preservación de la información



Nota. Tomado de Pulido y Mata (2022)

La disponibilidad de la información es otro aspecto crucial de su preservación. Los datos deben estar disponibles para su acceso en todo momento por parte de aquellos que tienen autorización para hacerlo; esto significa que se deben implementar medidas de protección contra fallos técnicos o ataques cibernéticos que puedan interrumpir el acceso a la información; la preservación de la disponibilidad implica la implementación de sistemas de respaldo y redundancia para garantizar que los datos estén siempre disponibles cuando se necesiten (Cuatrecasas, 2020).

La confidencialidad de la información es igualmente importante en la preservación de datos; esto implica proteger la información sensible de accesos no autorizados o divulgación indebida; las empresas deben implementar controles de acceso y cifrado para proteger los datos confidenciales y garantizar que solo aquellos con los permisos adecuados puedan acceder a ellos (Gleason et al., 2021).

Según Pulido y Mata (2022), la mejora en la preservación de la información tiene un impacto directo en la productividad y la eficiencia en la gestión de operaciones de una empresa de varias maneras:

- ✓ Acceso rápido y seguro a la información:

La implementación de prácticas de preservación de la información permite el acceso a los datos relevantes de manera rápida y su fácil recuperación cuando son precisos; esto evita una dilación excesiva en la toma de decisiones, a la vez que la información se manipula por parte de los empleados en el momento preciso, y con ello permite mejorar la eficiencia operativa y facilita la reducción de tareas o procesos.

✓ Reducción de errores y retrabajos:

La preservación de información implica proteger la integridad de los datos y su especificidad; esto ayuda a prevenir errores que puedan generarse con datos incorrectos o desactualizados y, consecuentemente, a la vez, ayuda a reducir el número de retrabajos de cualquier trabajo.

✓ Facilita la colaboración y la toma de decisiones:

Con datos fiables y fáciles de acceder, se puede trabajar más eficazmente en el trabajo en equipo, se puede compartir información con facilidad; además, la adecuada gestión de la información también ayuda a facilitar la toma de decisiones referidas a los empleados que tengan a su disposición la información precisa y actualizada que garantizan decisiones de negocio adecuadas.

✓ Cumplimiento normativo y reducción de riesgos:

La preservación de información también ayuda a reducir los riesgos legales y financieros para la empresa porque al garantizar que los datos estén en su sitio, que estén bien protegidos y que estén fácilmente disponibles cuando sea necesario, la empresa puede cumplir con todas las reglas sin ningún riesgo que pueda deberse a posibles sanciones.



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3. Alcances y Limitaciones

3.1. Alcances y limitaciones

El presente estudio se enfoca en la implementación de herramientas de Business Intelligence (BI) y Data Analytics en la Gerencia de Operaciones de la Compañía Minera Poderosa, con el objetivo de optimizar la toma de decisiones estratégicas, tácticas y operativas. El contenido se centrará en el análisis de los procesos básicos asociados a la gestión de los recursos, control de los costes, productividad y eficiencia de la producción, centrando el propio análisis en un caso concreto, que es el seguimiento del avance respecto a los metros ya dimensionados y el aumento del uso de maquinaria, esto a partir de la utilización de la herramienta principal Microsoft Power BI.

El propio trabajo tiene la finalidad de detectar oportunidades de mejora mediante el análisis de datos históricos y datos en tiempo real, planteando un modelo de visualización de indicadores que facilite decisiones más veloces y precisas. La investigación se desarrollará en el marco organizacional de la compañía, aportando respuestas a los aspectos técnicos, funcionales y organizativos para una correcta implementación de soluciones BI con un enfoque que permita reforzar la gestión minera.

Durante el desarrollo de este estudio, se ha revisado una amplia variedad de indicadores operativos pertenecientes a distintas áreas de la Gerencia de Operaciones. Sin embargo, por motivos de seguridad de la información y en cumplimiento con las políticas internas de la empresa, esta tesis presentará únicamente como ejemplo los dashboards relacionados con el seguimiento de los avances realizados en metros. Asimismo, se asegurará una gestión adecuada de la información, dado que los datos residen en la nube y están sujetos a políticas de seguridad y control de acceso definidas por la organización.

Como limitaciones

- El estudio se limita exclusivamente a la Gerencia de Operaciones, por lo que no contempla otras áreas funcionales como Finanzas, Recursos Humanos, Logística o Comercial.
- La implementación propuesta se basa en información disponible internamente, lo cual podría restringir el análisis si existen limitaciones en la calidad, integridad o actualización de los datos.
- Dado que se trata de una propuesta aplicada en un contexto específico (una empresa minera peruana), los resultados no son directamente generalizables a otras industrias o regiones sin un ajuste contextual.
- El alcance temporal del análisis será determinado por la disponibilidad de los datos históricos y actuales suministrados por la organización.
- Se asume que la organización cuenta con una infraestructura tecnológica básica y personal capacitado para adoptar y sostener la solución propuesta, lo cual podría representar una limitación si estas condiciones no se cumplen en su totalidad.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, brindando soluciones inmediatas ante el estudio del problema, se usarán los fundamentos de Business Intelligence para la mejora en la toma de decisiones en la gestión de operaciones a través de posibilidades específicas, conduciendo a nuevos hechos en beneficio empresarial.

3.2.2. Nivel de investigación

El enfoque de investigación es de tipo cuantitativo, debido a que se analizaron datos estadísticos y numéricos para establecer patrones predictivos de comportamientos operativos en la compañía.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población de este estudio se encuentra conformada por la Compañía Minera Poderosa.

3.3.2. Muestreo desde el almacenaje o unidades de transporte

Por otro lado, la muestra se encuentra conformada por la Unidad de Producción Santa Maria.

3.4. Operacionalización de variables

A continuación se detalla el cuadro de operacionalización de variables:



Tabla 1*Operacionalización de variables*

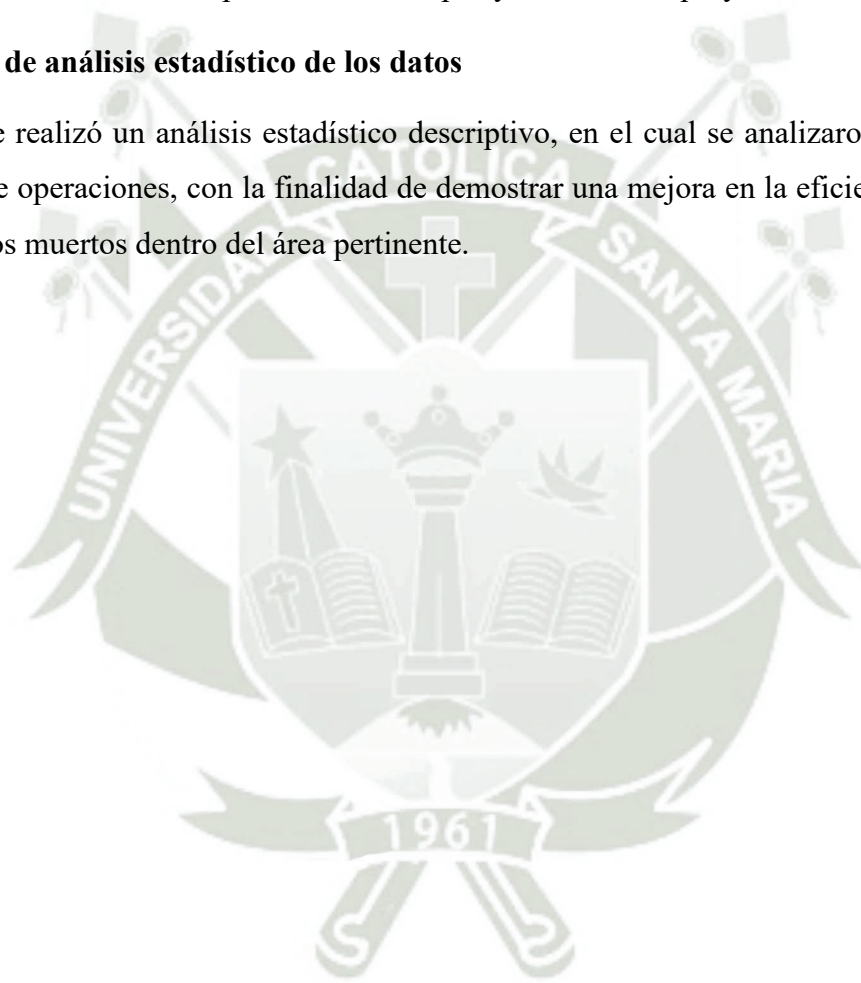
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición	Escala de medición
Variable Independiente Implementación de Business Intelligence y Data Analytics	Acceso a la información	Tiempo promedio de generación de reportes	Cuestionario / Registro de procesos	Cuantitativa / Ordinal
	Calidad de los datos	Nivel de confiabilidad y precisión de los datos disponibles	Encuesta / Entrevista	Escala de Likert
	Automatización de reportes	Porcentaje de procesos automatizados con herramientas BI	Registro de sistemas / Observación	Cuantitativa
	Uso de dashboards	Frecuencia de uso del dashboard en las áreas operativas	Encuesta al personal	Escala de Likert
	Eficiencia en decisiones operativas	Tiempo de respuesta ante eventos críticos	Cuestionario / Registro documental	Cuantitativa
Variable Dependiente Toma de decisiones en la gestión de operaciones	Calidad de las decisiones	Nivel de satisfacción con las decisiones tomadas (post implementación)	Encuesta	Escala de Likert
	Mejora en productividad	Variación del índice de productividad antes y después de BI	Análisis documental / Reportes	Cuantitativa
	Cumplimiento de KPIs	Porcentaje de cumplimiento de metas mensuales en operaciones	Reporte de gestión	Cuantitativa

3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se usará el método científico, el cual es un conjunto de parámetros, procedimientos y normativa que mejorarán el proceso de la investigación y permitirán cumplir con los objetivos de la investigación, para la recolección de datos se usará el sistema de indicadores a cumplir en la empresa, haciendo usos de la técnica de observación directa a través de registro anecdótico y de análisis documental a través de fichas registro donde se tomarán en cuenta la disponibilidad, tiempos y fallos en los proyectos muestreados.

3.6. Plan de análisis estadístico de los datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo, en el cual se analizaron los reportes de gestión de operaciones, con la finalidad de demostrar una mejora en la eficiencia y reducción de tiempos muertos dentro del área pertinente.





CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Proceso de diseño de dashboards interactivos en Power BI

El proceso de diseño de dashboards formo parte de la implementación de BI y DA, por lo que se siguió el siguiente flujo de procesos, tal y como se detalla en la siguiente figura:

Figura 14

Elementos de la preservación de la información



a) Identificación de la información

a.1. Identificación de Necesidades:

Durante las sesiones de trabajo, se identificó que los usuarios requerían capacidades analíticas más avanzadas que las ofrecidas por las tablas dinámicas en Excel. Las solicitudes recurrentes de desagregaciones temporales, como visualizaciones a nivel anual o trimestral, evidenciaron la necesidad de herramientas que permitieran un análisis multidimensional, dinámico y escalable de la información, superando las limitaciones operativas de las soluciones tradicionales.

a.2.Determinación de Métricas Clave:

Se definieron los indicadores clave de desempeño (KPIs) necesarios a visualizar en los paneles de control para una gestión operativa efectiva. Entre las métricas críticas identificadas se incluyen: avance en metros, porcentaje de cumplimiento de metas, metros por disparo, tonelaje vinculado a producción, toneladas procesadas, onzas producidas, ley del mineral, así como indicadores de dilución y sobrerotura. Estas métricas permiten evaluar de manera integral la eficiencia, productividad y calidad del proceso minero.

a.3.Identificación de Niveles de Usuarios:

Se establecieron distintos perfiles de usuarios finales, segmentados según su nivel jerárquico y requerimientos de información. Entre ellos se identificaron jefaturas, superintendencias y supervisores operativos, cada uno con necesidades específicas en cuanto a granularidad, frecuencia y formato de los datos, lo que permitió diseñar visualizaciones diferenciadas y orientadas a la toma de decisiones según su rol funcional dentro de la operación.

b) Recolección y Organización de información

b.1. Origen de los Datos:

La fuente primaria de los datos corresponde a los registros operativos generados por las empresas contratistas encargadas de ejecutar las actividades mineras. Esta información es ingresada directamente en los sistemas corporativos de la compañía, integrándose en la arquitectura de datos interna para su posterior procesamiento.

b.2. Extracción de Datos:

La extracción de datos se llevó a cabo desde el sistema gestor de bases de datos SQL Server, garantizando la integridad, completitud y actualización de la información. Se implementaron consultas optimizadas (queries) para obtener únicamente los campos relevantes, reduciendo la carga de procesamiento y mejorando la eficiencia en la transferencia de datos hacia los entornos de análisis.

b.3. Transformación y Limpieza de Datos:

El proceso de transformación y depuración de datos se ejecutó aplicando principios de metodologías Lean Six Sigma y 5S, orientadas a la mejora continua y eficiencia operativa. Estas metodologías permitieron identificar y eliminar registros duplicados o

inconsistentes, estandarizar formatos y nomenclaturas, y estructurar las bases de datos con criterios de calidad, consistencia y trazabilidad, facilitando así su explotación analítica en plataformas como Microsoft Power BI.

