

Sistema inteligente de gestión de transporte para la optimización logística en rutas urbanas

Intelligent Transport Management System for Logistics Optimization in Urban Routes

Fausto Leyva Salazar¹ , Iván Juan Carlos Pérez Olguín¹ , Georgina Elizabeth Riosvelasco Monroy¹ 

¹ Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Ciudad Juárez, Chihuahua, México

RESUMEN

La falta de sistemas accesibles para monitorear métricas clave en los sistemas de gestión de transporte, tales como el desempeño de rutas, la gestión de activos y los indicadores de rendimiento del personal, genera ineficiencias operativas, elevados costos y reduce la competitividad. El presente artículo analiza el potencial de las herramientas tecnológicas de fácil acceso en el diseño de *dashboards*, como Power BI, para abordar los desafíos de eficiencia que enfrentan las pequeñas y medianas empresas del sector logístico en México. El objetivo es analizar el desarrollo teórico en esta área del conocimiento y presentar una propuesta metodológica para el desarrollo del Sistema Inteligente de Gestión de Transporte (SiGeTra). Mediante el análisis de correlación entre diferentes conjuntos de datos, el sistema facilita la identificación de áreas de mejora y apoya una toma de decisiones informada. La solución propuesta es escalable, económicamente viable y de rápida adopción, potenciando la supervivencia empresarial a mediano plazo y fortalece la capacidad logística del sector de transporte.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de Gestión de Transporte (TMS); pymes; optimización de rutas; KPIs logísticos; reducción de costos.

ABSTRACT

The lack of accessible systems to monitor key metrics in transport management systems, such as route performance, asset management, and staff performance indicators generates operational inefficiencies, high costs, and reduced competitiveness. This article analyzes the potential of easily accessible technological tools, such as Power BI, in designing dashboards to address the efficiency challenges faced by small and medium-sized enterprises in the logistics sector in Mexico. The objective is to analyze theoretical development in this area of knowledge and present a methodological proposal for the development of the Intelligent Transport Management System (SiGeTra). Through the analysis of correlations between different datasets, the system facilitates the identification of improvement areas and supports informed decision-making. The proposed solution is scalable, economically viable, and rapidly adoptable, enhancing business survival in the medium term and strengthening the logistics capacity of the transport sector.

KEYWORDS: Transport Management Systems (TMS); SMEs; route optimization; logistics KPIs; cost reduction.

Correspondencia:

DESTINATARIO: Fausto Leyva Salazar

INSTITUCIÓN: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez /
Instituto de Ingeniería y Tecnología

DIRECCIÓN: Av. del Charro núm. 450 norte, C. P. 23320, Ciudad Juárez, Chihuahua, México

CORREO ELECTRÓNICO: al251481@alumnos.uacj.mx

Fecha de recepción: 9 de agosto de 2026. **Fecha de aceptación:** 23 de agosto de 2026. **Fecha de publicación:** 31 de agosto de 2026.



I. INTRODUCCIÓN

La administración eficiente de los elementos clave en los Sistemas de Gestión de Transporte (TMS, por sus siglas en inglés) representa un desafío crítico para las pymes, particularmente en contextos logísticos intensivos como los que se presentan en Ciudad Juárez, Chihuahua. La literatura identifica consistentemente que la falta de herramientas accesibles limita la capacidad de estas empresas para monitorear métricas esenciales, como el tiempo estimado de llegada (ETA, por sus siglas en inglés), la utilización de flota y el consumo de combustible [1], [2].

Esta brecha tecnológica genera ineficiencias operativas y costos elevados, además de que reduce significativamente la competitividad en un sector caracterizado por márgenes estrechos y alta demanda de servicios logísticos transfronterizos.

Estudios previos han intentado abordar esta problemática mediante diferentes enfoques, por ejemplo, [3] demostró cómo la integración de bases de SQL con *dashboards* en Power BI permite visualizar datos operativos; [4] desarrolló soluciones basadas en Microsoft Access para el seguimiento de rutas en pequeñas organizaciones y en [1] se implementó una plataforma de inteligencia de servicios de transporte que documentó una reducción del 12 % en costos operativos y un aumento del 8 % en la utilización de activos, gracias al monitoreo sistemático de los indicadores claves de rendimiento (KPIs, por sus siglas en inglés) críticos y a la optimización de rutas. Estos beneficios económicos justifican la inversión en sistemas de gestión, particularmente para pymes que operan en entornos competitivos.

