

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Hábitat, Infraestructura y Creatividad
Maestría en Sistemas de Información mención Data Science



Trabajo previo para la obtención del título de Magister en Sistemas de Información
mención Data Science

Tema:

Propuesta de un modelo de gestión de servicios de analítica de datos basado en ITIL 4,
aplicado a entornos productivos o empresariales

Autor:

Jorge Luis Alvia González

Tutor:

Arcos Villagómez Suyana Fabiola Ing.

Quito - marzo 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre y a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental en cada etapa de mi formación personal y profesional. Su apoyo, comprensión y confianza me permitieron asumir el reto de cursar la Maestría en Sistemas de Información, mención Data Science, y culminarla con satisfacción. Este logro también les pertenece, porque cada esfuerzo realizado durante este proceso estuvo motivado por el deseo de honrar su confianza y el acompañamiento que siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a mi madre y a mi familia por su apoyo constante durante el desarrollo de esta maestría. Su motivación, paciencia y respaldo fueron fundamentales para afrontar los desafíos académicos y profesionales que implicó este proceso formativo. De igual manera, agradezco a los docentes de la Maestría en Sistemas de Información mención Data Science de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por compartir sus conocimientos y experiencia, contribuyendo significativamente a mi formación en analítica de datos, gestión de información y tecnologías emergentes.

RESUMEN

La presente investigación propone un modelo de gestión de servicios de analítica de datos basado en ITIL 4 aplicado a entornos productivos o empresariales. El estudio parte del diagnóstico del servicio analítico asociado a plataformas de telemetría vehicular, identificando brechas en la gestión de datos, en la definición de roles y en los procesos de generación de valor a partir de la información operativa.

Como parte de la validación conceptual del modelo se desarrolló un aplicativo analítico implementado en Google Colab utilizando PySpark, el cual permite procesar reportes operativos

provenientes de la plataforma WorldFleet. El procesamiento de los datos permite generar datasets estructurados y construir tableros analíticos en Power BI orientados al monitoreo del comportamiento de conducción y a la toma de decisiones operativas.

Los resultados evidencian que la integración de capacidades analíticas con prácticas de gestión de servicios permite mejorar la confiabilidad de la información, facilitar la identificación de riesgos operativos y fortalecer la toma de decisiones basada en datos dentro de entornos de monitoreo logístico.

ABSTRACT

This research proposes a data analytics service management model based on ITIL 4 applied to productive or business environments. The study begins with a diagnosis of the analytics service associated with vehicle telematics platforms, identifying gaps in data management, role definition, and value creation processes derived from operational information.

As part of the conceptual validation of the model, an analytical application was developed in Google Colab using PySpark. This application processes operational reports exported from the WorldFleet platform and generates structured datasets that are later visualized through Power BI dashboards.

The results demonstrate that integrating analytical capabilities with IT service management practices improves data reliability, supports the identification of operational risks, and strengthens data-driven decision making in logistics monitoring environments.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Contexto de la investigación*
- 1.2 Planteamiento del problema*
- 1.3 Formulación del problema*
- 1.4 Preguntas de investigación*
- 1.5 Objetivos de la investigación*
- 1.6 Justificación de la investigación*
- 1.7 Alcance y delimitación del estudio*

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

- 2.1 Analítica de datos en entornos productivos y empresariales*
- 2.2 Analítica de datos como servicio*
- 2.3 Gestión de servicios de tecnología de la información*
- 2.4 ITIL 4 como marco para la gestión de servicios*
 - 2.4.1 Principios rectores de ITIL 4*
 - 2.4.2 Sistema de Valor del Servicio y cadena de valor*
- 2.5 Las cuatro dimensiones de la gestión de servicios*
- 2.6 Aplicabilidad de ITIL 4 a los servicios de analítica de datos*

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO DE ANALÍTICA DE DATOS EN UN ENTORNO OPERATIVO

- 3.1 Metodología de la investigación*
- 3.2 Caracterización del entorno operativo y flujo de datos*
- 3.3 Diagnóstico del servicio mediante las cuatro dimensiones de ITIL 4*
 - 3.3.1 Organización y personas*
 - 3.3.2 Información y tecnología*
 - 3.3.3 Socios y proveedores*
 - 3.3.4 Flujos de valor y procesos*
- 3.4 Análisis de brechas frente a ITIL 4*
- 3.5 Identificación de puntos críticos del servicio analítico*
- 3.6 Síntesis diagnóstica*
- 3.7 Matriz de evidencia del diagnóstico*

CAPÍTULO IV. PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE SERVICIOS ANALÍTICOS BASADO EN ITIL 4

- 4.1 Descripción del aplicativo*
- 4.2 Arquitectura del aplicativo*
- 4.3 Flujo de valor del servicio*
- 4.4 Catálogo de servicios*
- 4.5 Roles y responsabilidades*
- 4.6 Aplicación de prácticas de ITIL 4*

- 4.7 Modelo de datos
- 4.8 Indicadores del servicio analítico
- 4.9 Implementación del aplicativo (PySpark en Colab)
- 4.10 Resultados del procesamiento
- 4.11 Visualización del aplicativo en Power BI
- 4.12 Evidencia del aplicativo
- 4.13 Caso de Uso Piloto
 - 4.13.1 Descripción del escenario
 - 4.13.2 Procesamiento de datos
 - 4.13.3 Resultados obtenidos
 - 4.13.4 Análisis e interpretación
 - 4.13.5 Valor generado del servicio analítico

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 5.1 Conclusiones
- 5.2 Recomendaciones

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Arquitectura del servicio analítico basado en WorldFleet, PySpark y Power BI*
- Figura 2: Tablero estratégico del servicio analítico con indicadores globales de operación*
- Figura 3: Análisis temporal del comportamiento de conducción*
- Figura 4: Vista operativa del tablero analítico con detalle de registros de conducción*

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1: Matriz de Evidencia del diagnóstico*
- Tabla 2: Matriz RACI del servicio analítico*
- Tabla 3: Variables del dataset analítico*
- Tabla 4: Indicadores de conducción*
- Tabla 5: variables de la estructura del dataset*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto de la investigación

En términos prácticos, el valor de la analítica en entornos operativos depende de su capacidad para entregar información oportuna, confiable y comprensible para quienes toman decisiones en la operación diaria (Provost & Fawcett, 2013). Por ello, más allá de la adopción de herramientas, resulta crítico contar con mecanismos organizacionales que aseguren la continuidad del servicio analítico, la calidad de los datos y la trazabilidad de cómo los hallazgos se convierten en acciones. En esta línea, la presente investigación orienta su atención a la gestión de servicios de analítica de datos, buscando articular la dimensión tecnológica con prácticas de gestión que permitan sostener y escalar la generación de valor en escenarios productivos.

No obstante, este crecimiento acelerado de la analítica de datos no siempre ha sido acompañado por una madurez equivalente en su gestión. En muchas organizaciones, los productos analíticos —como reportes, tableros, modelos predictivos o procesos de análisis automatizado— se desarrollan como iniciativas aisladas o proyectos puntuales, centrados en la entrega técnica, pero sin un enfoque estructurado que garantice su sostenibilidad, continuidad y alineación con la generación de valor para el negocio. Como consecuencia, la analítica suele operar de manera fragmentada, con alta dependencia de personas clave, escasa estandarización y limitada trazabilidad del valor que aporta a la organización.

Desde la perspectiva de la gestión de servicios, esta situación evidencia una brecha entre la capacidad técnica de producir analítica y la capacidad organizacional de gestionarla como un servicio. ITIL 4 introduce un cambio de paradigma al centrar la gestión en la **co-creación de valor**, entendiendo los servicios como medios para facilitar resultados deseados sin que los consumidores

deban asumir riesgos o costos innecesarios. Bajo este enfoque, la analítica de datos puede y debe ser concebida como un servicio empresarial, con expectativas claras, responsabilidades definidas, medición del desempeño y un ciclo de mejora continua.

1.2 Planteamiento del problema

A pesar de la creciente relevancia de la analítica de datos en las organizaciones, persiste una problemática recurrente relacionada con la ausencia de modelos formales para su gestión como servicio. En muchos entornos empresariales, los servicios analíticos carecen de acuerdos explícitos de nivel de servicio, métricas de desempeño orientadas a valor y mecanismos estructurados para la gestión de incidentes, cambios y mejora continua. Esta situación provoca que los productos analíticos, aunque técnicamente correctos, no siempre entreguen resultados consistentes ni confiables para los usuarios finales.

Una de las principales causas del problema es la concepción de la analítica como un conjunto de entregables técnicos, en lugar de como un servicio que debe operar de forma estable y alineada con las necesidades del negocio. Esta visión limitada dificulta la definición de responsabilidades claras, la priorización de demandas, la gestión de expectativas y la medición del valor generado. Como efecto, se presentan interrupciones en los servicios analíticos, desactualización de información, pérdida de confianza por parte de los usuarios y una creciente deuda técnica y operativa asociada al mantenimiento de soluciones analíticas.

El impacto de esta problemática se refleja directamente en la toma de decisiones organizacionales. La falta de confiabilidad y continuidad de los servicios analíticos puede conducir a decisiones tardías, basadas en información incompleta o desactualizada, lo que afecta la eficiencia operativa y el aprovechamiento de la inversión realizada en iniciativas de ciencia de

datos. Asimismo, la ausencia de un enfoque de mejora continua impide aprender de los errores, estandarizar buenas prácticas y evolucionar los servicios analíticos de manera sistemática.

En consecuencia, el problema central no radica en la falta de capacidades técnicas para desarrollar analítica de datos, sino en la carencia de un modelo de gestión que permita operar dichos servicios de manera sostenible, medible y orientada a la co-creación de valor, particularmente en entornos productivos o empresariales donde la dependencia de la información es crítica.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo diseñar un modelo de gestión de servicios de analítica de datos, basado en ITIL 4, que permita asegurar la co-creación de valor, la sostenibilidad operativa y la alineación estratégica de los servicios analíticos en entornos productivos o empresariales?

1.4 Preguntas de investigación

Pregunta principal

➤ ¿Qué componentes y adaptaciones requiere un modelo de gestión basado en ITIL 4 para gestionar servicios de analítica de datos de forma sostenible, medible y alineada a la co-creación de valor en organizaciones empresariales?

Preguntas secundarias

➤ ¿De qué manera la ausencia de prácticas de gestión de servicios, como la definición de niveles de servicio, la gestión de incidentes y la mejora continua, impacta negativamente en el valor percibido de los servicios de analítica de datos?

➤ ¿Qué prácticas de ITIL 4 resultan más relevantes para el ciclo de vida de un servicio de analítica de datos y qué ajustes son necesarios para su aplicación en un ecosistema analítico?

- ¿Qué indicadores permiten evaluar el desempeño y el valor de los servicios de analítica de datos desde una perspectiva de gestión de servicios y no únicamente desde criterios técnicos?

1.5 Objetivos de la investigación

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de gestión de servicios de analítica de datos basado en ITIL 4 que permita mejorar la confiabilidad, continuidad operativa y generación de valor en entornos productivos, mediante la definición de procesos, indicadores y prácticas de mejora continua.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el nivel de madurez actual del servicio de analítica de datos mediante un diagnóstico estructurado basado en las cuatro dimensiones de ITIL 4.
- Identificar y adaptar prácticas de ITIL 4 aplicables al ciclo de vida de los servicios analíticos, considerando su integración con entornos de telemetría y monitoreo en tiempo real.
- Diseñar un modelo de gestión que incluya catálogo de servicios, definición de SLA, gestión de incidentes y mejora continua.
- Definir un conjunto de indicadores clave (KPI) para evaluar el desempeño del servicio analítico en términos de disponibilidad, calidad de datos y valor para el negocio.

1.6 Justificación de la investigación

JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA Y ORGANIZACIONAL

Desde una perspectiva organizacional, esta investigación se justifica por la necesidad de maximizar el valor de las inversiones en analítica de datos. La gestión inadecuada de los servicios

analíticos genera ineficiencias operativas, retrabajos y pérdida de confianza por parte de los usuarios, lo que limita el impacto real de la analítica en la toma de decisiones. Un modelo de gestión basado en ITIL 4 permitiría establecer expectativas claras, definir niveles de servicio y asegurar la continuidad y calidad de los servicios analíticos, incrementando su adopción y utilidad en el negocio.

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

En el ámbito técnico, existe una brecha entre las prácticas de ciencia de datos y los enfoques tradicionales de gestión de servicios de TI. Mientras la analítica se centra en la construcción de modelos y productos, la operación empresarial exige estabilidad, control de cambios, monitoreo y respuesta ante incidentes. La adaptación de ITIL 4 a los servicios de analítica de datos contribuye a cerrar esta brecha, proporcionando un marco que integra capacidades técnicas con prácticas de gestión orientadas a valor.

JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Desde el punto de vista académico, la investigación aporta al análisis y adaptación de ITIL 4 en un contexto específico poco explorado: la gestión de servicios de analítica de datos. El estudio no se limita a describir el marco ITIL, sino que propone un modelo conceptual adaptado a las particularidades del ciclo de vida de los servicios analíticos, generando un aporte aplicable y relevante a nivel de maestría en Ciencia de Datos.

1.7 Alcance y delimitación del estudio

El presente estudio se enfoca en el diseño y validación conceptual de un modelo de gestión de servicios de analítica de datos basado en ITIL 4, aplicado a organizaciones medianas y grandes con entornos productivos y una estructura de TI establecida. El alcance incluye la identificación y

adaptación de prácticas ITIL 4 relevantes, la definición de roles, procesos e indicadores de desempeño orientados a valor.

La validación del modelo se realizará principalmente a nivel conceptual mediante análisis estructurado y, de ser pertinente, criterio de expertos. Adicionalmente, se desarrolla un prototipo funcional del flujo ETL y la visualización (Google Colab con PySpark y Power BI) con datos reales exportados desde WorldFleet, con el propósito de demostrar viabilidad técnica y trazabilidad del servicio analítico. No se contempla el despliegue en producción, la automatización continua ni la medición empírica longitudinal del impacto en indicadores operativos, los cuales se proponen como trabajos futuros.

En este sentido, la presente investigación se estructura en tres fases principales: una fase conceptual, orientada a la revisión teórica y contextual; una fase diagnóstica, centrada en el análisis del servicio de analítica en un entorno real; y una fase propositiva, en la cual se diseña un modelo de gestión basado en ITIL 4. Esta estructura garantiza coherencia metodológica y alineación entre el problema, los objetivos y los resultados esperados del estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Analítica de datos en entornos productivos y empresariales

En los entornos productivos y empresariales contemporáneos, la analítica de datos se ha transformado en un componente esencial para la operación, la supervisión de procesos y la toma de decisiones oportunas (Chen y otros, 2012) (Kitchin, 2014). A diferencia de contextos académicos o exploratorios, donde el análisis se orienta principalmente al descubrimiento de conocimiento, en los escenarios operativos la analítica debe responder a necesidades de

disponibilidad continua, confiabilidad de la información y capacidad de reacción ante eventos críticos.

Sectores como la logística, el transporte, la gestión de flotas y la cadena de suministro generan grandes volúmenes de datos en tiempo real a partir de sensores, dispositivos de telemetría y plataformas de monitoreo. Estos datos permiten identificar comportamientos anómalos, optimizar rutas, mejorar la seguridad operativa y garantizar la continuidad del servicio. No obstante, la sola disponibilidad de datos y herramientas analíticas no asegura la generación de valor organizacional si no existe una estructura que permita gestionar dichos recursos de manera sistemática.

En este contexto emerge el concepto de **analítica operacional**, estrechamente vinculado a la transformación digital y a la denominada analítica 4.0, donde la información se integra directamente en los procesos productivos. La literatura especializada señala que la creación de valor a partir de datos depende no solo de la capacidad técnica de análisis, sino también de su adecuación al propósito (*fitness for purpose*) y de su calidad para el uso real (*fitness for use*) (Chen y otros, 2012) (Wang & Strong, 1996), lo que evidencia la necesidad de marcos de gestión que aseguren la confiabilidad y continuidad de los servicios analíticos en operación.

2.2 Analítica de datos como servicio

La evolución de los entornos empresariales ha impulsado un cambio conceptual desde una analítica centrada en herramientas hacia una analítica concebida como servicio. Bajo este enfoque, los resultados analíticos se entienden como entregables que deben generar valor para distintos actores organizacionales (Davenport & Harris, 2017) (Sharda y otros, 2020), incluyendo niveles estratégicos, tácticos y operativos.

El paradigma de Data-as-a-Service o Analytics-as-a-Service plantea que los datos, modelos, reportes y visualizaciones deben gestionarse con criterios similares a cualquier servicio tecnológico: disponibilidad, confiabilidad, oportunidad, calidad y alineación con necesidades del negocio (Davenport & Harris, 2017). Esto implica definir consumidores del servicio, establecer expectativas claras, medir desempeño y asegurar mejora continua.

En entornos de monitoreo logístico y telemetría vehicular, la analítica como servicio se manifiesta a través de funciones como:

- Generación de alertas operativas en tiempo real,
- Supervisión de rutas y comportamientos de conducción,
- Reportes de seguridad y eficiencia,
- Análisis de eventos críticos o incidentes.

Estos servicios poseen impacto directo en la seguridad, la continuidad operativa y la eficiencia organizacional, lo que refuerza la necesidad de gestionarlos bajo principios formales de servicio y no únicamente como productos técnicos aislados.

2.3 Gestión de servicios de tecnología de la información

La gestión de servicios de tecnología de la información surge como disciplina orientada a alinear las capacidades tecnológicas con la generación de valor organizacional. En este enfoque, un servicio se define como un medio para facilitar resultados deseados por los usuarios (AXELOS, 2019) (AXELOS, 2017) sin que estos deban asumir directamente los costos y riesgos asociados a la provisión tecnológica.

Aplicada a la analítica de datos, la gestión de servicios permite estructurar cómo se diseñan, entregan, operan y mejoran los servicios analíticos dentro de una organización (AXELOS, 2019).

Esto incluye la definición de responsabilidades, la estandarización de procesos, la medición del desempeño y la garantía de continuidad del servicio.

Cuando la analítica carece de una gestión formal, suelen presentarse problemas como:

- Dependencia de personas clave,
- Falta de estandarización en reportes e indicadores,
- Interrupciones en la disponibilidad de información,
- Dificultades para escalar soluciones analíticas.

Estas limitaciones evidencian la necesidad de adoptar marcos de referencia que permitan gestionar la analítica de datos como un servicio integral, sostenible y orientado a valor.

2.4 ITIL 4 como marco para la gestión de servicios

ITIL 4 se plantea como un marco actualizado de gestión de servicios que prioriza la co-creación de valor entre quienes proveen y quienes consumen el servicio (AXELOS, 2019). Integra principios rectores, prácticas y componentes organizacionales en un enfoque adaptable, especialmente útil en escenarios donde la tecnología y el negocio evolucionan con rapidez, evitando una gestión rígida basada solo en procesos.

Un componente clave es el Sistema de Valor del Servicio (SVS), que explica cómo la organización convierte demanda y oportunidades en valor mediante la coordinación de sus elementos. En analítica de datos, este enfoque resulta pertinente porque obliga a gestionar de forma continua la entrega de información útil, confiable y oportuna, más allá de la simple elaboración de reportes.

2.4.1 Principios rectores de ITIL 4

Los principios rectores de ITIL 4 orientan la toma de decisiones organizacionales y promueven prácticas de gestión adaptativas. Entre ellos destacan el enfoque en el valor, la

simplicidad, la colaboración, la optimización y la mejora continua. Estos principios son altamente aplicables a los servicios de analítica de datos, ya que permiten priorizar análisis que realmente aporten valor al negocio, evitar complejidad innecesaria y fomentar la integración entre áreas técnicas y operativas (AXELOS, 2019).

2.4.2 Sistema de Valor del Servicio y cadena de valor

El Sistema de Valor del Servicio se operacionaliza mediante la cadena de valor del servicio, compuesta por actividades interrelacionadas: planificar, comprometerse, diseñar y transicionar, obtener o construir, entregar y soportar, y mejorar. Estas actividades permiten gestionar de forma integral el ciclo de vida de los servicios analíticos, desde la identificación de necesidades de información hasta la entrega de resultados y su mejora continua (AXELOS, 2019).

En contextos de telemetría y monitoreo logístico, la cadena de valor facilita comprender cómo los datos operativos se transforman en información analítica útil para la toma de decisiones, asegurando alineación con los objetivos organizacionales y la satisfacción de los usuarios del servicio.

2.5 Las cuatro dimensiones de la gestión de servicios

ITIL 4 establece cuatro dimensiones fundamentales que deben considerarse de forma equilibrada:

- Organización y personas,
- Información y tecnología,
- Socios y proveedores,
- Flujos de valor y procesos.

Estas dimensiones permiten analizar integralmente los servicios de analítica de datos, reconociendo que su efectividad depende no solo de la tecnología empleada, sino también de

factores humanos, organizacionales y relacionales. Este enfoque sistémico resulta clave para comprender las limitaciones actuales en la gestión de servicios analíticos y fundamentar el diseño de modelos orientados a mejorar su confiabilidad y alineación estratégica (AXELOS, 2019).

2.6 Aplicabilidad de ITIL 4 a los servicios de analítica de datos

Aplicar ITIL 4 a los servicios de analítica de datos permite ordenar su operación como servicio sin frenar la innovación tecnológica (AXELOS, 2019). Al adaptar sus principios, prácticas y componentes del SVS, es posible diseñar un modelo que asegure:

- Continuidad operativa de los servicios analíticos,
- Calidad y confiabilidad de la información,
- Alineación con necesidades del negocio,
- Generación sostenible de valor organizacional.

Este marco conceptual sustenta la propuesta de modelo que se desarrollará en los capítulos posteriores, la cual se orienta a la gestión de servicios de analítica de datos en un entorno empresarial real apoyado en plataformas de monitoreo y telemetría vehicular.

En síntesis, el marco teórico desarrollado permite sustentar la necesidad de abordar la analítica de datos desde una perspectiva de gestión de servicios, integrando capacidades tecnológicas con estructuras organizacionales orientadas a la generación de valor. Asimismo, establece las bases conceptuales que permiten analizar el estado actual del servicio analítico en un entorno operativo real, lo cual se desarrolla en el siguiente capítulo mediante un diagnóstico estructurado basado en ITIL 4.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO DE ANALÍTICA DE DATOS BASADO EN ITIL 4 EN EL ENTORNO OPERATIVO

3.1 Metodología de la investigación

El presente capítulo desarrolla el diagnóstico del servicio de analítica de datos en un entorno operativo real, utilizando como marco de referencia los principios y componentes de ITIL 4. Para ello, se adopta un **enfoque metodológico mixto** (Creswell & Creswell, 2018), combinando técnicas cualitativas y cuantitativas que permiten comprender tanto la operación del servicio como su impacto en la toma de decisiones organizacionales.

El estudio posee un **alcance descriptivo–propositivo** (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), ya que, en una primera fase, caracteriza el funcionamiento actual del servicio de analítica derivado de la plataforma de monitoreo y telemetría vehicular; posteriormente, identifica brechas frente a las buenas prácticas de gestión de servicios establecidas en ITIL 4, sentando las bases para la propuesta de mejora desarrollada en los capítulos siguientes.

Las técnicas de recolección de información consideradas incluyen:

- **Observación directa del flujo de datos operativos**, desde la captura en dispositivos de telemetría hasta su visualización en reportes y paneles de control.
- **Revisión documental de reportes generados por la plataforma de monitoreo**, con énfasis en indicadores operativos, eventos críticos y comportamiento de conducción.
- **Entrevistas semiestructuradas a personal vinculado a la operación logística y monitoreo**, orientadas a comprender el uso real de la información analítica en la toma de decisiones.

➤ **Encuestas exploratorias a usuarios del servicio analítico**, destinadas a identificar percepción de valor, oportunidad de la información y nivel de confianza en los datos.

Este diseño metodológico permite analizar el servicio no solo desde su dimensión tecnológica, sino también desde su **uso organizacional, percepción de valor y alineación con la operación**, en concordancia con el enfoque de co-creación de valor promovido por ITIL 4.

Adicionalmente, el enfoque metodológico se sustenta en la triangulación de fuentes de información, lo cual permite validar los hallazgos obtenidos desde distintas perspectivas (operativa, tecnológica y organizacional). Esta aproximación fortalece la consistencia del diagnóstico y reduce el sesgo asociado a la interpretación individual de los datos.

El análisis de datos se realizará mediante técnicas de estadística descriptiva, análisis exploratorio de datos (EDA) y, de manera complementaria, modelos de machine learning orientados a la detección de patrones en eventos operativos. Asimismo, se utilizarán métricas de evaluación alineadas a la gestión de servicios, tales como disponibilidad, confiabilidad y tiempo de respuesta, integrando un enfoque técnico y de negocio.

Este enfoque permite asegurar la validez de los hallazgos obtenidos y su aplicabilidad en contextos reales de operación.