Modelado de Datos

b.4. Estructuración de Datos:

Los datos fueron modelados dentro del entorno de Power BI, mediante la creación de un modelo relacional que vincula las distintas tablas a través de claves primarias y foráneas, garantizando la integridad referencial. Se aplicaron principios de modelado estrella para facilitar la navegación y optimizar el rendimiento de las consultas.

b.5. Creación de Columnas Calculadas y Medidas:

Se desarrollaron columnas calculadas y medidas utilizando expresiones avanzadas en DAX (Data Analysis Expressions), permitiendo realizar análisis dinámicos y personalizados. Estas expresiones facilitaron el cálculo de métricas clave, segmentaciones por período, comparativos temporales y filtros contextuales. Asimismo, se generaron columnas únicas (keys) para establecer relaciones robustas y mejorar la precisión del modelo analítico.

b.6. Automatización Avanzada:

Se configuraron flujos de datos (dataflows) dentro de Power BI, lo que permitió automatizar procesos de carga, transformación y actualización de información a gran escala. Esta implementación mejoró la eficiencia operativa del modelo, redujo la intervención manual y garantizó la disponibilidad de datos actualizados para su análisis en tiempo casi real.

c) Diseño del Dashboard

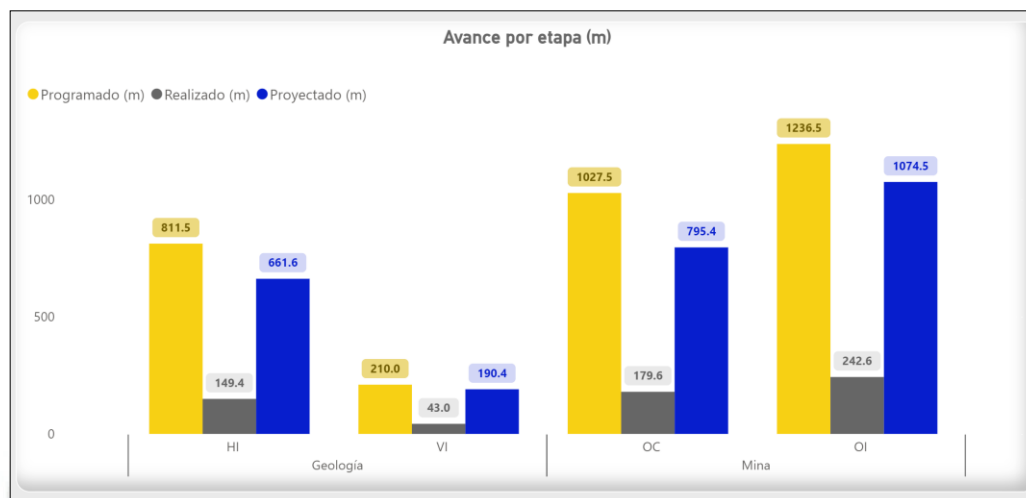
c.1. Selección de Diseño y Visualización:

Se definió una línea gráfica coherente mediante la selección de una paleta de colores institucional y una distribución visual orientada a la experiencia del usuario (UX). El diseño priorizó la simplicidad visual, la jerarquía de la información y la usabilidad, con el objetivo de facilitar una navegación intuitiva y eficiente a través de los dashboards.

Figura 15*Diseño y visualización de dashboards*

c.2.Implementación de Filtros y Gráficos:

Se configuraron filtros interactivos en función de las prioridades operativas y escenarios de análisis definidos previamente. Estos filtros permiten realizar segmentaciones dinámicas por variables como fecha, contrata, labor, zona, entre otros. Asimismo, se seleccionaron visualizaciones adecuadas (como gráficos de barras, líneas, matrices y tarjetas) considerando principios de diseño informacional y mejores prácticas en visualización de datos.

Figura 16
Filtros y gráficos


c.3. Personalización y Pruebas

Los dashboards fueron personalizados según el perfil del usuario, diferenciando vistas para niveles estratégicos, tácticos y operativos. Esta segmentación asegura que cada grupo acceda únicamente a los indicadores clave relevantes para su toma de decisiones. El sistema fue sometido a una fase de pruebas piloto durante seis meses, recolectando retroalimentación de diversos actores organizacionales con el fin de asegurar la estabilidad, pertinencia funcional y sostenibilidad en el tiempo.

c.4. Inclusión de Información Explicativa:

Se incorporaron elementos de ayuda como tooltips, glosarios embebidos, textos complementarios y gráficos auxiliares, orientados a mejorar la comprensión del contenido visualizado, especialmente para usuarios no familiarizados con la totalidad del proceso operativo.

Figura 17
Información explicativa en cada gráfico


c.5.Implementación en Power BI App:

Una vez finalizado el diseño de los dashboards, estos fueron migrados e implementados en Power BI App, permitiendo el acceso desde dispositivos móviles como smartphones y tablets. Esta adaptación amplió la disponibilidad de la información en campo, mejoró la capacidad de respuesta operativa en tiempo real y fortaleció la toma de decisiones remotas.

c.6.Capacitación y Documentación:

Se desarrolló un plan de capacitación progresivo dirigido a los diferentes grupos de usuarios, enfocándose en el uso eficiente de los dashboards en Power BI. Se compartieron recursos didácticos accesibles, incluyendo cursos introductorios, videos y guías prácticas. Paralelamente, se elaboró documentación técnica detallada por cada panel, especificando su funcionalidad, estructura de datos y procedimientos de interacción.

d) Publicación y Difusión

d.1. Publicación Inicial:

Los dashboards fueron inicialmente desplegados en una ruta compartida dentro del entorno corporativo, accesible para los usuarios autorizados a través de la red interna.

d.2. Subida a la Nube:

Posteriormente, se migraron los paneles a la nube mediante el servicio Power BI Service, lo cual incrementó la disponibilidad, redujo la dependencia de infraestructura local y facilitó el acceso remoto seguro.

d.3. Aplicativo Móvil:

Se habilitó el acceso móvil a través de la aplicación oficial de Power BI. Esta integración permitió que supervisores, jefaturas y gerencias pudieran visualizar los indicadores clave desde smartphones y tablets, utilizando únicamente su cuenta corporativa, manteniendo la autenticación y seguridad de acceso.

d.4. Actualización Automática:

Se configuró la actualización automática de los datasets en Power BI Service mediante programación de actualizaciones incrementales desde SQL Server. Esto aseguró la disponibilidad de datos confiables y actualizados en intervalos definidos, sin requerir intervención manual.

e) *Mantenimiento y Actualización*

e.1. Retroalimentación y Mejora Continua:

Se instauró un proceso estructurado de mejora continua basado en la retroalimentación de los usuarios. Las observaciones y sugerencias son recopiladas, evaluadas y priorizadas por el equipo responsable, lo que permite implementar ajustes funcionales y visuales de forma iterativa.

e.2. Documentación Detallada:

Se mantiene una bitácora técnica que documenta los cambios realizados, versiones del modelo, actualizaciones, incidencias y mejoras aplicadas. Este repositorio facilita la transferencia de conocimiento, la escalabilidad del sistema y asegura la sostenibilidad del proyecto ante rotaciones de personal o nuevas incorporaciones

4.1.2. Automatización de datos desde SQL Server hacia los paneles de visualización

Se implementó un proceso de automatización integral para la extracción, transformación y carga de datos desde el sistema de gestión SQL Server hacia los paneles

de Power BI. Esta solución eliminó tareas manuales repetitivas, redujo los errores operativos y garantizó la disponibilidad de información en tiempo casi real para la Unidad de Producción Santa María.

Uno de los hitos más significativos fue la consolidación de los paneles en la nube, lo que permitió un acceso transversal a los datos desde cualquier ubicación geográfica. A través de la autenticación con correo corporativo, los usuarios (desde operadores hasta la alta dirección) pueden consultar indicadores operativos, métricas de cumplimiento y reportes clave sin restricciones físicas ni técnicas.

Adicionalmente, la habilitación del acceso móvil mediante la aplicación oficial de Microsoft Power BI fortaleció la capacidad de supervisión remota. Esta funcionalidad ha permitido a líderes de operación y gestión monitorear el desempeño en tiempo real, mejorar la capacidad de respuesta ante eventos críticos y fomentar una cultura de toma de decisiones basada en evidencia, incluso en contextos fuera de oficina.

Estas innovaciones han transformado la dinámica operativa de la Compañía Minera Poderosa, consolidando una arquitectura de inteligencia empresarial moderna, colaborativa y escalable, alineada con los principios de transparencia, eficiencia y mejora continua.

a. Reportes pre implementación del Business Intelligence y Data Analytics

Previo a la adopción de herramientas de Business Intelligence (BI) y Data Analytics, los reportes operativos en la Compañía Minera Poderosa se elaboraban utilizando Microsoft Excel como herramienta principal de análisis. Esta metodología presentaba limitaciones significativas en cuanto a la visualización dinámica, el análisis histórico y la trazabilidad de los datos operativos.

Los reportes generados reflejaban únicamente el estado actual de los indicadores, sin permitir una evaluación efectiva de tendencias, patrones o mejoras progresivas a lo largo del tiempo. Además, la presentación de los datos era principalmente cuantitativa y estática, lo que restringía la capacidad de exploración interactiva por parte de los usuarios.

En este contexto, la visualización de indicadores clave (como los metros por disparo) era limitada y no se contaba con herramientas que facilitaran un seguimiento exhaustivo, segmentado o comparativo entre diferentes frentes, periodos o equipos.

Estas limitaciones evidenciaron la necesidad de migrar hacia soluciones más robustas, capaces de integrar múltiples fuentes de datos, automatizar procesos de análisis y ofrecer visualizaciones interactivas que respalden la toma de decisiones basada en datos.

Figura 18
Reporte anterior- Metros por disparo

Descr_SubActividad (Todas) ▾		
AnnoMes	202309 ▾	16/06/2024
Fuente	(Todas) ▾	1/06/2024
Guardia	(Todas) ▾	15
ETAPA	(Todas) ▾	30

Medición (Ctta)															
Zona_Id2	Proveedor	Desc_Zona	DESCR_LABOR	9/09/2023	10/09/2023	11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	14/09/2023	15/09/2023	Total	Prog./mes	Prog./dia	Proy. mes	% Proy. mes
UP2	EC1			21.2	18.1	12.4	20.5	17.1	17.9	23.3	456.6	576.0	19.2	913.1	159%
	EC2			16.6	12.6	20.0	8.3	19.6	19.8	11.0	428.5	632.0	21.1	856.9	136%
	EC3			7.2	7.1	5.0	5.9	7.6	7.8	5.8	144.6	139.5	4.7	289.3	207%
	EC4			18.8	19.3	14.2	18.9	15.3	24.4	19.9	432.4	499.5	16.7	864.7	173%
	EC5			12.4	7.9	8.5	7.9	10.8	10.2	10.0	210.0	202.5	6.8	420.0	207%
	EC6			4.3	12.6	14.2	12.5	9.7	18.9	14.1	268.7	293.0	9.8	537.3	183%
	EC8			7.8	7.5	2.1	7.8	7.5	8.1	6.0	131.6	140.0	4.7	263.2	188%
	EC9			6.5	5.7	4.8	4.5	6.9	3.0	3.5	102.2	200.0	6.7	204.4	102%
	Total general				94.6	90.9	81.1	86.3	94.4	110.0	93.4	2,174.5	2,682.5	82.8	4,348.9

Por otro lado, al momento de analizar los avances programados versus los avances realmente ejecutados, los reportes previos carecían de representaciones gráficas comparativas que permitieran evaluar de manera visual el comportamiento de estos indicadores a lo largo del tiempo. Esta ausencia dificultaba la identificación de brechas, desviaciones o patrones de cumplimiento entre distintos periodos operativos.

Como se observa en la Figura 19, la información era presentada en formato tabular, sin soporte visual que facilitara un análisis rápido y efectivo para la toma de decisiones.