Este potencial de mejora, sustentado en una visualización estratégica de la información, adquiere especial relevancia en el contexto de las pymes de Ciudad Juárez, Chihuahua, donde la optimización de recursos logísticos es fundamental para la supervivencia empresarial. Sin embargo, la limitada infraestructura tecnológica y los presupuestos restringidos característicos de estas empresas exigen soluciones que prioricen la funcionalidad esencial sobre la complejidad tecnológica. Por ello, la propuesta de valor de esta investigación radica en el desarrollo de SiGeTra, un Sistema de Gestión de Transporte que integra herramientas de bajo costo para visualizar estratégicamente los factores críticos consensuados en la literatura: KPIs de desempeño, ETA, inte-

gración de información, rentabilidad y gestión eficiente de activos y costos. Este enfoque se centra específicamente en las necesidades del contexto juarense, donde la optimización de recursos logísticos representa un factor determinante para la supervivencia y competitividad de las pymes locales [5].

II. METODOLOGÍA

La revisión sistemática de la literatura se realizó bajo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que consiste en un marco metodológico estandarizado diseñado para garantizar transparencia y exhaustividad en revisiones de literatura. Tal como se muestra en la [Figura 1](#), el proceso se estructuró a partir de cuatro preguntas de investigación, cada una con sus respectivos filtros y conjuntos de palabras clave. Para ilustrar el procedimiento, una de las preguntas clave fue: ¿Cuál es el impacto de la digitalización en la transparencia y trazabilidad de la cadena de suministro?, Para lo cual se aplicó la cadena de búsqueda: "TMS" AND "logistics digitalization", con el filtro de idioma inglés en Google Scholar. Este mismo procedimiento se repitió para cada una de las preguntas restantes, lo que permitió identificar inicialmente 37 artículos que, tras un proceso de depuración, se redujeron a 32 estudios elegibles para el análisis.

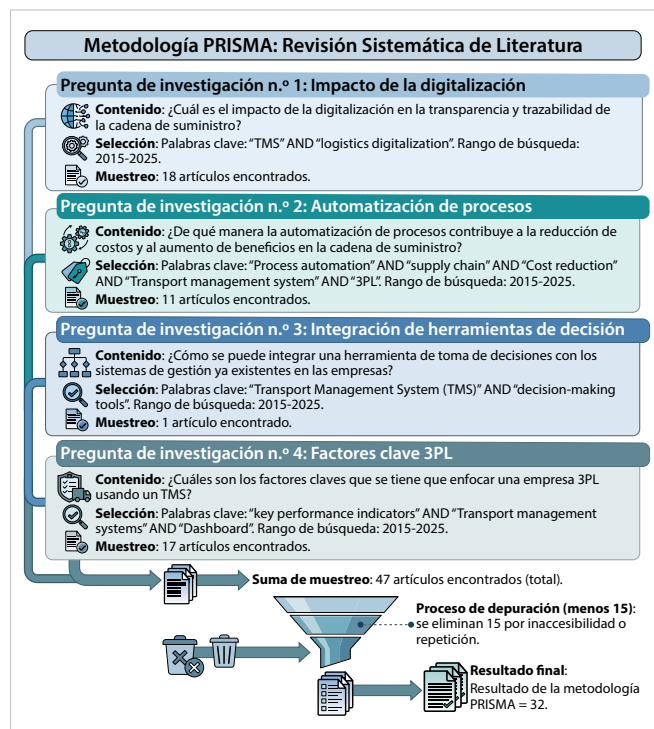


Figura 1. Diagrama de flujo aplicando la metodología PRISMA

Un principio fundamental dentro de la gestión de métricas es el de las “pocas métricas esenciales”, popularizado por ^[6], quien enfatiza que un número limitado de indicadores permite a los gerentes mantener una visión clara del desempeño general y concentrarse en lo verdaderamente crítico, balanceando perspectivas financieras y operativas para evitar la ceguera por información. A partir de la revisión de los 32 artículos, se identificaron los factores dominantes asociados al TMS, donde solo el 12.5 % de los artículos revisados mencionan datos cuantificables, los cuales se sistematizaron en la [Tabla 1](#).

