



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

**IMPLEMENTACIÓN DE BUSINESS INTELLIGENCE EN LA GESTIÓN DE  
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE DATOS Y  
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD - ESTUDIO DE CASO**

Programa de Maestría en Ingeniería Civil

Presentado por:

TATIANA LUCÍA GONZÁLEZ OLAVE

Dirigido por:

ING. PABLO ALEJANDRO ZUÑIGA GUEVARA Msc

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Mayo de 2025

## **DEDICATORIA**

*A Dios y familia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por darme la vida y la oportunidad de realizar esta maestría para seguir creciendo profesionalmente.*

*A mis padres y mi hermano por apoyarme en cada paso que doy.*

*A mi novio por apoyarme con tanto amor y enseñarme a nunca rendirme.*

*A la Universidad Javeriana y sus profesores por su dedicación y pasión por la enseñanza.*

*A todos, muchas gracias.*

## RESUMEN

Esta tesis se centra en la implementación de **Business Intelligence (BI)** en la gestión de proyectos de construcción mediante un estudio de caso, con el fin de optimizar el uso de datos y mejorar la productividad. BI, mediante el uso de tecnologías de la información, facilita la toma de decisiones estratégicas al transformar datos brutos en información estructurada. A pesar de sus ventajas, se enfrentan dificultades en su implementación debido a la complejidad en la gestión de grandes volúmenes de datos y al desconocimiento del uso de estas herramientas en el sector.

Este **caso de estudio cuenta con enfoque cuantitativo y un alcance explicativo** desarrollándose bajo una propuesta metodológica estructurada en cuatro fases: levantamiento de información, elaboración de propuesta mejorada, implementación en proyecto piloto y evaluación final. Este método se basa en la integración de herramientas de BI utilizando el software **Power BI** de Microsoft iniciando con procesos como ETL y OLAP, pasando al diseño de Dashboard interactivos implementando el uso de KPI's como herramientas de medición y apoyo para la toma de decisiones.

El estudio se basa en una empresa de construcción, donde inicialmente se identificaron deficiencias en los procesos de gestión de datos al ser completamente manuales. A partir de esto, se diseñó e implementó la solución de Business Intelligence adaptada a las necesidades de la empresa, aplicándose posteriormente en un proyecto piloto en la ciudad de Buga logrando mostrar resultados positivos en cuanto al aumento de productividad, además de mejoras en la calidad, estructura y visualización de los datos. Entre los indicadores más relevantes se destaca el aumento del porcentaje de la meta de producción de las volquetas pasando del 73.8% al 101.7% y la reducción de un 7% en el tiempo promedio de Stand by de la maquinaria.

La implementación permitió optimizar los procesos operativos, automatizar reportes y fortalecer la toma de decisiones basadas en datos, demostrando que el sistema de BI puede impactar positivamente la gestión de proyectos de construcción.

**PALABRAS CLAVE:** Business Intelligence, optimización de datos, productividad, toma de decisiones estratégicas, Power BI.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	ALCANCE.....	3
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
3.1.	Objetivo general.....	4
3.2.	Objetivos específicos .....	4
4.	MARCO DE REFERENCIA .....	5
4.1.	Marco teórico.....	5
4.1.1.	Teoría de gestión de proyectos .....	5
4.1.2.	Teoría de Business Intelligence.....	6
4.1.3.	Diseño de un Dashboard.....	9
4.1.4.	Indicadores Clave de Desempeño KPI's .....	13
4.2.	Estado del arte.....	14
4.2.1.	Implementación en el sector de la construcción a nivel nacional.....	14
4.2.2.	Implementación en el sector de la construcción a nivel internacional. ....	15
4.2.3.	Implementación en la gestión de proyectos.....	16
4.2.4.	Síntesis del Estado del Arte.....	19
5.	CONTEXTO – ESTUDIO DE CASO .....	21
6.	MARCO METODOLÓGICO .....	23
6.1.	FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	23
6.2.	FASE 2: ELABORACIÓN DE PROPUESTA MEJORADA .....	29
6.3.	FASE 3: PROYECTO PILOTO CON IMPLEMENTACIÓN DE BI.....	37
6.4.	FASE 4: EVALUACIÓN FINAL Y AJUSTES .....	52
7.	CONCLUSIONES .....	58

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
9. GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALES .....	63

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 6.1 Reporte tipo: viajes volquetas (diario).....	25
Tabla 6.2 Reporte tipo: Fletes y comisión por volqueta (diario).....	25
Tabla 6.3 Reporte tipo: Producción de volquetas (diario).....	26
Tabla 6.4 Reporte tipo: Informe de tarifas maquinaria (semanal).....	27
Tabla 6.5 Reporte tipo: Informe de horas trabajadas (diario).....	27
Tabla 6.6 Reporte producción de maquinaria (enero 27 a 31).....	38
Tabla 6.7 Reporte de viajes realizados por volquetas (enero 27 a 31) .....	38
Tabla 6.8 Producción de maquinaria por horas (enero 27 a 31) .....	39
Tabla 6.9 Reporte producción de maquinaria (febrero 3 a 8).....	39
Tabla 6.10 Producción de maquinaria por horas (febrero 3 a 8) .....	40
Tabla 6.11 Reporte de viajes realizados por volquetas (febrero 3 a 8).....	40
Tabla 6.12 Reporte producción de maquinaria (febrero 10 al 15).....	41
Tabla 6.13 Reporte de viajes realizados por volquetas (febrero 10 al 15).....	41
Tabla 6.14 Producción de maquinaria por horas (febrero 10 al 15) .....	42
Tabla 6.15 Seguimiento diario de porcentaje de producción Volquetas (Semana 1) .....	45
Tabla 6.16 Seguimiento diario de porcentaje de producción (Semana 2) .....	46
Tabla 6.17 Seguimiento diario de porcentaje de producción (Semana 3) .....	47
Tabla 6.18 Impacto generado por la implementación de BI - Volquetas .....	53
Tabla 6.19 Impacto generado por la implementación de BI - Maquinaria .....	55

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Arquitectura de una solución de BI .....	8
Gráfico 4.2 Dashboard diseñado para la empresa minera en Ecuador .....	17
Gráfico 6.1 Resumen de fases para la implementación de BI .....	23
Gráfico 6.2 Etapas para la implementación de BI en el estudio de caso .....	29
Gráfico 6.3 Diseño de dashboard para maquinaria.....	33
Gráfico 6.4 Diseño de dashboard para volquetas .....	35
Gráfico 6.5 Producción Excavadora 204 semana antes del traslado .....	43
Gráfico 6.6 Dashboard volquetas - semana 1. Fuente: Autoría propia.....	45
Gráfico 6.7 Dashboard volquetas - Semana 2. Fuente: Autoría propia .....	46
Gráfico 6.8 Dashboard volquetas – Semana 3. Fuente: Autoría propia .....	47
Gráfico 6.9 Resumen de implementación de BI - Volquetas .....	48
Gráfico 6.10 Dashboard Maquinaria – semana 1 .....	49
Gráfico 6.11 Dashboard Maquinaria – semana 2 .....	50
Gráfico 6.12 Dashboard Maquinaria – semana 3 .....	51
Gráfico 6.13 Producción de volquetas – etapa previa a la implementación .....	52
Gráfico 6.14 Producción de volquetas – etapa de implementación.....	53
Gráfico 6.15 Producción de maquinaria – etapa previa a la implementación .....	54
Gráfico 6.16 Producción de maquinaria – etapa implementación .....	55
Gráfico 7.1 Comparación pre-post de la implementación .....	60

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 5.1 Actividades realizadas por la empresa COBICIVIL.....	21
Imagen 6.1 Ejecución sótano proyecto piloto en la ciudad de Buga .....	44
Imagen 6.2 Ejecución terraza proyecto piloto en la ciudad de Buga.....	44

## 1. INTRODUCCIÓN

**Business Intelligence (BI)** o Inteligencia de Negocios se refiere a un conjunto de metodologías y prácticas dedicadas al **manejo de la información** dentro de una organización y se desarrolla mediante el uso de Sistemas de Tecnologías de la Información (**TI**) permitiendo identificar en tiempo real oportunidades y amenazas, facilitando la toma de decisiones informadas y estratégicas (Ernesto & Solano, n.d.). BI se basa en reunir, depurar, y transformar datos brutos en información bien estructurada, la cual es utilizada para realizar **análisis detallados e informes sobre el desempeño y evolución de una organización** (Ernesto & Solano, n.d.). Según IBM, las organizaciones pueden utilizar los conocimientos obtenidos de la Inteligencia de Negocios y el análisis de datos para mejorar las decisiones empresariales, identificar problemas, detectar tendencias del mercado y descubrir nuevas oportunidades de negocio.

Sin embargo, la implementación de BI en las empresas enfrenta desafíos significativos, especialmente en la gestión del big data. La creciente acumulación de datos masivos requiere herramientas avanzadas que muchas veces no están disponibles en el mercado actual. Como plantea Yafooz et al. (2011), uno de los principales obstáculos en la implementación de sistemas de BI es el manejo eficiente de grandes volúmenes de datos, cuya falta de integración, procesamiento y acceso oportuno, puede limitar el valor estratégico de los datos. Estas dificultades se incrementan en organizaciones que poseen una infraestructura tecnológica limitada o escasa capacitación técnica. Este desafío ha llevado a muchas organizaciones a dudar sobre la adopción de metodologías de vanguardia como BI debido a la ausencia de conocimiento técnico y temores frente a los costos o la complejidad de esta integración.

En el entorno competitivo actual, la industria de la construcción enfrenta múltiples desafíos relacionados con la eficiencia operativa, la gestión efectiva de proyectos y la toma de decisiones estratégicas a tiempo. En este contexto, la Inteligencia de Negocios (BI) se presenta como una herramienta clave para enfrentar estos retos, mejorando el control de datos y fortaleciendo la capacidad de respuesta en las organizaciones.

Esta tesis examinará la **integración de Business Intelligence en la gestión de proyectos de construcción, enfocándose en la optimización de datos y mejora de la productividad** mediante un estudio de caso. El trabajo tiene un **enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con alcance**

**explicativo** y se estructura metodológicamente en cuatro fases: diagnóstico inicial, diseño de una solución basada en BI, implementación en un proyecto piloto y una evaluación final de los resultados. Adicionalmente, se aplica un análisis de datos descriptivo con el fin de interpretar el comportamiento operativo de la empresa, específicamente de los recursos clave.

El estudio se desarrolló sobre una empresa de construcción colombiana, donde **inicialmente se realizó un análisis crítico de los procesos actuales de gestión de datos, para posteriormente diseñar una solución de BI adaptada a las necesidades particulares de la empresa implementándose en un proyecto piloto en la ciudad de Buga.** La solución se desarrolló en la herramienta Power BI de Microsoft, donde mediante Tableros de control interactivos y el uso de indicadores clave de desempeño, se obtuvo un control de recursos en tiempo real reflejado en el aumento de la productividad y el aprovechamiento de los datos disponibles para la correcta gestión del proyecto.

Finalmente, esta tesis no solo busca el impacto positivo de BI en la gestión de la empresa de construcción, sino también **proporcionar conocimiento técnico y metodológico al ofrecer un modelo replicable de implementación de Business Intelligence para pequeñas y medianas empresas del sector.** A diferencia de otras investigaciones que abordan esta metodología desde un enfoque conceptual, este estudio presenta una aplicación práctica y cuantificada con potencial adaptación a diversos escenarios empresariales.

## 2. ALCANCE

El presente trabajo de grado se basa en un caso **experimental explicativo con enfoque cuantitativo de tipo aplicado**, con el objetivo de evaluar la implementación de Business Intelligence (BI) en la gestión de proyectos de construcción para optimizar el almacenamiento y uso de datos y mejorar la productividad operativa. Este estudio busca explicar cómo la implementación de herramientas de BI puede impactar positivamente la eficiencia operativa en el contexto de proyectos de construcción.

El proyecto se llevará a cabo mediante un **estudio de caso único** en una empresa de construcción colombiana, abarcando desde la implementación de soluciones de BI en un proyecto construcción real, hasta la evaluación de sus efectos en la eficiencia de la gestión de proyectos, tanto en el enfoque operativo como estratégico. El alcance incluirá la identificación de mejoras en la productividad, la calidad del manejo de datos y la eficiencia en la gestión de proyectos, realizando una evaluación previa y posterior a la implementación de la metodología de Business Intelligence.

### **3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar el impacto de la implementación de Business Intelligence (BI) en la optimización de datos y la mejora de la productividad para la gestión de proyectos de la empresa de construcción del estudio de caso.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Analizar los procesos operativos actuales y de gestión de datos en la empresa de construcción para identificar áreas clave de mejora antes de la implementación de BI.
- Desarrollar e implementar un sistema de BI adaptado a las necesidades específicas de la gestión de proyectos de la empresa, asegurando una integración efectiva con los procesos existentes.
- Evaluar el impacto del sistema de BI en la mejora de la productividad y eficiencia en la gestión de proyectos, mediante el análisis de indicadores clave y la toma de decisiones estratégicas.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1. Marco teórico

Este marco proporcionará el contexto necesario para evaluar los beneficios y desafíos de implementar BI en la gestión de proyectos del sector constructor. En primer lugar se abordarán los fundamentos de la gestión de proyectos como disciplina estructurada bajo estándares internacionales. Posteriormente se explicará la teoría de Business Intelligence como herramienta que transforma datos en información estratégica, seguido de una revisión del diseño de Dashboards como herramienta de visualización y de los indicadores clave de desempeño como instrumento de medición.

Este marco permitirá comprender los componentes técnicos involucrados en la implementación de BI para facilitar el análisis de su aplicabilidad en escenarios reales. Asimismo, se busca justificar la metodología seleccionada, estableciendo una base sólida para la propuesta de implementación y evaluación final.

#### 4.1.1. Teoría de gestión de proyectos

La gestión de proyectos se basa en un conjunto de principios, metodologías y prácticas que buscan optimizar la planificación, ejecución y control para una entrega de proyectos de manera eficiente cumpliendo con la triple restricción basada en **alcance, tiempo y costo**, respetando los plazos, presupuesto y calidad; si cualquiera de estas tres variables es alterada, afecta inmediatamente las demás (PMI, 2013). Según el **Project Management Institute (PMI)** y su guía **Project Management Body of Knowledge (PMBOK)** los proyectos se estructuran según su ciclo de vida, en las siguientes fases secuenciales.

1. Inicio del proyecto.
2. Planificación del proyecto.
3. Ejecución del proyecto.
4. Seguimiento y control del proyecto.
5. Cierre del proyecto.

Según esto, el éxito de la gestión de proyectos puede definirse como el logro de los objetivos del proyecto cumpliendo con el tiempo, costo, rendimiento, utilización de recursos de manera eficiente y finalmente la aceptación por parte del cliente.

Según el Dr. Harold Kerzner en su libro *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, “**La gestión de proyectos está diseñada para hacer un mejor uso de los recursos existentes al hacer que el trabajo fluya tanto horizontal como verticalmente dentro de la empresa**”. Kerzner destaca que, para que un proyecto sea exitoso debe alinear sus resultados con los objetivos estratégicos de la empresa involucrando una estructura clara de comunicación, la correcta asignación de recursos y la planificación efectiva, donde la manera más apropiada de medir el éxito es mediante los **Indicadores clave de desempeño (KPI's)** los cuales permiten evaluar la productividad y eficiencia conforme a los objetivos de alcance, tiempo y costo (Kerzner, 2009). No obstante, este no debe ser el único instrumento de medición para el éxito de un proyecto, es importante tener en cuenta otras herramientas tanto cualitativas como cuantitativas, como: el método de Valor ganado o Earned Value Management (EVM) donde se evalúa el desempeño del cronograma y los costos del proyecto, las evaluaciones de satisfacción del cliente donde se captura el valor entregado del proyecto, la gestión del riesgo en cuanto a mitigar los impactos negativos no previstos o las lecciones aprendidas que permiten la mejora continua de los diferentes procesos (PMI, 2021)

#### 4.1.2. Teoría de Business Intelligence

La teoría de Business Intelligence (BI) se fundamenta en la recolección, integración, análisis y presentación de datos que permiten a las organizaciones tomar decisiones informadas y estratégicas en tiempo real. BI abarca un conjunto de herramientas, metodologías y tecnologías que transforman grandes volúmenes de datos en información valiosa para la gestión empresarial. Su objetivo principal es **optimizar el uso de la información disponible, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la competitividad**. BI se desarrolla a través de una herramienta tecnológica basada en el *Core business* de la empresa en particular, integrando un flujo de trabajo compuesto por tres componentes y cuatro procesos (Laudon, 2012) (Ernesto & Solano, n. d.).