Figura 19

Reporte anterior - Comparativo programado. ejecutado

TIPO_REGISTRO		(Varios elementos)			
Valores					
DESCR_UP	DESCR_CORTA_PROVEEDOR	Etap	Labor	Veta	Programado Realizado %_CUMPL Avance Proy. Cumpl Proy.
UP 1	EC1				80 54 67.5% 73.6 92.0%
	EC2				193.5 130 67.2% 177.3 91.6%
	EC3				121.5 77 63.4% 105.0 86.4%
	EC4				490 284.7 58.1% 388.2 79.2%
	EC5				517.0 155.8 30.1% 212.5 41.1%
Total general					1402 701.5 50.0% 956.6 68.2%

TIPO_REGISTRO		(Todas)								
DESCR_PROVEEDOR		(Varios elementos)								
PRIORIDAD		(Todas)								
Valores										
DESCR_UP	Mina2	Etap2	Etap	Labor	Veta	Programado	Realizado	%_CUMPL	Avance Proy.	Cumpl Proy.
UP1	PT	Geologia	HI			626	568	90.7%	774.5	123.7%
			VI			365	438	120.0%	597.3	163.6%
		Total Geologia				991	1006	101.5%	1371.8	138.4%
	Mina	OI				1098.5	521.9	47.5%	711.7	64.8%
		OC				593	589.5	99.4%	803.9	135.6%
		Total Mina				1691.5	1111.4	65.7%	1515.5	89.6%
Total general						2682.5	2117.4	78.9%	2887.4	107.6%

Figura 20

Reporte Generado con el uso de Microsoft Excel

Zona_Id3	DESCR_LABOR	15/09	16/09	17/09	18/09	19/09	20/09	21/09	22/09	Total Rlzd	Prog./ mes	Prog./ día	Avance Proy.	%Cumpl. Proy.	Avance Proy.	%Cumpl. Proy.	Observaciones
UP2	3150 RA 7650	2.9		3.0		2.9	2.9	2.9	2.9	29.4	40.0	1.3	55.1	↑ 138%	70.5	↑ 176%	Retoma avance normal
	3100 CR S	2.0	1.0	2.0			1.0	0.9	1.9	30.6	40.0	1.3	57.3	↑ 143%	52.0	↑ 130%	Avance normal
	3100 BP 0330							1.0		1.0	20.0	0.7	1.9	↓ 10%	15.5	→ 77%	No se cuenta con personal
	3050 RA KATY 1					3.0	3.0		6.0	43.4	110.0	3.7	81.4	→ 74%	104.2	→ 95%	Ejecución de Cámara de carguío.
	2995 RA LIZA		2.4						2.4	7.7	115.0	3.8	14.4	↓ 13%	43.6	↓ 38%	Ejecución de cámara de carguío, esta semana se retoma avance normal.
	2910 RA LIZA 3	2.7	5.3	5.4	2.7	2.6	2.7	2.8	2.8	57.6	70.0	2.3	108.0	↑ 154%	100.0	↑ 143%	Avance normal
	2860 RA LIZA									-	50.0	1.7	-	↓ 0%	-	↓ 0%	Se espera que los equipos lleguen en la quincena
	2860 RA LIZA 1									-	50.0	1.7	-	↓ 0%	-	↓ 0%	Se espera que los equipos lleguen en la quincena
	2860 CR SE	2.2	2.1	5.0	3.2	2.4				48.1	50.0	1.7	90.2	↑ 180%	99.9	↑ 200%	Avance normal
	2670 CR SE 1						4.2	4.0	2.3	29.1	50.0	1.7	54.5	↑ 109%	69.8	↑ 140%	Ejecución de cola de carros
	2520 CR 0600	3.5	6.7	3.1	6.9		6.9	3.4		87.9	161.0	5.4	164.8	↑ 102%	211.0	↑ 131%	Se retoma avance normal, demoras en el ciclo.
	2120 RA ELI 2	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8		11.2	70.0	2.3	21.0	↓ 30%	19.9	↓ 28%	Avance lento por condición estructural.
	2120 CR 5000	4.3	1.7	1.7	1.7	3.4	1.7	3.4	1.7	74.8	30.0	1.0	140.3	↑ 468%	284.4	↑ 948%	Avance normal
	2100 RA 1600	4.8	5.6	5.3	2.8	5.3	5.4	5.3	2.0	44.1	25.0	0.8	82.7	↑ 331%	70.9	↑ 284%	Se remota Avance debido a que no se puede sellar la BS.
	2050 RA 1680	2.8	4.9	5.3	5.6	5.3	5.7	4.0	2.4	95.0	40.0	1.3	178.1	↑ 445%	228.0	↑ 570%	Avance normal
Total general		25.3	32.0	30.6	22.8	24.9	33.6	30.5	24.4	95.0	921.0	30.7	1049.8	↑ 114%	1369.6	↑ 149%	

b. Reportes post implementación del Business Intelligence y Data Analytics

Tras la implementación de herramientas de Business Intelligence (BI) y Data Analytics (DA), los reportes operativos experimentaron una transformación significativa en cuanto a alcance, profundidad analítica y facilidad de interpretación. Los informes actuales no solo presentan el estado operativo en tiempo real, sino que también permiten un análisis retrospectivo de periodos anteriores, facilitando la evaluación de mejoras, tendencias y desviaciones operativas.

A través del uso de filtros interactivos en Power BI, los usuarios pueden segmentar la información según distintas dimensiones temporales (anual, mensual, semanal, diaria) o geográficas (por unidad, frente, turno, etc.), permitiendo una exploración ágil y personalizada de los datos. Esto se observa en la Figura 21, donde se muestra la flexibilidad visual del dashboard.

Además, los paneles desarrollados presentan el avance por etapas del proyecto, diferenciando claramente lo programado, lo realizado y la proyección futura. Las visualizaciones gráficas han sido diseñadas para maximizar la comprensión, incluso por usuarios sin formación técnica, y permiten monitorear de forma clara el porcentaje de cumplimiento y el metraje pendiente para alcanzar los objetivos establecidos.

Figura 21

Reporte con POWER BI- Metros por disparo

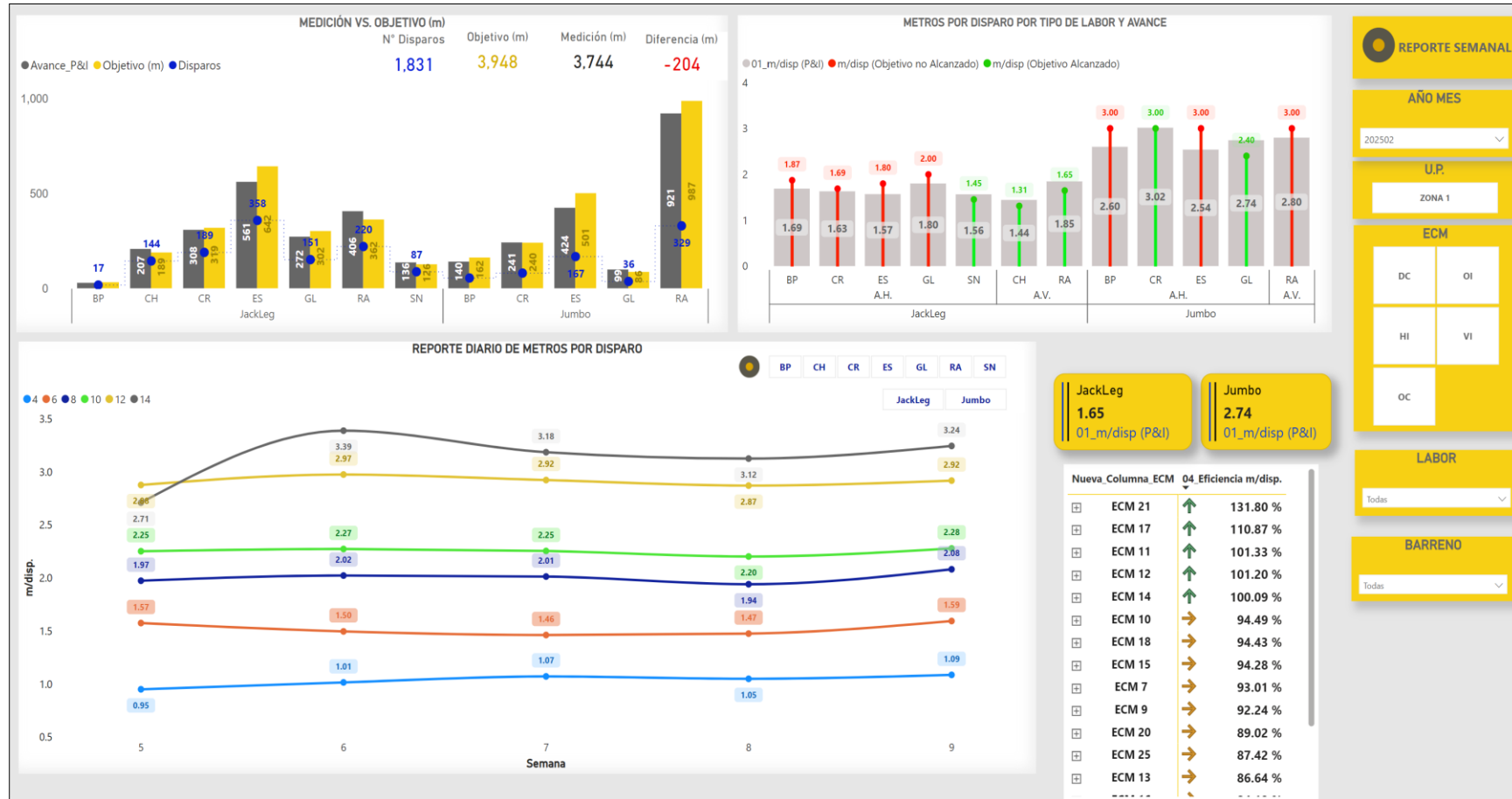
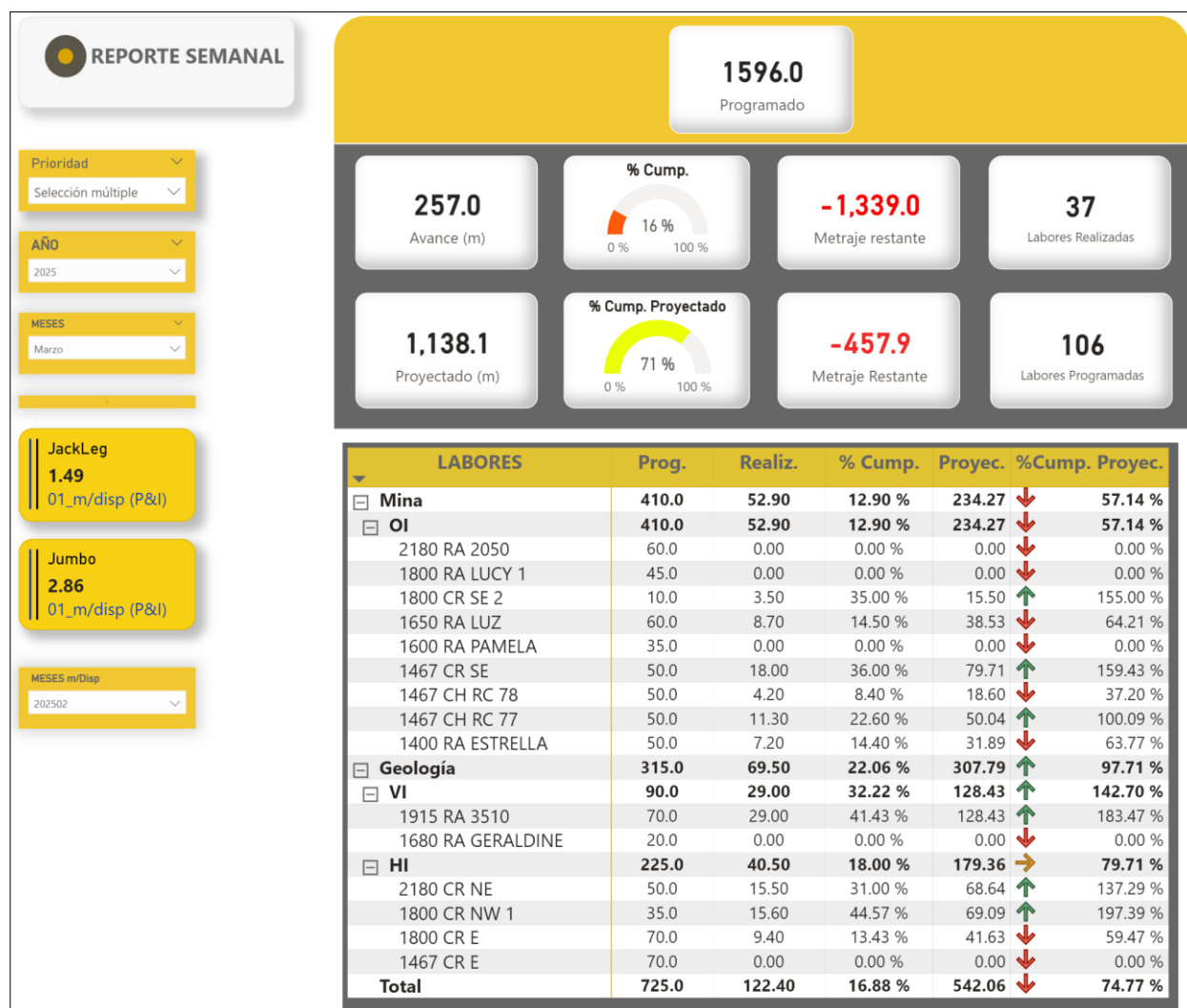


Figura 22

Reporte con POWER BI - Comparativo programado. Ejecutado



Figura 23
Reporte operativo semanal POWER BI


4.1.3. Automatización de procesos repetitivos

Con la incorporación de herramientas de Business Intelligence (BI) y Data Analytics (DA), se produjo un avance significativo en la gestión de datos, marcando un punto de inflexión en los procesos de análisis y visualización de información. Este cambio implicó la transición desde el uso tradicional de Microsoft Excel hacia la implementación de Microsoft Power BI como plataforma central de análisis.