TABLA 1
FACTORES DOMINANTES IDENTIFICADOS EN LA REVISIÓN

FACTORES	REFERENCIA
ETA (Estimated Time of Arrival)	[1], [2], [3], [4]
Rentabilidad	[1], [2], [3], [4]
Agilidad	[1], [2], [3], [4]
KPIs (Key Performance Indicator)	[1], [3], [4]
Detección de anomalías	[1], [3], [4]
Integración de información	[1], [2], [4]
Gestión eficiente de activos	[1], [2], [3]
Tiempos de maniobra	[1], [2]
Vehículos cargados - calendarizados	[1], [2]
Vehículos detenidos	[1], [2]
Información de la carga	[1], [2]
Inventario en tránsito y en proceso	[1], [2]
Responsabilidad	[1], [3]
Chat integrado al TMS	[1]
Tasa de impacto productivo	[2]
Tiempo de espera en conferencias	[2]
Tiempo de empeño	[2]
Descargas desde navío	[2]

Con el fin de priorizar los factores críticos relevantes, se procedió a sintetizar la información de la [Tabla 1](#), en una tabla de frecuencia según la mención de los factores en los artículos revisados. La [Tabla 2](#), despliega los seis factores de mayor relevancia identificados en las investigaciones y que evidencian las tendencias predominantes en el campo de estudio.

TABLA 2
FACTORES DE MAYOR FRECUENCIA EN LA LITERATURA

FACTORES RELEVANTES	FRECUENCIA
ETA (Estimated time of arrival)	4
Rentabilidad	4
Agilidad	4
KPIs (Key performance indicator)	3
Detección de Anomalías	3
Integración de Información	3
Gestión Eficiente de Activos y Costos	3

Por último, se procedió a unificar algunos de los factores de mayor frecuencia, con la finalidad de obtener los factores críticos de mayor relevancia para implementarlos en SiGeTra. Esta unificación se centró en factores que convergían en un mismo ámbito operativo, como la gestión de activos, de tal manera que los factores *detección de anomalías*, *agilidad* y *gestión eficiente de activos y costos*, se unificaron en el término Gestión Eficiente de Activos y Costos. La [Tabla 3](#) muestra la lista final de los factores críticos determinantes a implementar en el desarrollo del sistema de gestión de transportes.

TABLA 3
FACTORES DETERMINANTES DE UN TMS

FACTORES CRÍTICOS DETERMINANTES DE UN TMS
KPIs (Key Performance Indicator)
ETA (Estimated Time of Arrival)
Integración de Información
Rentabilidad
Gestión Eficiente de Activos y Costos

La identificación de los factores críticos determinantes mediante la metodología PRISMA permite establecer una jerarquía clara de las prioridades operativas dentro del campo de estudio. El hecho de que variables como los KPIs y el ETA registren la máxima frecuencia subraya el papel determinante de la previsibilidad y la precisión en la cadena de valor actual. Por ello, el monitoreo en tiempo real de estos factores no solo impacta la satisfacción del cliente, sino que también permite mitigar los costos asociados a cuellos de botella y demoras logísticas.

Por otro lado, factores como Integración de Información, Rentabilidad y Gestión Eficiente de Activos y Costos evidencia que la eficiencia no depende de esfuerzos aislados, sino de la visibilidad de los datos. Centralizar la información permite una monitorización continua para reaccionar ante imprevistos antes de que escalen a fallos críticos. Por lo tanto, mapear estos factores críticos determinantes constituye un eje estratégico para que las organizaciones dirijan sus recursos tecnológicos hacia las áreas que garantizan la ventaja competitiva en el mercado.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La materialización del Sistema Inteligente de Gestión de Transporte (SiGeTra) se concreta en el desarrollo de un *dashboard* interactivo construido en Power BI, cuya

arquitectura de integración y diseño visual se deriva directamente de los factores identificados en la revisión de literatura. La integración de datos sigue el siguiente flujo, donde la Base de Datos Central, alimentada por un Formulario Web, consolida la información operativa y financiera. Esta integración es el sustento técnico que permite transformar datos crudos en los cinco factores críticos, pasando de la recolección a la visualización estratégica. La [Figura 2](#) presenta el método utilizado para el diseño del *dashboard* SiGetra.