- Componentes de una solución de BI:

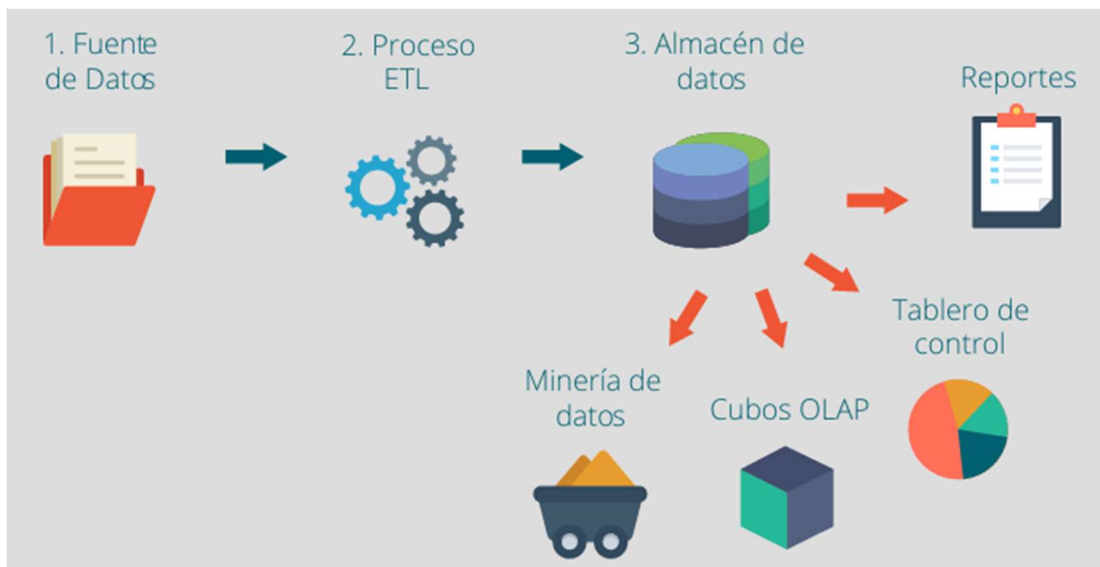
1. **Fuentes de datos:** información extraída de la organización para alimentar el almacén de datos, donde posteriormente se realizará el análisis y filtrado de información. Esta información se puede encontrar en diferentes archivos como hojas de Excel, software ERP o incluso en registros manuales digitalizados.
  2. **Almacén de datos (Data Warehouse):** es la base de datos integral que consolida, estandariza y almacena datos históricos y actuales de gran interés para los encargados de la toma de decisiones.
  3. **Tablero de control (Dashboard):** Es la pantalla interactiva que muestra la información de la empresa de forma visual, usando normalmente umbrales de evaluación e indicadores claves de desempeño KPI's. Este se genera mediante un software de visualización de datos el cual organiza y estructura la data para presentar gráficamente la información relevante del proyecto.
- Procesos de una solución de BI:
    1. **ETL Process**, proceso de extracción, transformación y carga de datos: es la migración de las fuentes de datos hacia el Data Warehouse. Esta es una de las fases fundamentales de la arquitectura de BI, ya que permite integrar, depurar y estructurar los datos de las diferentes fuentes de datos en un formato adecuado para su análisis. Además, garantiza que los datos sean confiables y útiles para la toma de decisiones (Kimball & Caserta, 2011).

Este proceso consiste en tres etapas, **extracción**, donde se recolecta la información de las diferentes fuentes, **transformación**, donde se realiza una limpieza de la data incluyendo correcciones o eliminación de duplicados y **carga de datos**, donde finalmente llegan al almacén de datos o Data Warehouse para ser consultados mediante el software de visualización.
    2. **OLAP Process**, proceso analítico en línea: en este proceso se formulan consultas de información para tener una visualización de las bases de datos y apoyar la exploración interactiva del tablero de control. Mediante cubos multidimensionales, permiten organizar y consultar la información según los diferentes filtros como tiempo, ubicación, proyecto, recurso, entre otros.
    3. **Reporting process**, proceso de reportería: Esta es la fase final de la implementación de un sistema de BI. La función principal de este proceso es transformar los datos ya

procesados y analizados, en información clara, estructurada y accesible, esto con el propósito de facilitar la toma de decisiones informadas para cualquier lector (Turban et al. 2020). Estos reportes permiten a los líderes identificar tendencias, comparar KPI's, detectar desviaciones y analizar el desempeño de la empresa en tiempo real (Larissa & Atre, 2003).

Estos reportes pueden ser publicados en la nube o enviados por correo, pero es importante establecer una periodicidad para mayor control, ya sea diario, semanal o mensual.

4. **Data Mining**, proceso de minería de datos: aquí se identifican patrones, reglas y tendencias obtenidas de la información, la cual permite al usuario identificar dentro del gran volumen de datos, aspectos específicos de gran importancia ya sea que impacten positiva o negativamente. El Data Mining va más allá del BI tradicional, busca específicamente explicar por qué pasaron las cosas para predecir eventos futuros.



**Gráfico 4.1** *Arquitectura de una solución de BI.*

Fuente: (Gonzalez, 2012)

Algunas dificultades de esta implementación son la carga en su totalidad de los datos existentes y las fuentes de información desactualizadas, duplicadas o incompletas, lo cual refleja la mala gestión de datos de una empresa y el bajo control en los procesos de ETL.

Por otro lado, la implementación de Business Intelligence (BI) ofrece múltiples beneficios, entre ellos el **control en tiempo real de las actividades**, permitiendo conocer predicciones, analizar el desempeño del proyecto y monitorear el estado de los procesos, recursos y personal disponible (Calzada & Abreu, 2009).

BI también **impulsa la productividad** al automatizar procesos, generar reportes en tiempo real y mejorar la conectividad entre áreas clave del proyecto, **facilitando la toma de decisiones estratégicas** con datos precisos, lo que reduce márgenes de error y minimiza riesgos (Gonzalez, 2012). Es importante aclarar que una buena calidad en el proceso de recolección de datos facilita la implementación exitosa de esta metodología.

Finalmente, BI promueve una **cultura orientada a los datos**, brindando soporte para decisiones basadas en datos precisos e históricos, y dejando atrás la intuición como único criterio. Esto requiere personal capacitado en la extracción de datos y diseño de métricas efectivas, con un enfoque constante y bien dirigido (Villanueva, 2016).

#### **4.1.3. Diseño de un Dashboard**

Dentro de la literatura y la práctica se encuentran diferentes metodologías y herramientas para la integración de la Inteligencia de Negocios, dentro de las cuales se encuentran los Dashboards o Tableros de control. Estos son herramientas de visualización gráfica que permite agrupar y compartir datos suministrando información relevante de una empresa, facilitando la toma de decisiones. Para esta herramienta existen metodologías que proporcionan una guía para llevar a cabo la implementación exitosa de un dashboard en una organización. (Córdova et al., 2021)

A continuación, se presentará la propuesta metodológica de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba, la cual se estructura en 5 fases.

- Fase 1. Planificación.

En esta fase se inicia el proceso del diseño del Dashboard y se debe tener en cuenta las principales características y funciones de la organización. Se deben **definir los miembros del equipo** del proyecto y sus funciones, y se **seleccionará la fuente de datos** existente de donde se extraerán los datos para la implementación.

- Fase 2. Recopilación de requisitos

Posterior a la fase de planificación, se deben definir las características del Dashboard para que sea útil ante las necesidades de la empresa, para esto se propone realizar entrevistas a los principales interesados sobre sus expectativas y necesidades.

Características del Dashboard (Juice Inc., 2009).

- Alcance: el Dashboard debe mostrar información sobre la organización y centrarse en una función específica, proceso o producto.
- Comercial: En el caso estratégico debe proporcionar una visión de alto nivel y a largo plazo del rendimiento. En el caso operacional debe ser una visión enfocada y a corto plazo del rendimiento.
- Tiempo: se debe realizar una mirada al pasado para seguir las tendencias históricas y así predecir el rendimiento futuro. Es indispensable monitorear la actividad en tiempo real.
- Nivel de detalle: establecer si tendrá un nivel de detalle alto presentando los números más críticos o un detalle profundo mostrando números más detallados para adquirir mayor contexto.
- Punto de vista: Explicativo donde se plasma explícitamente qué significan los datos y qué se debe hacer al respecto. O enforcarlo a un punto de vista exploratorio donde el usuario tendrá libertad para interpretar los resultados según se muestran.

Adicional a las características del Dashboard, se deben definir los requisitos de información los cuales están asociados a los indicadores seleccionados y se debe mostrar su comportamiento en el tiempo.

### - Fase 3. Diseño del Dashboard

Luego de recopilar los requisitos, se comienza con el diseño del Dashboard según una serie de pasos:

- Análisis de las fuentes de datos: es necesario identificar con los interesados las diferentes fuentes de datos existente y seleccionar las que se utilizaran para alimentar el Dashboard. Es importante conocer a profundidad estas fuentes y saber cómo acceder a ellas ya que el Tablero estará limitado al tipo y a la calidad de los datos que lo alimenten.

- Selección de los datos: después de identificar las fuentes de datos se deberán seleccionar los que incidirán en la toma de decisiones ya que no todos los datos almacenados poseen el potencial para ser utilizados o para analizar su comportamiento a lo largo del tiempo. Estos deben ser específicos, continuos y periódicos, objetivos, cuantificables, medibles, que propicien una alta calidad y esto se logra seleccionando datos que sean exactos, íntegros, coherentes, confiables y accesibles.
- Estructuración de datos: Una vez seleccionados los datos, deben ser organizados o estructurados para facilitar su manipulación y compatibilidad según la herramienta que se decida utilizar como software de visualización de datos.
- Almacenamiento de datos: después de seleccionados y estructurados, los datos deben ser almacenados en una base de datos.
- Fase 4. Construcción del Dashboard

Se deberá realizar una búsqueda de las herramientas de visualización de indicadores para el diseño del Tablero y los tipos de gráficos que mejor representan los datos que se van a mostrar. También es importante definir umbrales con cambios de color para poder interpretar los resultados obtenidos de la manera más fácil y rápida.

Tipos de gráficos según las necesidades de comunicación:

- Gráficos de columnas: es útil para mostrar los cambios de los datos en un período de tiempo o para ilustrar comparaciones entre elementos.
- Gráficos de barras: permite mostrar comparaciones entre elementos individuales. Lo ideal es organizar las categorías en el eje vertical y los valores en el horizontal.
- Gráficos de líneas: permiten mostrar datos continuos en el tiempo, son ideales para mostrar tendencias en intervalos iguales.
- Gráficos circulares: muestran el tamaño de los elementos de una serie de datos, en proporción a la suma de los elementos y se muestran como porcentajes del total de datos en el gráfico.
- Histograma: se emplea para ilustrar muestras agrupadas en intervalos y se forma por rectángulos unidos a otros.

- Gráfica Gauge: tiene forma de velocímetro de un automóvil, se utilizan para medir el desempeño actual y muestra el valor utilizando una escala.
- Mapa Coroplético: Se trata de un mapa que permite la visualización de datos geográficamente o por regiones.
- Tablas: para organizar datos en filas y columnas por categorías.

#### Funcionalidades básicas y avanzadas:

- Vista resumen-detalle: brinda la posibilidad de pasar de una vista resumen al detalle brindando contexto e información sobre las métricas.
- Filtros: Permiten acotar el alcance de los datos dependiendo de las necesidades del usuario. Puede ser global, para todo el Dashboard o local, para un gráfico en específico.
- Comparación de datos: muestra dos o más subconjuntos de datos uno al lado del otro.
- Umbrales: Valores límites según determinadas condiciones, se asigna una condición y un formato que se aplicará a los valores que cumplan dicha condición. Los umbrales permiten resaltar ideas específicas o identificar valores atípicos. Lo ideal es definir colores para diferenciar la información.
- Alertas: Resaltan información basada en criterios definidos. Las alertas pueden activarse cuando una métrica sale de un umbral particular para identificar valores atípicos o datos destacados. Adicional a esto, es posible crear notificaciones de alertas para comunicar a los usuarios cuando cambian de estado.
- Resumen basado en texto o Narrative text summary: A partir del Dashboard es posible generar automáticamente una descripción textual de la información clave del proyecto mediante herramientas como Power BI Smart Narrative o GPT embebido. Donde es posible generar información textual sobre tendencias, mínimos, máximos, variaciones o comparaciones entre los datos, facilitando la comprensión de los resultados sin necesidad de interpretación técnica detallada (Microsoft, 2023).

Al momento de actualizar y visualizar datos, es importante garantizar la seguridad y privacidad de la información por lo que se sugiere definir roles para agrupar diferentes tipos de usuarios. El protocolo de seguridad dependerá de la herramienta que se decida utilizar.

- Fase 5. Validación del Dashboard.

Una vez diseñado y construido el Tablero de control, se debe poner a prueba para demostrar que el sistema cumple con los requisitos definidos y validar si el sistema está completo y funciona como se espera.

#### 4.1.4. Indicadores Clave de Desempeño KPI's

La manera más apropiada de medir el éxito es mediante los Indicadores clave de desempeño o **KPI's** por sus siglas en inglés, (Kerzner, 2009). Estos indicadores consisten en un conjunto de medidas cuantificables que permiten medir, comparar y evaluar el rendimiento de una empresa o proyecto en relación con el cumplimiento de los objetivos estratégicos y operativos (PMI, 2024b). La identificación de KPI adecuados facilita la identificación de posibles mejoras, lo que se asocia directamente con un **incremento en el rendimiento** y con la **entrega eficiente** de resultados esperados.

Para diseñar KPI efectivos, es fundamental identificar los factores que contribuyen al éxito de la organización, asegurando que estos indicadores respondan a las preguntas más importantes y estén alineados con los objetivos estratégicos de la empresa (Neely, 2002). Esto permite empoderar a los empleados, quienes reciben información relevante para su desarrollo y mejora continua, promoviendo una cultura organizacional orientada al aprendizaje y optimización del desempeño (Drucker, 1954).

Dentro de los KPI para la gestión de proyectos se encuentra la teoría del **Valor Ganado o EVM** por sus siglas en inglés. Esta metodología permite evaluar el desempeño de un proyecto a partir de su presupuesto y cronograma, permitiendo medir su avance e identificar desviaciones a tiempo (Fleming & Koppelman, 2016).

Los indicadores clave de esta teoría son el Índice de desempeño del costo CPI y el Índice de desempeño del cronograma SPI, donde se mide la eficiencia del uso del presupuesto y se evalúa

el progreso del cronograma, indicando si el proyecto avanza conforme a lo estipulado en su fase de planeación (PMI, 2024).

Estos indicadores de Valor Ganado son de gran valor para los gerentes de proyectos, ya que permiten una gestión proactiva basada en datos objetivos, facilitando decisiones informadas que ayudan a mantener el proyecto en línea con sus objetivos financieros y temporales (Anbari, 2003).

## **4.2. Estado del arte**

El presente estado del arte tiene como objetivo identificar antecedentes relevantes sobre la implementación de Business Intelligence (BI) con énfasis en el sector constructor. La búsqueda de información se realizó mediante fuentes académicas, principalmente repositorios digitales de la Biblioteca de la Pontificia Universidad Javeriana, así como recursos digitales académicos en bases de datos como ScienceDirect, Scopus, IEEE Xplore, Google Scholar, entre otras.

Se priorizaron documentos académicos como artículos, tesis conferencias y libros técnicos sobre la implementación de esta metodología y sus resultados estratégicos y operativos. Adicionalmente, se consideró información de aplicación en distintos sectores para analizar enfoques replicables en el área de la construcción. Cabe resaltar que, durante la revisión en la literatura, se identificó una escasez de documentos académicos relacionados específicamente con la implementación de BI en el área de la construcción, la mayoría se enfocan en áreas como comercio, finanzas o tecnología. Esta falta de literatura resalta la importancia del presente trabajo buscando aportar evidencia para su aplicabilidad en contextos reales la industria de la construcción.

### **4.2.1. Implementación en el sector de la construcción a nivel nacional.**

#### **- Implementación en proyectos de construcción – Bogotá, D.C.**

#### **Propuesta de implementación de un dashboard para el seguimiento de proyectos en la constructora JEMUR**

Este proyecto de especialización en gerencia de proyectos de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, tiene como fin implementar un Dashboard para apoyar la toma de decisiones y el análisis de datos con el objetivo de reducir sobrecostos y retrasos en una constructora en específico. Para esto se realiza una revisión de la literatura y su aplicación en

la industria o en campos similares debido a que actualmente se encuentra poca información de esta aplicación en la industria.

Para esta propuesta de implementación se inicia por definir los indicadores KPI para posteriormente elaborar el prototipo del Tablero y verificar si se logran reducir los sobrecostos al menos en un 10%. A partir de esto se evidenció que esta implementación era útil para disminuir retrasos y sobrecostos obteniendo una respuesta positiva con la gerencia. Incluso fue posible tomar decisiones en momentos críticos del proyecto.

Como recomendaciones **sugieren identificar correctamente las necesidades y prioridades de la empresa** y generar actualizaciones en tiempo real de los indicadores. (Romero et al., 2018)

#### **4.2.2. Implementación en el sector de la construcción a nivel internacional.**

##### **- Modelo para medir el impacto de BI en la agilidad organizacional. Estudio de caso: Ingeniería de construcción de Teherán – Irán**

Artículo presentado en la tercera Conferencia Internacional sobre nuevos desafíos en Gestión y Organización (2 de mayo de 2016, Dubai, UAE)

Este artículo comenta que la Inteligencia de Negocios (BI) además de ayudar en la toma de decisiones cumple con un papel vital entre las **necesidades de reacción ante los rápidos cambios del entorno y competitividad**. Como hipótesis busca examinar la influencia directa e indirecta que tiene BI para empoderar la agilidad organizacional y su impacto. (GhalichKhani & Hakkak, 2016). En este estudio se utilizó un enfoque cuantitativo mediante la aplicación de encuestas estructuradas a 102 participantes pertenecientes a organizaciones del sector constructor en Irán, realizando un análisis estadístico mediante los softwares SPSS y SmartPLS, obteniendo resultados cuantificables que confirmaron la hipótesis principal logrando explicar el 36% de la varianza en la agilidad organizacional ante los cambios de entorno.

#### 4.2.3. Implementación en la gestión de proyectos.

- **Dashboard para el soporte de decisiones en una empresa del sector minero. Machala, Ecuador (Conference Paper)**

El grupo de Investigación de Inteligencia Artificial de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador enfoca uno de sus trabajos en una empresa del sector minero la cual requiere generar información que ayude a **determinar la eficiencia de su producción, uso de materia prima y gastos en personal.**

Como objetivo tienen la implementación de un dashboard para la gestión de un sistema de soporte de decisiones en las áreas de contabilidad, producción y recursos humanos.

La metodología seleccionada, fusiona prácticas de las metodologías Hefesto y Kimball para el desarrollo de una solución de BI. Las actividades seleccionadas en el estudio a partir de estas metodologías mencionadas son las siguientes:

1. **Análisis de requerimientos** de la empresa para identificar los indicadores clave de desempeño (KPI's). Esta es una fase de la metodología Hefesto donde se identifican las necesidades específicas para determinar los indicadores según las necesidades de cada organización o área.
2. **Diseño lógico de Data Warehouse**, donde, para la metodología Hefesto, se define el modelo dimensional de tablas basadas en hechos y dimensiones para integrar múltiples fuentes de datos.
3. **Integración de datos**, utilizando el proceso ETL definiendo reglas y políticas para su respectiva actualización.
4. **Diseño e implementación del Dashboard de soporte de decisiones.**



**Gráfico 4.2 Dashboard diseñado para la empresa minera en Ecuador**

Fuente. (Mazón et al., 2017)

Una vez diseñado y aplicado, el Tablero de control permitió a la empresa contar con la información de indicadores integrados por áreas y de forma oportuna, logrando realizar el análisis necesario y tomar decisiones más beneficiosas. (Mazón et al., 2017)

- **Herramientas de Business Intelligence para una empresa de servicios digitales en Perú, 2022**

Tesis de administración de la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Esta tesis tiene como objetivo utilizar la herramienta Power BI para mejorar la toma de decisiones de la empresa debido a deficiencias existentes con su sistema ERP actual.