3.2 Caracterización del entorno operativo y del flujo de datos

Dentro del entorno de monitoreo logístico, la plataforma WorldFleet genera distintos tipos de reportes analíticos que permiten evaluar el comportamiento operativo de los vehículos y de los conductores. Entre estos reportes, el utilizado en la presente investigación corresponde al reporte denominado “Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)”, el cual sintetiza indicadores diarios relacionados con la conducción de los vehículos.

En el contexto de esta investigación, se analizaron reportes correspondientes a varios meses de operación, lo que permitió evaluar el comportamiento de conducción en un periodo representativo de actividad operativa.

Este reporte incluye variables relevantes para el análisis operativo, tales como distancia recorrida, tiempo de inactividad, eventos de aceleración y desaceleración, excesos de velocidad, velocidad promedio y ubicación geográfica. Estos indicadores permiten evaluar el comportamiento de conducción y detectar patrones asociados a riesgos operativos o ineficiencias logísticas.

Desde la perspectiva de la gestión de servicios analíticos, este flujo de información constituye una fuente fundamental para la generación de conocimiento operativo, ya que permite transformar datos de telemetría en indicadores que apoyan la toma de decisiones en niveles estratégicos, tácticos y operativos. La información generada por los dispositivos de telemetría es transmitida hacia una infraestructura tecnológica que procesa, almacena y transforma los datos en **reportes operativos, indicadores de desempeño y visualizaciones analíticas** consumidas por personal de monitoreo, supervisores logísticos y niveles de gestión.

Desde la perspectiva de gestión de servicios, este flujo constituye un **servicio de analítica operacional en tiempo cercano al real**, cuyo valor radica en habilitar decisiones oportunas relacionadas con seguridad, continuidad operativa y eficiencia logística. No obstante, la efectividad del servicio depende no solo de la disponibilidad tecnológica, sino también de la existencia de procesos, roles, métricas y mecanismos de mejora continua que aseguren su confiabilidad y sostenibilidad.

Desde la perspectiva de ITIL 4, este flujo no solo representa una cadena de procesamiento de datos, sino un flujo de valor en el cual la información generada debe contribuir directamente a la toma de decisiones operativas. Sin embargo, cuando este flujo no se encuentra formalmente

gestionado como servicio, se generan interrupciones en la co-creación de valor, afectando la confiabilidad y utilidad de la analítica.

Este flujo evidencia que, aunque existe disponibilidad de datos, no necesariamente se garantiza su transformación en valor, lo cual depende de la existencia de prácticas estructuradas de gestión del servicio analítico.

3.3 Diagnóstico del servicio mediante las cuatro dimensiones de ITIL 4

Con el fin de evaluar el estado actual del servicio de analítica, se aplica el marco de las **cuatro dimensiones de ITIL 4**, permitiendo un análisis integral que trasciende la perspectiva tecnológica.

3.3.1 Organización y personas

Se identifica que el uso de la información analítica depende en gran medida de la experiencia del personal de monitoreo y supervisión logística. Si bien existen prácticas operativas consolidadas para la interpretación de eventos y reportes, no siempre se encuentran formalizados:

- Roles específicos de gestión del servicio analítico,
- Responsabilidades claras ante incidentes de información,
- Mecanismos estructurados de capacitación continua.

Esta situación evidencia una **dependencia de conocimiento tácito**, lo que puede afectar la continuidad del servicio ante rotación de personal o cambios operativos.

3.3.2 Información y tecnología

En la dimensión de Información y Tecnología, el análisis se sustenta en los reportes de comportamiento de conducción generados por la plataforma WorldFleet. Estos reportes permiten identificar variables operativas clave como distancia recorrida, velocidad promedio, eventos de exceso de velocidad y tiempos de inactividad del vehículo.

El análisis exploratorio de estos datos evidencia que la plataforma proporciona una base sólida para el desarrollo de capacidades analíticas orientadas a la seguridad vial y la eficiencia operativa. No obstante, también se identifican desafíos asociados a la calidad y consistencia de los datos, particularmente en condiciones donde la cobertura de conectividad puede afectar la captura continua de información.

La heterogeneidad en la calidad de los datos limita el desarrollo de capacidades analíticas más avanzadas, como modelos predictivos o análisis prescriptivos, obligando a la organización a mantener un enfoque predominantemente reactivo. Desde la perspectiva de ITIL 4, esta situación refleja una debilidad en la dimensión de información y tecnología, al no garantizar plenamente la calidad del servicio analítico en términos de consistencia y confiabilidad.

3.3.3 Socios y proveedores

El servicio depende de múltiples actores externos, incluyendo proveedores de dispositivos de telemetría, conectividad y soporte tecnológico. Aunque esta relación permite la operación del sistema, no siempre se evidencian:

- Acuerdos formales de nivel de servicio (SLA) claramente definidos,
- Métricas compartidas de desempeño del servicio,
- Mecanismos sistemáticos de evaluación del proveedor.

La ausencia de estos elementos limita la gobernanza del servicio y la gestión proactiva de incidentes. Desde la perspectiva de ITIL 4, esta situación refleja una debilidad en la integración de la dimensión de socios y proveedores dentro del sistema de valor del servicio, afectando la capacidad de garantizar resultados consistentes y medibles para los consumidores del servicio analítico.

3.3.4 Flujos de valor y procesos

Al evaluar los flujos de valor del servicio analítico, se identifica una desconexión significativa entre la generación del dato y la acción correctiva dentro de la operación.

En los reportes de “Comportamiento de Conducción” y “Viajes del Conductor”, se registran de forma sistemática eventos como excesos de velocidad, frenadas bruscas y tiempos prolongados en ralentí. Estos indicadores representan información crítica para la gestión de riesgos y la eficiencia operativa; sin embargo, no se evidencia la existencia de un proceso formal que permita transformar estos hallazgos en acciones correctivas estructuradas.

Desde la perspectiva de ITIL 4, esta situación refleja la ausencia de una práctica consolidada de Gestión de Problemas, lo que impide identificar causas raíz y establecer medidas preventivas. Como consecuencia, los mismos eventos se repiten en el tiempo sin generar mejoras sostenibles.

Estas brechas reflejan una desconexión entre la capacidad tecnológica existente y la madurez en la gestión del servicio analítico. Desde la perspectiva de ITIL 4, la organización presenta un nivel de madurez inicial, caracterizado por una gestión reactiva, ausencia de formalización de prácticas clave y limitada orientación a la co-creación de valor. Esta situación justifica la necesidad de diseñar un modelo estructurado que permita evolucionar hacia una gestión basada en valor, medición y mejora continua.

3.4 Análisis de brechas frente a ITIL 4

El contraste entre la situación observada y las prácticas recomendadas por ITIL 4 permite identificar brechas relevantes:

- **Ausencia de un catálogo formal de servicios analíticos**, que describa claramente los entregables, consumidores y niveles de servicio.

- **Limitada definición de acuerdos de nivel de servicio**, especialmente en disponibilidad de datos y tiempos de respuesta ante incidentes.
- **Gestión reactiva predominante**, con escasa institucionalización de ciclos de mejora continua basados en evidencia analítica.

Estas brechas reflejan una desconexión estructural entre la capacidad tecnológica existente y el nivel de madurez en la gestión del servicio analítico. En términos de ITIL 4, la organización evidencia un estado de madurez inicial, caracterizado por una gestión reactiva, limitada formalización de prácticas clave y ausencia de mecanismos sistemáticos de mejora continua. Esta situación impide consolidar la analítica como un servicio orientado a valor, lo que refuerza la necesidad de un modelo de gestión que permita evolucionar hacia un enfoque basado en medición, control y mejora continua.

3.5 Identificación de puntos críticos del servicio analítico

Del diagnóstico realizado emergen puntos críticos que afectan de manera directa la generación de valor del servicio analítico:

- Pérdida o retraso de datos en condiciones operativas adversas, lo que afecta la oportunidad de la información.
- Variabilidad en la calidad de los datos, limitando su uso para análisis avanzados.
- Desconexión entre los reportes generados y la ejecución de acciones correctivas.
- Dependencia de la interpretación manual para la toma de decisiones.
- Limitada trazabilidad del impacto de la analítica en resultados operativos.

Adicionalmente, se identifica una debilidad en la gestión de los datos maestros dentro del reporte de “Administración de Vehículos”. Se observa que la información relacionada con el estado operativo de los vehículos (serviceable/unserviceable) y la vigencia de documentos legales, como seguros y revisiones técnicas, no se encuentra completamente sincronizada.

Esta inconsistencia evidencia una limitación en la Gestión de Configuración, ya que no se garantiza la integridad y actualización de los activos de información. Como resultado, el servicio analítico funciona más como un repositorio de datos aislados que como una herramienta integrada para la gestión de la continuidad del servicio logístico.

3.6 Síntesis diagnóstica

El diagnóstico realizado permite concluir que la organización cuenta con una base tecnológica sólida y una disponibilidad significativa de datos operativos, lo cual constituye una condición favorable para el desarrollo de servicios analíticos. Sin embargo, la ausencia de un modelo de gestión estructurado limita la capacidad de transformar estos datos en valor organizacional sostenible.

Desde el enfoque de ITIL 4, se evidencia que el servicio analítico opera con una orientación predominantemente técnica, sin integrar de manera formal los principios de co-creación de valor, mejora continua y gestión integral del servicio. Esta situación genera brechas en términos de confiabilidad, oportunidad de la información y capacidad de respuesta ante eventos críticos.

En consecuencia, se valida la necesidad de diseñar un modelo de gestión de servicios de analítica de datos que permita articular los componentes tecnológicos, organizacionales y operativos, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del servicio y su alineación con los objetivos estratégicos del negocio.

3.7 Matriz de evidencia del diagnóstico

Con el objetivo de sintetizar el diagnóstico realizado y establecer una relación directa entre los reportes analizados y las brechas de gestión identificadas, se presenta la siguiente matriz de evidencia:

Tabla 1

Matriz de Evidencia del diagnóstico

Fuente de Información	Hallazgo de Gestión	Impacto
Comportamiento de conducción	Eventos recurrentes de exceso de velocidad	Riesgo operativo
Comportamiento de conducción	Variabilidad en tiempo de inactividad	Ineficiencia logística
Comportamiento de conducción	Velocidad promedio elevada en ciertos periodos	Riesgo de seguridad vial

Nota: Esta matriz permite evidenciar que las limitaciones del servicio no se originan en la falta de datos, sino en la ausencia de un modelo de gestión que permita transformar la información en valor organizacional sostenido.

En conjunto, los resultados del diagnóstico evidencian la necesidad de estructurar la analítica de datos como un servicio formal, integrando capacidades tecnológicas, procesos definidos y mecanismos de mejora continua. Este análisis constituye la base para el desarrollo de una propuesta de gestión que permita optimizar el uso de los datos en entornos operativos.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE SERVICIOS ANALÍTICOS BASADO EN ITIL 4

4.1 Descripción del Aplicativo

El aplicativo propuesto corresponde a un sistema de analítica de datos orientado al análisis del comportamiento de conducción en entornos de gestión de flotas. Este sistema se construye sobre la plataforma WorldFleet, la cual proporciona datos de telemetría vehicular utilizados para evaluar variables operativas relacionadas con seguridad vial y eficiencia logística.

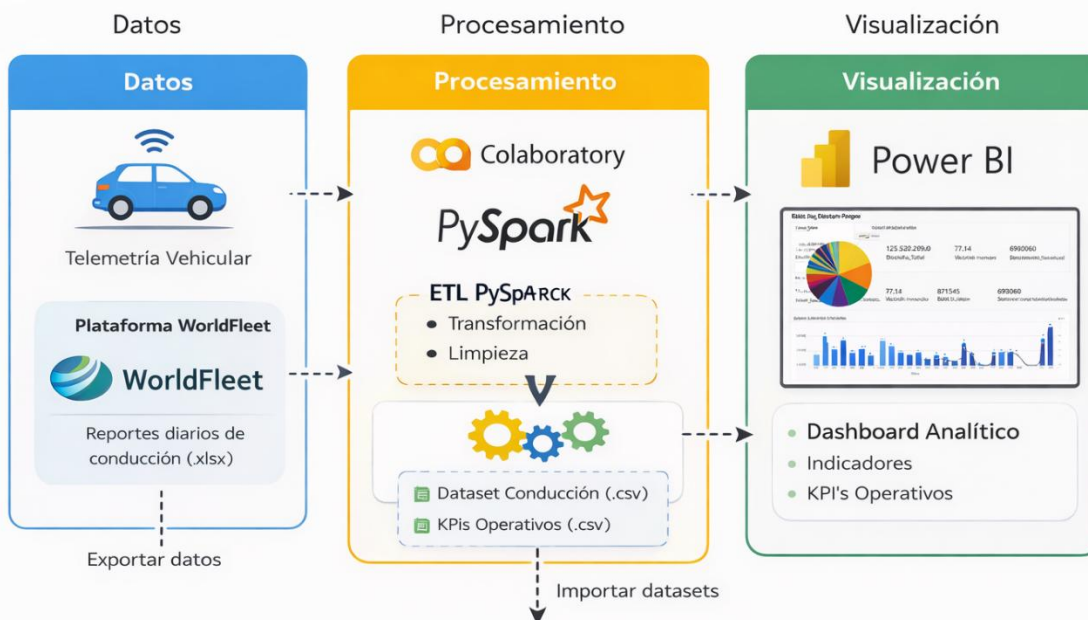
El aplicativo permite transformar los reportes de comportamiento de conducción generados por la plataforma en información analítica estructurada, facilitando la identificación de patrones de conducción, la detección de riesgos operativos y la generación de indicadores de desempeño.