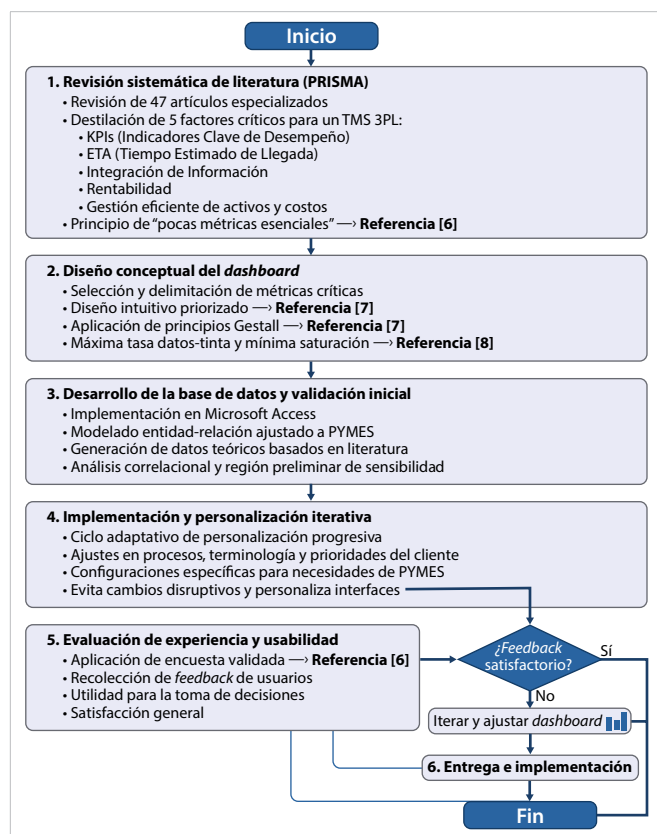


Figura 2. Método para el diseño del *dashboard* SiGetra.

Un punto relevante consiste en generar una estructura que permita visualizar la información de forma simultánea, cohesionada, priorizando la usabilidad y la toma de decisiones ágil, tal como recomienda el principio de “las pocas métricas esenciales” planteado en [6] y los “cuadrantes mágicos para la inteligencia del negocio” establecido en [9].

Por ello, se decidió aplicar la estrategia del diseño progresivo para así integrar los puntos extraídos de la literatura y cubrir las necesidades de las pymes del sector logístico mexicano localizado en Ciudad Juárez. Por lo tanto, el proceso no consistió solamente en hacer una

interfaz gráfica en Power BI, también se tomaron ideas de manera ordenada con el fin de poder encontrar el punto óptimo para la interpretación de los datos y obtener los mejores resultados posibles en la toma de decisiones. Considerando lo anterior, la primera fase del diseño consistió en establecer la estructura general del panel de control. En esta etapa se definieron los elementos principales que el *dashboard* debía contener, tomando como base los cinco factores críticos identificados. La [Figura 3](#) presenta la estructura inicial del *dashboard*.

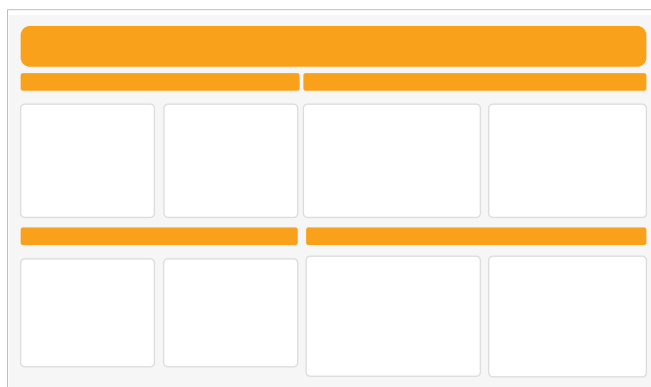


Figura 3. Primera estructura conceptual del *dashboard* SiGetra.

La [Figura 4](#) muestra la organización visual inicial de los factores críticos, donde es importante indicar que la disposición de los componentes no es arbitraria; responde a una lógica operativa donde la información más dinámica y táctica ocupa un lugar prominente, mientras que los indicadores financieros y de gestión estratégica complementan el panorama general.