Esta implementación permitió transformar datos brutos en información útil logrando gestionar la compañía de una manera más eficiente. Adicional a esto se logra una mejor interpretación del gran volumen de datos y por parte de los colaboradores se mejoró la alimentación de la data obteniendo informes de fácil interpretación y un mayor orden en los gráficos estadísticos. Finalmente, se logró una mejora en la toma de decisiones comerciales y corporativa de la empresa de servicios digitales. (Marisol, G. et al., 2023)

- **Implementación de un Dashboard para el seguimiento del portafolio de proyectos.**

Tesis de maestría en tecnologías de información y comunicación de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

Esta tesis propone implementar un Tablero de Control que permita a los responsables de proyectos tomar decisiones sobre el comportamiento de estos, en cada uno de los procesos del PMI, Inicio, Planeación, Ejecución, Seguimiento y Cierre. Para esto definirán indicadores KPI de costo y cronograma como seguimiento del portafolio.

A partir de esto se definirán patrones de comportamiento con herramientas de minería de datos y se comparará el comportamiento de los proyectos por medio de gráficos de fácil interpretación.

Según la metodología inductiva, la aplicación se compone de tres fases.

1. Observación del comportamiento de los proyectos en el Dashboard y registro de los hechos.
2. Análisis y clasificación de los hechos de acuerdo con las fases en que se encuentren.
3. Generalización a partir de los hechos para tomar decisiones durante cada una de las fases.

Para la interfaz gráfica, se realizó primero la **conexión y carga de datos** para presentar la información con el apoyo de **indicadores y gráficas** que permitieron tomar decisiones del estado de los proyectos.

Como herramienta de minería de datos, se utilizó el software R, donde se logró obtener el impacto que tienen las variables sobre la duración de los proyectos mediante el método de regresión múltiple el cual consiste en la predicción del valor de la variable dependiente a partir de un conjunto de variables independientes.

La creación de esta interfaz **proporcionó a los gerentes la posibilidad de analizar y tomar decisiones según el estado del portafolio** generando que el tablero de control fuera consultado con frecuencia. (Arias, 2015)

- **Metodología de Business Intelligence para la toma de decisiones efectivas en las empresas PYME**

Tesis de Ingeniería Industrial del Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

En este proyecto se desarrolla una propuesta metodológica de Business Intelligence con el fin de apoyar a las empresas PYME a revisar su estado como organización según los distintos escenarios en los que intervienen, permitiendo generar una mayor competitividad. Esta aplicación es posible para cualquier área de las empresas debido a que en todas se acumulan diferentes tipos de datos ya sea clientes, inventarios, producción, información de campañas y demás que se puedan encontrar en los diferentes departamentos. Según las áreas que se incluyan, se deberán definir los indicadores clave de desempeño para guiar la implementación.

Este proyecto ofrece una guía para integrar los diferentes conocimientos administrativos en la inteligencia de negocios (Montaño et al., 2010), iniciando por una revisión de problemáticas comunes en empresas PYME, seguido de la evaluación de cada área de la empresa para definir los KPI's adecuados para analizar la operación y desempeño de las organizaciones.

#### **4.2.4. Síntesis del Estado del Arte**

En síntesis, los estudios revisados evidencian que una correcta implementación de sistemas de BI requiere el cumplimiento de ciertos pasos comunes como, la identificación de las necesidades de la empresa, definición de indicadores claves de desempeño, la correcta estructuración del almacén de datos o Data Warehouse con su correcto proceso de ETL y la construcción de Dashboards interactivos que faciliten la visualización clara para la toma de decisiones en tiempo real. Independientemente del sector, los estudios coinciden en que el éxito de BI depende de una integración eficiente entre la tecnología, los usuarios y los objetivos de la empresa, teniendo siempre persistencia en la actualización de datos.

Sin embargo, la mayoría de trabajos se centran en una revisión conceptual o se enfocan en sectores distintos al de la construcción, sin mostrar aplicaciones prácticas con resultados medibles en operación de obras reales.

Es por esto que esta tesis propone la implementación de la Inteligencia de Negocios en un contexto real para una empresa de construcción colombiana evaluando su impacto

cuantitativamente en un proyecto piloto, permitiendo aportar evidencia aplicada al sector con su posible replicación para otras organizaciones.

## 5. CONTEXTO – ESTUDIO DE CASO

La empresa seleccionada para este estudio de caso es Constructora de Obras de Ingeniería Civil (COBICIVIL), una organización actualmente activa especializada en la ejecución de proyectos de infraestructura y obras civiles. Su sede radica en la ciudad de Cali, Colombia y su actividad principal se centra en movimientos de tierras, instalación de tubería y colectores, así como en el alquiler de maquinaria pesada y volquetas. La elección de esta empresa se fundamenta en la viabilidad de acceso a sus bases de datos, autorizado formalmente, lo que permite realizar un análisis aplicado a un caso con datos reales.



*Imagen 5.1 Actividades realizadas por la empresa COBICIVIL*

Fuente: Autoría propia

En la actualidad, **COBICIVIL** maneja bases de datos densas y extensas para el control y seguimiento de los proyectos ejecutados. Estas bases de datos se manejan en cuadros de Excel e incluyen información clave sobre:

- Históricos de producción de maquinaria y volquetas.
- Control de recursos humanos, equipos y materiales.
- Control de consumo de combustible para maquinaria y volquetas.
- Margen de utilidad de cada proyecto.
- Registro de aporte a oficina central.

El principal problema identificado es que la empresa carece de un sistema integrado de **Inteligencia de Negocios o BI** que le permita transformar estos datos en información estructurada y visualmente accesible para mejorar la eficiencia en la toma de decisiones. Actualmente, los reportes y análisis se realizan manualmente en hojas de cálculo, lo que implica un alto consumo de tiempo, dificultad en la identificación de tendencias y riesgo de errores en el manejo de la información.

La implementación de herramientas de BI permitirá a la empresa optimizar la gestión de datos a través de:

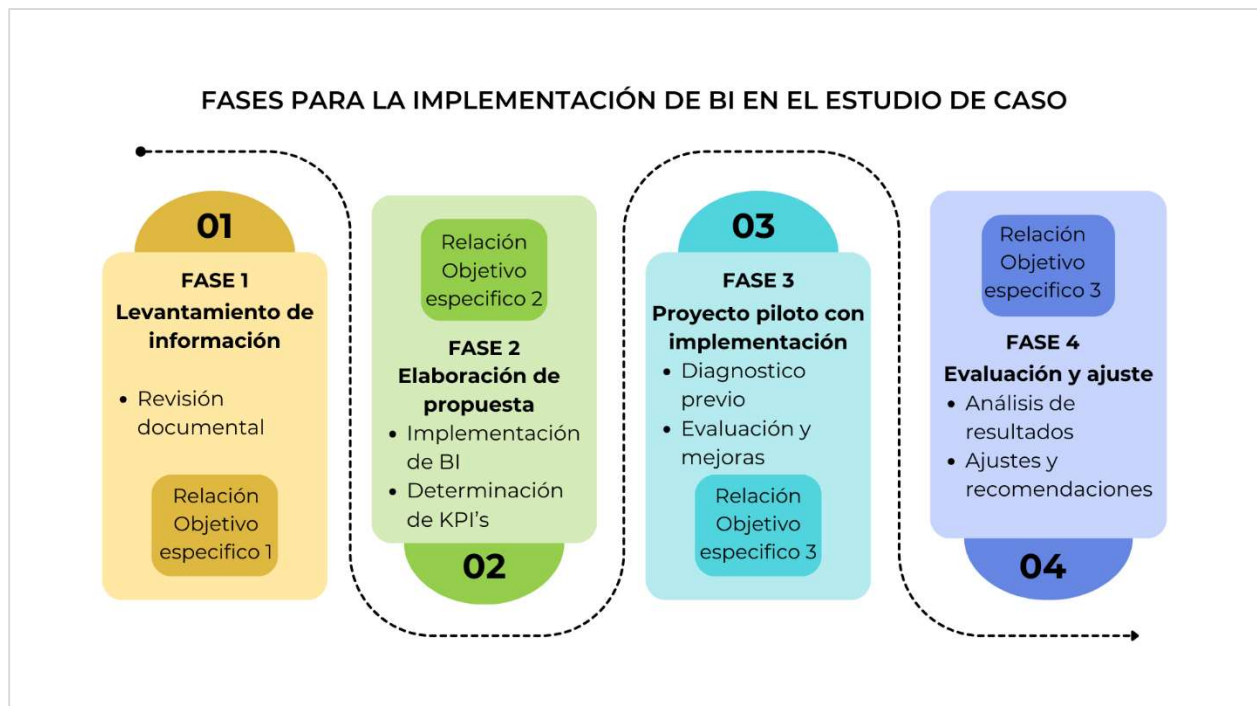
1. **Automatización del procesamiento de datos:** reduciendo la dependencia de procesos manuales y mejorando la velocidad de análisis.
2. **Generación de tableros de control (Dashboards):** proporcionando una visualización clara y en tiempo real del estado de los recursos y proyectos.
3. **Optimización del seguimiento de KPI's:** mejorando el monitoreo de indicadores clave como costos, producción y rentabilidad.
4. **Reducción de errores y redundancias:** asegurando la integridad y confiabilidad de los datos registrados.
5. **Mejora en la toma de decisiones:** permitiendo que la gerencia y los equipos de trabajo accedan a información precisa y oportuna para optimizar recursos y minimizar riesgos.

Es por esto que el presente estudio de caso se alinea con los objetivos del trabajo de grado, ya que busca evaluar el impacto de la implementación de BI en la optimización de datos y la mejora de la productividad en la gestión de proyectos de construcción. A través de este análisis, se espera demostrar que la integración de tecnologías de BI puede transformar las prácticas de gestión en la empresa, permitiendo abordar los retos operativos con mayor eficiencia y efectividad.

A partir de esto se plantea la metodología para la implementación una solución de Business Intelligence adaptada a la realidad operativa de la empresa donde, para evaluar el impacto esperado se establecerán indicadores clave de desempeño relacionados con la productividad y eficiencia del uso de los recursos. Además, se mejorará el proceso de reportería para la toma decisiones comparando el comportamiento de la empresa antes y después de la implementación.

## 6. MARCO METODOLÓGICO

La metodología de este proyecto de investigación se estructura en cuatro fases, con el fin de abordar de manera integral los objetivos planteados para la implementación de Business Intelligence (BI) en la gestión de proyectos de construcción garantizando su adecuada implementación.



*Gráfico 6.1 Resumen de fases para la implementación de BI*

Fuente: Autoría propia

### 6.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

En esta primera fase del estudio de caso se llevó a cabo la revisión de los tipos de información disponibles en la empresa **Constructora de Obras de Ingeniería Civil**, incluyendo entrevistas y revisión documental, donde se evaluó la gestión actual de datos, la eficiencia en la generación de reportes y las oportunidades de mejora en los procesos de almacenamiento y actualización de información. Dentro de las bases de datos (BD) analizadas se encuentran las siguientes.

- Base de Datos para el control de materiales.
- Base de Datos para el control de equipos.

- Control de combustible.
- Informe de margen de obra y aporte a oficina central.

Para estas BD se identifican deficiencias en la estructura y manejo de la información, lo cual será mostrado a continuación.

- **Base de datos Control de materiales**

**Gestión de datos:** Esta es una base de datos (BD) en archivo Excel la cual cuenta con 42 columnas que se actualizan diariamente con la información de remisiones enviadas por los volqueteros. Aquí se registra información como fecha, placa, origen y destino del material, costos, tarifas, y otras más.

La información es digitada por la auxiliar de costos una vez llegan a la oficina las remisiones del día anterior, generalmente a primera hora de la mañana. Este proceso de digitación dura aproximadamente 40 minutos.

**Hallazgos:** Se analizó junto con la auxiliar toda la información que se necesita digitar para tener la base de datos actualizada día a día y en este análisis se encontró información que puede ser modificada y otra que puede ser omitida ya que no tiene ningún impacto sobre la base de datos.

- Dentro de la información hace falta incluir el registro de volquetas varadas o sin operador para calcular costos diarios de estas y conocer cuál será la meta de producción al día siguiente para cumplir con el objetivo diario.
- Se requiere actualizar la formulación de la columna material compacto debido a que cada material tiene un factor diferente y esto afecta al momento de hacer el análisis de los costos de cada obra.
- Se manejan algunas columnas redundantes las cuales pueden ser optimizadas a una sola.
- Se debe actualizar las tarifas diarias de cada volqueta para dar un valor más exacto que luego pueda ser comparado con los informes del área financiera
- Se encuentran columnas que no generan ningún impacto sobre la BD y que pueden ser eliminadas para mejorar la eficiencia.

**Generación de reportes:** a partir de esta BD se generan 3 informes de gran relevancia para realizar el seguimiento de la operación de las volquetas y determinar si hay una rentabilidad en su producción o de lo contrario realizar un plan de acción correctivo.

- Viajes diarios: Se genera un informe diario de viajes el cual se genera en otro libro de Excel, lo cual podría optimizarse utilizando una herramienta de BI.

**Tabla 6.1 Reporte tipo: viajes volquetas (diario)**

FECHA	VOLQUETAS				
	Duvan Valencia	Bryan Muñoz	Carlos Morales	Sabas Montalvo	Oviedo Sanvoni
	TJX226	TJX224	TJV901	TJX229	TJV902
1-feb	4	4	2	4	
3-feb	6	6	7	7	
4-feb	5	5	9	9	
5-feb	5	5	5	5	5
6-feb		4	6	6	6
<b>Total</b>	20	20	23	25	5

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

- Fletes y transporte: Se genera a partir del informe de viajes diarios realizando una clasificación de los viajes para determinar el valor del flete por cada volqueta, este reporte es un poco más demorado, pero podría optimizarse consolidando los cálculos dentro de la misma base de datos.

**Tabla 6.2 Reporte tipo: Fletes y comisión por volqueta (diario)**

FECHA	VOLQUETAS			
	Fredy Ramos	Bryan Muñoz	Carlos Morales	Carlos Nieva
	TJX226	TJX224	TJV901	TJV902
21-oct	0	2	0	2
22-oct	3	2	3	1
23-oct	1	3	3	3
24-oct	3	2	2	2
25-oct	1	3	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>19</b>
<b>COMISION 4%</b>	<b>\$ 159.684</b>	<b>\$ 185.785</b>	<b>\$ 84.220</b>	<b>\$ 161.445</b>

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

- Producción de volquetas: Se calcula la producción diaria para determinar si se está alcanzando la meta diaria de cada volqueta.

**Tabla 6.3 Reporte tipo: Producción de volquetas (diario)**

Fecha	CONDUCTOR	Produccion	Comision	Viajes Realizados
27/02/2025	Duvan Valencia	\$ 336.000	\$ 13.440	3
27/02/2025	Carlos Morales	\$ 448.000	\$ 17.920	4
27/02/2025	Sabas Montalvo	\$ 224.000	\$ 8.960	2
27/02/2025	Oviedo Sanbony	\$ 560.000	\$ 22.400	5
<b>Total general</b>		<b>\$ 1.568.000</b>	<b>\$ 62.720</b>	<b>14</b>

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**- Base de datos control de equipos**

**Gestión de Datos:** Esta es una base de datos (BD) en archivo Excel la cual cuenta con 68 columnas que se actualizan diariamente con la información de remisiones enviadas por los operarios de cada máquina.

La información es digita por la auxiliar de costos una vez llegan a la oficina las remisiones del día anterior, generalmente a primera hora de la mañana. Este proceso de digitación dura aproximadamente 45 minutos.

**Hallazgos:** Se analizó junto con la auxiliar toda la información a digitar en la BD y, de igual forma, se encontró información que puede ser modificada y otra que puede ser omitida.

- Existe información con dependencias innecesarias que pueden optimizarse
- Hay información redundante que podría consolidarse
- Se identificaron datos sin impacto sobre la base de datos la cual se sugiere omitir
- Dentro de esta base de datos solo se encuentra información sobre maquinaria, se sugiere incluir en esta misma BD los equipos alquilados como motobombas o formaletas que impactan también en los informes de costos y no se están manejando de la mejor manera.
- Es necesario definir también las tarifas cuando una maquina esté fuera de servicio o sin operario.

**Generación de reportes:** a partir de esta BD se generan tres informes, un reporte diario de producción de maquinaria, un reporte semanal de tarifas objetivo vs producción real y un informe de tarifas y venta mensual.