Desde la perspectiva de ITIL 4, el aplicativo constituye un servicio analítico que habilita la toma de decisiones basada en datos, permitiendo integrar capacidades tecnológicas con prácticas de gestión orientadas a la co-creación de valor.

4.2 Arquitectura del Aplicativo

Figura 1

Arquitectura del servicio analítico que integra la plataforma WorldFleet, el procesamiento mediante PySpark en Google Colab (Zaharia y otros, 2016) y la visualización mediante Power BI.



Nota: Integración reporte plataforma WorldFleet, PySpark y Power BI.

El sistema se compone de:

1. Fuente de datos (WorldFleet)
2. Capa de procesamiento (PySpark en Colab)
3. Almacenamiento (CSV/Parquet)
4. Visualización (Power BI)
5. Gestión (ITIL 4)

Esta arquitectura permite integrar componentes tecnológicos con prácticas de gestión de servicios, garantizando la trazabilidad del dato desde su origen hasta la generación de valor.

4.3 Flujo de Valor del Servicio

El flujo de valor del servicio analítico se estructura en las siguientes etapas: captura de datos desde dispositivos de telemetría, procesamiento y transformación de la información, entrega mediante visualizaciones analíticas y generación de acciones operativas. Este flujo permite evolucionar de un enfoque reactivo a un modelo proactivo basado en datos.

4.4 Catálogo de Servicios

El catálogo de servicios analíticos propuesto incluye los siguientes servicios:

- Servicio de Monitoreo de Seguridad Vial: orientado a la identificación de eventos críticos como excesos de velocidad, accidentes y comportamientos de riesgo en la conducción.
- Servicio de Eficiencia Logística: enfocado en el análisis de rutas, tiempos de desplazamiento y cumplimiento operativo.
- Servicio de monitoreo del comportamiento de conducción: destinado a la supervisión del estado operativo de los vehículos y la disponibilidad de la información generada por los dispositivos de telemetría.

4.5 Roles y Responsabilidades

Para la gestión del servicio analítico se definen los siguientes roles:

- Service Owner: responsable de la gestión integral del servicio analítico, incluyendo su mejora continua y alineación con los objetivos del negocio.
- Analista de Datos: encargado de procesar, transformar y analizar la información proveniente de la plataforma WorldFleet, generando indicadores y visualizaciones.
- Área Operativa: responsable de utilizar la información analítica para la toma de decisiones y la ejecución de acciones correctivas dentro de la operación.

Tabla 2*Matriz RACI del servicio analítico*

Actividad del servicio	Service Owner	Analista de Datos	Área Operativa
Definición de indicadores	A	R	C
Procesamiento de datos	C	R	I
Generación de Dashboards	C	R	I
Análisis de eventos críticos	A	R	C
Implementación de acciones correctivas	I	C	R
Mejora continua del servicio	A	R	C

Nota: La matriz RACI permite clarificar las responsabilidades dentro del servicio analítico, reduciendo la dependencia de conocimiento tácito y fortaleciendo la gobernanza del servicio.

Leyenda:

- **R:** Responsable
- **C:** Consultado
- **A:** Accountable
- **I:** Informado

4.6 Aplicación de prácticas de ITIL 4

La propuesta se fundamenta en la aplicación de prácticas de ITIL 4 adaptadas al contexto de la analítica de datos. Entre las principales prácticas consideradas se incluyen:

- Gestión de Incidentes: orientada a la atención de eventos críticos detectados en la operación.
- Gestión de Problemas: enfocada en el análisis de causas raíz de eventos recurrentes.
- Gestión de Configuración: aplicada al control de activos de información como vehículos, conductores y dispositivos de telemetría.

Estas prácticas permiten estructurar el servicio analítico no solo desde una perspectiva tecnológica, sino también desde su gestión operativa y mejora continua.

4.7 Modelo de Datos

El modelo de datos propuesto se basa en la estructuración de información proveniente del reporte de comportamiento de conducción diario generado por la plataforma WorldFleet. Este modelo organiza las variables operativas en un conjunto de dimensiones analíticas que facilitan su análisis mediante herramientas de inteligencia de negocios.

Tabla 3

Variables del dataset analítico

Variable	Descripción
fecha	fecha del registro
vehiculo	identificador del vehículo
distancia_km	distancia recorrida
velocidad	velocidad registrada
exceso_velocidad	eventos de exceso
aceleraciones_bruscas	eventos de aceleración
desaceleraciones_bruscas	eventos de desaceleración
tiempo_inactividad	tiempo detenido

Nota: Estructura que permite analizar el comportamiento operativo de los vehículos y generar indicadores relacionados con seguridad vial y eficiencia logística.

4.8 Indicadores del Servicio Analítico

Con el fin de evaluar el desempeño del servicio analítico, se definen los siguientes indicadores:

- Distancia total recorrida por vehículo
- Velocidad promedio de operación
- Número de eventos de exceso de velocidad
- Frecuencia de aceleraciones y desaceleraciones bruscas
- Tiempo total de inactividad del vehículo
- Índice de comportamiento de conducción

Estos indicadores permiten transformar los datos operativos en información relevante para la toma de decisiones, en concordancia con el enfoque de co-creación de valor de ITIL 4.

Garantía de calidad del dato dentro del servicio analítico

Con el fin de asegurar la confiabilidad del servicio analítico, el modelo propuesto incorpora mecanismos de control de calidad de datos dentro del proceso de procesamiento y transformación.

Estos mecanismos incluyen la validación de formatos de fecha, la conversión estandarizada de variables numéricas, la eliminación de registros incompletos y la normalización de nombres de columnas durante el proceso ETL implementado en PySpark.

Asimismo, el modelo establece la verificación de consistencia de variables críticas, tales como distancia recorrida, velocidad y eventos de conducción, con el objetivo de garantizar que los indicadores generados reflejen de manera confiable el comportamiento operativo de la flota vehicular.

Desde la perspectiva de ITIL 4, estos controles contribuyen a fortalecer la dimensión de **Información y Tecnología**, asegurando que el servicio analítico entregue información confiable, oportuna y útil para la toma de decisiones.

4.9 Implementación del Aplicativo

La implementación del aplicativo se realiza mediante un proceso ETL ejecutado en Google Colab utilizando PySpark. Este proceso permite transformar los reportes de comportamiento de conducción generados por la plataforma WorldFleet en datasets analíticos estructurados.

El flujo ETL comprende la carga del reporte en formato Excel, la limpieza y estandarización de variables, la transformación de los datos en estructuras analíticas y la

generación de indicadores clave que posteriormente son utilizados en la construcción de dashboards en Power BI.

Este proceso comprende las siguientes etapas:

1. Preparación del entorno de ejecución
2. Carga de datos desde archivos Excel
3. Limpieza y estandarización de variables
4. Aplicación de reglas de negocio
5. Generación de indicadores clave
6. Exportación de datasets para visualización

El código del aplicativo se presenta en bloques funcionales que representan cada etapa del proceso ETL. Esta organización facilita la comprensión del flujo de procesamiento, desde la carga del dataset hasta la generación de indicadores analíticos y la exportación de resultados para su visualización en Power BI.

A continuación, se presenta la implementación técnica del aplicativo en un entorno de ejecución basado en Google Colab:

Implementación técnica del aplicativo en entorno de ejecución (Google Colab)

```
# =====
# BLOQUE 1: Instalación de dependencias
# =====
# Actualizar repositorios
!apt-get update -qq
# Instalar Java (requerido para Spark)
!apt-get install -y openjdk-11-jdk-headless -qq
# Instalar PySpark
!pip install -q pyspark==3.5.1
# =====
# BLOQUE 2: Crear SparkSession
# =====
import os
os.environ["JAVA_HOME"] = "/usr/lib/jvm/java-11-openjdk-amd64"
```

```

from pyspark.sql import SparkSession
# Crear sesión de Spark
spark = (
    SparkSession.builder
    .appName("WorldFleet_Driving_Behavior_Analytics")
    .getOrCreate()
)
print("Versión de Spark:", spark.version)
# =====
# BLOQUE 3: Subir archivo Excel desde el equipo local
# =====
from google.colab import files
# Permite cargar archivos manualmente
uploaded = files.upload()
# Nombre del archivo exportado desde WorldFleet
archivo_excel = "daily driving behavior - by vehicle (summary).xlsx"
# =====
# BLOQUE 4: Lectura y limpieza del Excel WorldFleet
# =====
import pandas as pd
df_pd = pd.read_excel(archivo_excel, header=None)
df_pd.columns = [
    "id",
    "vehiculo",
    "placa",
    "grupo",
    "fecha",
    "distancia_km",
    "tiempo_inactividad",
    "aceleraciones_bruscas",
    "desaceleraciones_bruscas",
    "exceso_velocidad",
    "hora_evento",
    "velocidad",
    "ubicacion",
    "inicio_viaje",
    "fin_viaje"
]
# eliminar filas completamente vacías
df_pd = df_pd.dropna(how="all")
# convertir fecha
df_pd["fecha"] = pd.to_datetime(df_pd["fecha"], errors="coerce")
# eliminar filas sin fecha válida
df_pd = df_pd[df_pd["fecha"].notna()]
print("Columnas detectadas:")
print(df_pd.columns.tolist())

```

```

print("\nDimensión del dataset limpio:")
print("Filas:", df_pd.shape[0])
print("Columnas:", df_pd.shape[1])
df_pd.head()
# =====
# BLOQUE 5: Convertir DataFrame de Pandas a Spark
# =====
numeric_cols = [
    "distancia_km",
    "tiempo_inactividad",
    "aceleraciones_bruscas",
    "desaceleraciones_bruscas",
    "exceso_velocidad",
    "velocidad"
]
for col in numeric_cols:
    if col in df_pd.columns:
        df_pd[col] = pd.to_numeric(df_pd[col], errors="coerce")
df_raw = spark.createDataFrame(df_pd)
print("Estructura del DataFrame en Spark:")
df_raw.printSchema()
df_raw.show(5, truncate=False)
# =====
# BLOQUE 6: DataFrame listo para análisis
# =====
df = df_raw
df.printSchema()
df.show(5)
# =====
# BLOQUE 7: Conversión de fechas
# =====
from pyspark.sql import functions as F
df = df.withColumn(
    "fecha",
    F.to_date("fecha")
)
df.printSchema()
# =====
# BLOQUE 8: KPIs generales
# =====
kpi_conduccion = df.agg(
    F.sum("distancia_km").alias("distancia_total_km"),
    F.avg("velocidad").alias("velocidad_promedio"),
    F.sum("exceso_velocidad").alias("total_excesos_velocidad"),
    F.sum("aceleraciones_bruscas").alias("total_aceleraciones"),
    F.sum("desaceleraciones_bruscas").alias("total_desaceleraciones"),

```

```

        F.sum("tiempo_inactividad").alias("tiempo_inactividad_total")
    )
    kpi_conduccion.show()
    # =====
    # BLOQUE 9: KPIs por fecha
    # =====
    kpi_operacion = (
        df.groupBy("fecha")
        .agg(
            F.sum("distancia_km").alias("distancia_total_dia"),
            F.avg("velocidad").alias("velocidad_promedio_dia"),
            F.sum("exceso_velocidad").alias("eventos_exceso_velocidad"),
            F.sum("tiempo_inactividad").alias("tiempo_inactividad_total")
        )
        .orderBy("fecha")
    )
    kpi_operacion.show(20)
    # =====
    # BLOQUE 10: Exportación de datasets
    # =====
    output_dir = "salidas_worldfleet"
    df_out = df.select(
        "vehiculo",
        "placa",
        "grupo",
        "fecha",
        "distancia_km",
        "velocidad",
        "exceso_velocidad",
        "aceleraciones_bruscas",
        "desaceleraciones_bruscas",
        "tiempo_inactividad",
        "ubicacion"
    )
    df_out.coalesce(1).write.mode("overwrite").option("header", True).csv(
        f"{output_dir}/dataset_conduccion"
    )
    kpi_operacion.coalesce(1).write.mode("overwrite").option("header", True).csv(
        f"{output_dir}/kpi_operacion"
    )
    print("Datasets exportados correctamente")
    # =====
    # BLOQUE 11: Descargar resultados
    # =====
    import shutil
    from google.colab import files

```

```
shutil.make_archive("salidas_worldfleet", "zip", output_dir)  
files.download("salidas_worldfleet.zip")
```

El proceso de implementación del aplicativo permite operacionalizar el servicio analítico, transformando datos crudos en información estructurada y utilizable para la toma de decisiones. Desde la perspectiva de ITIL 4, este proceso contribuye a la co-creación de valor, al garantizar la disponibilidad, confiabilidad y utilidad de la información generada, alineando la capacidad tecnológica con las necesidades del negocio.