Si bien Excel continúa siendo una herramienta robusta para la manipulación de datos a pequeña escala y tareas administrativas, su capacidad resulta limitada cuando se trata de procesar grandes volúmenes de información, integrar múltiples fuentes de datos o generar visualizaciones dinámicas en tiempo real. En contraste, Power BI ofrece una arquitectura orientada a la escalabilidad, automatización del flujo de datos y generación de dashboards interactivos, lo que lo convierte en una solución idónea para entornos operativos complejos como el de la minería subterránea.

Esta transición no solo optimizó la eficiencia en el análisis de datos, sino que también fortaleció la trazabilidad operativa y la toma de decisiones basada en información confiable y actualizada.

A continuación, se detalla un cuadro comparativo, respecto al cambio de uso entre Power Bi y Microsoft Excel:

Tabla 2

Análisis comparativo entre el uso de Excel y Power BI

Característica	Excel	Power BI
Propósito Principal	Excel es una herramienta de hojas de cálculo utilizada principalmente para realizar cálculos, análisis de datos, y tareas administrativas. Es ampliamente utilizada para gestionar datos en formato tabular y realizar operaciones matemáticas.	Power BI es una herramienta de Business Intelligence y visualización de datos diseñada para transformar datos en información útil mediante dashboards interactivos y visualizaciones avanzadas. Su enfoque está en el análisis de datos a gran escala y la presentación de informes dinámicos.

Característica	Excel	Power BI
Interfaz	La interfaz de Excel se basa en hojas de cálculo con celdas organizadas en filas y columnas.	Power BI utiliza una interfaz de usuario basada en la creación de dashboards e informes interactivos.
Usuario	Los usuarios pueden introducir de fórmulas, crear gráficos básicos, y utilizar tablas dinámicas para resumir datos. Excel es conocido por su flexibilidad y la capacidad de realizar una amplia variedad de tareas dentro de una hoja de cálculo.	Los usuarios pueden arrastrar y soltar elementos visuales, conectarse a diversas fuentes de datos, y personalizar visualizaciones avanzadas. La interfaz está diseñada para ser intuitiva en la creación de reportes visuales y análisis interactivos.
Manejo Datos	Excel es ideal para manejar datos pequeños a medianos. Los usuarios pueden importar datos desde múltiples fuentes y trabajar con de ellos directamente en hojas de cálculo. Sin embargo, el rendimiento puede verse afectado con conjuntos de datos muy grandes debido a limitaciones de memoria y procesamiento.	Power BI está optimizado para manejar grandes volúmenes de datos, utilizando técnicas avanzadas de compresión y almacenamiento. Puede conectarse a diversas fuentes de datos (locales y en la nube) y procesar datos en tiempo real. La capacidad de manejar grandes conjuntos de datos y realizar análisis complejos es una de las fortalezas clave de Power BI.
Conectividad	Excel permite la conexión a diversas fuentes de datos, incluyendo bases de datos, servicios web, y archivos planos. Los usuarios pueden actualizar los datos manualmente o mediante el uso de macros y VBA. La integración con otras herramientas de Microsoft Office es robusta, pero la automatización y actualización de datos puede ser limitada.	Power BI ofrece una amplia gama de conectores que permiten la integración con numerosas fuentes de datos, incluyendo bases de datos SQL, servicios en la nube (como Azure y Salesforce), y APIs web. Los datos pueden actualizarse automáticamente, permitiendo la creación de dashboards en tiempo real y la integración continua con fuentes de datos en vivo.

Característica	Excel	Power BI
Visualización	Excel proporciona capacidades básicas de visualización de datos a través de gráficos y tablas dinámicas. Aunque es posible crear gráficos personalizados y avanzados, las opciones de visualización son más limitadas en comparación con Power BI. Las tablas dinámicas son poderosas, pero no tan interactivas como las visualizaciones de Power BI.	Power BI ofrece herramientas de visualización avanzadas que permiten crear gráficos interactivos, mapas, y otros elementos visuales complejos. Los usuarios pueden diseñar dashboards que proporcionen una visión completa y dinámica de los datos, permitiendo la interacción y exploración detallada de la información presentada.
Colaboración	Excel permite compartir archivos fácilmente a través de correo electrónico, SharePoint, y OneDrive. La colaboración en tiempo real es posible mediante coautoría en archivos alojados en la nube, aunque esta funcionalidad es menos robusta que en Power BI. Los usuarios deben gestionar las versiones del archivo y la consolidación de cambios puede ser un desafío.	Power BI facilita la colaboración en tiempo real mediante la publicación de informes y dashboards en Power BI Service. Los usuarios pueden acceder a estos informes desde cualquier lugar y dispositivo, con controles de acceso detallados que permiten gestionar quién puede ver y editar la información. La colaboración es fluida y está diseñada para entornos empresariales.
Actualización de Datos	En Excel, la actualización de datos es generalmente manual. Los usuarios pueden configurar macros o VBA para automatizar algunas tareas, pero esto requiere conocimientos avanzados. No es ideal para actualizaciones frecuentes y automáticas,	Power BI soporta la actualización automática de datos en tiempo real. Los usuarios pueden programar actualizaciones de datos y utilizar gateways para conectarse a fuentes de datos locales, asegurando que los dashboards y reportes siempre muestren la información más reciente sin intervención manual.

Característica	Excel	Power BI
	especialmente con datos en tiempo real.	
Facilidad de Uso	Excel es relativamente fácil de aprender para tareas básicas y muchas personas ya están familiarizadas con su uso debido a su prevalencia en entornos educativos y profesionales. Las funciones avanzadas y el uso de macros/VBA pueden requerir un aprendizaje adicional.	Power BI tiene una curva de aprendizaje más pronunciada, especialmente para usuarios nuevos. Sin embargo, una vez que los usuarios dominan la herramienta, pueden aprovechar su potente funcionalidad para análisis y visualización de datos. Microsoft ofrece numerosos recursos y formación para ayudar a los usuarios a aprender Power BI.
Capacidades de Análisis	Excel permite realizar análisis de datos mediante funciones y fórmulas avanzadas, así como a través de tablas dinámicas. Sin embargo, para análisis más complejos y grandes conjuntos de datos, puede ser limitado y menos eficiente en comparación con Power BI.	Power BI utiliza DAX (Data Analysis Expressions) para realizar análisis de datos avanzados. Sus capacidades de modelado de datos y análisis son superiores, permitiendo a los usuarios crear relaciones complejas entre datos y realizar cálculos avanzados que serían difíciles de manejar en Excel.
Costo	Excel es parte de Microsoft Office, que muchas empresas ya tienen, por lo que no hay costos adicionales para usuarios con licencia de Office.	Power BI requiere una licencia específica, que puede ser adicional al costo de Microsoft Office. Existen varias opciones de licenciamiento, incluyendo Power BI Pro y Power BI Premium, dependiendo de las necesidades de la empresa.

En La implementación de herramientas de Business Intelligence (BI) y Data Analytics (DA) en la Compañía Minera Poderosa ha transformado significativamente la gestión de operaciones, permitiendo una toma de decisiones más ágil, precisa y basada en datos confiables. El uso de Power BI, en integración con SQL Server, ha automatizado procesos críticos como la generación de reportes, eliminando tareas manuales repetitivas y reduciendo errores operativos.

La información, antes dispersa y no actualizada, ahora se centraliza y actualiza en tiempo real, facilitando su acceso desde plataformas web y móviles, con controles de seguridad que garantizan su integridad y confidencialidad. Esta disponibilidad ha democratizado el acceso a indicadores clave entre los distintos niveles jerárquicos de la organización.

Los dashboards desarrollados ofrecen visualizaciones dinámicas, filtradas por periodos y etapas del proceso operativo, y permiten identificar desviaciones, brechas de cumplimiento y oportunidades de mejora. Asimismo, la personalización de la información según perfil de usuario ha optimizado el monitoreo y control de KPIs, fortaleciendo el enfoque en la eficiencia y productividad.

La migración desde Excel hacia una arquitectura robusta basada en SQL Server y Power BI ha mejorado la gobernanza de datos, permitiendo análisis complejos mediante DAX y estructuras de modelo en estrella. Como resultado, se ha consolidado una infraestructura analítica moderna que soporta la mejora continua, la reducción de tiempos muertos y la optimización de procesos operativos clave.

Figura 24

Nuevo flujo de procesos en la gestión de operaciones



4.1.4. Optimización en la toma de decisiones operativas mediante el uso de herramientas de BI para la mejora de la eficiencia e incremento de productividad

Se realizó una evaluación integral de los resultados obtenidos tras la implementación de herramientas de Business Intelligence (BI), con el objetivo de medir el impacto en los niveles de productividad de la Unidad Productiva Santa María. Para ello, se utilizaron plataformas automatizadas como Power BI y SQL Server, que permitieron la extracción, procesamiento y visualización de datos operativos de manera eficiente y centralizada.

La integración de indicadores clave de desempeño (KPIs) provenientes de distintas áreas operativas en un entorno digital dinámico facilitó la toma de decisiones estratégicas basadas en datos confiables y en tiempo real. Entre las métricas analizadas se incluyen el avance acumulado de metros desarrollados, el volumen de shotcrete aplicado, la utilización de equipos mecanizados para perforación y sostenimiento, y la evolución del indicador Tmb/Tar como medida consolidada de eficiencia operativa.

El análisis se basó en una serie histórica comprendida entre 2018 y la proyección operativa del año 2025, lo que permitió identificar tendencias, brechas de cumplimiento y oportunidades de mejora en los procesos productivos de la unidad minera. A continuación, se presentan algunos de los indicadores visualizados mediante BI que respaldan los resultados obtenidos y evidencian las mejoras alcanzadas tras la implementación de esta solución tecnológica.

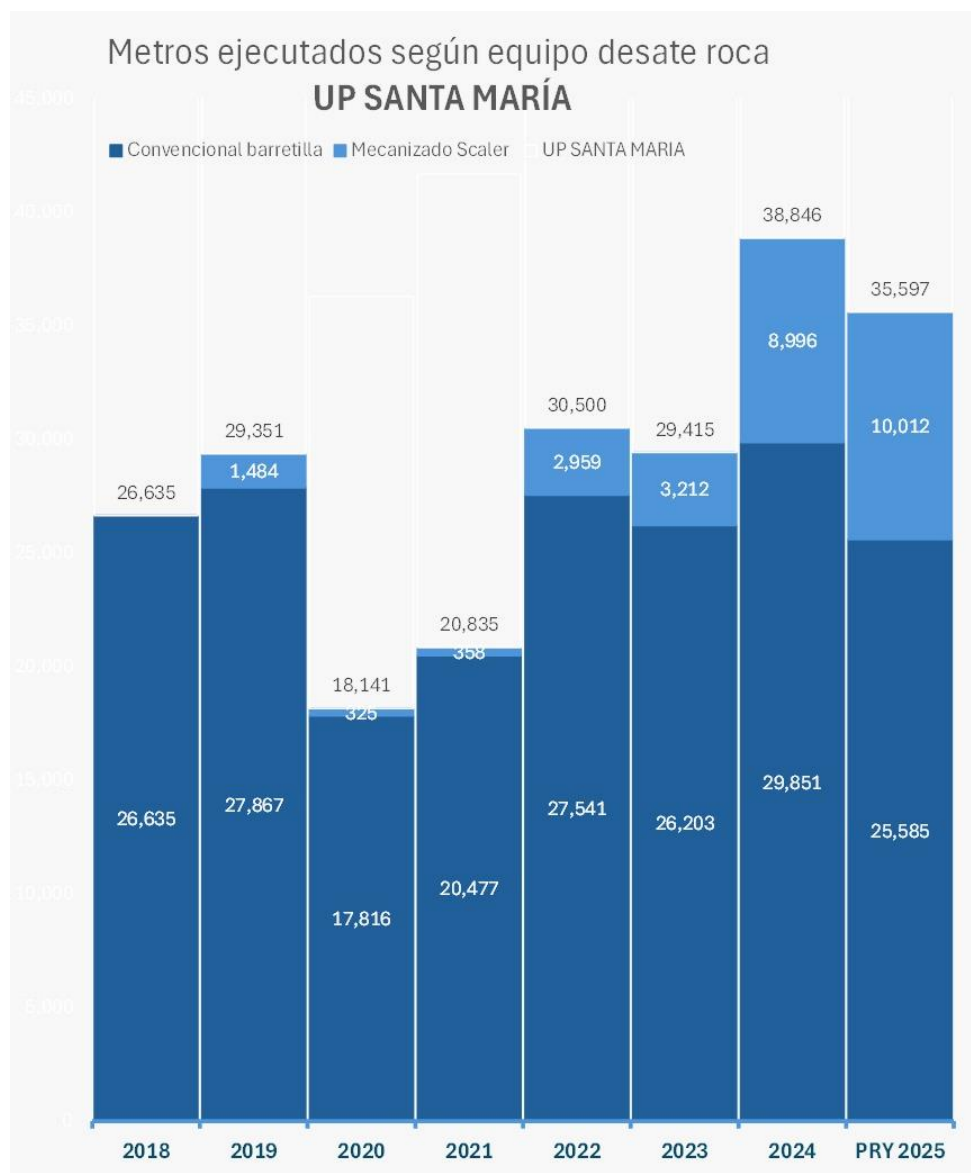
Evolución de metros ejecutados según equipo de desate de roca