**Tabla 6.4 Reporte tipo: Informe de tarifas maquinaria (semanal)**

SEMANA DEL 3 al 8 Febrero	OBRA	MAQUINA	OPERADOR	HR_SB	HR_TRAB_R EAL	HR_OBJ	PRECIO MQ	TOTAL PRODUCIDO	OBJ SEMANA	DIF_PRODUC_OBJ
Febrero	Encanto del Valle	102 Retrocargador	Luis Angel	8,4	25,5	4,257	\$ 110.000	\$ 2.805.000	\$ 2.809.790	-\$ 4.790
Febrero	Encanto del Valle	202 Excavadora	Oscar Garcés	4	31	2,943	\$ 170.000	\$ 5.270.000	\$ 3.001.791	\$ 2.268.209
Febrero	Encanto del Valle	203 Excavadora	Primitivo Cortes	1	35,6	2,943	\$ 170.000	\$ 6.052.000	\$ 3.001.791	\$ 3.050.209
Febrero	Romero	204 Excavadora	Omar Cantillo	0	46	2,943	\$ 170.000	\$ 7.820.000	\$ 3.001.791	\$ 4.818.209
Febrero	Romero	303 Vibrocompactador	Jose Duvan	15,3	12,2	3,617	\$ 110.000	\$ 1.342.000	\$ 2.387.129	-\$ 1.045.129
Febrero	Encanto del Valle	304 Vibrocompactador	Jose Duvan	22,9	4,6	3,617	\$ 110.000	\$ 506.000	\$ 2.387.129	-\$ 1.881.129
Febrero	Encanto del Valle	403 Minicargador	Costantino Cartagena	0,5	41,7	4,5887	\$ 75.619	\$ 3.153.312	\$ 2.081.962	\$ 1.071.035

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**Tabla 6.5 Reporte tipo: Informe de horas trabajadas (diario)**

FECHA	COBIMAQ						
	102 RETROCARGADOR LUIS ANGEL	202 EXCAVADORA OSCAR	203 EXCAVADORA PRIMITIVO CORTES	204 EXCAVADORA OMAR CANTILLO	304 VIBRO DUVAN	403 MINICARGADOR CARTAGENA	303 VIBRO DUVAN
1-feb	7H	6H	7,2H	5,2H		1,3H	2H
2-feb	6H	3H	6,5H				
3-feb	3,5H	5H	7,3H	8,4H	1,3H	5,5H	1,8H
4-feb	6H	7H	5H	8,7H	0H	7,3H	3,2H
5-feb	6,5H	7H	7,4H	8,3H	1,7H	12,4H	1,6H
6-feb	3,1H	6H	6,4H	8,7H	1H	6,9H	1,7H
7-feb	6,4H	4H	6,2H	7,5H	0,4H	6H	1,4H
8-feb	0H	2H	3,3H	4,4H	0,5H	3,6H	2,5H

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**- Control de combustible**

Esta BD se alimenta al día siguiente que se realizan tanqueos ya sea de las maquinas o de las volquetas. Se utiliza para identificar anomalías en el consumo del combustible para poder realizar un seguimiento y ajustes correctivos. A partir de este Excel se puede implementar una herramienta de BI para identificar los comportamientos anómalos en determinados equipos y generar una alerta.

**- Informe de margen de obra y aporte a oficina central**

**Gestión de Datos:** Esta base de datos se alimenta en un libro de Excel con las BD de equipos y materiales junto con información de costos directos e indirectos una vez realizada el acta de corte de obra.

**Hallazgos:** Se requiere mejorar la integración de datos para filtrar por obra y fecha sin necesidad de manipulación manual que ocasiona incongruencias entre los datos. Se requiere una mayor automatización de datos.

Teniendo en cuenta esta primera fase de levantamiento de información se evidenció la necesidad de optimizar y estructurar mejor la gestión de datos dentro de la empresa. A partir de este diagnóstico, se realizará una propuesta mejorada (fase 2) que permitirá automatizar procesos, mejorar la integración de bases de datos y proporcionar información en tiempo real para decisiones estratégicas a tiempo.

## 6.2. FASE 2: ELABORACIÓN DE PROPUESTA MEJORADA

Tras el diagnóstico inicial realizado en la fase de levantamiento de información, se identificaron oportunidades de mejora para la gestión de datos y generación de reportes dentro de la empresa del estudio de caso, COBICIVIL. En esta fase, se presenta una propuesta metodológica basada en la implementación de Business Intelligence (BI) estructurada en seis etapas secuenciales presentadas en el siguiente gráfico y detalladas a continuación.



*Gráfico 6.2 Etapas para la implementación de BI en el estudio de caso*

Fuente: Autoría propia

### 6.2.1. Fuente de datos

En esta primera etapa se definen las fuentes de información que se utilizaron para la implementación del sistema de BI. Según el alcance de esta tesis, se decidió trabajar con dos bases de datos las cuales son representativas según el comportamiento operativo de la empresa.

- Base de datos de control de materiales: contiene registros diarios de los viajes de volquetas incluyendo fecha, origen y destino de material, producción alcanzada, producción objetivo, volumen y tipo de material, costos asociados, entre otros.
- Base de datos de control de equipos: en esta base de datos se registra la actividad diaria de la maquinaria como, tipos de máquina, horas trabajadas, tiempos de espera, producción alcanza y esperada, entre otros.

Estas bases de datos (BD) se escogieron debido a su gran relevancia e impacto dentro de la productividad de la empresa debido a que son los recursos más utilizados en los proyectos ejecutados y han sido controlados de una manera poco eficiente.

### **6.2.2. ETL Process o Procesos de extracción, transformación y carga de datos**

Una vez definidas las fuentes de datos, se pasa al proceso ETL el cual se subdivide en tres etapas según sus siglas en inglés, Extracción, Transformación y carga de datos.

- **Extracción:** se extraen los datos desde los archivos de Excel los cuales son actualizados diariamente, donde se incluyen registros de producción, operadores, equipos y demás.
- **Transformación:** se depura la información eliminando columnas innecesarias, información redundante y datos irrelevantes. Además, se actualiza información de costos para obtener datos más precisos y se crean nuevos campos para el cálculo de los indicadores clave de desempeño (KPI's) para evaluar la productividad y eficiencia operativa.
  - **GAP de producción:** Comparación entre la producción real de los equipos y la producción objetivo, es decir, la meta establecida para asegurar que se cumpla la eficiencia y rentabilidad de los recursos.
  - **Porcentaje de producción real vs producción objetivo:** Relación entre la producción real de cada equipo y la producción estimada, permitiendo analizar si la maquinaria está alcanzando los niveles de producción planificados y detectar desviaciones para tomar medidas correctivas.

- **Tiempo promedio Stand by:** Medición del tiempo de inactividad de los equipos.
  - **Producción de equipos:** Valor total de producción de los equipos.
- **Carga:** una vez transformados los datos, se cargan en el Almacén de Datos (Data Warehouse) o directamente al software de visualización que en este caso de estudio será el Programa de Microsoft **Power BI**, para su visualización y análisis.

### 6.2.3. Data Warehouse o Almacén de datos

Aunque en proyectos más complejos se suele diseñar un Almacén de Datos independiente, en esta implementación el software Power BI cumple la función de plataforma de consolidación y almacenamiento, donde permitirá centralizar la información en un entorno accesible y estructurado para su posterior análisis.

Aquí, los datos transformados en el proceso ETL se integran en modelos que permiten actualizarse automáticamente donde se conservará el historial de los registros y se podrán segmentar en función de fecha, obra, maquina, placa, entre otros.

### 6.2.4. OLAP o Proceso analítico en línea

Una vez estructurado el Data Warehouse, el siguiente paso es la aplicación del modelo OLAP, el cual permite realizar un análisis multidimensional de los datos. Mediante Power BI, esto se logra mediante la creación de relaciones entre las tablas lo que habilita funciones como:

- Filtrar información por obra, equipo o rango de fechas.
- Comparar datos entre proyectos o periodos.
- Desglosar información desde un nivel general a uno específico (drill-Down)
- Consolidar datos acumulados a través del tiempo (roll-up)

Este modelo analítico permite responder preguntas como:

- ¿Cuál fue la producción de cada volqueta durante una semana determinada?
- ¿Qué máquina presenta mayores tiempos de inactividad?

- ¿Qué obras presentan mayores desviaciones frente a la meta de producción?

### 6.2.5. Diseño de Dashboards o Tableros de Control

Con los datos estructurados y analizados, se procede a construir los Dashboards, los cuales presentaran visualmente los indicadores claves de desempeño KPI's y demás información relevante.

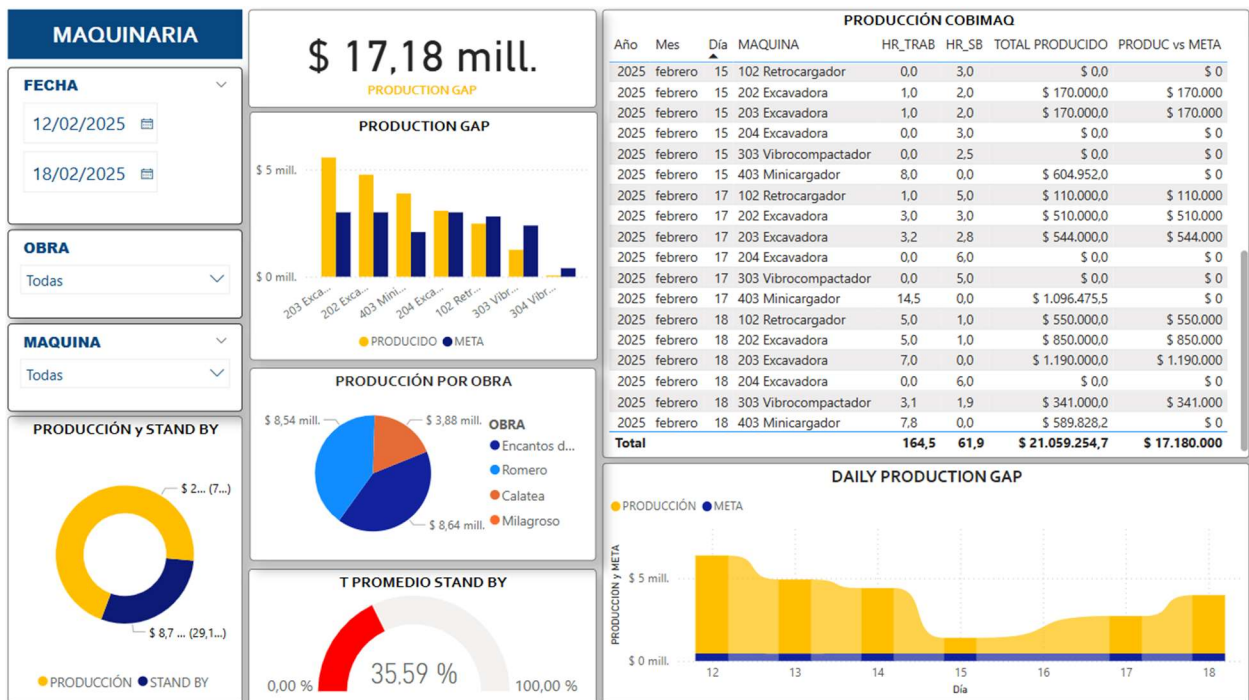
El Dashboard desarrollado integra dos tableros principales que consolidan y analizan la información de producción de **maquinaria y volquetas**. Estos tableros permiten un monitoreo eficiente del desempeño operativo y financiero de estos equipos utilizados en la empresa. La estructura de estos se ha diseñado para facilitar la toma de decisiones estratégicas basadas en datos en tiempo real de manera visual e interactiva.

#### - **Dashboard de Maquinaria**

Este tablero consolida la información de producción de maquinaria, tiempo en operación y tiempo en Stand by, permitiendo evaluar la eficiencia del uso de los equipos y su impacto en la producción. Dentro de los elementos clave de este tablero se encuentra:

1. **Filtros dinámicos:** Se incluyen selectores para:
  - Fecha: Permite filtrar el período que se requiera analizar.
  - Obra: Facilita el análisis específico por cada proyecto en ejecución o ya ejecutado.
  - Máquina: Permite visualizar el desempeño individual de cada equipo.
2. **Indicador principal de Producción vs Objetivo:** Muestra el total de producción alcanzada en valor monetario (Millones de pesos) comparado con la meta establecida.
3. **Gráficos de Producción vs Meta:** Representa visualmente la comparación entre la producción real y la meta establecida para cada tipo de maquinaria y otro de manera más general en la empresa donde se observan las fluctuaciones diarias.
4. **Distribución de Producción por Obra:** Gráfico que ilustra la distribución de la producción entre las diferentes obras en ejecución.

5. **Indicador de Producción y Stand by:** Representa la cantidad de producción frente a los tiempos de inactividad de la maquinaria.
6. **Tasa Promedio de Stand by:** Indicador porcentual que refleja el tiempo promedio en que las máquinas han estado inactivas, permitiendo evaluar la eficiencia operativa y generar una alerta en caso de encontrar maquinaria que no se encuentre en óptimas condiciones de producción.
7. **Tabla de Producción por Maquinaria:** Lista detallada que muestra la producción por día, incluyendo el total producido y la desviación con respecto a la meta.



**Gráfico 6.3 Diseño de dashboard para maquinaria**

Fuente: Autoría propia

## - **Dashboard de Volquetas**

Este tablero permite un monitoreo detallado de los costos de materiales transportados, la producción de volquetas y el desempeño de los operadores.

1. **Filtros de selección:** Permiten visualizar datos según rango de fechas, obra, material y tipo de movimiento.
2. **Indicador de Costo del Material:** Refleja el valor total de los materiales transportados, permitiendo monitorear el impacto en costos operativos.
3. **Gráfico de Costo del Material:** Representa los costos de diferentes materiales transportados, facilitando la comparación entre ellos.
4. **Gráfico de Cantidad de Material Compacto:** muestra la proporción de cada tipo de material transportado en función de su volumen.
5. **Indicador de Producción de Volquetas:** Muestra el valor total de producción alcanzada en valor monetario (Millones de pesos) comparado con la meta establecida.
6. **Indicador de % de Producción:** Permite visualizar la producción respecto a la meta en términos porcentuales.
7. **Tabla de Producción de Volquetas:** Presenta un desglose por placa, día y volumen de material transportado, comparando la meta con la producción real y mostrando desviaciones.
8. **Tabla de Comisión de Volqueteros:** Registra el desempeño de los operadores en términos de transporte realizado y comisiones diarias.

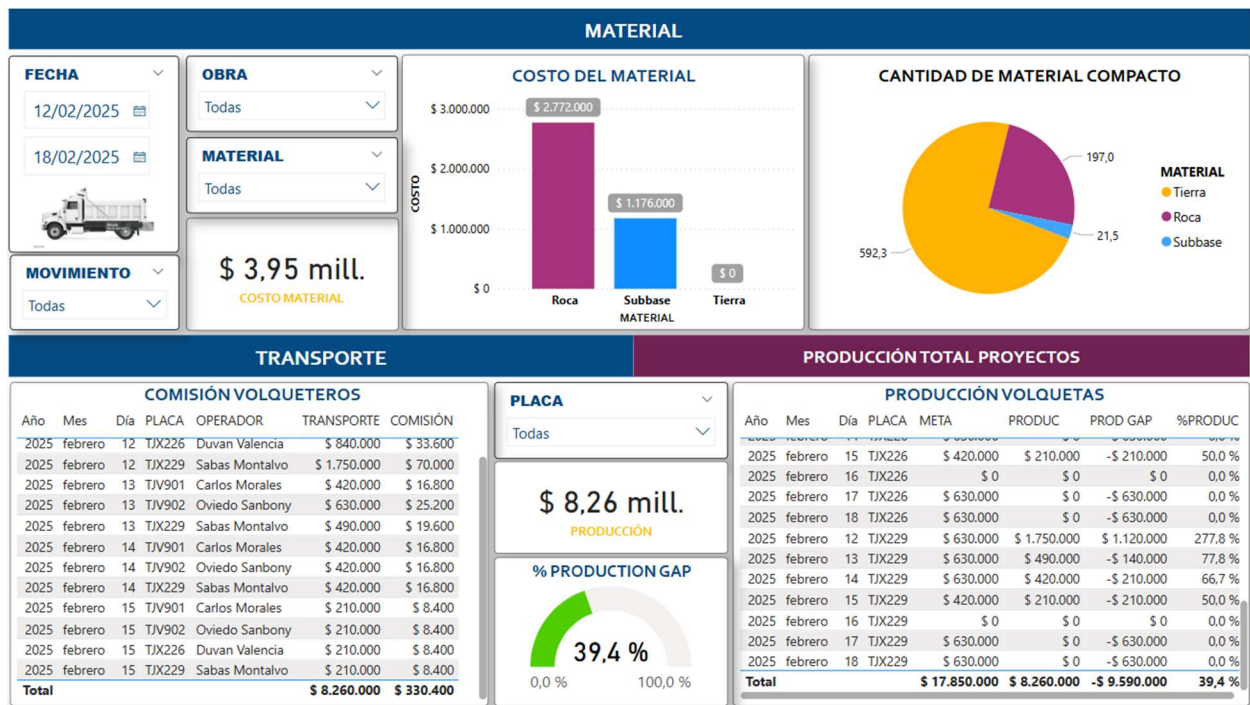


Gráfico 6.4 Diseño de dashboard para volquetas

Fuente: Autoría propia

## 6.2.6. Reporting Process o Proceso de reportería

El proceso de reportería consiste en la generación de informes estratégicos que resumen los indicadores más importantes de la operación de la empresa. Es importante programar los reportes y establecer la periodicidad de su retroalimentación, ya sea diario, semanal o mensual según las necesidades de la empresa. Este proceso es especialmente útil para monitorear los indicadores operativos, respaldar decisiones estratégicas y optimizar los tiempos de análisis manual que se presentaban anteriormente en la empresa.

Estos reportes se caracterizan por integrar visualmente la información operativa y financiera, por estar disponibles en tiempo real, servir como soporte documental para informes gerenciales y para tomar acciones correctivas en caso de ser necesario.

Para este caso de estudio se plantea realizar la **revisión diaria** de los dashboard para lograr un control más exhaustivo donde se revisarán puntualmente los indicadores de la producción de los

recursos como el tiempo de Stand By de las máquinas y porcentaje de producción de las volquetas. Adicional a esto, **semanalmente** se realizará la entrega de un informe formal para hacer seguimiento y retroalimentación del estado de las obras y recursos.

### **6.2.7. Retroalimentación con responsables de Gestión de Datos**

Se realizó una reunión con los responsables de la gestión de datos y toma de decisiones dentro de la empresa, específicamente con la auxiliar de costos, la residente de obra y el gerente general, para revisar la viabilidad de la implementación de la propuesta mejorada, donde se discutieron ajustes finales en la estructura de datos y se validaron los KPIs propuestos.

Esta propuesta mejorada establece una base sólida para la optimización de la gestión de datos dentro de la empresa, permitiendo una toma de decisiones más ágil y fundamentada. La implementación de herramientas de BI y el seguimiento de KPIs facilitarán el control operativo y financiero de los proyectos, asegurando mayor eficiencia y rentabilidad.

Esta fase se alinea directamente con el objetivo general de esta tesis, al proponer un sistema que busca optimizar el uso de datos y mejorar la productividad en la gestión de los proyectos. Los beneficios de esta implementación se evidenciarán posteriormente en el proyecto piloto, donde se observarán tanto mejoras en el proceso de reportes como en el control de producción y eficiencia operativa.