4.10 Resultados del Procesamiento

Como resultado del proceso de transformación y preparación de los datos provenientes de la plataforma WorldFleet, se generaron datasets analíticos estructurados que permiten su posterior análisis mediante herramientas de inteligencia de negocios. Estos datasets se derivan del reporte **Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)**, el cual sintetiza indicadores diarios relacionados con el comportamiento de conducción de los vehículos.

El proceso de procesamiento y transformación de los datos permitió estandarizar las variables operativas, eliminar inconsistencias y estructurar la información en un formato adecuado para su análisis. Como resultado, se obtuvieron conjuntos de datos que permiten evaluar distintas dimensiones del desempeño operativo de la flota vehicular.

Entre los principales resultados obtenidos del procesamiento se destacan los siguientes:

Dataset de comportamiento de conducción

Se generó un dataset estructurado que contiene información consolidada del comportamiento de conducción por vehículo y por día. Este dataset incluye variables relevantes para el análisis operativo, tales como:

- Fecha de operación
- Vehículo
- Distancia recorrida
- Velocidad promedio
- Eventos de exceso de velocidad
- Aceleraciones bruscas
- Desaceleraciones bruscas
- Tiempo de inactividad del vehículo

Esta estructura de datos permite analizar el comportamiento operativo de la flota desde distintas perspectivas temporales y operativas.

Tabla 4

Indicadores de conducción

Campo	Descripción
fecha	fecha del evento
vehiculo	identificador
distancia_km	distancia recorrida
velocidad_promedio	velocidad media
exceso_velocidad	número de eventos

Nota: Indicadores utilizados para el comportamiento de la conducción.

Indicadores de comportamiento de conducción

A partir del procesamiento de los datos se generaron indicadores agregados que permiten evaluar patrones de conducción asociados a seguridad vial y eficiencia operativa. Entre estos indicadores se incluyen:

- Frecuencia de eventos de exceso de velocidad
- Número de aceleraciones y desaceleraciones bruscas
- Variaciones en la velocidad promedio
- Distribución de tiempos de inactividad

Estos indicadores permiten identificar patrones de comportamiento que podrían representar riesgos operativos o ineficiencias en la gestión logística.

Indicadores de desempeño operativo

El procesamiento de los datos también permitió generar métricas asociadas al desempeño operativo de los vehículos, tales como:

- Distancia total recorrida por vehículo
- Promedio de velocidad de operación
- Frecuencia de eventos asociados a conducción agresiva
- Tiempo acumulado de inactividad

Estas métricas facilitan el análisis del uso de los activos vehiculares y permiten evaluar oportunidades de mejora en la eficiencia operativa.

En conjunto, los resultados obtenidos del procesamiento de datos constituyen la base para la construcción de visualizaciones analíticas en Power BI, permitiendo transformar los datos operativos en información útil para la toma de decisiones.

Desde la perspectiva de la gestión de servicios basada en ITIL 4, estos resultados representan la transformación de datos crudos en información analítica estructurada, contribuyendo a la generación de valor organizacional mediante la disponibilidad de información confiable, oportuna y comprensible para los distintos actores del servicio.

El uso de PySpark permitió escalar el procesamiento de datos operativos, facilitando el análisis de volúmenes mayores de información sin afectar la eficiencia del procesamiento.

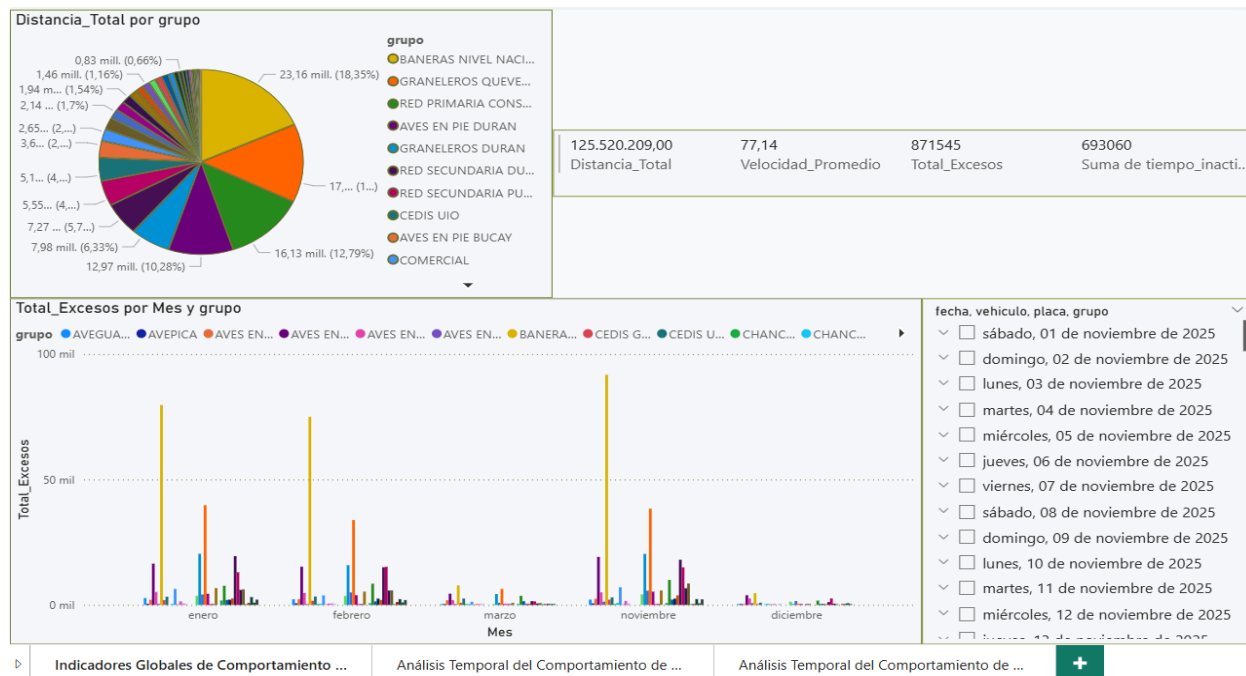
4.11 Visualización del Aplicativo en Power BI

Con el propósito de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos mediante el procesamiento de datos, se implementó un tablero de control interactivo utilizando la herramienta de inteligencia de negocios **Microsoft Power BI**. Esta herramienta permite transformar los datasets generados por el proceso ETL en visualizaciones analíticas que facilitan la comprensión del comportamiento operativo de los vehículos y apoyan la toma de decisiones en distintos niveles organizacionales.

Como se observa en la **Figura 2**, el tablero estratégico presenta indicadores globales relacionados con el desempeño operativo de la flota, tales como distancia total recorrida, velocidad promedio y número de eventos de exceso de velocidad.

Figura 2

Tablero estratégico del servicio analítico que muestra indicadores globales de desempeño de la flota vehicular.



Nota: La visualización de datos constituye la capa final del flujo analítico, permitiendo transformar los resultados del procesamiento en información comprensible para los distintos actores organizacionales.

El tablero se alimenta de los datasets generados por el aplicativo desarrollado en Google Colab, los cuales contienen información estructurada derivada del reporte **Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)** exportado desde la plataforma WorldFleet. Estos datasets incluyen variables relacionadas con el comportamiento de conducción, tales como distancia recorrida, velocidad promedio, eventos de exceso de velocidad, aceleraciones y desaceleraciones, así como tiempos de inactividad del vehículo.

La estructura del tablero se organiza en tres niveles analíticos —estratégico, táctico y operativo— alineados con el enfoque de gestión de servicios propuesto por ITIL 4. Esta organización permite que la información sea consumida por distintos actores dentro de la

organización, desde niveles de gestión hasta personal operativo encargado del monitoreo de la flota.

Nivel estratégico

El nivel estratégico del tablero presenta indicadores globales orientados a proporcionar una visión general del desempeño operativo de la flota. Estos indicadores permiten evaluar tendencias generales del comportamiento de conducción y detectar posibles riesgos asociados a la operación.

Entre los principales indicadores representados en este nivel se encuentran:

- Distancia total recorrida por los vehículos durante el periodo analizado.
- Velocidad promedio de operación.
- Número total de eventos de exceso de velocidad.
- Frecuencia de aceleraciones y desaceleraciones bruscas.

Para el cálculo de estos indicadores se utilizaron medidas analíticas definidas en lenguaje

DAX (Data Analysis Expressions) dentro de Power BI.

Medidas DAX utilizadas

`Distancia_Total = SUM(dataset_conduccion[distancia_km])`

`Velocidad_Promedio = AVERAGE(dataset_conduccion[velocidad])`

`Total_Excesos_Velocidad = SUM(dataset_conduccion[exceso_velocidad])`

Estas medidas permiten consolidar información clave que facilita la evaluación del comportamiento general de la operación logística.

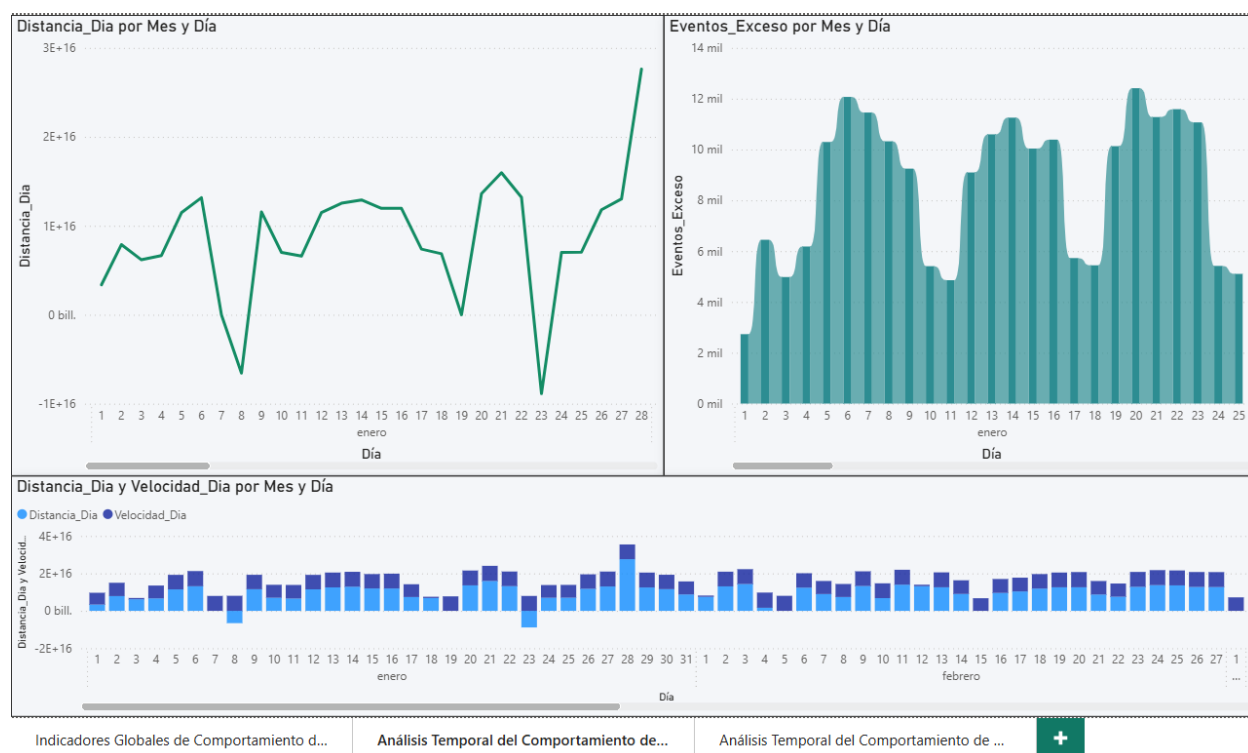
Las visualizaciones implementadas en este nivel incluyen tarjetas de indicadores clave (KPI) y gráficos agregados que muestran la evolución de las variables operativas durante el periodo analizado.