El análisis de los metros ejecutados revela un crecimiento sostenido en el periodo comprendido entre 2018 y la proyección operativa para 2025. Este incremento está estrechamente relacionado con la transición progresiva del método convencional de desate con barretilla hacia un enfoque mecanizado, particularmente con la incorporación del equipo scaler en las operaciones. Se evidencia una migración paulatina hacia tecnologías de mayor eficiencia operativa, lo cual ha permitido incrementar el volumen de ejecución, pasando de 26,635 metros desarrollados en 2018 a 35,597 metros proyectados para 2025.

Cabe señalar que, si bien se cuenta con registros históricos desde 2018, es a partir del año 2023 —momento en que se inicia la implementación formal de Power BI— cuando se observa una curva ascendente sostenida y continua en la ejecución de metros. En los años previos, la curva presenta fluctuaciones atribuibles a la ausencia de un control sistemático y en tiempo real. La adopción de herramientas de analítica permitió no solo visibilizar estos comportamientos irregulares, sino también identificar cuellos de botella y aplicar estrategias orientadas a la mejora continua. Esta evolución refuerza el impacto positivo del Business Intelligence en la gestión operativa minera, promoviendo una toma de decisiones basada en datos estructurados y oportunos.

Figura 25

Evolución de metros ejecutados



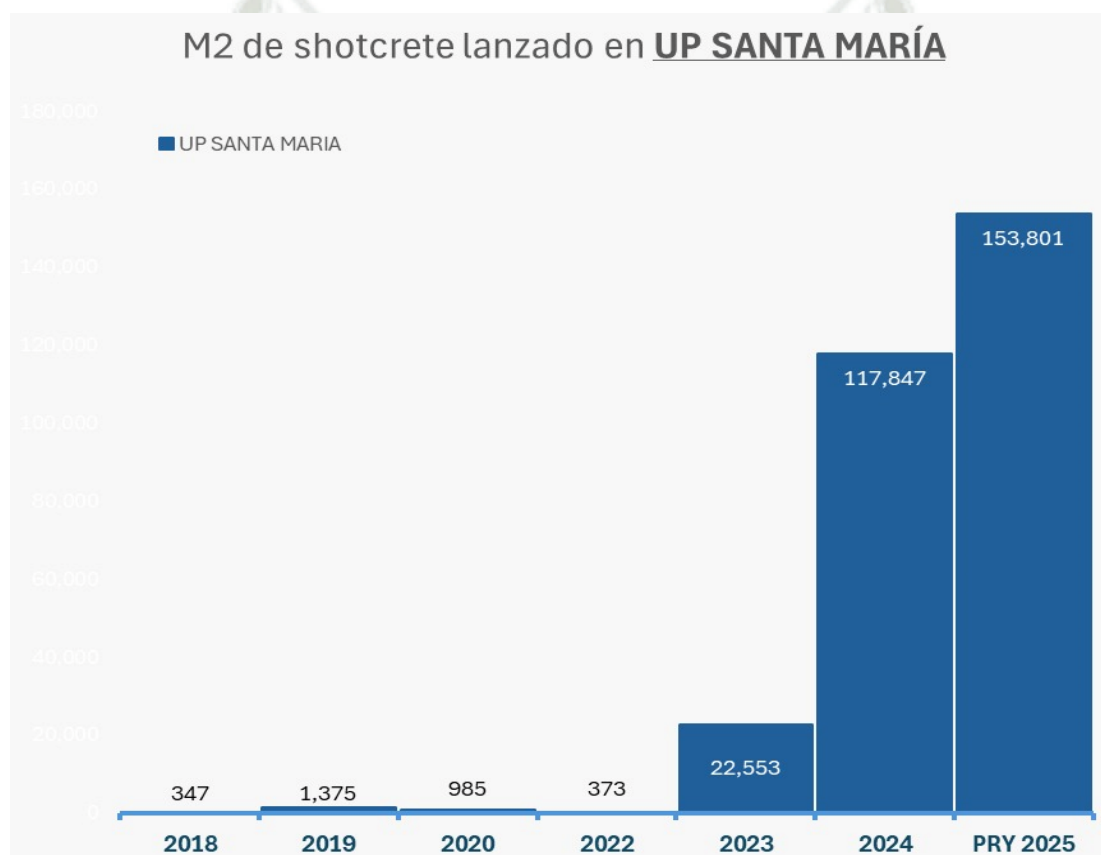
a. Superficie de shotcrete lanzado por tipo de refuerzo

La superficie de *shotcrete* lanzado evidencia un crecimiento exponencial a partir del año 2023, coincidiendo con la implementación de herramientas de Business Intelligence y Data Analytics. En los años previos, los volúmenes aplicados eran marginales (apenas 347 m² en 2018) debido a limitaciones en la planificación y escasa disponibilidad de información consolidada. Sin embargo, gracias al análisis sistemático de datos operativos mediante Power BI, fue posible planificar con mayor precisión las cantidades requeridas por fase, alineando el sostenimiento con las condiciones geomecánicas reales del terreno.

La integración de dashboards permitió visualizar en tiempo real el avance físico y la demanda proyectada, evitando sobrecostos por exceso de materiales o deficiencias de cobertura. Para el año 2025 se proyecta alcanzar los 153,801 m² de cobertura, lo que representa un cambio estructural en la planificación técnica del sostenimiento. Este avance demuestra cómo el uso de plataformas de BI habilita una toma de decisiones proactiva y basada en evidencia, mejorando la eficiencia y seguridad en operaciones subterráneas.

Figura 26

M2 de shotcrete lanzado en UP Santa Maria



b. Total de pernos instalados por año según equipo de perforación

Gracias a la implementación de dashboards con herramientas de Business Intelligence como Power BI, fue posible analizar de forma detallada los tiempos del ciclo operativo, lo cual permitió identificar cuellos de botella y optimizar la secuencia de actividades en el sostenimiento. Esta capacidad de análisis impulsó el uso progresivo del equipo empernador, cuyo aporte al total de sostenimiento pasó de un 0 % en 2018 a un 41 % proyectado para 2025.

El crecimiento observado no responde únicamente a la adquisición del equipo, sino a una gestión más inteligente de su uso, basada en datos precisos y actualizados en tiempo real.

Los dashboards permitieron visualizar el rendimiento por turno, por equipo y por frente, facilitando una asignación estratégica de recursos. De este modo, se logró mejorar tanto la eficiencia operativa como la cobertura de sostenimiento, reduciendo tiempos improductivos y fortaleciendo los estándares de seguridad subterránea.

Figura 27

Numero de pernos instalados según equipo de perforación

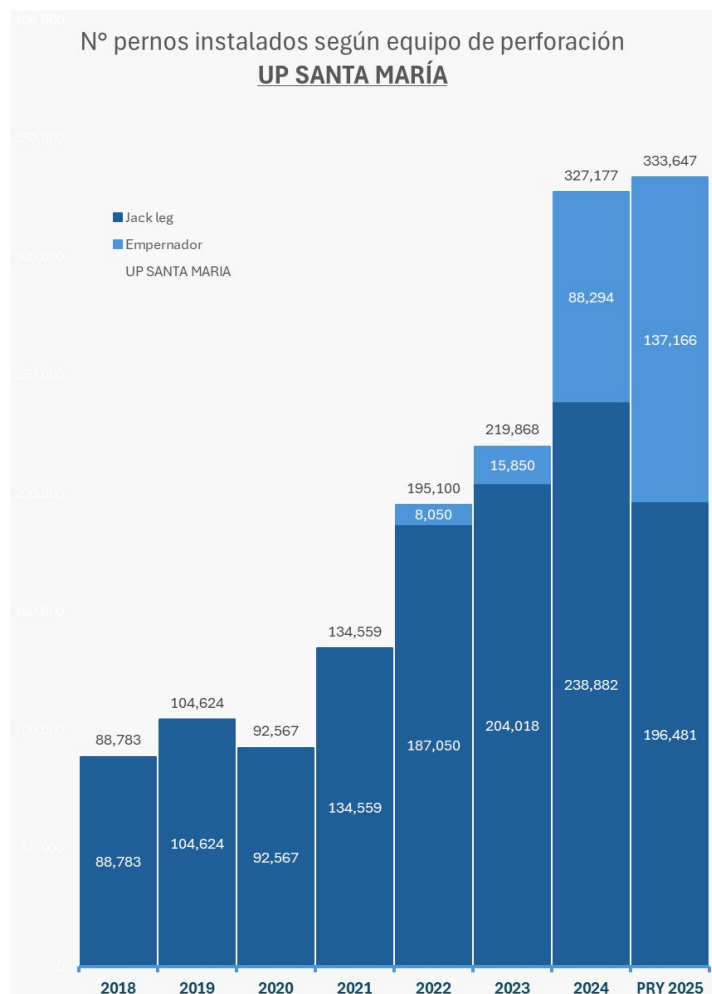
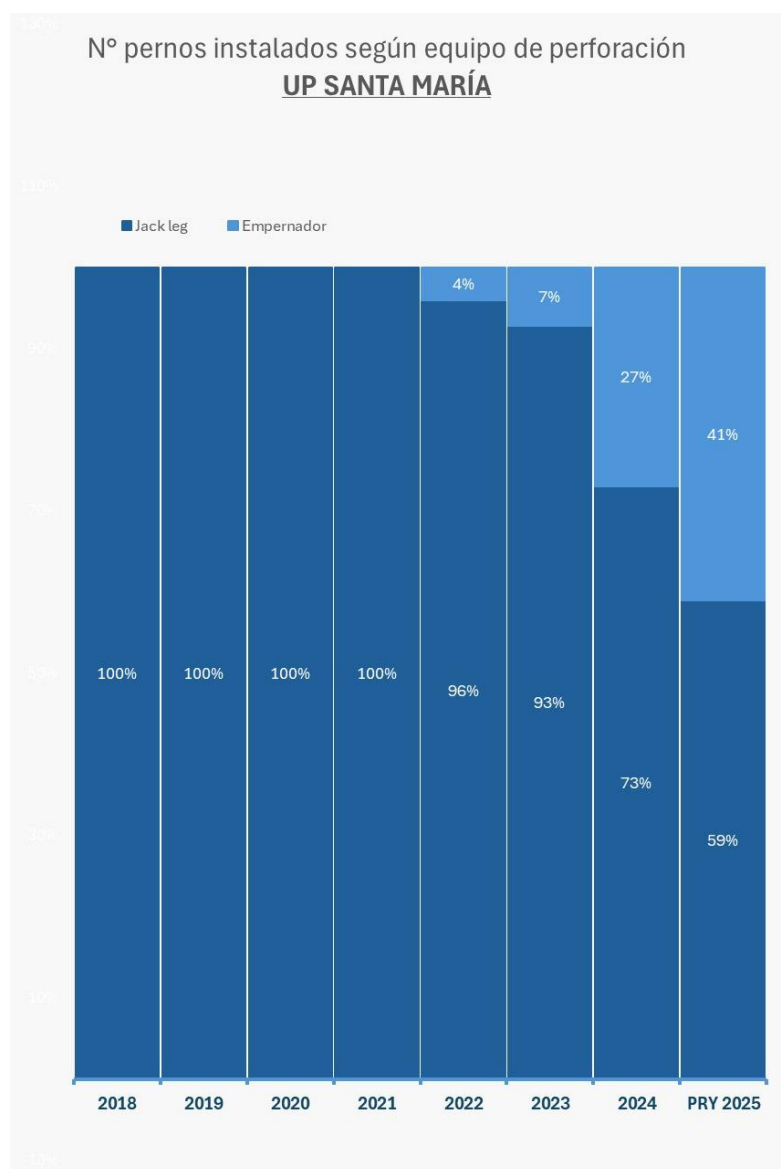