### **6.3. FASE 3: PROYECTO PILOTO CON IMPLEMENTACIÓN DE BI**

En esta tercera fase se procedió a desarrollar e implementar la propuesta de Business Intelligence adaptada a las condiciones reales de un proyecto de construcción. Esta implementación se llevó a cabo en una obra piloto ubicada en la ciudad de Buga, la cual tuvo como fecha de inicio el 19 de febrero de 2025. Esta obra fue elegida por dos razones principales, primero, por su fecha de inicio, lo que permitió realizar un seguimiento integral desde la etapa inicial y segundo, por su ubicación fuera de la ciudad sede de la empresa, lo que genera la necesidad de implementar un control más riguroso en cuanto al avance de obra y de la producción de los recursos.

El alcance de este proyecto contempló el movimiento de tierras de aproximadamente 10.700 m<sup>3</sup> de tierra para la conformación de la excavación de un sótano y 3 terrazas, donde se utilizó una excavadora de oruga, un vibrocompactador y aproximadamente 5 volquetas como recursos principales.

#### **6.3.1. Diagnóstico inicial: Información previa a la implementación**

Antes de iniciar esta implementación, se analizaron los reportes realizados durante las 3 semanas previas para conocer el estado actual de reportería y producción de maquinaria y volquetas. Como se expuso anteriormente, los reportes se realizaban manualmente creando nuevas tablas a partir de las bases de datos actualizadas diariamente.

Durante la revisión se identificaron varias limitaciones en los reportes manuales que impactaban negativamente la eficiencia del proceso, entre ellas:

- Alto consumo de tiempo en la consolidación y análisis de datos diarios.
- Dificultad en la interpretación de datos por la falta de visualización gráfica.
- Riesgo de errores por digitación y cálculos manuales.
- Información dispersa en múltiples tablas sin integración de los recursos.
- Dificultad en el análisis de producción específicamente para las volquetas.

- Reportes semana del 27 al 31 de enero de 2025

*Tabla 6.6 Reporte producción de maquinaria (enero 27 a 31)*

SEMANA DEL 27 enero 2 Febrero	OBRA	MAQUINA	OPERADOR	HR_SB	HR_TRAB_REAL	HR_OBJ	PRECIO MQ	TOTAL PRODUCIDO	OBJ SEMANA	DIF_PRODUC_OBJ
Enero	Encanto del Valle	102 Retrocargador	Luis Angel	2	42,5	4,257	\$ 110.000	\$ 4.675.000	\$ 3.278.089	\$ 1.396.911
Enero	Encanto del Valle	202 Excavadora	Oscar Garcés	20	22	2,943	\$ 170,000	\$ 3.740,000	\$ 3.001.791	\$ 738.209
Enero	Encanto del Valle	203 Excavadora	Primitivo Cortes	2,7	46,7	2,943	\$ 170,000	\$ 7.939,000	\$ 3.502.089	\$ 3.494.150
Enero	Romero	204 Excavadora	Omar Cantillo		43,7	2,943	\$ 170,000	\$ 7.429,000	\$ 3.001.791	\$ 2.994.362
Enero	Romero	303 Vibrocompactador	Jose Duvan	12,9	4,6	3,617	\$ 110.000	\$ 506.000	\$ 1.591.419	-\$ 1.085.419
Enero	Encanto del Valle	304 Vibrocompactador	Jose Duvan	17,8	7,2	3,617	\$ 110.000	\$ 792.000	\$ 1.989.274	-\$ 1.197.274
Enero	Encanto del Valle	403 Minicargador	Costantino Cartagena	21,4	11,6	4,5887	\$ 75.619	\$ 877.180	\$ 2.081.962	-\$ 1.204.782
			<b>TOTAL</b>	<b>76,8</b>	<b>178,3</b>					

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

Aquí se reporta el GAP de producción de cada máquina resaltando con un formato condicional los que están mostrando resultados negativos, también muestra el acumulado de horas trabajadas y horas stand by.

*Tabla 6.7 Reporte de viajes realizados por volquetas (enero 27 a 31)*

FECHA	VOLQUETAS			
	Duvan Valencia	Bryan Muñoz	Carlos Morales	Sabas Montalvo
	TJX226	TJX224	TJV901	TJX229
29-ene	8	7	6	5
30-ene	6	2	6	2
31-ene	5	5	5	5
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>107</b>	<b>127</b>	<b>43</b>

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

En esta tabla se reportan los viajes diarios realizados por cada volqueta y en la fila inferior muestra el acumulado del mes, donde es **complejo interpretar si se está generando una producción optima** debido a que no se conoce de primera instancia el valor del transporte de cada viaje ni la meta diaria, para lo cual se debería ingresar directamente en la base de datos y revisar uno a uno los viajes y su valor de producción respecto al costo.

**Tabla 6.8 Producción de maquinaria por horas (enero 27 a 31)**

FECHA	COBIMAQ						
	102 RETROCARGADOR	202 EXCAVADORA	203 EXCAVADORA	204 EXCAVADORA	304 VIBRO	403 MINICARGADOR	303 VIBRO
	LUIS ANGEL	OSCAR	PRIMITIVO CORTES	OMAR CANTILLO	DUVAN	CARTAGENA	DUVAN
21-ene	5H	3H	6,2H	7,9H	1H	2,8H	
22-ene	7H	0H	5,7H	5,8H	1,2H	1,4H	
23-ene	5H	1H	6H	7,5H	1H	0H	
24-ene	6,5H	0H	7,2H	7,5	1H	1,2	
25-ene	3H	0H	1,9H	2,8H	0H	PERMISO	
27-ene	4H	0H	7,1H	7,3H	2H	0H	
28-ene	6,5H	0H	7,1H	7,6H	2,2H	0H	20 Minutos
29-ene	6,5H	2H	8,7H	7,1H		1,8H	30 Minutos
30-ene	6,5H	5H	3,3H	8,5H		4H	
31-ene	6H	6H	7H	8H	2H	4,5H	
1-feb	7H	6H	7,2H	5,2H		1,3H	2H
2-feb	6H		6,5H				

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

Este reporte se realizaba diariamente para conocer la actividad de cada máquina. Sin embargo, la visualización era ineficiente y su análisis era complicado.

**- Reportes semana del 3 al 8 de febrero**

**Tabla 6.9 Reporte producción de maquinaria (febrero 3 a 8)**

SEMANA DEL 3 al 8 Febrero	OBRA	MAQUINA	OPERADOR	HR_SB	HR_TRAB_R EAL	HR_OBJ	PRECIO MQ	TOTAL PRODUCIDO	OBJ SEMANA	DIF_PRODUC_OBJ
Febrero	Encanto del Valle	102 Retrocargador	Luis Angel	8,4	25,5	4,257	\$ 110.000	\$ 2.805.000	\$ 2.809.790	-\$ 4.790
Febrero	Encanto del Valle	202 Excavadora	Oscar Garcés	4	31	2,943	\$ 170,000	\$ 5.270,000	\$ 3.001.791	\$ 2.268.209
Febrero	Encanto del Valle	203 Excavadora	Primitivo Cortes	1	35,6	2,943	\$ 170,000	\$ 6.052,000	\$ 3.001.791	\$ 3.050.209
Febrero	Romero	204 Excavadora	Omar Cantillo	0	46	2,943	\$ 170,000	\$ 7.820,000	\$ 3.001.791	\$ 4.818.209
Febrero	Romero	303 Vibrocompactador	Jose Duvan	15,3	12,2	3,617	\$ 110.000	\$ 1.342.000	\$ 2.387.129	-\$ 1.045.129
Febrero	Encanto del Valle	304 Vibrocompactador	Jose Duvan	22,9	4,6	3,617	\$ 110.000	\$ 506.000	\$ 2.387.129	-\$ 1.881.129
Febrero	Encanto del Valle	403 Minicargador	Costantino Cartagena	0,5	41,7	4,5887	\$ 75.619	\$ 3.153.312	\$ 2.081.962	\$ 1.071.035

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**Tabla 6.10 Producción de maquinaria por horas (febrero 3 a 8)**

FECHA	COBIMAQ						
	102 RETROCARGADOR LUIS ANGEL	202 EXCAVADORA OSCAR	203 EXCAVADORA PRIMITIVO CORTES	204 EXCAVADORA OMAR CANTILLO	304 VIBRO DUVAN	403 MINICARGADOR CARTAGENA	303 VIBRO DUVAN
1-feb	7H	6H	7,2H	5,2H		1,3H	2H
2-feb	6H	3H	6,5H				
3-feb	3,5H	5H	7,3H	8,4H	1,3H	5,5H	1,8H
4-feb	6H	7H	5H	8,7H	0H	7,3H	3,2H
5-feb	6,5H	7H	7,4H	8,3H	1,7H	12,4H	1,6H
6-feb	3,1H	6H	6,4H	8,7H	1H	6,9H	1,7H
7-feb	6,4H	4H	6,2H	7,5H	0,4H	6H	1,4H
8-feb	0H	2H	3,3H	4,4H	0,5H	3,6H	2,5H

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**Tabla 6.11 Reporte de viajes realizados por volquetas (febrero 3 a 8)**

FECHA	VOLQUETAS				
	Duvan Valencia	Bryan Muñoz	Carlos Morales	Sabas Montalvo	Oviedo Sanvony
	TJX226	TJX224	TJV901	TJX229	TJV902
1-feb	4	4	2	4	
3-feb	6	6	7	7	
4-feb	5	5	9	9	
5-feb	5	5	5	5	5
6-feb		4	6	6	6
7-feb			4	4	4
8-feb	4		2	4	4
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>19</b>

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

- Reportes semana del 10 al 15 de febrero

**Tabla 6.12 Reporte producción de maquinaria (febrero 10 al 15)**

SEMANA DEL 10 al 15 Febrero	OBRA	MAQUINA	OPERADOR	HR_SB	HR_TRAB_REAL	HR_OBJ	PRECIO MQ	TOTAL PRODUCIDO	OBJ SEMANA	DIF_PRODUC_OBJ
Febrero	Encanto del Valle	102 Retrocargador	Luis Angel	4,5	30	4,257	\$ 110.000	\$ 3.300.000	\$ 2.809.790	\$ 490.210
Febrero	Encanto del Valle	202 Excavadora	Oscar Garcés	5	31	2,943	\$ 170,000	\$ 5.270,000	\$ 3.001.791	\$ 2.268.209
Febrero	Encanto del Valle	203 Excavadora	Primitivo Cortes	2	37,3	2,943	\$ 170,000	\$ 6.341,000	\$ 3.001.791	\$ 3.339.209
Febrero	Romero	204 Excavadora	Omar Cantillo	7	34	2,943	\$ 170,000	\$ 5.780,000	\$ 3.001.791	\$ 2.778.209
Febrero	Romero	303 Vibrocompactador	Jose Duvan	16,6	10,9	3,617	\$ 110.000	\$ 1.199.000	\$ 2.387.129	-\$ 1.188.109
Febrero	Encanto del Valle	304 Vibrocompactador	Jose Duvan	9,5	0,5	3,617	\$ 110.000	\$ 55.000	\$ 795.710	-\$ 740.710
Febrero	Encanto del Valle	403 Minicargador	Costantino Cartagena	2,1	39,6	4,5887	\$ 75.619	\$ 2.994.512	\$ 2.081.962	\$ 912.550,00
			<b>TOTAL</b>	<b>46,7</b>	<b>183,3</b>					

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**Tabla 6.13 Reporte de viajes realizados por volquetas (febrero 10 al 15)**

FECHA	VOLQUETAS				
	Duvan Valencia	Bryan Muñoz	Carlos Morales	Sabas Montalvo	Oviedo Sanvony
	TJX226	TJX224	TJV901	TJX229	TJV902
1-feb	4	4	2	4	
3-feb	6	6	7	7	
4-feb	5	5	9	9	
5-feb	5	5	5	5	5
6-feb		4	6	6	6
7-feb			4	4	4
8-feb	4		2	4	4
10-feb	4		3	4	4
11-feb	3		4	3	3
12-feb	10		8	23	15
13-feb			2	3	5
14-feb			2	2	2
15-feb	1		1	1	1
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>55</b>	<b>75</b>	<b>49</b>

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

**Tabla 6.14 Producción de maquinaria por horas (febrero 10 al 15)**

FECHA	COBIMAQ						
	102 RETROCARGADOR	202 EXCAVADORA	203 EXCAVADORA	204 EXCAVADORA	304 VIBRO	403 MINICARGADOR	303 VIBRO
	LUIS ANGEL	OSCAR	PRIMITIVO CORTES	OMAR CANTILLO	DUVAN	CARTAGENA	DUVAN
<b>1-feb</b>	7H	6H	7,2H	5,2H		1,3H	2H
<b>2-feb</b>	6H	3H	6,5H				
<b>3-feb</b>	3,5H	5H	7,3H	8,4H	1,3H	5,5H	1,8H
<b>4-feb</b>	6H	7H	5H	8,7H	0H	7,3H	3,2H
<b>5-feb</b>	6,5H	7H	7,4H	8,3H	1,7H	12,4H	1,6H
<b>6-feb</b>	3,1H	6H	6,4H	8,7H	1H	6,9H	1,7H
<b>7-feb</b>	6,4H	4H	6,2H	7,5H	0,4H	6H	1,4H
<b>8-feb</b>	0H	2H	3,3H	4,4H	0,5H	3,6H	2,5H
<b>10-feb</b>	6,5H	4H	7,6H	7,8H	1,2H	6,7	0H
<b>11-feb</b>	7H	7H	7,2H	8,1H	0H	3,9H	1,4H
<b>12-feb</b>	6H	8H	9H	9,7H	0H	8H	2H
<b>13-feb</b>	6H	5H	6,2H	6,4H	0,5	6,5H	2,5H
<b>14-feb</b>	4,5H	6H	6,3H	2H	0H	6,5H	4,8H
<b>15-feb</b>	0H	1H	1H	0H	0H	8H	0H

Fuente: Bases de Datos COBICIVIL

### 6.3.2. Implementación de la propuesta de BI

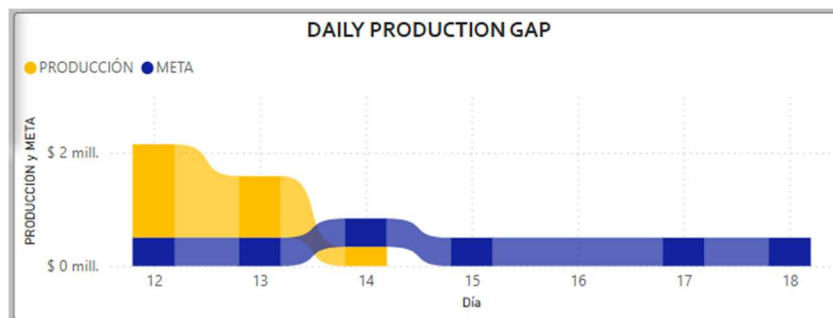
La implementación de este proyecto piloto inició el 19 de febrero de 2025, donde diariamente era actualizada la base de datos junto con los Dashboard en Power BI obteniendo en tiempo real los indicadores necesarios para el control y gestión de los recursos, permitiendo un análisis más rápido de los datos digitados. Adicional a esto, como se especificó para la etapa de reportería (Reporting Process), cada semana se realizó un informe para analizar la producción en la obra piloto.

Inicialmente se revisó la semana anterior a la implementación donde se observó que, en cuanto a las volquetas, solo estaban operativas aproximadamente 3 de estas generando una producción solo del 45.2% con una variación negativa respecto a la meta de producción, por lo cual era necesario tomar medidas correctivas.

Para la primera semana de la implementación, 4 volquetas fueron habilitadas generando una producción del 102.2%, aumentando considerablemente en la segunda semana hasta 126.7% y finalmente en la tercera semana se continuó con una producción positiva.

En cuanto a la maquinaria se definió el traslado de la máquina Excavadora 204 debido a que estaba generando una disminución progresiva en su producción como se muestra en el gráfico a continuación. Esta decisión refuerza el valor de esta implementación al poder tomar decisiones estratégicas basadas en datos.

Adicional, se analizan el total de máquinas en las diferentes obras para lograr una implementación más efectiva debido a que para este proyecto en Buga se solicitó un mínimo de maquinaria.



**Gráfico 6.5 Producción Excavadora 204 semana antes del traslado**

Fuente: Autoría propia



*Imagen 6.1 Ejecución sótano proyecto piloto en la ciudad de Buga*

Fuente: Autoría propia



*Imagen 6.2 Ejecución terraza proyecto piloto en la ciudad de Buga*

Fuente: Autoría propia

### 6.3.2.1. Dashboard Volquetas

#### Semana 1: febrero 19 al 25 de 2025

Para esta semana se logró poner operativa la cuarta volqueta para poder aumentar la producción. Sin embargo, para el primer día no se logró alcanzar el 100% de la producción por lo cual se toma acción para poder cubrir los costos de la volqueta faltante, logrando llegar al 102.2% para la semana 1.