Nivel táctico

El nivel táctico del tablero se orienta al análisis del comportamiento de conducción en periodos específicos de tiempo, permitiendo identificar patrones operativos y posibles situaciones de riesgo asociadas a la conducción de los vehículos.

Figura 3

Análisis temporal del comportamiento de conducción mostrando la evolución de los eventos operativos y métricas de conducción a lo largo del tiempo.



Nota: se presenta el análisis táctico del comportamiento de conducción, donde se visualiza la evolución temporal de los eventos de conducción agresiva y los patrones asociados a excesos de velocidad.

Entre las visualizaciones implementadas en este nivel se incluyen:

- Gráficos de eventos de exceso de velocidad por fecha.
- Análisis de aceleraciones y desaceleraciones bruscas a lo largo del tiempo.
- Evolución de la velocidad promedio diaria.
- Distribución de los tiempos de inactividad del vehículo.

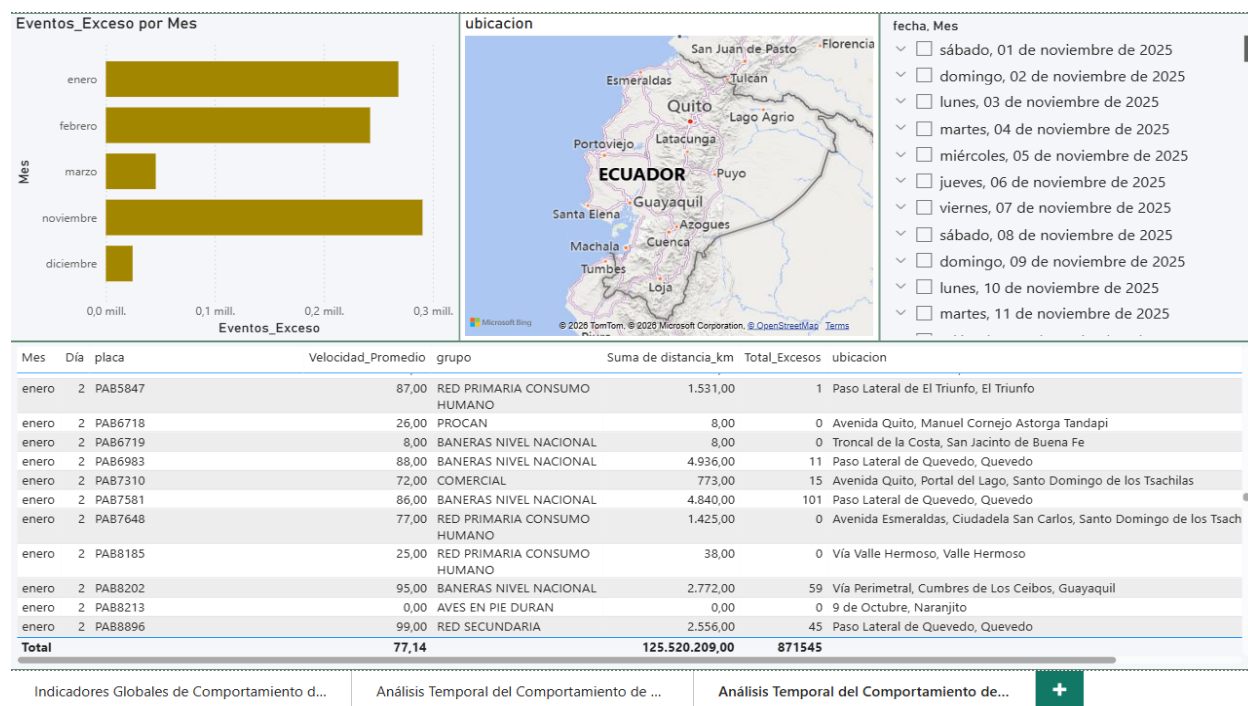
Este nivel de análisis permite a los responsables de supervisión logística identificar tendencias operativas, evaluar comportamientos recurrentes y establecer acciones correctivas orientadas a mejorar la seguridad vial y la eficiencia del servicio.

Nivel operativo

El nivel operativo del tablero permite el monitoreo detallado de la información generada por el sistema de telemetría, proporcionando una vista granular de los registros procesados por el aplicativo.

Figura 4

Vista operativa del tablero analítico que presenta el detalle de los registros de conducción por vehículo, fecha y ubicación.



Nota: muestra el nivel operativo del tablero, donde se presenta el detalle de los registros procesados por el aplicativo, permitiendo analizar información específica por fecha, ubicación y tipo de evento.

En este nivel se presenta una tabla analítica que incluye variables relevantes del reporte de comportamiento de conducción, tales como:

- Fecha de operación

- Distancia recorrida
- Velocidad promedio
- Eventos de exceso de velocidad
- Eventos de aceleración y desaceleración
- Tiempo de inactividad del vehículo

Esta vista permite realizar análisis exploratorios sobre los datos, identificar registros específicos de interés y comprender con mayor detalle el comportamiento operativo de los vehículos.

Contribución del tablero al servicio analítico

El tablero desarrollado en Power BI constituye la capa de visualización del servicio analítico propuesto, permitiendo transformar los datos procesados en información accesible y comprensible para los usuarios del servicio.

Desde la perspectiva de ITIL 4, esta capa de visualización contribuye directamente a la co-creación de valor, ya que facilita la interacción entre los productores de información analítica y los usuarios operativos que utilizan dichos datos para la toma de decisiones.

De esta manera, el tablero no solo cumple una función de visualización, sino que actúa como un componente fundamental dentro del sistema de valor del servicio analítico, integrando tecnología, procesos y actores organizacionales en un flujo continuo de generación de valor basado en datos.

4.12 Evidencia del Aplicativo

La implementación del aplicativo se valida mediante la ejecución del proceso en un entorno real de análisis, utilizando datos provenientes de la plataforma WorldFleet.

Como resultado de la ejecución del aplicativo sobre los datos exportados desde la plataforma WorldFleet, se procesaron aproximadamente **64.452 registros operativos**, correspondientes a alrededor de cinco meses de operación vehicular. Estos registros provienen del reporte **Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)** y contienen información relacionada con el comportamiento de conducción de los vehículos monitoreados.

El dataset analizado está compuesto por **15 variables operativas**, entre las cuales se incluyen distancia recorrida, tiempo de inactividad, eventos de exceso de velocidad, aceleraciones y desaceleraciones bruscas, velocidad promedio y ubicación geográfica. Este volumen de datos permitió analizar tendencias de comportamiento de conducción a lo largo del tiempo y evaluar patrones asociados a seguridad vial y eficiencia logística.

El análisis permitió identificar **patrones de comportamiento de conducción relevantes**, entre los cuales se destacan eventos recurrentes de exceso de velocidad y variaciones significativas en los tiempos de inactividad de los vehículos.

En particular, el procesamiento automático permitió identificar una cantidad significativa de eventos relacionados con el comportamiento de conducción, incluyendo eventos de exceso de velocidad, registros de aceleraciones bruscas y desaceleraciones. Estos eventos anteriormente requerían revisión manual dentro de los reportes operativos de la plataforma, lo que dificultaba su análisis sistemático cuando el volumen de datos era elevado.

El procesamiento de más de 64 mil registros operativos mediante PySpark permitió automatizar la transformación y análisis de datos provenientes de telemetría vehicular, facilitando la generación de indicadores analíticos utilizados posteriormente en la visualización mediante Power BI.

La evidencia del funcionamiento del sistema incluye:

- Ejecución del código en Google Colab, evidenciando la correcta carga, transformación y procesamiento de los datos.
- Generación de datasets analíticos en formato CSV, listos para su consumo en herramientas de visualización.
- Implementación de un tablero de control en Power BI, el cual permite analizar la información en distintos niveles (estratégico, táctico y operativo).

Estos elementos demuestran la viabilidad técnica del modelo propuesto y su capacidad para transformar datos en valor organizacional, en concordancia con los principios de ITIL 4.

En conjunto, el aplicativo desarrollado valida la viabilidad de integrar capacidades de analítica de datos con prácticas de gestión de servicios basadas en ITIL 4, permitiendo evolucionar de un enfoque reactivo hacia un modelo proactivo, medible y orientado a la generación sostenida de valor en entornos operativos.

4.13 Caso de Uso Piloto

Con el fin de validar la aplicabilidad del modelo de gestión de servicios analíticos propuesto, se desarrolló un caso de uso piloto basado en el análisis del comportamiento de conducción de vehículos utilizando datos provenientes de la plataforma WorldFleet.

Este caso de uso permite demostrar cómo la integración de capacidades analíticas con prácticas de gestión basadas en ITIL 4 puede contribuir a mejorar la comprensión del comportamiento operativo de una flota vehicular y facilitar la toma de decisiones basada en datos.

El análisis se centra en indicadores asociados al comportamiento de conducción, tales como:

- Excesos de velocidad
- Aceleraciones bruscas

- Desaceleraciones bruscas
- Tiempo de inactividad del vehículo

Estos indicadores representan variables clave para evaluar la seguridad vial y la eficiencia operativa dentro de entornos de transporte y logística.

4.13.1 Descripción del escenario

El escenario de análisis corresponde a un entorno de monitoreo vehicular en el cual los vehículos se encuentran equipados con dispositivos de telemetría capaces de registrar información relacionada con su operación diaria.

Estos dispositivos generan datos que posteriormente son procesados por la plataforma WorldFleet, la cual permite exportar reportes analíticos que sintetizan el comportamiento de conducción de los vehículos.

Para el desarrollo del caso de uso piloto se utilizó el reporte **Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)**, el cual contiene indicadores diarios asociados a la operación de los vehículos.

El periodo de análisis utilizado en el caso de uso piloto corresponde a aproximadamente cinco meses de registros operativos provenientes del reporte *Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)* exportado desde la plataforma WorldFleet.

Este conjunto de datos incluye información diaria del comportamiento de conducción de los vehículos monitoreados, lo que permite evaluar tendencias operativas, identificar patrones recurrentes de conducción y analizar la evolución temporal de los indicadores asociados a seguridad vial y eficiencia logística.

Este escenario representa un entorno típico de gestión de flotas, donde la información generada por dispositivos de telemetría permite supervisar variables operativas críticas relacionadas con seguridad vial, eficiencia logística y comportamiento de conducción.

4.13.2 Procesamiento de datos

Los datos utilizados en el caso de uso piloto fueron procesados mediante el aplicativo analítico desarrollado como parte de esta investigación.

El proceso de procesamiento de datos comprende un flujo de transformación que permite preparar la información para su análisis y visualización. Este flujo incluye las siguientes etapas:

- Carga de los datos exportados desde la plataforma WorldFleet
- Limpieza y estandarización de las variables operativas
- Transformación de los datos en estructuras analíticas
- Generación de indicadores agregados de comportamiento de conducción
- Exportación de datasets analíticos para su visualización en Power BI

Este proceso permite transformar los datos operativos en datasets estructurados que facilitan el análisis del comportamiento de conducción y la identificación de patrones operativos.

La generación de datasets analíticos estructurados constituye un elemento clave dentro del servicio analítico, ya que garantiza la disponibilidad de información consistente y preparada para su consumo por herramientas de visualización y análisis.

4.13.3 Resultados obtenidos

El análisis del periodo de cinco meses permitió identificar tendencias temporales en el comportamiento de conducción, evidenciando variaciones en la frecuencia de eventos de exceso de velocidad, cambios en la velocidad promedio de operación y fluctuaciones en los tiempos de inactividad de los vehículos.

Este análisis longitudinal permitió observar patrones recurrentes en determinados periodos de operación, lo que facilita la identificación de comportamientos de riesgo y oportunidades de mejora en la eficiencia logística.

A partir del análisis de los datos procesados se identificaron distintos patrones asociados al comportamiento de conducción de los vehículos.

Entre los principales resultados obtenidos se destacan los siguientes hallazgos:

Se observó la presencia de eventos recurrentes de exceso de velocidad en determinados periodos de operación, lo cual puede representar un riesgo potencial para la seguridad vial.

Asimismo, se identificaron registros asociados a aceleraciones y desaceleraciones bruscas, lo cual sugiere patrones de conducción agresiva que podrían afectar tanto la seguridad de la operación como el desgaste de los vehículos.