Figura 28

Porcentaje de pernos instalados según equipo de perforación

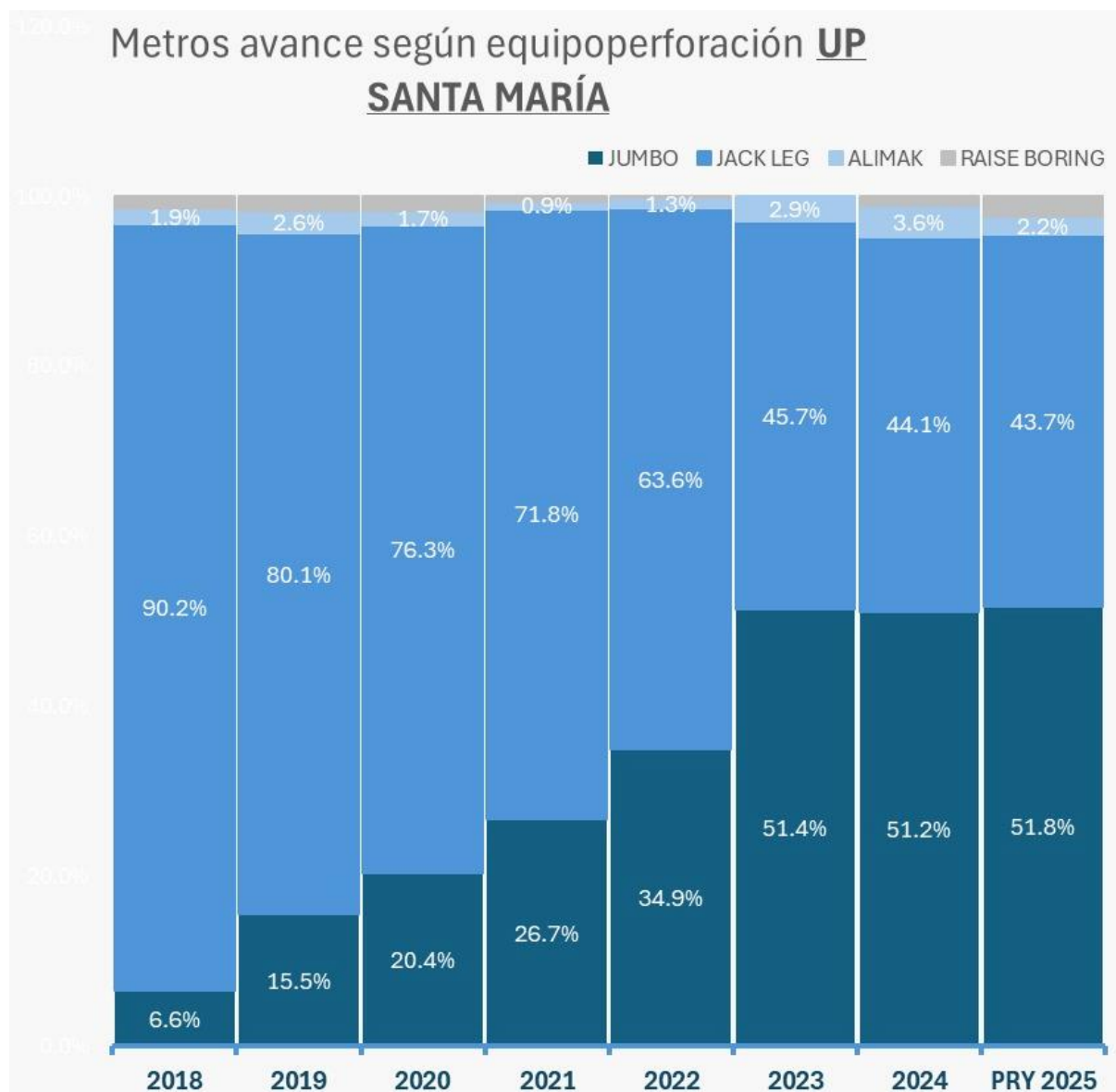


c. Porcentaje de avance por tipo de equipo de perforación

El uso de equipos de perforación más potentes como el Jumbo ha permitido aumentar el rendimiento operativo. La proporción de metros ejecutados por este equipo ha crecido significativamente desde 2018, con una proyección del 51.8% para 2025. Esto confirma una optimización en la selección de maquinaria, producto del seguimiento de KPIs a través de los dashboards implementados.

Figura 29

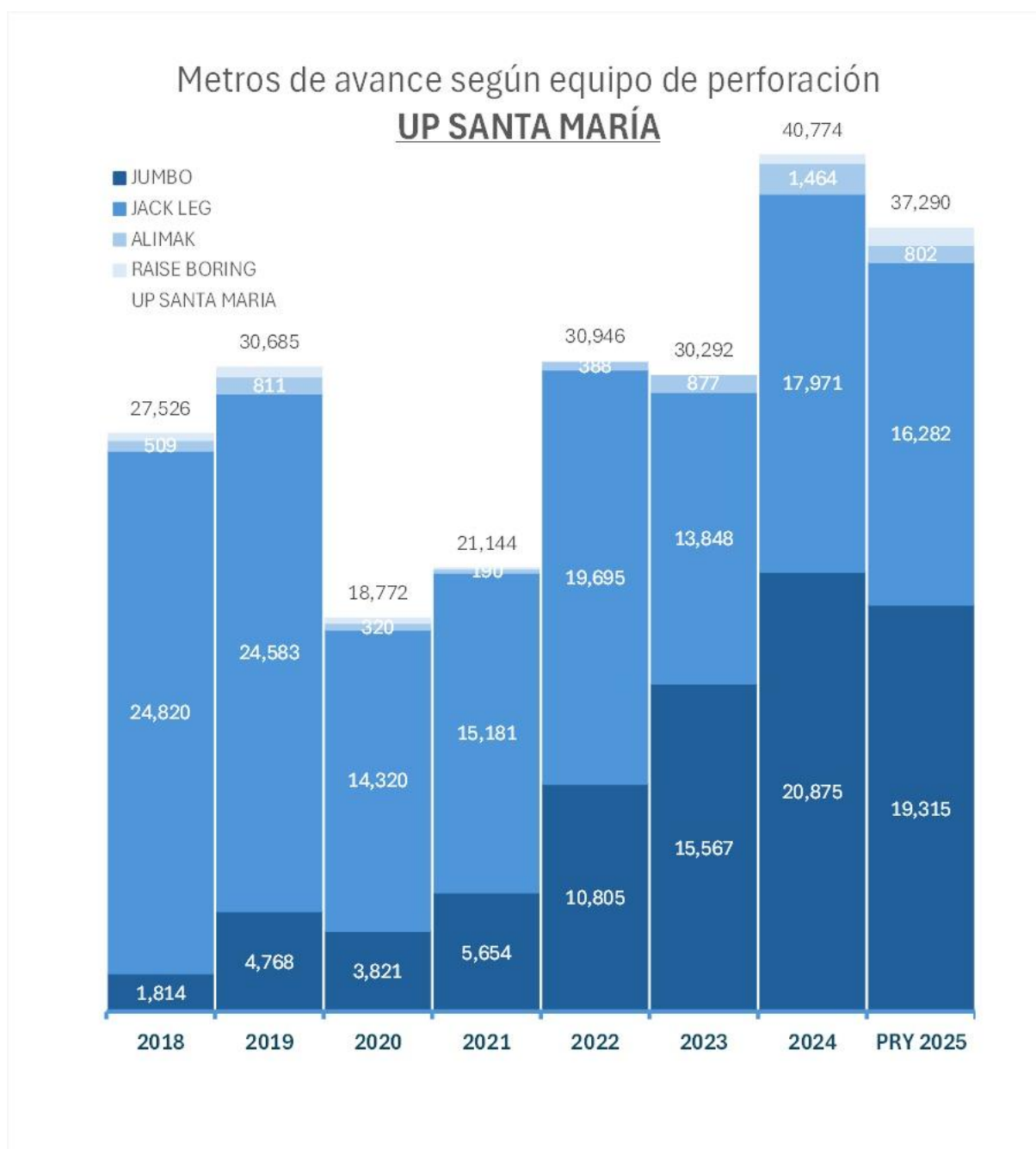
Evolución de metros ejecutados



El cambio porcentual muestra una disminución gradual del Jack Leg en favor del Jumbo. La correcta visualización de la productividad por equipo permitió al área de operaciones priorizar inversiones y asignar turnos de manera estratégica, lo que se tradujo en una distribución más eficiente del avance de obra y en una mayor tasa de cumplimiento de metas mensuales.

Figura 30

Metros de avance según equipo de perforación



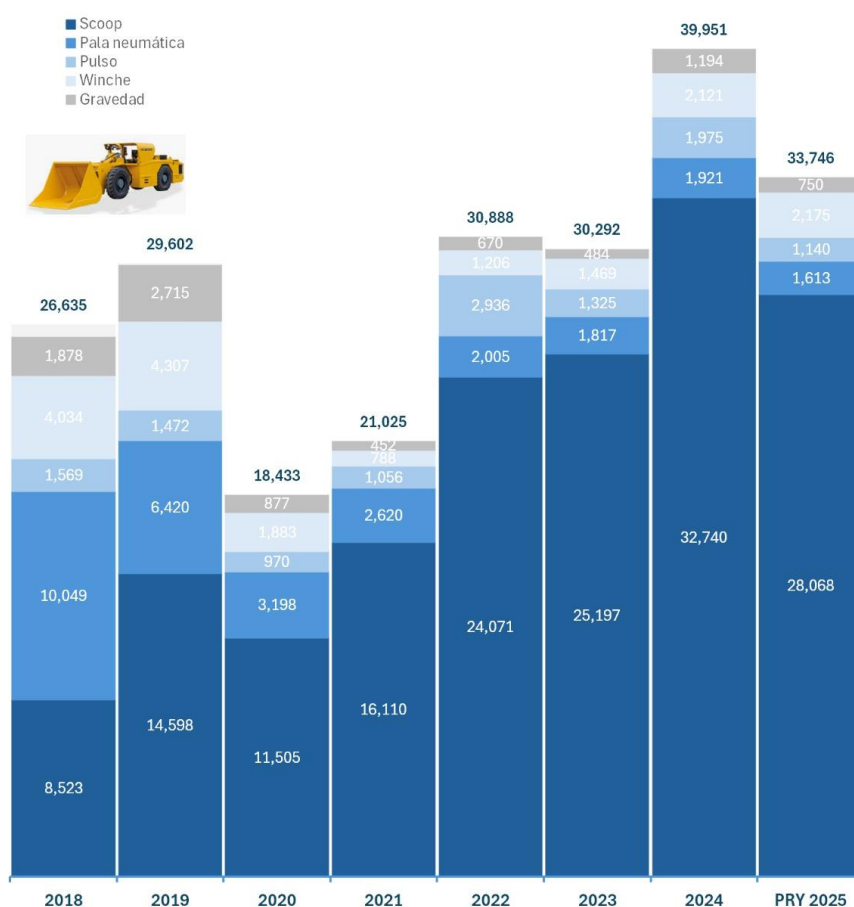
d. Metros de avance según equipo de limpieza

El uso predominante del equipo *scoop* para la limpieza de frentes ha sido un factor determinante en la eficiencia. Esta elección técnica, sustentada en visualizaciones dinámicas y datos de productividad, ha permitido estandarizar procedimientos y minimizar tiempos improductivos por limpieza manual o métodos menos eficaces.