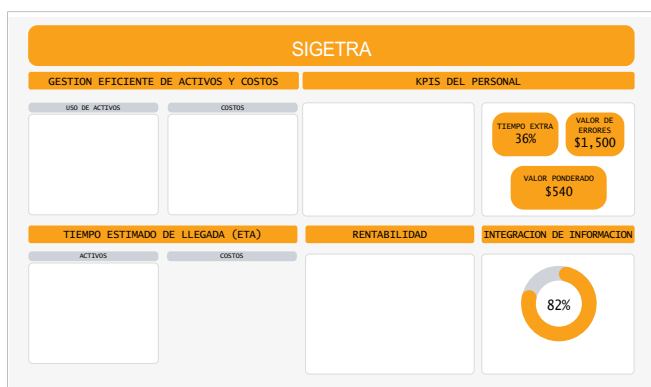


Figura 4. Organización visual inicial de los factores críticos.

Una vez definida la estructura general del *dashboard*, la segunda etapa se enfocó en organizar visualmente los distintos componentes del panel. En esta fase se aplicaron los principios de diseño recomendados por [10], quienes señalan que la coordinación entre diferentes vistas

permite mejorar la exploración de los datos por parte del usuario. Además, se aplicaron principios de la psicología analizados en [11], particularmente los relacionados con la proximidad y la similitud. Estos principios permitieron agrupar elementos visuales relacionados, facilitando la comprensión de la información y reduciendo la carga cognitiva del usuario. De esta manera, indicadores pertenecientes a una misma categoría fueron colocados en zonas visualmente cercanas dentro del *dashboard*.

La tercera etapa del diseño consistió en seleccionar los tipos de gráficos adecuados para representar cada variable del sistema. Esta selección se realizó considerando las recomendaciones de [12], donde se destaca la importancia de adaptar las visualizaciones a la audiencia y al tipo de información que se desea analizar. En este contexto, se eligieron diferentes tipos de gráficos disponibles en Power BI, tales como gráficos de barras, gráficos de líneas, tarjetas de indicadores y tablas dinámicas. Cada uno de estos elementos fue seleccionado en función del tipo de dato a representar y que permitieran agilizar la interpretación de la información. Ejemplo de lo anterior son los indicadores de desempeño general que se representaron mediante tarjetas de valor único, ya que este tipo de visualización permite identificar rápidamente el estado de una métrica específica.

Por otra parte, las tendencias temporales, como el uso de activos o el KPIs del personal, se representaron mediante gráficos de línea que facilitan el análisis de cambios a lo largo del tiempo. Por su parte, en [13] los autores demostraron que la visualización explícita de relaciones entre múltiples gráficos permite a los usuarios comprender mejor cómo se conectan diferentes variables operativas, un principio aplicado en SiGeTra para correlacionar tiempos de entrega, consumo de combustible y utilización de flota (Figura 5).



Figura 5. Implementación de las primeras visualizaciones en Power BI.

Una vez integradas las visualizaciones principales, se realizó una etapa de optimización orientada a mejorar la claridad del *dashboard*. En esta fase se consideraron las recomendaciones de [14] y [8], cuyos autores destacan la importancia de reducir el ruido visual y utilizar el color de manera estratégica. Complementariamente, en [15] se identificaron patrones de diseño recurrentes en *dashboards* y confirmaron que estos patrones se replican sistemáticamente en la práctica profesional, lo que valida las decisiones de diseño adoptadas en SiGeTra.

Siguiendo estas recomendaciones, se realizaron ajustes en la paleta de colores, el tamaño de los elementos y la distribución de los gráficos dentro del panel, para evitar la saturación visual y facilitar que el usuario pueda identificar rápidamente la información más relevante. Finalmente, con el propósito de facilitar la interpretación de los datos por parte de los tomadores de decisiones, se realizaron ajustes visuales y estructurales, mediante lo cual se obtuvo una versión consolidada del *dashboard* SiGeTra. Esta versión integra los distintos indicadores y visualizaciones dentro de una interfaz coherente que permite analizar el desempeño logístico de la empresa desde diferentes perspectivas (Figura 6).



Figura 6. Prototipo del *dashboard* interactivo SiGeTra.