Tabla 6.15 Seguimiento diario de porcentaje de producción Volquetas (Semana 1)

SEMANA 1						
DIA	19 feb 2025	20 feb 2025	21 feb 2025	22 feb 2025	24 feb 2025	25 feb 2025
% PRODUCCION GAP	86,0 %	104,4 %	71,1 %	133,3 %	108,9 %	109,3 %
OBS	Se repara la 4ta volqueta	Se aumenta la jornada para lograr una mayor cantidad de viajes	No se logra el objetivo debido a lluvia en la mañana	Se extiende la jornada del sábado para cubrir la meta	Se logra alcanzar la meta diaria aun con la ausencia de la 5ta volqueta	Se mantiene la producción

Fuente: Autoría propia

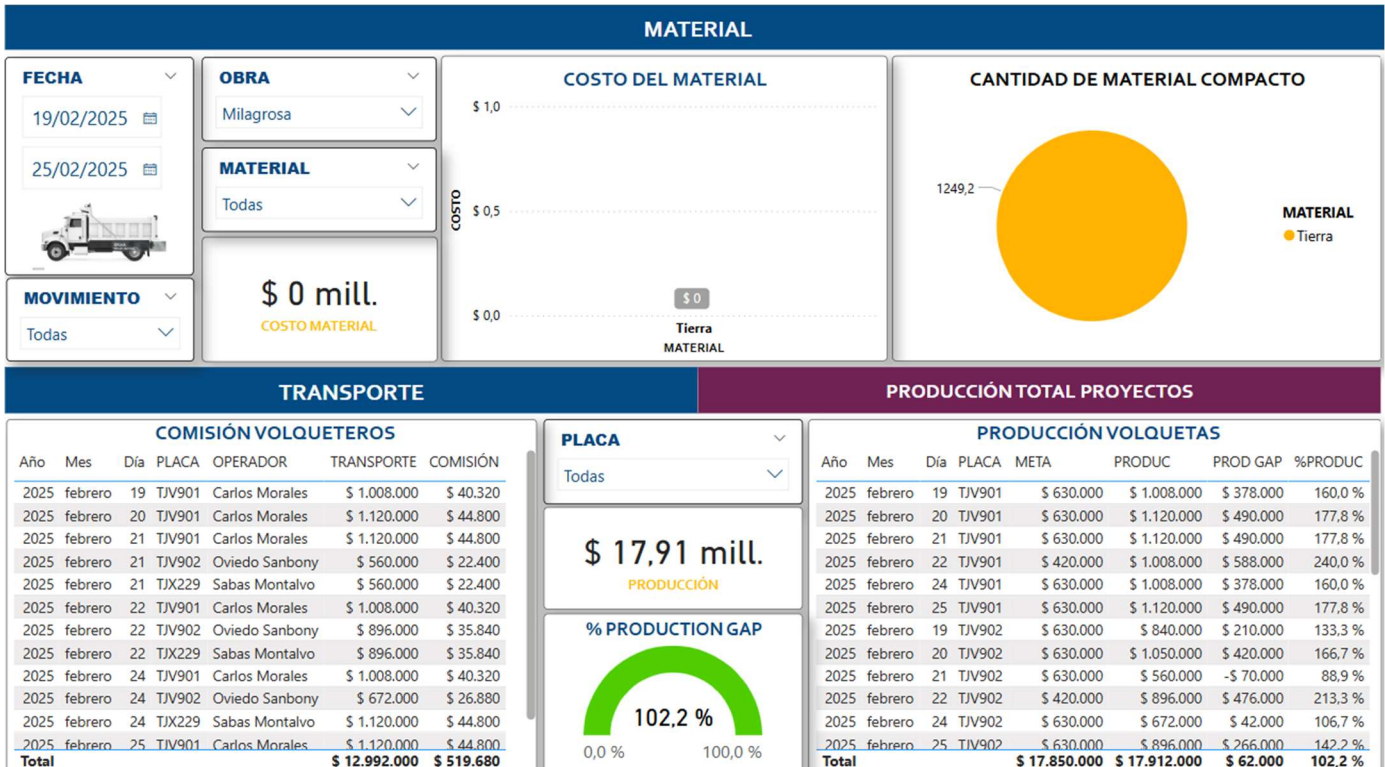








Gráfico 6.6 Dashboard volquetas - semana 1. Fuente: Autoría propia

## Semana 2: febrero 26 a marzo 04 de 2025

A partir de la primera semana se logra un aumento de comisiones para los volqueteros lo que motiva al aumento de producción en obra. Para esta semana se destaca la importancia de la reparación de la quinta volqueta, sin embargo, se logra cubrir la producción objetivo, logrando para el día 04 de marzo una producción total de la semana de 126.7% y aumentando el valor de comisiones de \$519.000 a \$897.120

Tabla 6.16 Seguimiento diario de porcentaje de producción (Semana 2)

SEMANA 2						
DIA	26 feb 2025	27 feb 2025	28 feb 2025	1 mar 2025	3 mar 2025	4 mar 2025
% PRODUCCION GAP	 135,1 %	 49,8 %	 149,3 %	 144,0 %	 136,0 %	 145,8 %
OBS	Sigue pendiente la reparación de la 5ta volqueta. Sin embargo, se cubre la producción de estas aumentando la jornada	Se presentan lluvias desde el medio día por lo cual no se cumple el objetivo	Se logra cubrir el faltante de producción del día anterior	Se mantiene el GAP de producción positivo		

Fuente: Autoría propia

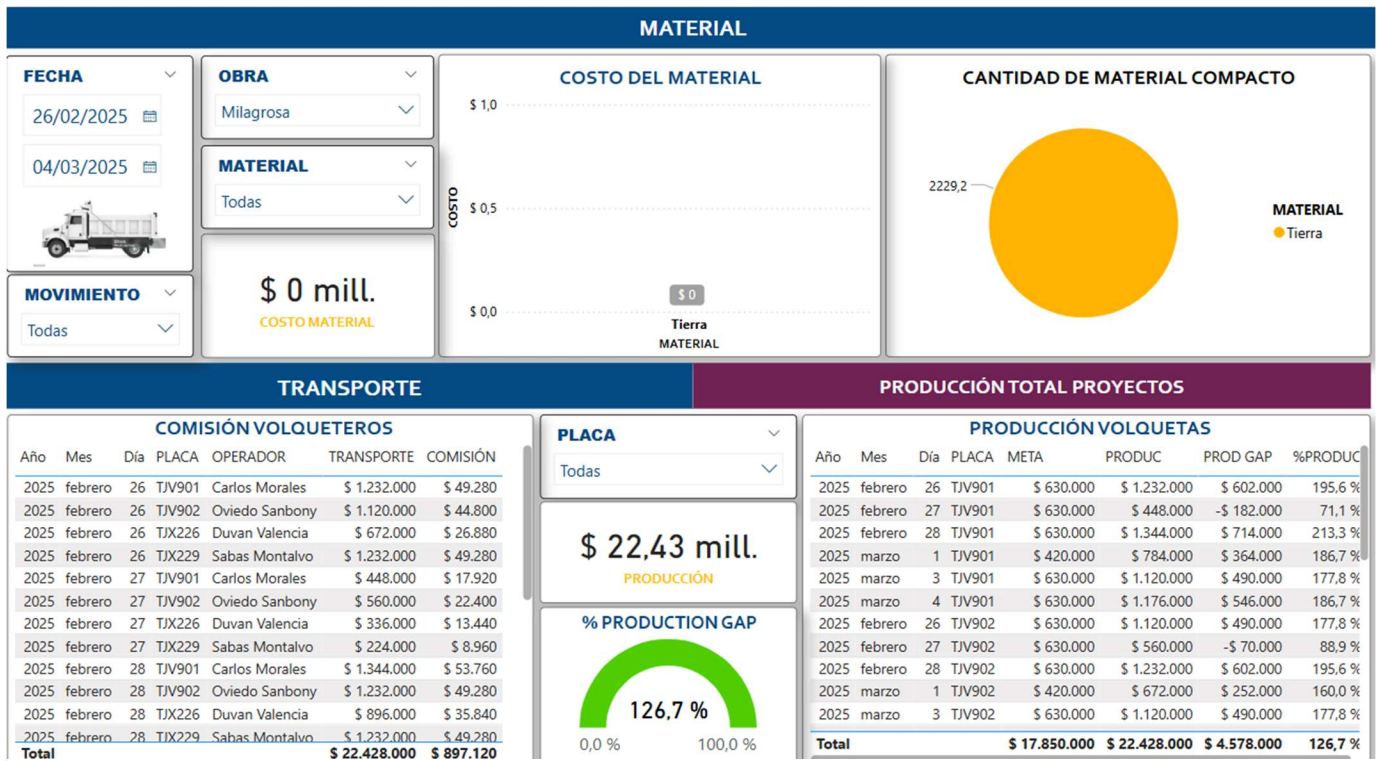








Gráfico 6.7 Dashboard volqueteros - Semana 2. Fuente: Autoría propia

### Semana 3: marzo 05 a 11 de 2025

Para la última semana de implementación en el proyecto piloto, se realizó el mismo seguimiento y control de los días anteriores logrando efectividad en la ejecución llegando a una producción de 122.8% para la semana 3.

Tabla 6.17 Seguimiento diario de porcentaje de producción (Semana 3)

SEMANA 3						
DIA	5 mar 2025	6 mar 2025	7 mar 2025	8 mar 2025	10 mar 2025	11 mar 2025
% PRODUC	 142.2 % 0,0 % 100,0 %	 103.1 % 0,0 % 100,0 %	 128.9 % 0,0 % 100,0 %	 128.0 % 0,0 % 100,0 %	 100.0 % 0,0 % 100,0 %	 134.7 % 0,0 % 100,0 %
OBS	Las 4 volquetas logran superar la meta	Las 4ta volquetas cumplen con el objetivo	Se analiza que una de las volquetas no alcanzo la meta del día y se realiza la retroalimentación	Se logra una producción exitosa con 3 volquetas. Se verifica que la 4ta volqueta quede operativa otra vez	En el transcurso del día se repara la 4ta volqueta	Cada una logra superar la meta de producción

Fuente: Autoría propia

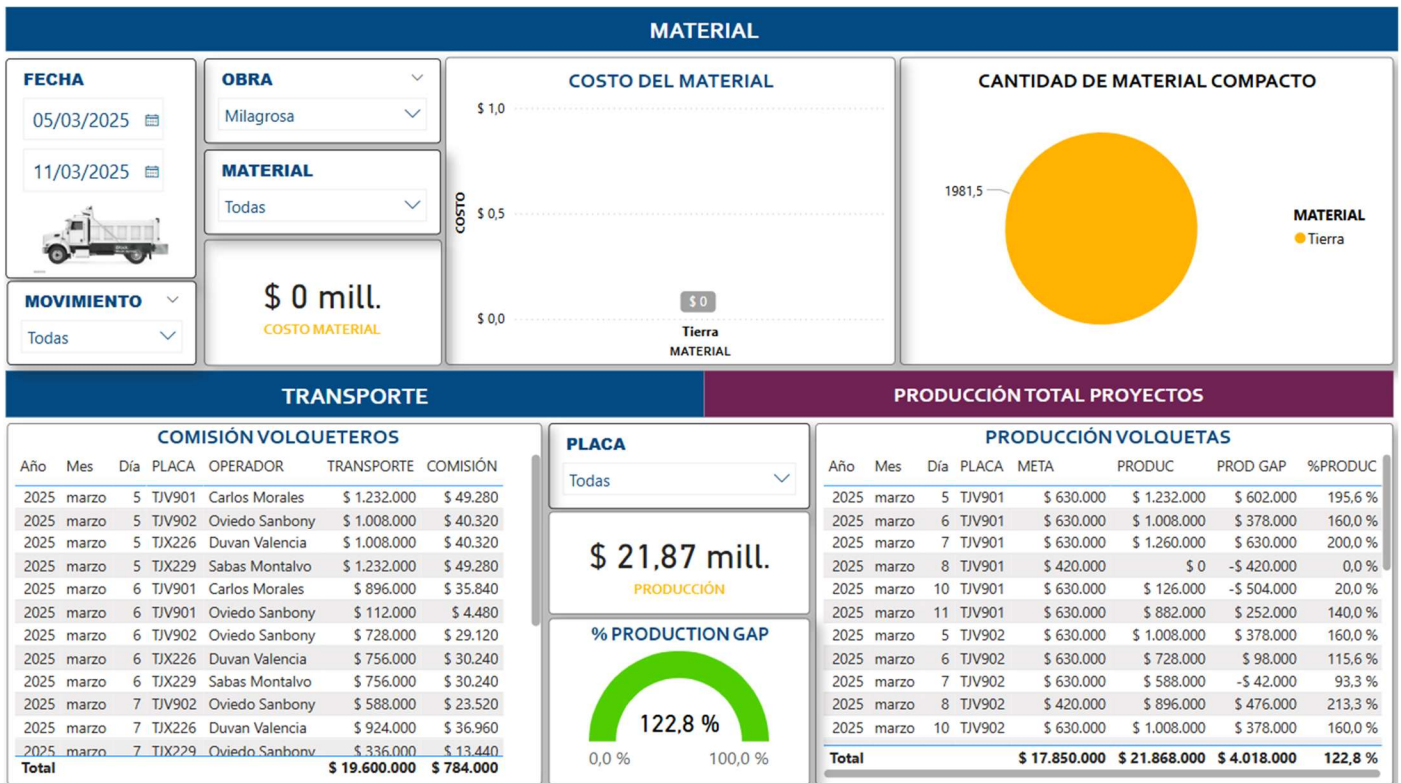
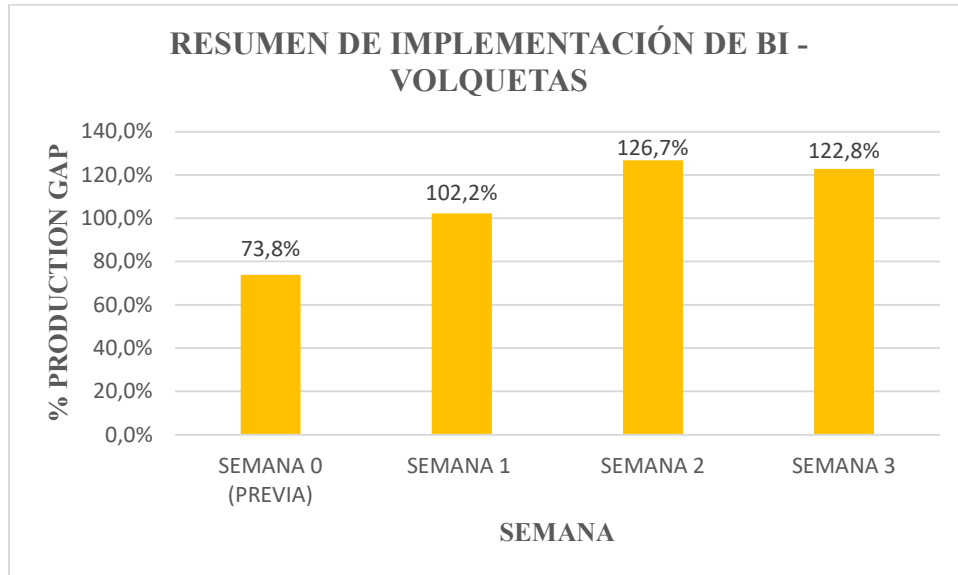


Gráfico 6.8 Dashboard volquetas – Semana 3. Fuente: Autoría propia

A continuación, se presenta el gráfico que muestra de forma resumida el impacto de la implementación de BI sobre el porcentaje de producción de las volquetas, incluyendo la semana previa la cual se nombra como Semana 0.



**Gráfico 6.9 Resumen de implementación de BI - Volquetas**

Fuente: Autoría propia

### 6.3.2.2. Dashboard Maquinaria

#### Semana 1: febrero 19 al 25 de 2025

Para la producción de maquinaria se analiza cada una de estas durante cada día de la semana obteniendo una producción exitosa.

- Retrocargador 102: Presentó una disminución en su producción debido a una falla en los gatos hidráulicos, por lo que al final de la semana se acordó suspender las actividades y se envió al taller para realizar mantenimiento correctivo.
- Excavadora 202: Durante la semana disminuyó la producción debido a que estaba finalizando sus actividades en la obra en la que se encontraba. Sin embargo, cumplió y superó la producción objetivo.
- Excavadora 204: Se realizó el traslado a la obra piloto teniendo como resultado una producción exitosa.