El análisis de la velocidad promedio permitió identificar variaciones en el comportamiento de conducción a lo largo del periodo analizado, lo cual puede estar relacionado con factores operativos como condiciones del tráfico, tipo de ruta o condiciones ambientales.

Adicionalmente, se detectaron variaciones en los tiempos de inactividad de los vehículos, lo cual permite identificar posibles oportunidades de optimización en la planificación de rutas y en la gestión de tiempos operativos.

Estos resultados evidencian que el análisis del comportamiento de conducción permite obtener información valiosa para la gestión de la operación logística y para la mejora de la seguridad vial.

4.13.4 Análisis e interpretación

Los resultados obtenidos permiten evidenciar el valor del análisis de datos en la identificación de patrones operativos que pueden afectar el desempeño de la flota vehicular.

La identificación de eventos recurrentes de exceso de velocidad y de comportamientos de conducción agresiva proporciona información relevante para la implementación de acciones correctivas orientadas a mejorar la seguridad vial.

Entre las posibles acciones derivadas del análisis se incluyen:

- Implementación de programas de capacitación para conductores
- Seguimiento específico de comportamientos de conducción de riesgo
- Ajustes en la planificación de rutas y tiempos operativos
- Establecimiento de políticas de conducción segura

Asimismo, el análisis de los tiempos de inactividad permite identificar oportunidades para mejorar la eficiencia operativa, reduciendo periodos improductivos y optimizando el uso de los vehículos.

De esta manera, el análisis del comportamiento de conducción no solo permite identificar riesgos, sino también mejorar la eficiencia de la operación logística mediante la utilización de información basada en datos.

4.13.5 Valor generado del servicio analítico

Desde la perspectiva de ITIL 4, el caso de uso piloto permite evidenciar la **co-creación de valor** mediante la transformación de datos operativos en información analítica útil para la organización.

El servicio analítico propuesto permite mejorar la visibilidad del estado operativo de la flota vehicular, facilitando la identificación de comportamientos de conducción que pueden representar riesgos o ineficiencias.

Entre los principales beneficios generados por el servicio analítico se encuentran:

- Mejora en la visibilidad del comportamiento de conducción
- Identificación temprana de riesgos operativos
- Apoyo a la toma de decisiones basada en datos
- Optimización de la eficiencia logística

De esta manera, el modelo propuesto demuestra cómo la integración de analítica de datos con prácticas de gestión basadas en ITIL 4 permite evolucionar hacia un enfoque de gestión más proactivo, orientado a la mejora continua y a la generación sostenida de valor organizacional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo de gestión de servicios de analítica de datos basado en ITIL 4, orientado a mejorar la confiabilidad, continuidad operativa y generación de valor en entornos productivos. Para ello, se realizó un diagnóstico del estado actual del servicio analítico en un entorno de monitoreo vehicular, se identificaron brechas frente a las prácticas de gestión de servicios propuestas por ITIL 4 y se diseñó una propuesta de modelo que integra capacidades tecnológicas con prácticas de gestión orientadas a valor.

A partir del diagnóstico realizado mediante las cuatro dimensiones de ITIL 4 — organización y personas, información y tecnología, socios y proveedores, y flujos de valor y procesos— se identificó que el servicio de analítica de datos analizado cuenta con una base tecnológica sólida y una disponibilidad significativa de información operativa proveniente de dispositivos de telemetría. No obstante, se evidenció que la analítica opera principalmente como un conjunto de reportes técnicos, sin un enfoque estructurado de gestión del servicio que permita garantizar continuidad, trazabilidad del valor y mejora continua.

En particular, se identificaron brechas relacionadas con la ausencia de un catálogo formal de servicios analíticos, la limitada definición de acuerdos de nivel de servicio (SLA), la dependencia de conocimiento tácito del personal operativo y la falta de mecanismos sistemáticos para transformar los hallazgos analíticos en acciones correctivas dentro de la operación. Estas

limitaciones evidencian que la disponibilidad de datos y herramientas analíticas no es suficiente para garantizar la generación de valor organizacional si no se cuenta con un modelo de gestión que articule procesos, roles, indicadores y mecanismos de mejora continua.

En respuesta a estas brechas, la investigación propone un modelo de gestión de servicios analíticos basado en ITIL 4 que integra componentes tecnológicos, organizacionales y operativos. Este modelo incluye la definición de un catálogo de servicios analíticos, la asignación de roles y responsabilidades, la aplicación de prácticas de gestión de incidentes, problemas y configuración, así como la definición de indicadores de desempeño orientados a evaluar la disponibilidad, calidad y utilidad del servicio analítico.

Como parte de la validación conceptual de la propuesta, se desarrolló un aplicativo analítico que implementa un flujo ETL utilizando PySpark en un entorno de ejecución basado en Google Colab. Este aplicativo permite procesar los reportes de comportamiento de conducción generados por la plataforma WorldFleet, realizando tareas de limpieza, transformación y estructuración de los datos con el objetivo de generar datasets analíticos preparados para su consumo mediante herramientas de inteligencia de negocios.

Los resultados obtenidos del procesamiento de datos evidencian que es posible transformar datos operativos provenientes de telemetría vehicular en indicadores analíticos que facilitan la evaluación del comportamiento de conducción, la identificación de riesgos operativos y el análisis del desempeño de la flota vehicular. La generación de datasets estructurados permitió posteriormente la construcción de tableros de control en Power BI, los cuales facilitan la interpretación de la información mediante visualizaciones analíticas organizadas en niveles estratégico, táctico y operativo.

El caso de uso piloto desarrollado en esta investigación permitió demostrar la aplicabilidad del modelo propuesto en un entorno real de monitoreo vehicular. A partir del análisis de los datos procesados se identificaron patrones relevantes relacionados con eventos de exceso de velocidad, aceleraciones y desaceleraciones bruscas, así como variaciones en los tiempos de inactividad de los vehículos. Estos hallazgos evidencian el potencial de la analítica de datos para apoyar la toma de decisiones orientadas a mejorar la seguridad vial y la eficiencia operativa.

Desde la perspectiva de la gestión de servicios basada en ITIL 4, el modelo propuesto contribuye a estructurar la analítica de datos como un servicio empresarial orientado a la co-creación de valor. La integración de capacidades tecnológicas, procesos definidos y mecanismos de medición del desempeño permite evolucionar desde un enfoque reactivo hacia un modelo de gestión proactivo, en el cual la información analítica se convierte en un recurso estratégico para la organización.

En términos generales, los resultados de la investigación confirman que la aplicación de principios y prácticas de ITIL 4 al ámbito de la analítica de datos permite mejorar la organización, gobernanza y sostenibilidad de los servicios analíticos en entornos productivos. Asimismo, evidencian que la combinación de tecnologías de procesamiento de datos, como PySpark, con herramientas de visualización como Power BI, facilita la operacionalización del servicio analítico y su alineación con las necesidades del negocio.

En términos académicos, la presente investigación contribuye a la literatura sobre gestión de servicios de analítica de datos al proponer una integración práctica entre marcos de gestión de servicios (ITIL 4) y herramientas de procesamiento y visualización de datos utilizadas en ciencia de datos. Este enfoque permite ampliar la comprensión de la analítica no solo como disciplina técnica, sino también como un servicio organizacional orientado a la generación de valor.

5.2 Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se plantean una serie de recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de servicios de analítica de datos en entornos productivos y empresariales.

En primer lugar, se recomienda que las organizaciones que utilizan plataformas de monitoreo y telemetría vehicular adopten un enfoque de gestión de servicios para la analítica de datos, integrando prácticas formales de gobernanza, definición de roles, establecimiento de acuerdos de nivel de servicio y mecanismos de mejora continua. Este enfoque permite asegurar que los productos analíticos no se limiten a la generación de reportes, sino que se consoliden como servicios estables y alineados con los objetivos del negocio.

En segundo lugar, resulta recomendable fortalecer los mecanismos de gestión de calidad de datos dentro del servicio analítico. La confiabilidad de la información es un elemento crítico para la toma de decisiones, por lo que se deben implementar prácticas de validación, monitoreo y control de la integridad de los datos provenientes de dispositivos de telemetría y plataformas de monitoreo.

Asimismo, se sugiere promover la integración entre las áreas técnicas responsables del procesamiento de datos y las áreas operativas que utilizan la información analítica en la toma de decisiones. La colaboración entre estos actores permite mejorar la interpretación de los resultados analíticos, asegurar su relevancia para la operación y facilitar la implementación de acciones correctivas basadas en evidencia.

Desde la perspectiva tecnológica, se recomienda continuar fortaleciendo las capacidades de procesamiento de datos mediante el uso de herramientas de analítica escalable, como Apache Spark, que permiten manejar grandes volúmenes de información operativa y realizar análisis más

avanzados. La integración de estos entornos de procesamiento con plataformas de visualización como Power BI facilita la democratización del acceso a la información dentro de la organización.

De igual manera, se recomienda que futuras investigaciones exploren la incorporación de técnicas de analítica avanzada y machine learning sobre los datos de telemetría vehicular, con el objetivo de desarrollar modelos predictivos que permitan anticipar comportamientos de conducción de riesgo, optimizar rutas logísticas o mejorar la planificación operativa.

Finalmente, se propone como línea de trabajo futura la implementación del modelo de gestión de servicios analíticos en entornos organizacionales reales, con el propósito de evaluar su impacto en indicadores operativos, niveles de servicio y generación de valor organizacional en el largo plazo. Este tipo de implementación permitiría validar empíricamente los beneficios del enfoque propuesto y contribuir al desarrollo de nuevas prácticas para la gestión de servicios de analítica de datos.

REFERENCIAS

- AXELOS. (2017). *ITIL Practitioner Guidance*. TSO.
- AXELOS. (2019). *ITIL Foundation: ITIL 4 Edition*. TSO.
- Chen, H., Chiang, R., & Storey, V. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188.
<https://doi.org/10.25300/MISQ/2012/36.4.03>
- Creswell, J., & Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5 ed.). SAGE Publications.
- Davenport, T., & Harris, J. (2017). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Harvard Business Review Press.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling* (3 ed.). John Wiley & Sons.
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences* (1 ed.). SAGE Publications.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data Science for Business: What You Need to Know About Data Mining and Data-Analytic Thinking* (1 ed.). O'Reilly Media.
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2020). *Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective* (4 ed.). Pearson.
- Wang, R., & Strong, D. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4), 5–33.

Zaharia, M., Xin, R., Wendell, P., Das, T., & Armbrust, M. (2016). Apache Spark: A Unified Engine for Big Data Processing. *Communications of the ACM*, 59(11), 56-65.

GLOSARIO

Analítica de datos: proceso de inspección, transformación y modelado de datos con el objetivo de descubrir información útil que apoye la toma de decisiones.

ITIL 4: marco de referencia para la gestión de servicios de tecnología de la información orientado a la co-creación de valor entre proveedores y consumidores de servicios.

Telemetría vehicular: tecnología que permite recopilar y transmitir información sobre el comportamiento y estado de los vehículos mediante sensores y dispositivos electrónicos.

ETL (Extract, Transform, Load): proceso utilizado en analítica de datos para extraer información desde distintas fuentes, transformarla y cargarla en sistemas analíticos.

ANEXOS

ANEXO A

Ejemplo de reporte exportado desde la plataforma WorldFleet

El presente anexo muestra un ejemplo del reporte utilizado como fuente de datos para el desarrollo del aplicativo analítico propuesto en esta investigación. El reporte corresponde al documento denominado **“Daily Driving Behavior – by Vehicle (summary)”**, el cual es generado por la plataforma de monitoreo y telemetría vehicular WorldFleet.

Este reporte sintetiza información diaria relacionada con el comportamiento de conducción de los vehículos monitoreados y constituye la fuente principal de datos utilizada para el procesamiento analítico desarrollado mediante PySpark.

Entre las variables incluidas en este reporte se encuentran:

- Identificador del vehículo
- Placa del vehículo
- Grupo o categoría operativa
- Fecha del registro
- Distancia recorrida
- Tiempo de inactividad
- Eventos de aceleración brusca
- Eventos de desaceleración brusca
- Eventos de exceso de velocidad
- Velocidad registrada
- Ubicación geográfica del evento

La información contenida en este reporte permite evaluar el comportamiento operativo de los vehículos y detectar patrones asociados a riesgos operativos o ineficiencias logísticas.

Los datos exportados desde la plataforma WorldFleet se utilizan como entrada para el proceso de transformación y análisis implementado en el aplicativo analítico desarrollado como parte de esta investigación.