En la Figura 6 se observa que la sección de KPIs de Desempeño del Operador se sitúa en la posición de mayor jerarquía visual, presentando métricas como Horas Promedio de Manejo y Puntuación de Seguridad. Esta disposición se justifica porque el operador es el actor principal en la ejecución logística y monitorear su desempeño directamente, como se demostró en [1], permite identificar mejores prácticas y corregir malos hábitos de manejo que incrementan costos, impactando positivamente en la Gestión Eficiente de Activos y Costos. Adyacente a esto, la sección de Tiempo Estimado de Llegada (ETA) muestra una lista en tiempo real de las

rutas con su estado, permitiendo una supervisión continua del cumplimiento.

Como se identificó en [16], esta visualización es fundamental para la Agilidad operativa, permitiendo a los gestores anticipar retrasos y mantener informados a los clientes, lo que se traduce directamente en una mejora de la Rentabilidad. Complementando esta visión operativa, la sección de Rentabilidad centraliza los resultados financieros, mostrando la Ganancia Mensual y desglosando Ingresos versus Costos Operativos. La decisión de incluirla de forma destacada se basa en los hallazgos de [1], donde se documentó una reducción del 12 % en costos operativos tras la implementación de un sistema de inteligencia, posibilitando a los gestores correlacionar directamente el desempeño en ruta con los resultados financieros.

Al mismo tiempo, el componente de Información Digital (Integración de Información) cuantifica el éxito de la in-

tegración al mostrar el porcentaje global de procesos digitalizados y su desglose. En [17], los autores, enfatizan que este es el primer paso para una inteligencia de negocio efectiva, donde un alto porcentaje indica que el sistema SiGeTra está logrando su objetivo de eliminar silos de información y crear una base de datos única y confiable.

Finalmente, la sección de Gestión de Costos y Activos proporciona una visión detallada de la estructura de costos y la tasa de utilización de la flota. Esta visualización es fundamental para la Gestión Eficiente de Activos y Costos, permitiendo, como se demostró en [18], identificar los principales generadores de gasto y optimizar el uso de los recursos más valiosos de la empresa a través de una asignación más eficiente. La [Tabla 4](#) sintetiza el tipo de información presentada en el *dashboard* y las características cualitativas o ventajas que aporta cada una, fundamentando su valor en el contexto de las pymes logísticas.

TABLA 4
CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y VENTAJAS DE LA INFORMACIÓN EN EL *DASHBOARD* SiGeTra

FACTOR CRÍTICO / TIPO DE INFORMACIÓN	CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y VENTAJAS
KPIs (Desempeño del Operador) / Métricas individuales y agregadas (horas de manejo, seguridad, calificación).	• Relevancia: información directa sobre el recurso humano clave. • Accionabilidad: permite reconocimiento, capacitación específica y corrección de malas prácticas. • Comparabilidad: facilita la evaluación entre operadores.
ETA (Tiempo Estimado de Llegada) / Lista de rutas activas con hora ETA y estado (a tiempo, retrasado).	• Oportunidad: permite una gestión proactiva de incidencias. • Transparencia: mejora la comunicación con el cliente. • Confiabilidad: se basa en datos de GPS y registros en tiempo real.
Rentabilidad / Ganancia mensual, margen, desglose de ingresos y costos operativos.	• Esencialidad: muestra el resultado financiero final. • Predictibilidad: ayuda a proyectar tendencias financieras. • Contextualización: relaciona el desempeño operativo con el resultado económico.
Integración de Información / Porcentaje de digitalización general y por proceso específico.	• Medibilidad: cuantifica el grado de implementación del sistema. • Diagnóstico: identifica áreas donde persiste la dependencia de procesos manuales. • Eficiencia: un alto porcentaje se correlaciona con menor reproceso y errores.
Gestión Eficiente de Activos y Costos / Valor de activos, costos mensuales desglosados, tasa de utilización de flota.	• Control: permite un control detallado de los gastos principales. • Optimización: la tasa de utilización indica la eficiencia en el uso de la flota. • Planificación: sirve de base para presupuestos y decisiones de inversión.