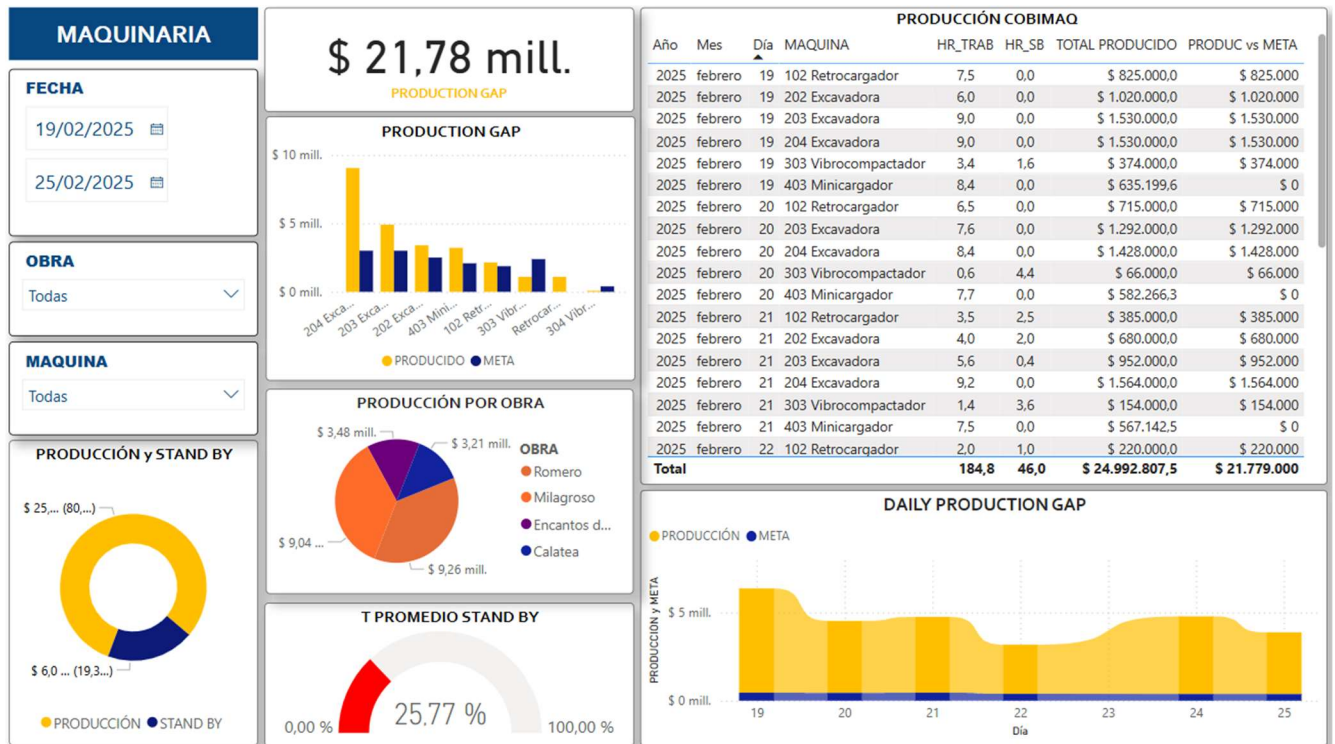
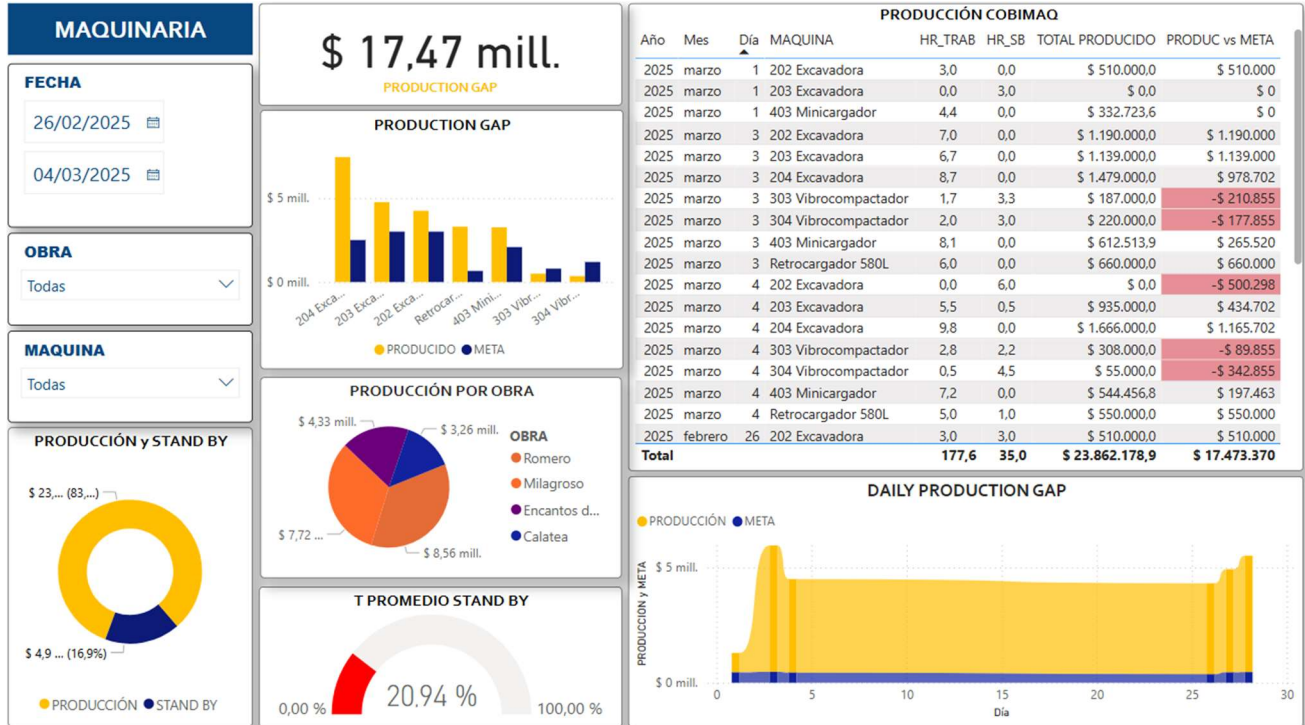


Gráfico 6.10 Dashboard Maquinaria – semana 1

Fuente: Autoría propia

## Semana 2: febrero 16 a marzo 04 de 2025

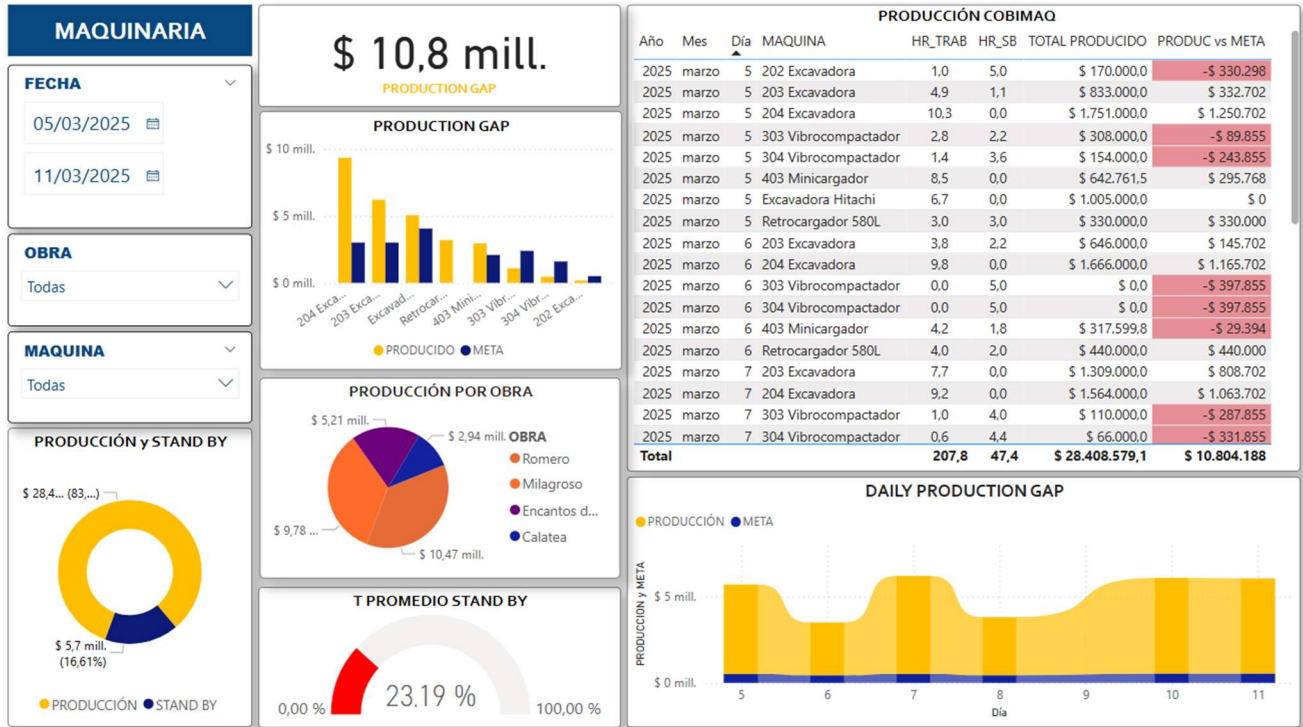
En esta segunda semana de implementación se mantiene una producción exitosa donde para alguna de las maquinas se obtiene un total de cero horas de stand by.



**Gráfico 6.11 Dashboard Maquinaria – semana 2**

Fuente: Autoría propia

**Semana 3: marzo 05 a 11 de 2025**



**Gráfico 6.12 Dashboard Maquinaria – semana 3**

Fuente: Autoría propia

**6.3.3. Evaluación preliminar**

Tras la implementación del sistema de Business Intelligence en el proyecto piloto se logró consolidar de manera efectiva los datos operativos de los recursos principales para la ejecución del proyecto mediante dashboard interactivos **representando de manera clara y visual los KPI's** establecidos, eliminando los reportes manuales que consumían largas horas de trabajo y agilizando la toma de decisiones al tener la información precisa en tiempo real.

Gracias a la automatización del procesamiento de datos y a los filtros dinámicos, se redujo el tiempo invertido del personal que elabora los reportes, ahorrando aproximadamente 10 horas semanales, permitiendo enfocar esfuerzos en otras actividades importantes de su gestión

## 6.4. FASE 4: EVALUACIÓN FINAL Y AJUSTES

Luego de la implementación del sistema de Business Intelligence se realizó el análisis más profundo, tanto operativo como estratégico, monitoreando dos momentos según el diseño pre-post, es decir, antes y después de la implementación de BI, teniendo en cuenta las tres semanas previas (del 29 de enero al 18 de febrero de 2025) y las tres semanas de la implementación (19 de febrero al 12 de marzo de 2025).

### 6.4.1. Análisis de resultados con el sistema de BI – Producción de volquetas

Teniendo en cuenta los datos históricos cargados en el almacén de datos, se obtuvo un dashboard para la **etapa previa a la implementación** con el fin de realizar un mejor análisis contando con los indicadores establecidos para este estudio de caso.

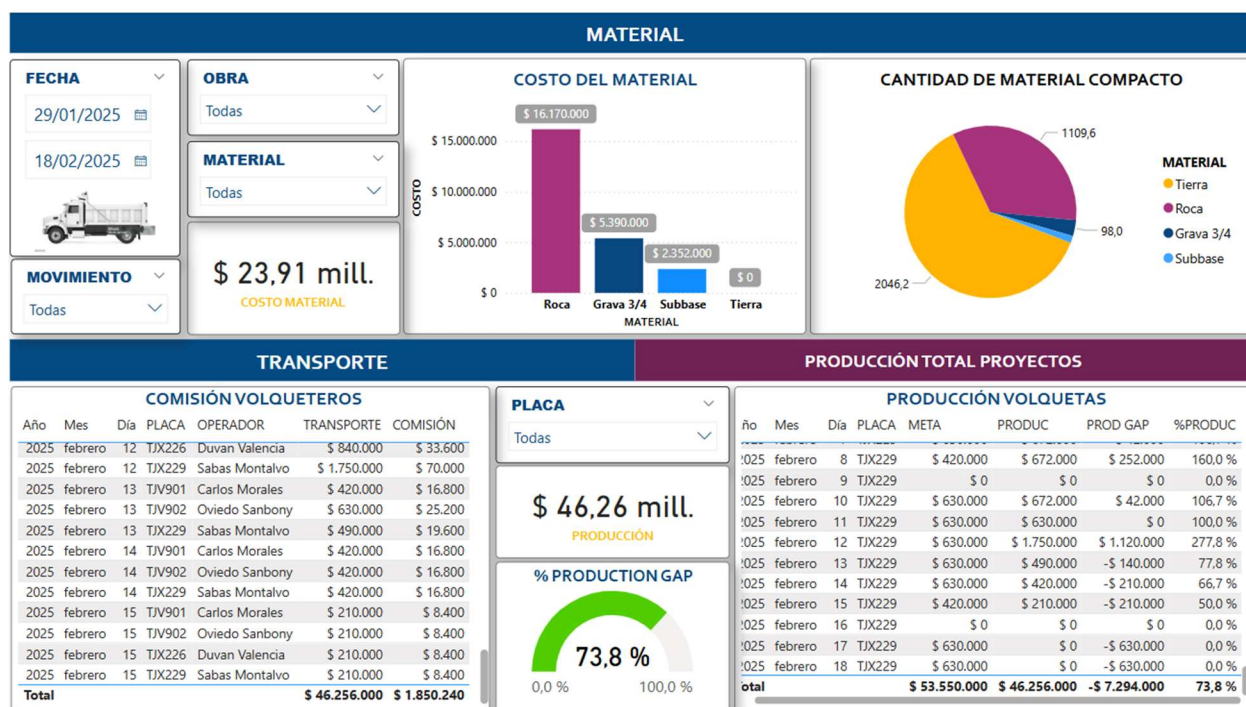
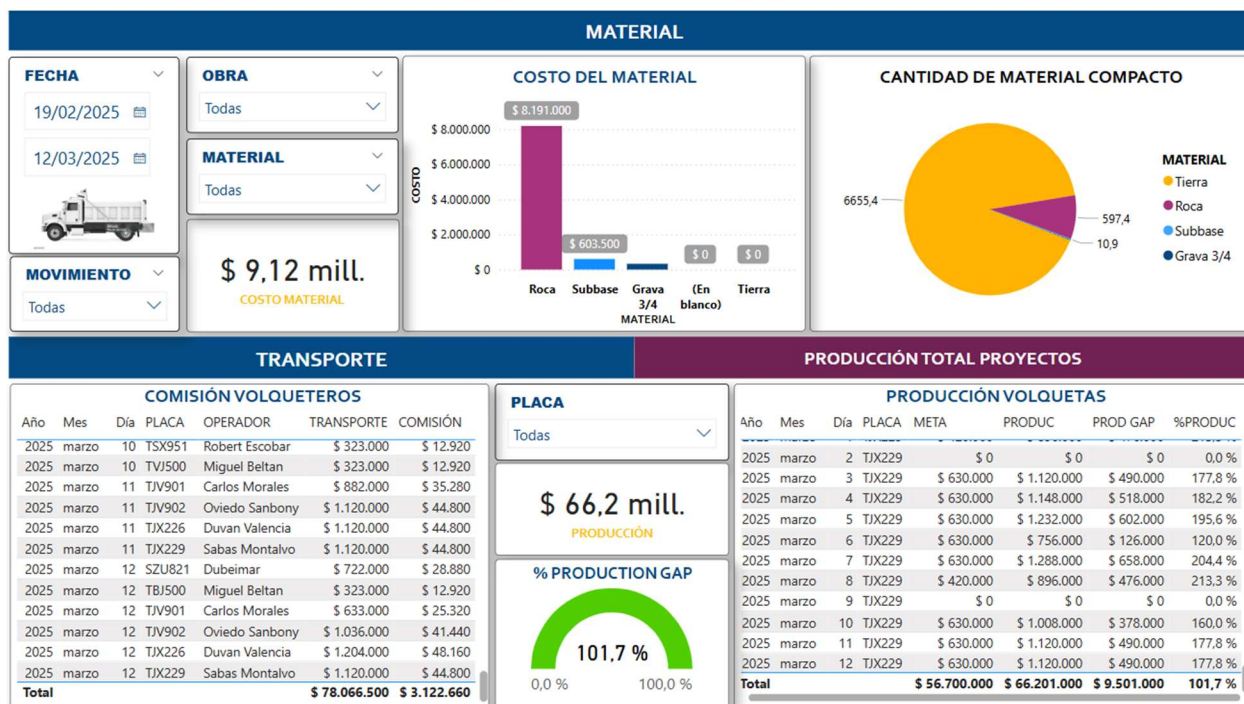


Gráfico 6.13 Producción de volquetas – etapa previa a la implementación

Fuente: Autoría propia

Seguido de esto se genera el Dashboard para visualizar el comportamiento **durante las 3 semanas de implementación** de la metodología BI para el tablero de volquetas.



**Gráfico 6.14 Producción de volquetas – etapa de implementación**

Fuente: Autoría propia

Con estos dos Tableros generados se realizó una tabla comparativa para una mejor interpretación de la implementación.

**Tabla 6.18 Impacto generado por la implementación de BI - Volquetas**

COMPARACIÓN ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BI - VOLQUETAS			
INDICADOR	ANTES DE BI	CON BI IMPLEMENTADO	VARIACIÓN
Producción total (COP)	\$46.256.000,00	\$66.201.000,00	143%
Meta de producción (COP)	\$53.550.000,00	\$56.700.000,00	106%
GAP de producción (COP)	-\$7.294.000,00	\$9.501.000,00	\$16.795.000
% cumplimiento de meta	73,80%	101,70%	138%
Comisión volqueteros	\$1.850.240,00	\$3.122.660,00	169%

Fuente: Autoría propia

Según esto, la producción **augmentó un 43%** lo que equivale aproximadamente a \$20'000.000, logrando superar la meta establecida, con un **101.7% de variación** respecto a la meta.

El sistema de BI permitió identificar la necesidad de habilitar las demás volquetas que estaban inoperativas para poder lograr acercarse a la meta de producción. Adicional se invirtió más tiempo en la supervisión de las rutas y viajes de cada volqueta para redistribuir cargas y mejorar la producción.

Finalmente, el incremento de la comisión de los volqueteros se justificó por la mayor eficiencia de la operación, reflejando una mayor producción durante estas semanas de implementación, lo cual incentivó al personal para aumentar su rendimiento diario.

#### 6.4.2. Análisis de resultados con el sistema de BI – Producción de maquinaria

En cuanto a la producción de maquinaria, se aplicó la misma comparación anterior, evaluando las semanas previas versus las tres semanas posteriores a la implementación.