Figura 31

Metros de avance según equipo de limpieza

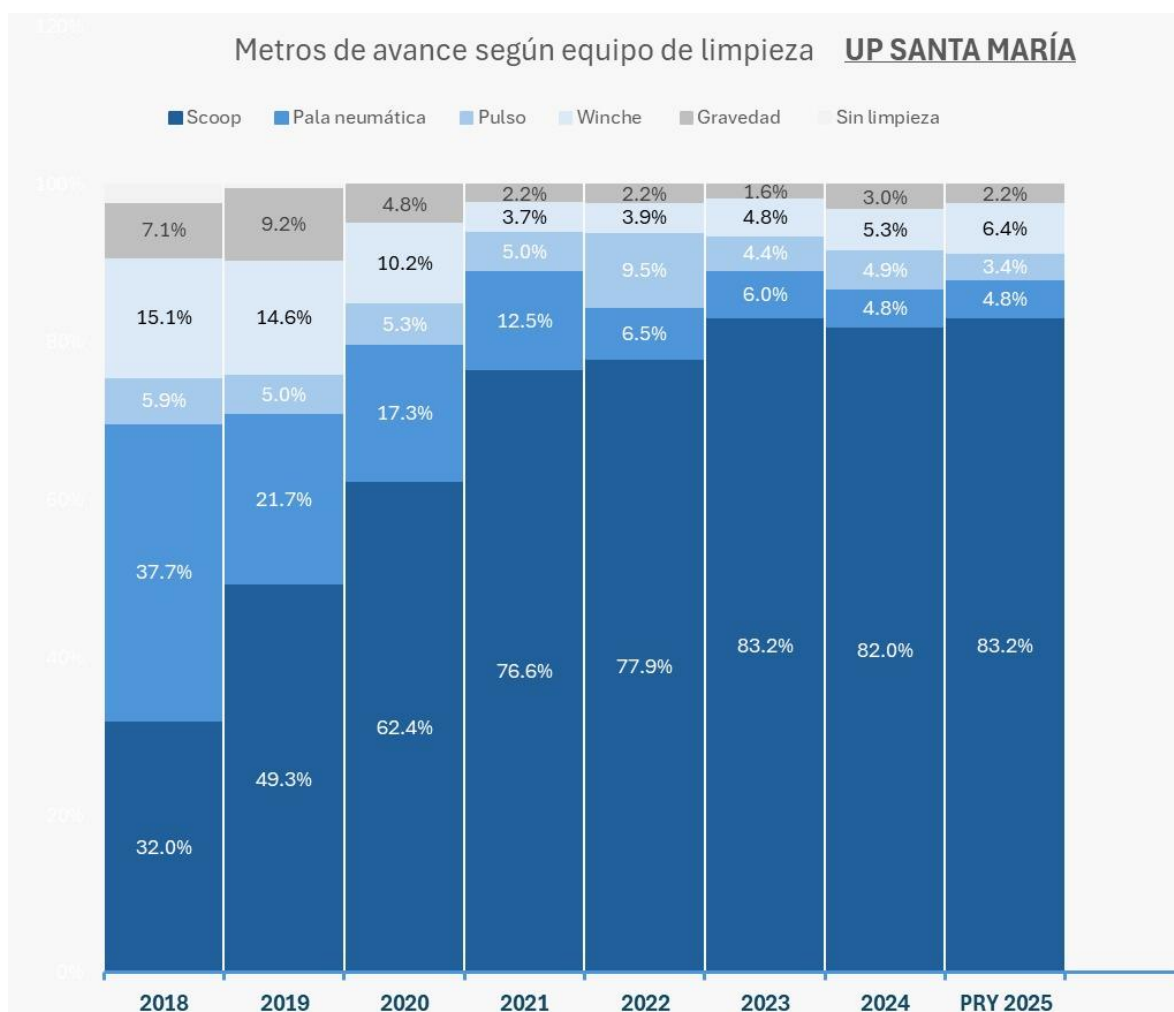
Metros de avance según equipo de limpieza **UP SANTA MARÍA**



El análisis porcentual confirma la consolidación del scoop como el equipo más eficiente, alcanzando en 2025 más del 83% de participación en los procesos de limpieza. Esta estandarización solo fue posible mediante un seguimiento detallado del rendimiento por equipo, lo cual permitió justificar su uso frente a métodos más tradicionales como el pulso o la gravedad.

Figura 32

Metros de avance según equipo de limpieza



e. Evolución del ratio Tmb/Tar y promedio mensual de Tmb

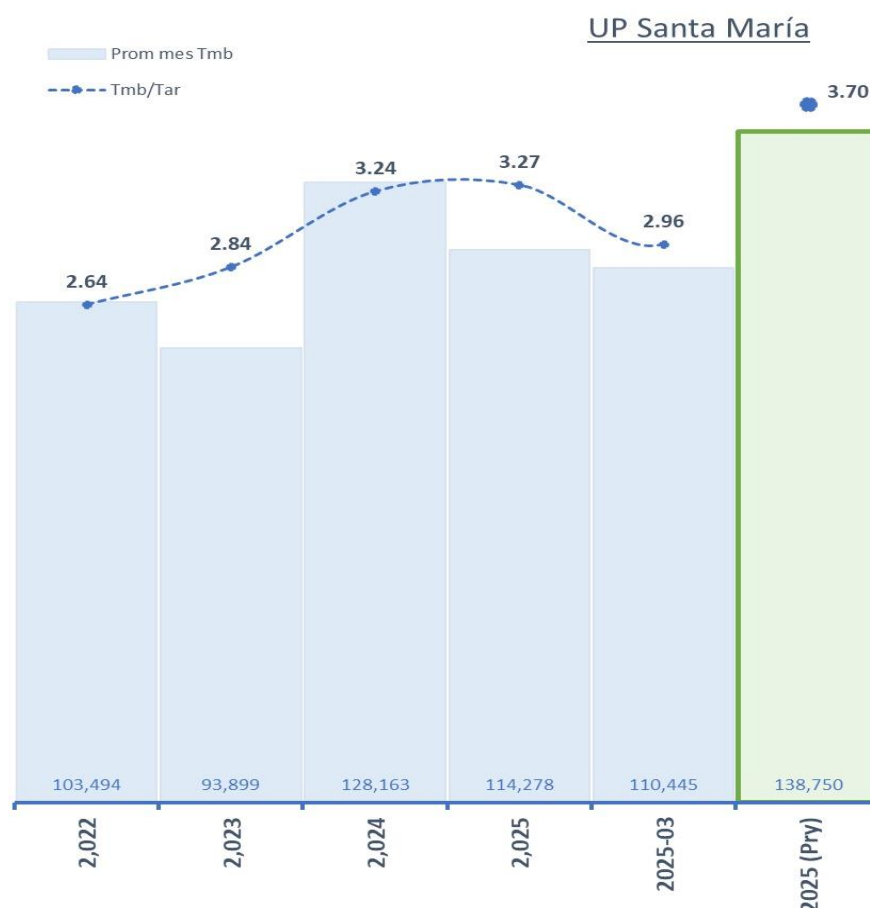
El ratio Tmb/Tar, reconocido como uno de los indicadores clave para evaluar la eficiencia operativa en minería subterránea, ha mostrado una tendencia sostenida de crecimiento desde 2022, con una proyección de alcanzar un valor de 3.70 en 2025. Este incremento representa una mejora del 40.15 % respecto al valor registrado en 2018 (2.64), reflejando una optimización significativa en la productividad global de la operación.

Dicho avance ha sido posible gracias a la implementación de herramientas de Business Intelligence, que han transformado la gestión de datos en la Unidad Productiva Santa María. La automatización de flujos desde SQL Server hacia Power BI permitió la centralización, análisis y visualización dinámica de indicadores operativos en tiempo real. Esta integración tecnológica facilitó la detección temprana de desviaciones, el análisis de escenarios prospectivos y la ejecución de medidas correctivas con mayor agilidad.

En este contexto, el ratio Tmb/Tar no solo constituye una métrica representativa del desempeño operativo, sino también un reflejo cuantificable del impacto positivo de una gestión informada, basada en datos confiables, actualizados y estratégicamente alineados con los objetivos de mejora continua.

Figura 33

Ratio Tmb/Tar



4.2. Discusión de resultados

La implementación de herramientas de Business Intelligence (BI) en la Unidad Productiva Santa María ha generado mejoras tangibles en la eficiencia operativa, particularmente en los procesos de perforación, sostenimiento, limpieza y desate. Los resultados evidencian que la analítica avanzada, aplicada mediante Power BI y SQL Server, permitió transformar grandes volúmenes de datos operativos en conocimiento accionable.

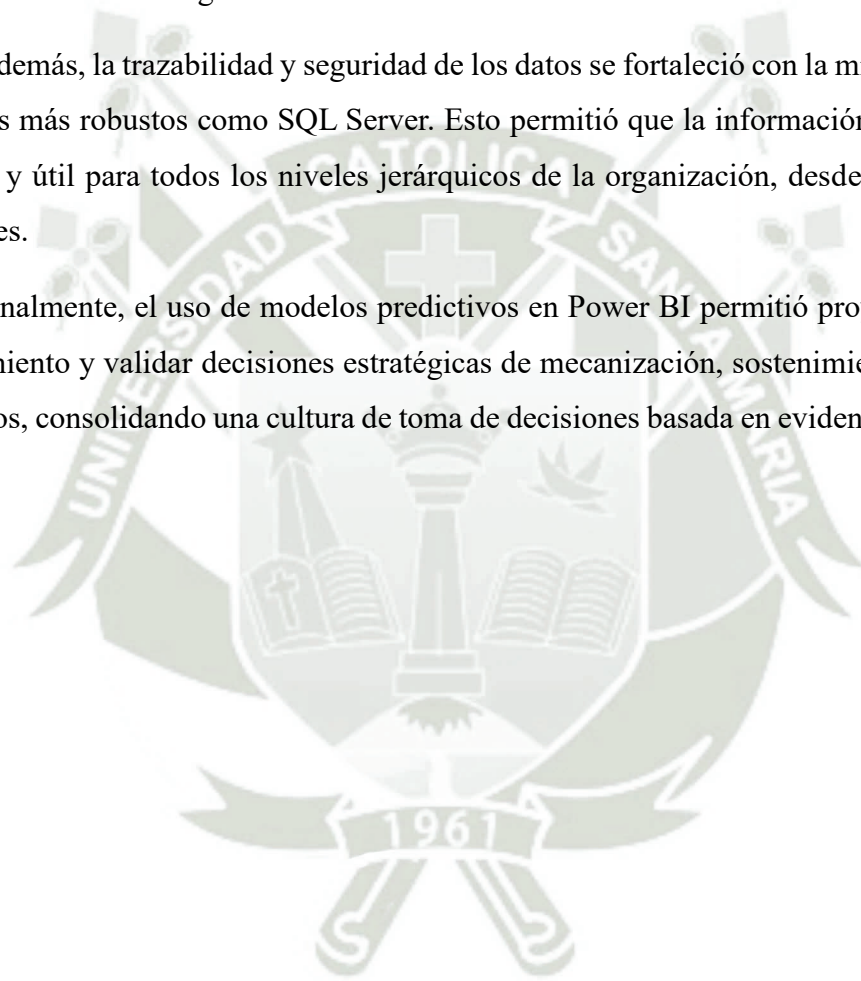
Como señala la literatura especializada, el BI permite convertir datos en decisiones estructuradas y oportunas. En este caso, los dashboards desarrollados facilitaron el monitoreo en tiempo real de indicadores clave como el ratio Tmb/Tar, el cual aumentó un 40% entre 2018

(2.64) y la proyección para 2025 (3.70), reflejando un claro incremento en productividad global.

Asimismo, la automatización del flujo de datos desde SQL Server a Power BI redujo significativamente los errores asociados al tratamiento manual, incrementando la precisión del análisis operativo. Esto fue especialmente evidente en la planificación del shotcrete, donde la visualización anticipada de requerimientos permitió reducir sobrecostos y mejorar la respuesta técnica ante condiciones geomecánicas variables.

Además, la trazabilidad y seguridad de los datos se fortaleció con la migración de Excel a entornos más robustos como SQL Server. Esto permitió que la información fuera accesible, confiable y útil para todos los niveles jerárquicos de la organización, desde operativos hasta gerenciales.

Finalmente, el uso de modelos predictivos en Power BI permitió proyectar escenarios de rendimiento y validar decisiones estratégicas de mecanización, sostenimiento y asignación de recursos, consolidando una cultura de toma de decisiones basada en evidencia cuantificable.



CONCLUSIONES

Primera:

La implementación de soluciones de Business Intelligence transformó un entorno de datos dispersos en un sistema automatizado, integrado y visualmente accesible. Esta infraestructura permitió procesar y monitorear información operativa en tiempo real, facilitando la identificación de cuellos de botella, desviaciones y oportunidades de mejora, y generando condiciones óptimas para una toma de decisiones ágil, precisa y basada en evidencia.

Segunda:

El análisis longitudinal de indicadores clave reveló un incremento sostenido y medible en los metros de avance entre 2018 y 2025. Este resultado está directamente vinculado a la capacidad analítica de las herramientas BI, que permitieron una gestión más eficiente de los ciclos operativos, mejor planificación del sostenimiento y mayor control sobre la ejecución en campo. La proyección de 35,597 metros para 2025 representa un crecimiento del 33.7 % respecto a los valores iniciales, atribuible a decisiones basadas en datos consolidados y oportunamente visualizados.