IV. CONCLUSIONES

El presente artículo analizó el potencial de las herramientas tecnológicas de fácil acceso para abordar las ineficiencias logísticas que afectan a las pymes del sector transporte en Ciudad Juárez. A través de una revisión sistemática de literatura, se identificaron cinco factores críticos determinantes para un Sistema de Gestión de Transporte (TMS): KPIs de desempeño del operador, tiempo estimado de llegada (ETA), integración de información, rentabilidad y gestión eficiente de activos y

costos. Sobre esta base, se propuso el Sistema Inteligente de Gestión de Transporte (SiGeTra), cuya arquitectura híbrida fue fundamentada como la más adecuada para el contexto de recursos limitados característico de estas empresas.

Los resultados de este trabajo demuestran que es posible materializar estos factores en un *dashboard* interactivo desarrollado en Power BI, una herramienta de bajo costo y alta adopción. El prototipo presentado evidencia cómo la visualización estratégica y unificada de la

información transforma datos operativos dispersos en *insights* accionables, permitiendo una toma de decisiones informada y ágil. La viabilidad de SiGeTra radica precisamente en su enfoque práctico, que prioriza la funcionalidad esencial sobre la complejidad tecnológica, cerrando la brecha entre las capacidades limitadas de las pymes y los beneficios documentados de la digitalización logística, tales como la reducción de costos operativos y el aumento en la utilización de activos reportados. En consecuencia, se concluye que la implementación de un sistema como SiGeTra representa una oportunidad significativa para incrementar la competitividad y la supervivencia empresarial de las pymes transportistas de la región. Al proporcionar visibilidad sobre las operaciones y su impacto financiero, se fortalece la capacidad logística del sector y se sientan las bases para una mejora continua.

Como resultado esperado de la implementación de esta propuesta, se visualiza una mejora del 12 % en la reducción de costos operativos, alineándose con los hallazgos de la literatura revisada, lo cual será objeto de validación y análisis en publicaciones futuras.

Con base en lo anterior, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Para los gestores de pymes logísticas: Se recomienda adoptar un enfoque gradual hacia la digitalización, comenzando por la implementación de *dashboards* centrados en los factores críticos aquí identificados. La inversión inicial en herramientas accesibles como Power BI y Microsoft Access puede generar retornos significativos en eficiencia y control de costos.
- Para futuras investigaciones: Se sugiere profundizar en la fase de implementación empírica de SiGeTra, realizando un estudio de caso para cuantificar su impacto real en los indicadores de rendimiento de una pyme transportista de Ciudad Juárez. Asimismo, se recomienda explorar la integración de técnicas de inteligencia artificial para la predicción proactiva de fallos en vehículos y la optimización dinámica de rutas.
- Para el desarrollo tecnológico: Si bien el prototipo se centró en Power BI por su accesibilidad, se recomienda explorar el uso de herramientas de código abierto para futuras iteraciones, con el fin

de aumentar la escalabilidad y reducir aún más los costos de licencias, facilitando la adopción a mayor escala.

REFERENCIAS

- [1] C. Heinbach, P. Meier y O. Thomas, “Designing a shared freight service intelligence platform for transport stakeholders using mobile telematics”, *Inf Syst E-Bus Manage*, vol. 20, n.º 4, pp. 847-888, 2022, doi: [10.1007/s10257-022-00572-5](https://doi.org/10.1007/s10257-022-00572-5).
- [2] A. C. Corrêa, “Supply Chain Control Tower: Definitions and Gaps Between Literature and Application in Industries”, tesis de maestría, Federal University of Santa Catarina, Joinville, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/252988>
- [3] J. van der Steen, “Shell Chemicals Supply Chain Performance Dashboard”, tesis de maestría, Eindhoven University of Technology, Rotterdam, 2019. [En línea]. Disponible: https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/140000761/Master_Thesis_Jasper_van_der_Steen_.pdf
- [4] V. Kortian, S. Pal, N. Ghevondian y S. Harrison, “Challenges and Issues in Implementing & Operationalising Big Data Analytics Capabilities in a major Australian Railway Organisation: A Case Study”, *SN Comput. Sci.*, vol. 5, n.º 6, art. 639, 2024, doi: [10.1007/s42979-024-02953-8](https://doi.org/10.1007/s42979-024-02953-8).
- [5] F. Leyva, I. J. C. Pérez-Olguín y G. E. Riosvelasco, “Diseño y puesta en marcha del sistema de gestión de transporte (SiGeTra) para la optimización de rutas urbanas”, *Mem. Científ. Tecnol.*, vol. 4, n.º 2 ed. esp., pp. 91-92, 2025, doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32562.16326>.
- [6] M. G. Brown, *Keeping score: Using the right metrics to drive world-class performance*. Productivity Press, 1996.
- [7] C. J. Costa y M. Aparicio, “Supporting the decision on dashboard design charts”, en *Proc. of 254th The IIER Int. Conf.*, San Petersburgo, Rusia, sept. 9-10, 2019. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10362/85057>
- [8] O. Yigitbasioglu y O. Velcu, “Dashboards in performance management: The foundations and research opportunities for their effective use”, en *Proc. of the 5th Int. Conf.: Accounting and Management Information Systems*,