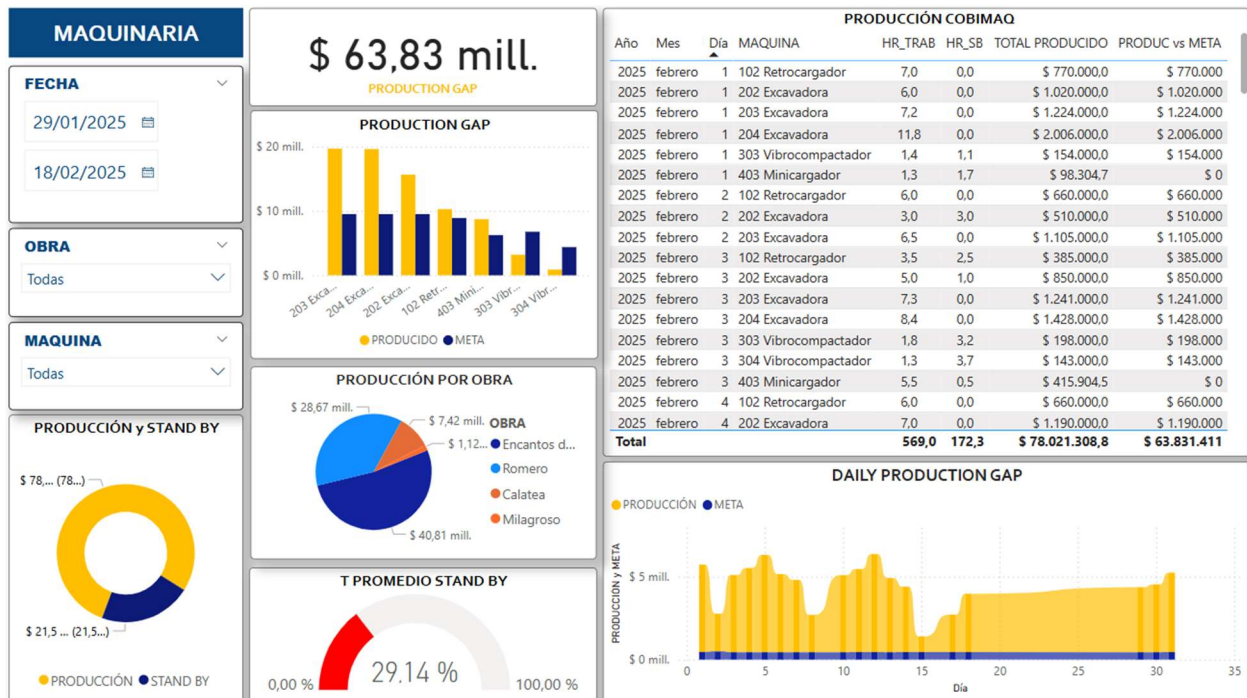
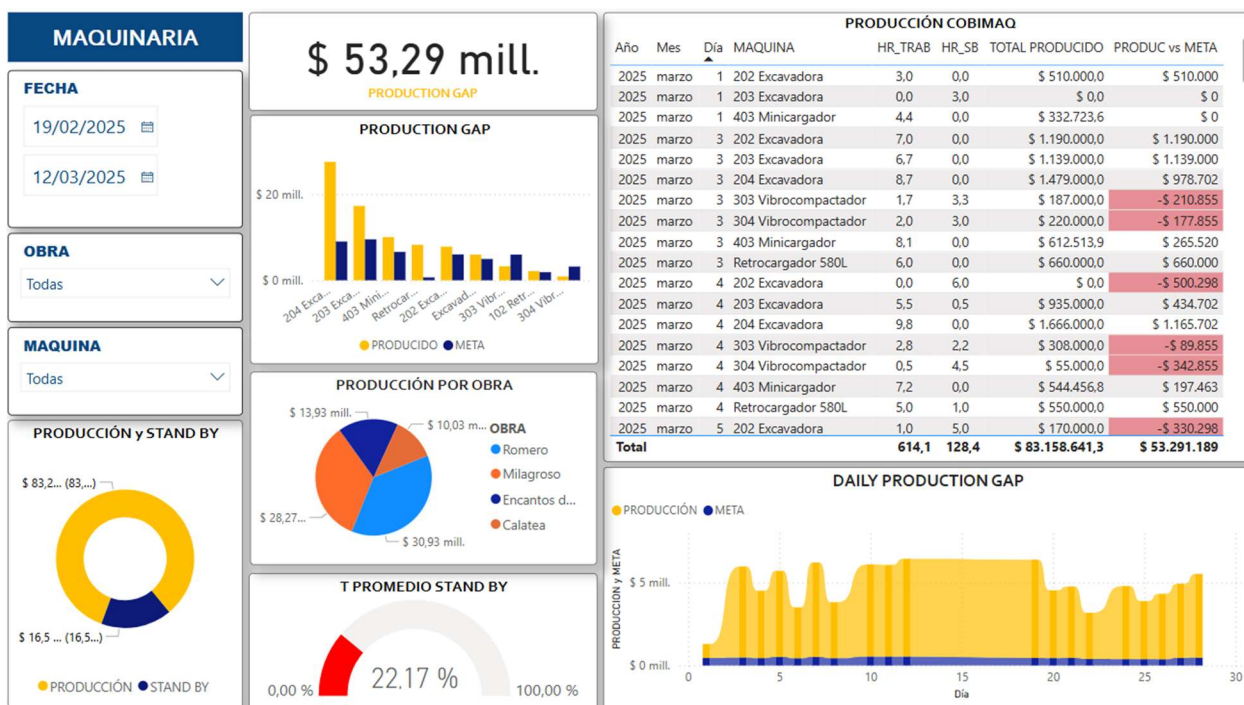


Gráfico 6.15 Producción de maquinaria – etapa previa a la implementación

Fuente: Autoría propia



**Gráfico 6.16 Producción de maquinaria – etapa implementación**

Fuente: Autoría propia

**Tabla 6.19 Impacto generado por la implementación de BI - Maquinaria**

COMPARACIÓN ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BI - MÁQUINAS			
INDICADOR	ANTES DE BI	CON BI IMPLEMENTADO	VARIACIÓN
Producción total (COP)	\$78.021.308,00	\$83.158.641,00	\$5.137.333,00
Horas productivas	569	614,1	45,1
Horas Stand by	172,3	128,4	-43,9
% Tiempo prom. Stand by	29,14%	22,17%	-7%
Máquinas activas	7	9	2
GAP de producción	\$63.831.411,00	\$53.291.189,00	-\$10.540.222,00

Fuente: Autoría propia

Los resultados obtenidos tras la implementación del sistema de BI muestran de igual manera un impacto positivo y cuantificable, según la tabla anterior se pudo determinar que la producción total

de la maquinaria **aumentó más de 5.1 millones de pesos**, lo que a su vez representa un crecimiento mayor al 6.5% teniendo en cuenta un aumento mínimo en el número de máquinas activas.

En cuanto a las horas totales, se encontró un incremento de 45 horas productivas y una disminución de 43.9 horas de Stand by, lo que representa una reducción de costos de 21.5 millones a 16.5 millones en cuanto al impacto por inoperatividad de la maquinaria. Esto muestra como resultado un mejor manejo de maquinaria en obra tras una reorganización efectiva de los recursos. Esta eficiencia operativa no solo redujo los tiempos muertos, que en promedio disminuyeron un 7% tras la implementación, sino que mejoró la planificación diaria, al permitir identificar en tiempo real cuales máquinas estaban siendo subutilizadas o con dificultades operativas.

#### **6.4.3. Propuesta de ajustes al sistema para futuras operaciones**

Con base en esta experiencia de implementación de Business Intelligence y el análisis de los resultados, se identificaron oportunidades de mejora que permitirían optimizar aún más la operatividad en proyectos futuros, así como la visualización de la información. Sin embargo, dado el alcance definido para esta tesis no fue viable integrar de manera inmediata estos ajustes para el caso de estudio, por lo que a futuro se propone dialogar con el equipo de trabajo para incluirlos.

A continuación, se mencionan las propuestas de mejora que, de ser implementadas en futuros proyectos, podrían permitir mostrar aún más los beneficios de desarrollar un sistema de BI.

#### **Inclusión de indicadores adicionales**

- Rendimiento de combustible por equipo: con la base de datos existente para el control del combustible es posible realizar una integración con el sistema que permita mostrar el consumo de cada maquina en tiempo real y según el caso generar una alerta para realizar seguimientos exhaustivos.
- Alertas automáticas de desempeño: Mediante el software utilizado se propone crear alertas automáticas y enviar notificaciones cuando se detecte una variación significativa en la producción y en el tiempo promedio de stand by.
- Para el dashboard de maquinaria es importante plasmar la meta en valor monetario de cada máquina para poder tomar decisiones de manera más efectiva debido a que solo se muestra gráficamente.

## **Mejora de la interfaz gráfica**

- Distribución de gráficas: Se propone reordenar las gráficas de una manera más intuitiva ubicando los KPI's más importantes al inicio del Dashboard y demás paneles en manera descendente según si impacto en el análisis.
- Colores para umbrales: Establecer rangos de alerta por colores para facilitar la visualización y análisis del estado de producción, donde se puede implementar la escala semáforo ya que genera mayor impacto visual y poder implementar un plan de acción.
- Integración con sistemas móviles: Configurar los dashboard propuestos en formato móvil para que los directivos puedan analizar la información en tiempo real desde sus teléfonos móviles.

## **Ampliación del sistema a otras áreas**

- Aplicar la metodología de BI para otros procesos operativos como control del personal donde se podría llevar un seguimiento para reducir el ausentismo laboral o realizar seguimiento y control de horas extras. Otro enfoque podría ser en la gestión de equipos alquilados como formaletas, taladros, plantas eléctricas y demás para poder llevar un control de estos costos directos de las obras.

A partir de esto es posible entender que la implementación de Business Intelligence consta de un sistema dinámico y que puede estar en constante evolución y actualización según las necesidades de cada empresa.

Este proyecto piloto demostró impactos positivos en la productividad, eficiencia y toma de decisiones y que integrando los ajustes propuestos permitiría maximizar su potencial para fortalecer la gestión basada en datos.

A partir de los resultados obtenidos y el análisis de las oportunidades de mejora, en el siguiente capítulo se presentan las conclusiones generales de esta tesis.

## 7. CONCLUSIONES

La implementación de Business Intelligence en la gestión de proyectos de la empresa COBICIVIL **permitió mejorar de manera significativa el manejo tradicional de datos y la productividad**, logrando optimizar la utilización de recursos y fortalecer la toma de decisiones estratégicas. Aunque la implementación de BI tuvo un impacto determinante, la mejora de la producción también se vio potenciada por otros factores complementarios, como el análisis y optimización de las rutas de las volquetas para la zona del proyecto piloto, lo que permitió una logística más eficiente y estuvo directamente relacionado con la capacidad del sistema para que los usuarios identificaran estos patrones de mejora. Además, el clima favorable durante el periodo de ejecución no generó interrupciones críticas, facilitando la continuidad operativa del proyecto. Otro aspecto relevante fue el incentivo económico a los volqueteros, a quienes se les reforzó la política de comisiones ligadas a su rendimiento, generando una motivación adicional para superar sus metas y aumentar la productividad. Estos elementos, junto con la implementación de BI, potenciaron de forma integral la eficiencia del proyecto y fortalecieron el modelo de gestión con una visión más estratégica y basada en datos.

Por otro lado, uno de los avances más importantes fue la automatización de los procesos de reportería, los cuales pasaron de ser manuales y propensos a errores, a visualizaciones dinámicas que permiten un análisis rápido. Adicional, el sistema de BI generó también un impacto operativo donde se evidenció tanto un aumento de producción como una disminución de tiempos improductivos para la maquinaria, lo que impactó directamente el cumplimiento en cuanto a calidad, tiempo y costo, pilares fundamentales de la gestión de proyectos.

Inicialmente, el análisis previo sobre los procesos internos logró detectar deficiencias en el manejo de la información, debido a la generación de reportes 100% manuales que requerían un alto consumo de tiempo y esfuerzo por parte del personal encargado de la digitación. Con la implementación del sistema de BI se logró reducir errores debido a la manipulación manual en cada proceso de reportería de datos y **permitió automatizar los reportes y el análisis de datos**, logrando que este personal pudiera redirigir sus esfuerzos hacia actividades de mayor valor para la empresa, incrementado directamente su productividad.

Esta implementación no solo impactó la eficiencia interna, sino que se reflejó también en el control de los pilares de la gestión de proyectos: tiempo, costo y calidad. Esto debido a que el sistema de

BI permitió monitorear en tiempo real la producción de maquinaria y volquetas, logrando el cumplimiento de las metas diarias y la detección temprana de desviaciones. El desarrollo del proyecto piloto en la ciudad de Buga, evidenció una mejora en la eficiencia operativa donde **la producción de las volquetas aumentó un 43%** y para las máquinas se encontró también un incremento de producción donde **aumentaron representativamente las horas productivas de las máquinas** disminuyendo los tiempos muertos de estas.

Adicionalmente, **la calidad del uso de datos mejoró notablemente**, ya que, antes de la implementación, los informes generados a partir de las bases de datos eran difíciles de interpretar en una primera instancia, lo que dificultaba la identificación oportuna de la necesidad de acciones correctivas. Con los dashboard diseñados, **se logró visualizar la información de forma clara** facilitando la identificación inmediata del estado de la producción **reduciendo la latencia en la toma de decisiones**. Además, la segmentación de datos permitió realizar diferentes evaluaciones en un mismo tablero logrando analizar, por obras, por máquinas o por material. De esta manera, el proyecto confirmó el objetivo fundamental de la teoría de Business Intelligence, el cual promete **optimizar el uso de información disponible para mejorar la eficiencia operativa y aumentar la competitividad**.

Finalmente, esta tesis permitió demostrar que la integración de BI en la gestión de proyectos no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que transforma la cultura hacia una toma de decisiones estratégica basada en datos. Mediante el estudio de caso se pudo evidenciar que la tecnología y el análisis de datos aplicados de manera adecuada en los procesos de control de producción **pueden fortalecer la competitividad empresarial**, lo que abre nuevas oportunidades para la evolución, actualización y mejora continua de los sistemas de gestión que se pueden aplicar a la construcción, no solo en grandes empresas sino también en Pymes y MiPymes sin importar su etapa de madurez digital.

<b>COMPARACIÓN ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BI</b>			
Producción total volquetas (COP)	\$46.256.000,00	\$66.201.000,00	\$19.945.000,00
Producción total maquinaria (COP)	\$78.021.308,00	\$83.158.641,00	\$5.137.333,00
% cumplimiento de meta volquetas	73,80%	101,70%	27,90%
% Tiempo prom. Stand by maquinaria	29,14%	22,17%	-7,00%

***Gráfico 7.1 Comparación pre-post de la implementación***

Fuente: autoría propia

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anbari, F. T. (2003). Earned Value Project Management Method and Extensions. *Project Management Journal*, 12–23.
- Calzada, L., & Abreu, J. (2009). El impacto de las herramientas de Inteligencia de Negocios en la toma de decisiones de los ejecutivos. *Good Conscience*, 16–52.
- Cambridge University. (2024). *Cambridge dictionary*.
- Córdova, Y., Martínez, J., & Córdova, V. (2021). Propuesta de metodología para el diseño de dashboard. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 3, 56–76.
- Drucker, P. F. (1954). *The practice of management*. Harper & Row.
- Ernesto, L., & Solano, S. (n.d.). *Business Intelligence: un balance para su implementación*. Repositorio institucional Pontificia Universidad Católica del Perú.
- GhalichKhani, R. D., & Hakkak, M. (2016). A Model for Measuring the Direct and Indirect Impact of Business Intelligence on Organizational Agility with Partial Mediatory role of Empowerment (Case Study: Tehran Construction Engineering Organization (TCEO) and ETKA Organization Industries.co). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 230, 413–421. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.052>
- Juice Inc. (2009). *A guide to creating dashboards people love to use*. [White paper]. Juice Analytics. [https://www.juiceanalytics.com/wp-content/uploads/2010/11/Guide\\_to\\_Dashboard\\_Design.pdf](https://www.juiceanalytics.com/wp-content/uploads/2010/11/Guide_to_Dashboard_Design.pdf)
- Khan, M. E. (2014). Business intelligence in project portfolios: enabling informed decisions. *PMI® Global Congress 2014—EMEA*.
- Mazón, B., Rivas, W., Pinta, M., Mosquera, A., Astudillo, L., Gallegos, H., & Piedra, B. (2017). *DASHBOARD PARA EL SOPORTE DE DECISIONES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MINERO*.
- Neely, A. (2002). *Business Performance Measurement: Theory and Practice*. Cambridge University Press.
- PMI. (2021) *The standard for risk management in portfolios, programs, and projects* (2<sup>nd</sup> ed.) PMI
- PMI. (2023). *PMI Pulse of the Profession 2023 Report*.
- PMI. (2024b). *Pulse of the Profession* ® 2024.
- Romero, F., Diaz, G., Cárdenas, J., & Gómez, J. (2018). *Propuesta de implementación de un Dashboard para el seguimiento de proyectos en la Constructora JEMUR*.
- Villanueva, D. (2016). *Empresas orientadas a datos*. MSMK – Big Data & Business Analytics.
- Larissa, T. M., & Atre, S. (2003). *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision-Support Applications*. Addison-Wesley.
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2020). *Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective* (5th ed.). Pearson.

- Kimball, R., & Caserta, J. (2011). *The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data*. Wiley.
- Yafooz, W. M. S., Abidin, S. Z., & Omar, N. (2011). *Challenges and issues on online news management*. En *IEEE International conference on control System, Computing and Engineering (ICCSCE)* (pp. 482-487). IEEE.
- Microsoft. (2023). *Create a smart narrative summary*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/visuals/power-bi-visualization-smart-narrative>
- Veintidós. (2023, 14 de abril). *Optimización de la productividad en la gestión de proyectos: Guía práctica*. Blog de Veintidós. <https://blog.veintidos.com.ar/optimizacion-de-la-productividad-en-la-gestion-de-proyectos-guia-practica/>

## 9. GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALES

**Business Intelligence:** La inteligencia empresarial (BI), en un sentido más amplio, es un conjunto de conceptos, métodos, aplicaciones y tecnologías que se utilizan para transformar los datos sin procesar en información significativa que las partes interesadas pueden utilizar para tomar decisiones informadas. (Khan, 2014)

**Gestión de proyectos:** La gestión de proyectos es un proceso que se basa en un conjunto de principios, metodologías y prácticas que buscan optimizar la planificación, ejecución y control para entregar los proyectos de manera eficiente cumpliendo con la triple restricción basada en alcance, tiempo y costo, cumpliendo con los plazos, presupuesto y calidad. (PMI, 2024)

**Estrategia de negocios:** es el conjunto de decisiones que tratan de posicionar al negocio en su entorno para conseguir un desempeño financiero superior. (Camino, 2006)

**Indicadores clave de desempeño o KPI:** conjunto de medidas cuantificables que permiten medir, comparar y evaluar el rendimiento de una empresa o proyecto en relación con el cumplimiento de los objetivos estratégicos y operativos (PMI, 2024b). Como, porcentaje de producción, meta diaria o tiempo promedio de Stand By.

**Productividad:** La productividad en la gestión de proyectos se refiere a la capacidad de lograr resultados óptimos con el uso eficiente de recursos, incluyendo la calidad del trabajo y la satisfacción del cliente (Veintidós, 2023).

**PMI: Project Management Institute** es la autoridad líder en gestión de proyectos, dedicada a guiar el camino hacia el éxito de los proyectos. (PMI, 2024b)

**PMBOK: Project management body of knowledge,** es una guía que proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto. (PMI, 2013)

**Proyecto:** Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. (PMI, 2013)

**Datos (Data):** Información, especialmente hechos o números, recopilados para ser examinados, considerados y utilizados para ayudar a la toma de decisiones, o información en forma electrónica que puede ser almacenada y utilizada por una computadora. (Cambridge University, 2024)

**Data warehouse o Almacén de datos:** base de datos integral que consolida, estandariza y almacena datos históricos y actuales de gran interés. (Laudon, 2012)

**Dashboard o Tablero de control:** herramientas de visualización gráfica que permite agrupar y compartir datos suministrando información relevante. (Córdova et al., 2021) Como se evidencia en los gráficos 6.3 y 6.4.