Tercera:

El uso de plataformas como Power BI permitió modelar y optimizar los flujos operativos, mejorando la productividad sin necesidad de expandir proporcionalmente los recursos físicos. La capacidad de analizar en detalle el comportamiento del ciclo operativo —especialmente en las etapas críticas como perforación, sostenimiento y limpieza— se tradujo en una gestión más precisa del ritmo de avance, reduciendo tiempos improductivos y mejorando la eficiencia general del sistema.

Cuarta:

La experiencia en la Unidad Productiva Santa María demuestra que la incorporación de Business Intelligence no solo permitió elevar los niveles de productividad minera, sino que consolidó una cultura organizacional orientada al análisis estratégico y al mejoramiento continuo. Esta transformación estructural ha sentado las bases para una gestión sostenible, resiliente y

adaptable, donde las decisiones son informadas por datos confiables, proyectados y alineados con los objetivos técnicos de largo plazo.



RECOMENDACIONES

Primera:

Implementar modelos predictivos con herramientas como Azure Machine Learning o Python integrados en Power BI, para anticipar tendencias en avance de labores, optimizar la asignación de recursos y detectar desviaciones operativas con mayor antelación.

Segunda:

Incorporar técnicas de minería de texto y análisis de sentimientos aplicadas a reportes cualitativos del personal operativo y contratistas, con el fin de enriquecer los tableros analíticos con variables no estructuradas que aporten contexto a los indicadores técnicos.

Tercera:

Optimizar el rendimiento de los dashboards mediante la revisión periódica de consultas DAX y estructuras de modelos de datos. Esto permitirá mantener tiempos de respuesta ágiles frente al crecimiento continuo del volumen de información y asegurar una experiencia fluida en la toma de decisiones.

Cuarta:

Explorar el uso de visualizaciones avanzadas como Sankey, embudos dinámicos y animaciones de dispersión multivariable para representar relaciones causales entre etapas del ciclo minero, facilitando la detección de cuellos de botella y flujos críticos.

Quinta:

Conectar Power BI con el ERP corporativo y sistemas de gestión complementarios, promoviendo una arquitectura de datos integrada que brinde una visión unificada de las operaciones. Complementariamente, automatizar flujos clave con Power Automate para reducir intervención manual y errores operativos.

Sexta:

Establecer un programa de capacitación continua especializado en Power BI, Power Query y DAX, orientado a los perfiles técnicos involucrados en la planificación y control de operaciones. Este enfoque fortalecerá la madurez analítica del equipo y consolidará una cultura organizacional basada en datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pragnyono Seto, F., Daryanto, Y., y Diar Astanti, R. (2023). Business Intelligence for Decision Support System for Replenishment Policy in Mining Industry. *IJIEEM*, 15.
- Al-Malahmeh, H. (2022). Influence of Business Intelligence and Big Data on Organizational Performance. *Journal of System and Management Sciences*, 12(5), 193-212. <https://doi.org/10.33168/JSMS.2022.0512>
- Alvarez Alvarez, M. C., y Ortiz Atalaya, G. A. (2022). Relación entre el business intelligence y la gestión de información en las empresas mineras que cotizan en la Bolsa de Valores de Lima, periodo 2019-2021. *scielo*, 120.
- Ascari, G., Colciago, A., & Silvestrini, R. (2023). Business dynamism, sectoral reallocation and productivity in a pandemic. *European Economic Review*, 156, 104473. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2023.104473>
- Azevedo, A., y Santos, M. (2020). *Integration Challenges for Analytics, Business Intelligence, and Data Mining*. Madrid: IGI Global.
- Azevedo, J., Duarte, J., & Santos, M. (2022). Implementing a business intelligence cost accounting solution in a healthcare setting. *Procedia Computer Science*, 198, 329-334. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.249>
- Bao, Z., Hashim, K., Almagrabi, A., & Hashim, H. (2023). Business intelligence impact on management accounting development given the role of mediation decision type and environment. *Information Processing & Management*, 60(4), 103380. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2023.103380>
- Bharadiya, J. (2023). A Comparative Study of Business Intelligence and Artificial Intelligence with Big Data Analytics. *American Journal of Artificial Intelligence*, 7(1), 24. <https://doi.org/10.11648/j.ajai.20230701.14>
- Bimonte, S., Billaud, O., Fontaine, B., Martin, T., Flouvat, F., Hassan, A., . . . Sautot, L. (2021). Collect and analysis of agro-biodiversity data in a participative context: A business intelligence framework. *Ecological Informatics*, 61, 101231. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101231>
- Brint, A., Genovese, A., Piccolo, C., & Taboada-Perez, G. (2021). Reducing data requirements when selecting key performance indicators for supply chain management: The case of

- a multinational automotive component manufacturer. *International Journal of Production Economics*, 233, 107967. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107967>
- Calderón, F., Castro, D., Nuñez, W., & Serrano, M. (2022). Aplicación de técnicas de Business Intelligence (BI) y Big Data Analytics en entornos de aprendizaje virtual. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 9(2), 7-19. <http://dx.doi.org/10.26423/rcpi.v9i2.463>
- Castro, P., Carenini, G., y Gomez. (2022). *Perspectives on Business Intelligence*. New York: Springer International Publishing.
- Charles, V., Garg, P., Gupta, N., & Agarwal, M. (2023). *Data Analytics and Business Intelligence Computational Frameworks, Practices, and Applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003189640>
- Cheng, J., Singh, H., Zhang, Y.-C., & Wang, S.-Y. (2023). The impact of business intelligence, big data analytics capability, and green knowledge management on sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 429, 139410. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139410>
- Cuatrecasas, L. (2020). *Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones*. Mexico: Profit Editorial.
- Gleason, M., Caselle, J., Heady, W., Saccomanno, V., Zimmerman, J., McHugh, T., & Eddy, N. (2021). *A Structured Approach for Kelp Restoration and Management Decisions IN CALIFORNIA*. The Nature Conservancy. https://www.scienceforconservation.org/assets/downloads/Kelp_StructuredDecisionMaking_Final_Report_April_2021.pdf
- Hafidy, I., Benghabrit, A., Zekhnini, K., & Benabdellah, A. (2024). Driving Supply Chain Resilience: Exploring the Potential of Operations Management and Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 232, 2458-2467. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.065>
- Hammond, P., & Opoku, M. (2023). The mediating effect of going concern and corporate reporting in the relationship between corporate governance and investor confidence in financial institutions. *Heliyon*, 9(10), e20447. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20447>

- Jafari, T., Zarei, A., Azar, A., & Moghaddam, A. (2023). The impact of business intelligence on supply chain performance with emphasis on integration and agility—a mixed research approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(5), 1445-1478. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2021-0511>
- Khajeh, E., Demir, S., & Paksoy, T. (2023). *Operations Strategy*. CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/9781003180302-2>
- Khanna, V. (2023). *Business Intelligence: From Data to Decisions: (A Beginners Guide)*. Edición Kindle. https://www.google.com.pe/books/edition/Business_Intelligence_From_Data_to_Decisions/egqoEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- Kolisnichenko, P., Konieczny, G., & Homon, N. (2023). Human Labor and its Irregular Nature as a Social and Axiological Value. *Проблеми сучасних трансформацій Серія економіка та управління*(10), 1-6. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-10-07-01>
- Kroeger, S., Streibel, L., Jordan, P., Klages, B., Soellner, C., & Zaeh, M. (2024). Sustainability assessment of production networks using simulation-data-based process mining. *Procedia Computer Science*, 237, 493-501. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.132>
- Lopez, S., Higuera, M., & Cruz, O. (2021). El índice de Malmquist y los efectos de la educación superior sobre la productividad nacional. *Temas actuales en investigación educativa*, 12(23), 1-23. <https://doi.org/10.32870/dse.vi23.707>
- Macedo, J. (2022). *Business Intelligence en la toma de decisiones para control de costos y producción en la U.M. San Juan I, Cía. Minera Agregados Calcáreos S.A. - Ica*. Cusco. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/7108>
- Maghsoudi, M., & Nezafati, N. (2023). Navigating the acceptance of implementing business intelligence in organizations: A system dynamics approach. *Telematics and Informatics Reports*, 11, 100070. <https://doi.org/10.1016/j.teler.2023.100070>
- Maheshwari, P., & Devi, Y. (2023). Investigating the relationship between Lean Six Sigma performance strategy with digital twin modeling: Practices and factors. *Journal of Cleaner Production*, 436, 140449. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140449>

- Marquina Alegria, C. B. (2022). Sistema de información gerencial y la toma de decisiones en las dependencias administrativas de una Universidad Nacional, 2020. *Unu*, 112.
- Mohammed, A., Al-Okaily, M., Qasim, D., & Al-Majali, M. (2024). Towards an understanding of business intelligence and analytics usage: Evidence from the banking industry. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), 100215. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2024.100215>
- Niu, Y., Ying, L., Yang, J., Bao, M., & Sivaparthipan, C. (2021). Organizational business intelligence and decision making using big data analytics. *Information Processing & Management*, 58(6), 102725. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102725>
- Obando Collahua, M. (2023). Propuesta de mejora continua basada en la aplicación de las herramientas de Lean Service de operaciones de una empresa de transportes de carga en Arequipa. *Ucsp*, 198.
- Oyola Hidalgo, J. C. (2022). Business intelligence en la toma de decisiones para la administración del programa de crédito agrícola de un proyecto especial. *UCV*, 113.
- Pamo Quino, E. A. (2021). Implementación de Business Intelligence para mejorar la toma de decisiones en el área de operación de cobranza virtual en la empresa Servicios Externos S.A.C. *UCV*, 140.
- Pulido, N., y Mata, A. (2022). *Apropiación social del documento electrónico*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. <https://www.researchgate.net/publication/365839094>
- Ruiz Chan, A. M., y Yong Lopez, N. D. (2021). Análisis y propuesta de la aplicación de un modelo de Business Intelligence para la mejora de la toma de decisiones en el servicio de logística de última milla. Caso: Nirex. *Pucp*, 60.
- Santos Zevallos, M. d. (2021). Implementación de business intelligence para la optimización de toma de decisiones en la gerencia de operaciones en una empresa de instalación de sistemas contra incendios. *UNMSM*, 129.
- Santos, M. d., y Perez, V. M. (2020). *La dirección de operaciones desde una perspectiva práctica*. Madrid: ESIC Editorial.
- Shao, C., Yang, Y., Juneja, S., & GSeetharam, T. (2022). IoT data visualization for business intelligence in corporate finance. *Information Processing & Management*, 59(1), 102736. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102736>

- Skyrius, R. (2021). *Business intelligence: A comprehensive approach to information needs, technologies and culture*. Springer Nature.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-67032-0>
- Song, X., Sun, P., Song, S., & Stojanovic, V. (2022). Event-driven NN adaptive fixed-time control for nonlinear systems with guaranteed performance. *Journal of the Franklin Institute*, 359(9), 4138-4159. <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2022.04.003>
- Tian, Z., Zhang, X., Shi, X., & Han, Y. (2023). Mining operation hours on time-series energy data to identify unnecessary building energy consumption. *Journal of Building Engineering*, 63, 105509. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105509>
- Tripathi, M., Madhavi, K., Kandi, V., Nassa, V., Mallik, B., & Chakravarthi, M. (2023). Machine learning models for evaluating the benefits of business intelligence systems. *The Journal of High Technology Management Research*, 34(2), 100470. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2023.100470>
- Utama, D., & Abirfatin, M. (2023). Sustainable Lean Six-sigma: A new framework for improve sustainable manufacturing performance. *Cleaner Engineering and Technology*, 17, 100700. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100700>
- Vidal-Medina, J., Quispe, E., & Rodríguez-Valencia, A. (2024). Estimación del potencial de ahorro de energía eléctrica en una fábrica de azúcar. *Ingeniería y Competitividad*, 26(1), e-20613436. <https://doi.org/10.25100/iyc.v26i1.13436>
- Wang, J., Omar, A., Alotaibi, F., Daradkeh, Y., & Althubiti, S. (2022). Business intelligence ability to enhance organizational performance and performance evaluation capabilities by improving data mining systems for competitive advantage. *Information Processing & Management*, 59(6), 103075. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.103075>
- Wang, Z., Zhou, C., Liu, Y., Huang, K., & Yang, C. (2023). Cluster-based industrial KPIs forecasting considering the periodicity and holiday effect using LSTM network and MSVR. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 101916. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.101916>
- Wassénus, E., Crona, B., & Quahe, S. (2024). Essential environmental impact variables: A means for transparent corporate sustainability reporting aligned with planetary boundaries. *Heliyon*, 7(2), 211-225. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.01.014>

Yukse, Y., Haddad, Y., Cox, R., & Salonitis, K. (2024). A Unit Product Energy Mapping Framework for Operation Management in Manufacturing Industries. *Procedia CIRP*, 122, 873-878. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.01.119>