AMIS 2010, Rumania, 2010, pp. 1004-1022. [En línea].
Disponible: <https://eprints.qut.edu.au/90047/>

- [9] Gartner. “Gartner Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms”. Gartner.com. Accedido: nov. 9, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.gartner.com/en/documents/6576602>
- [10] Y. Lin, H. Li, A. Wu, Y. Wang Y H. Qu, “DMiner: Dashboard Design Mining and Recommendation”, en *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, n.º 7, pp. 4108-4121, jul. 2024, doi: [10.1109/TVCG.2023.3251344](https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3251344).
- [11] J. Ma, “A Study on Perceptual Design of Hierarchical Graphic Information in Interfaces Based on Gestalt Principles”, *Appl. Sci.*, vol. 15, n.º 21, art. 11327, 2025, doi: [10.3390/app152111327](https://doi.org/10.3390/app152111327).
- [12] G. Sedrakyan, E. Mannens y K. Verbert, “Guiding the choice of learning dashboard visualizations: Linking dashboard design and data visualization concepts”, *J. Vis. Lang. Comput.*, vol. 50, pp. 19-38, 2019, doi: [10.1016/J.JVLC.2018.11.002](https://doi.org/10.1016/J.JVLC.2018.11.002).
- [13] C. Viau y M. J. McGuffin, “ConnectedCharts: Explicit Visualization of Relationships between Data Graphics”, *Comput. Graph. Forum.*, vol. 31, n.º 3pt4, pp. 1285-1294, 2012 doi: [10.1111/J.1467-8659.2012.03121.X](https://doi.org/10.1111/J.1467-8659.2012.03121.X).
- [14] S. S. J. Alhadad, “Visualizing Data to Support Judgement, Inference, and Decision Making in Learning Analytics: Insights from Cognitive Psychology and Visualization Science”, *J. Learn. Anal.*, vol. 5, n.º 2, pp. 60-85, 2018, doi: [10.18608/JLA.2018.52.5](https://doi.org/10.18608/JLA.2018.52.5).
- [15] B. Bach *et al.*, “Dashboard Design Patterns”, en *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 29, n.º 1, pp. 342-352, en. 2023, doi: [10.1109/TVCG.2022.3209448](https://doi.org/10.1109/TVCG.2022.3209448).
- [16] D. Gurdür, K. Raizer y J. El-Khoury, “Data visualization support for complex logistics operations and cyber-physical systems”, en *Proc. of the 13th Int. Joint Conf. on Comput. Vis., Imag. and Comp. Graphics Theory and Appl.*, vol. 2, pp. 200-211, 2018, doi: [10.5220/0006569402000211](https://doi.org/10.5220/0006569402000211).
- [17] P. Shelar, A. Parandkar y S. Panchal, “Enhancing Business Intelligence with Real-Time Sales Dashboards: Integrating SQL Databases and Power BI”, *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 12 n.º V, pp. 1368-1374, may. 2024, doi: [10.22214/ijraset.2024.61318](https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.61318).
- [18] S. Y. Khoury, “Route activity tracking and management using available technology”, *Int. J. Ind. Eng. Comput.*, vol. 3, n.º 1, pp. 35-42, 2012, doi: [10.5267/J.IJIEC.2011.08.014](https://doi.org/10.5267/J.IJIEC.2011.08.014).

RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el apoyo brindado durante la realización de este documento, mediante la beca otorgada bajo el CVU 2052449.