ROW_NUMBER	DT	BB_VEHIC_V_NICK	NAM_VTR_NODE_NAME	DT_DRIVE_DATE	TOTAL_KM	CURVE_A	DECEL_C	OVERSPEI	MAX_SPEED	TIME	MAX_SPEI	location
201	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-10 00:00:00	1116.2	14	0	0	134	2026-01-10 18:11:33	112	Paso Lateral de Quevedo, Quevedo
202	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-13 00:00:00	279	13	7	0	12	2026-01-13 23:43:14	100	Panamericana Sur, San Andrés
203	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-14 00:00:00	511.2	8	0	0	60	2026-01-14 23:29:35	107	Troncal de la Costa, Santo Domingo de los Tsachilas
204	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-15 00:00:00	376.3	11	0	0	88	2026-01-15 07:23:06	106	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
205	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-16 00:00:00	333.9	11	0	0	45	2026-01-16 16:33:53	115	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, San Jacinto de Yaguachi
206	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-17 00:00:00	201	11	0	0	27	2026-01-17 10:55:43	112	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
207	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-20 00:00:00	782.5	20	0	0	124	2026-01-20 13:55:13	114	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
208	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-21 00:00:00	3.7	2	0	0	0	2026-01-21 12:17:13	38	Avenida Paquisha, Bucay
209	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-22 00:00:00	263.4	9	0	0	38	2026-01-22 15:50:19	107	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
210	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-23 00:00:00	110.7	13	0	0	16	2026-01-23 11:07:33	97	Balbanera - Pallatanga - Cumandá, El Triunfo
211	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-24 00:00:00	86.8	20	0	0	12	2026-01-24 13:07:25	97	Balbanera - Pallatanga - Cumandá, El Triunfo
212	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-27 00:00:00	158.8	10	0	0	12	2026-01-27 09:09:21	99	Balbanera - Pallatanga - Cumandá, Santa Martha
213	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-28 00:00:00	591.7	5	0	0	116	2026-01-28 17:50:59	113	Troncal de la Costa, Buena Fe
214	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-29 00:00:00	18.6	10	0	0	0	2026-01-29 10:12:55	78	Avenida Paquisha, Teresita
215	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-30 00:00:00	131.3	16	0	0	8	2026-01-30 14:11:41	100	E488, Teresita
216	4292722	XAA1999	AVEGUAYAS	2026-01-31 00:00:00	73.4	17	0	0	1	2026-01-31 16:24:24	96	Coronel Marcelino Maridueña
7257	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-01 00:00:00	107.8	5	0	0	11	2026-01-01 08:35:07	96	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
7258	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-02 00:00:00	287	17	0	0	10	2026-01-02 15:17:18	93	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
7259	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-03 00:00:00	85.7	18	0	0	0	2026-01-03 17:20:03	82	E488, Teresita
7260	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-04 00:00:00	286	15	0	0	25	2026-01-04 15:31:31	97	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo
7261	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-05 00:00:00	117.2	5	0	0	13	2026-01-05 08:43:47	91	Balbanera - Pallatanga - Cumandá, Peaje El Triunfo, Santa Martha
7262	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-06 00:00:00	722.2	12	0	0	126	2026-01-06 11:41:59	112	E488, Teresita
7263	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-07 00:00:00	669.3	15	0	0	76	2026-01-07 16:10:47	105	Troncal de la Costa, Buena Fe
7264	4641693	XAA1538	AVEGUAYAS	2026-01-08 00:00:00	219.5	14	0	0	7	2026-01-08 12:04:49	96	Via El Triunfo - General Pedro J. Montero - Virgen de Fátima, El Triunfo

Captura Reporte WorldFleet

ANEXO B

Código del proceso ETL implementado en PySpark

Este anexo presenta el código utilizado para implementar el proceso de **Extracción, Transformación y Carga (ETL)** del aplicativo analítico desarrollado en esta investigación.

El proceso fue ejecutado en un entorno de análisis basado en **Google Colab**, utilizando **PySpark** como motor de procesamiento de datos.

El objetivo del proceso ETL es transformar los reportes exportados desde la plataforma WorldFleet en **datasets estructurados** que permitan realizar análisis del comportamiento de conducción y construir visualizaciones analíticas mediante Power BI.

El flujo del proceso comprende las siguientes etapas:

1. Instalación de dependencias necesarias para la ejecución de Apache Spark.
2. Configuración del entorno de procesamiento en Google Colab.
3. Carga del archivo Excel exportado desde la plataforma WorldFleet.
4. Limpieza y estandarización de las variables contenidas en el reporte.
5. Transformación de los datos en estructuras analíticas.
6. Generación de indicadores agregados de comportamiento de conducción.
7. Exportación de datasets analíticos para su visualización en Power BI.

A continuación, se presenta el código correspondiente al proceso ETL:

```
# =====
# BLOQUE 1: Instalación de dependencias
# =====
# Actualizar repositorios
!apt-get update -qq
# Instalar Java (requerido para Spark)
!apt-get install -y openjdk-11-jdk-headless -qq
# Instalar PySpark
!pip install -q pyspark==3.5.1
# =====
# BLOQUE 2: Crear SparkSession
# =====
import os
os.environ["JAVA_HOME"] = "/usr/lib/jvm/java-11-openjdk-amd64"
from pyspark.sql import SparkSession
```

```

# Crear sesión de Spark
spark = (
    SparkSession.builder
        .appName("WorldFleet_Driving_Behavior_Analytics")
        .getOrCreate()
)
print("Versión de Spark:", spark.version)
# =====
# BLOQUE 3: Subir archivo Excel desde el equipo local
# =====
from google.colab import files
# Permite cargar archivos manualmente
uploaded = files.upload()
# Nombre del archivo exportado desde WorldFleet
archivo_excel = "daily driving behavior - by vehicle (summary).xlsx"
# =====
# BLOQUE 4: Lectura y limpieza del Excel WorldFleet
# =====
import pandas as pd
df_pd = pd.read_excel(archivo_excel, header=None)
df_pd.columns = [
    "id",
    "vehiculo",
    "placa",
    "grupo",
    "fecha",
    "distancia_km",
    "tiempo_inactividad",
    "aceleraciones_bruscas",
    "desaceleraciones_bruscas",
    "exceso_velocidad",
    "hora_evento",
    "velocidad",
    "ubicacion",
    "inicio_viaje",
    "fin_viaje"
]
# eliminar filas completamente vacías
df_pd = df_pd.dropna(how="all")
# convertir fecha
df_pd["fecha"] = pd.to_datetime(df_pd["fecha"], errors="coerce")
# eliminar filas sin fecha válida
df_pd = df_pd[df_pd["fecha"].notna()]
print("Columnas detectadas:")
print(df_pd.columns.tolist())
print("\nDimensión del dataset limpio:")
print("Filas:", df_pd.shape[0])
print("Columnas:", df_pd.shape[1])
df_pd.head()
# =====
# BLOQUE 5: Convertir DataFrame de Pandas a Spark

```

```

# =====
numeric_cols = [
    "distancia_km",
    "tiempo_inactividad",
    "aceleraciones_bruscas",
    "desaceleraciones_bruscas",
    "exceso_velocidad",
    "velocidad"
]
for col in numeric_cols:
    if col in df_pd.columns:
        df_pd[col] = pd.to_numeric(df_pd[col], errors="coerce")
df_raw = spark.createDataFrame(df_pd)
print("Estructura del DataFrame en Spark:")
df_raw.printSchema()
df_raw.show(5, truncate=False)
# =====
# BLOQUE 6: DataFrame listo para análisis
# =====
df = df_raw
df.printSchema()
df.show(5)
# =====
# BLOQUE 7: Conversión de fechas
# =====
from pyspark.sql import functions as F
df = df.withColumn(
    "fecha",
    F.to_date("fecha")
)
df.printSchema()
# =====
# BLOQUE 8: KPIs generales
# =====
kpi_conduccion = df.agg(
    F.sum("distancia_km").alias("distancia_total_km"),
    F.avg("velocidad").alias("velocidad_promedio"),
    F.sum("exceso_velocidad").alias("total_excesos_velocidad"),
    F.sum("aceleraciones_bruscas").alias("total_aceleraciones"),
    F.sum("desaceleraciones_bruscas").alias("total_desaceleraciones"),
    F.sum("tiempo_inactividad").alias("tiempo_inactividad_total")
)
kpi_conduccion.show()
# =====
# BLOQUE 9: KPIs por fecha
# =====
kpi_operacion = (
    df.groupBy("fecha")
    .agg(
        F.sum("distancia_km").alias("distancia_total_dia"),
        F.avg("velocidad").alias("velocidad_promedio_dia"),

```

```

        F.sum("exceso_velocidad").alias("eventos_exceso_velocidad"),
        F.sum("tiempo_inactividad").alias("tiempo_inactividad_total")
    )
    .orderBy("fecha")
)
kpi_operacion.show(20)
# =====
# BLOQUE 10: Exportación de datasets
# =====
output_dir = "salidas_worldfleet"
df_out = df.select(
    "vehiculo",
    "placa",
    "grupo",
    "fecha",
    "distancia_km",
    "velocidad",
    "exceso_velocidad",
    "aceleraciones_bruscas",
    "desaceleraciones_bruscas",
    "tiempo_inactividad",
    "ubicacion"
)
df_out.coalesce(1).write.mode("overwrite").option("header", True).csv(
    f"{output_dir}/dataset_conduccion"
)
kpi_operacion.coalesce(1).write.mode("overwrite").option("header", True).csv(
    f"{output_dir}/kpi_operacion"
)
print("Datasets exportados correctamente")
# =====
# BLOQUE 11: Descargar resultados
# =====
import shutil
from google.colab import files
shutil.make_archive("salidas_worldfleet", "zip", output_dir)
files.download("salidas_worldfleet.zip")

```

ANEXO C

Estructura del dataset generado para análisis

Como resultado del proceso de procesamiento y transformación de datos, se generó un dataset analítico estructurado que permite analizar el comportamiento de conducción de los vehículos monitoreados.

Este dataset constituye la base para la construcción de visualizaciones analíticas en Power BI y para el cálculo de indicadores operativos relacionados con seguridad vial y eficiencia logística.

Tabla 5

La estructura del dataset incluye las siguientes variables

Campo	Descripción
vehiculo	Identificador del vehículo
placa	Placa del vehículo
grupo	Categoría operativa o grupo logístico
fecha	Fecha del registro
distancia_km	Distancia recorrida en kilómetros
velocidad	Velocidad registrada
exceso_velocidad	Número de eventos de exceso de velocidad
aceleraciones_bruscas	Eventos de aceleración brusca
desaceleraciones_bruscas	Eventos de desaceleración brusca
tiempo_inactividad	Tiempo total de inactividad del vehículo
ubicacion	Ubicación geográfica registrada

Nota: variables de dataset generado para análisis

Esta estructura permite realizar análisis en distintos niveles de agregación, tales como:

- Análisis por vehículo
- Análisis por grupo operativo
- Análisis temporal por fecha
- Identificación de eventos críticos de conducción

El dataset generado facilita la integración con herramientas de inteligencia de negocios, permitiendo construir visualizaciones que apoyan la toma de decisiones en entornos de monitoreo logístico.

ANEXO D

Evidencia del tablero analítico desarrollado en Power BI

El presente anexo muestra evidencia del tablero analítico desarrollado como parte del aplicativo propuesto en esta investigación.

El tablero fue construido utilizando **Microsoft Power BI**, herramienta de inteligencia de negocios que permite transformar datasets analíticos en visualizaciones interactivas orientadas a la toma de decisiones.

El tablero desarrollado permite analizar el comportamiento de conducción de la flota vehicular en tres niveles de análisis:

Nivel estratégico

Presenta indicadores globales relacionados con el desempeño operativo de la flota, tales como:

- Distancia total recorrida
- Velocidad promedio
- Número total de eventos de exceso de velocidad
- Tiempo total de inactividad

Nivel táctico

Permite analizar tendencias temporales relacionadas con el comportamiento de conducción, incluyendo:

- Evolución de los eventos de exceso de velocidad
- Variaciones en la velocidad promedio
- Cambios en los patrones de conducción a lo largo del tiempo

Nivel operativo

Proporciona una vista detallada de los registros procesados por el sistema analítico, permitiendo analizar información específica por:

- Vehículo
- Fecha

- Tipo de evento
- Ubicación geográfica

Estas visualizaciones permiten transformar los resultados del procesamiento de datos en información comprensible para los distintos actores organizacionales, facilitando la identificación de patrones operativos y apoyando la toma de decisiones basada en datos.