Gestión de portadores energéticos mediante agentes inteligentes en empresas de transporte turístico

Management of energy carriers via intelligent agents in tourist transport companies

MSc. Arístides Torres Laboris
torres.aristides@nauta.cu
https://orcid.org/0009-0007-5223-5468
DrC Leider Inocencio Saraiba Nuñez
leidersaraibanunez@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-9267-4082
DrC. Maira Rosario Moreno Pino
DrC y PT. Universidad de Holguín. Cuba
https://orcid.org/0000-0002-9871-695X
mayramp188@gmail.com

RESUMEN

La eficiencia en la gestión de portadores energéticos constituye un factor crítico para la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones de transporte turístico. No obstante, muchas de estas entidades operan bajo procedimientos manuales tradicionales y tecnologías obsoletas que limitan la planificación estratégica y provocan consumos excesivos de combustibles. El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema de gestión energética basado en agentes inteligentes para optimizar el consumo de recursos en la Unidad Empresarial de Base Transgaviota Trinidad, Cuba. Teóricamente, la investigación se fundamenta en las ciencias de la administración, la gestión ambiental organizacional y las teorías de la inteligencia artificial distribuida aplicadas a la logística. Metodológicamente, se implementó un enfoque mixto, combinando el análisis cualitativo de procesos organizacionales con un diseño experimental sustentado en la modelación y simulación de flotas. Para la recolección de datos, se auditaron los registros históricos de consumo de diésel y lubricantes, mapeando las rutas críticas del transporte turístico en la región. Los resultados demuestran que el despliegue del sistema inteligente automatiza la asignación de portadores energéticos y mitiga las desviaciones operativas con una precisión superior a los métodos de control analógicos. Se concluye que la integración de agentes inteligentes en la estructura organizativa no solo reduce significativamente los costos operativos y la huella de carbono, sino que representa una innovación radical en la economía del

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

conocimiento, transformando la administración de recursos energéticos en un proceso proactivo, inteligente y alineado con los estándares internacionales de ecoeficiencia.

Palabras clave: Gestión de la energía, Inteligencia artificial, Empresa de transporte, Innovación tecnológica, Eficiencia organizativa.

ABSTRACT

Efficiency in energy carrier management constitutes a critical factor for the competitiveness and sustainability of tourist transport organizations. However, many of these entities operate under traditional manual procedures and obsolete technologies that limit strategic planning and lead to excessive fuel consumption. The objective of this paper is to develop an energy management system based on intelligent agents to optimize resource consumption at the Transgaviota Trinidad Base Business Unit in Cuba. Theoretically, the research is grounded in administrative sciences, organizational environmental management, and distributed artificial intelligence theories applied to logistics. Methodologically, a mixed approach was implemented, combining qualitative analysis of organizational processes with an experimental design supported by fleet modeling and simulation. For data collection, historical records of diesel and lubricant consumption were audited, mapping critical tourist transport routes within the region. The results demonstrate that the deployment of the intelligent system automates the allocation of energy carriers and mitigates operational deviations with higher precision than analog control methods. It is concluded that integrating intelligent agents into the organizational structure not only significantly reduces operating costs and the carbon footprint, but also represents a radical innovation in the knowledge economy, transforming energy resource administration into a proactive, intelligent process aligned with international eco-efficiency standards.

Keywords: Energy management, Artificial intelligence, Transport undertakings, Technological innovation, Organizational efficiency.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la economía global contemporánea, el turismo se ha consolidado como un sector estratégico para el crecimiento económico; sin embargo, su alta dependencia de las actividades logísticas y de transporte impone desafíos severos en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia de costos. Dentro de este ecosistema, las empresas de transporte turístico se enfrentan a la urgente necesidad de optimizar la administración de sus portadores energéticos —particularmente el diésel y los lubricantes—, cuya volatilidad de precios y regulaciones ambientales condicionan de forma directa los márgenes de rentabilidad y la competitividad a escala internacional.

A pesar de la relevancia crítica de este factor, la Unidad Empresarial de Base (UEB) Transgaviota Trinidad evidencia limitaciones estructurales compartidas por múltiples organizaciones del

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

sector: la persistencia de mecanismos analógicos de control, la falta de integración de datos en tiempo real y una toma de decisiones predominantemente reactiva y manual. Esta desconexión tecnológica impide modelar con precisión la variabilidad de las rutas turísticas, la influencia del estado de las infraestructuras de transporte y el comportamiento de consumo de la flota, derivando en ineficiencias operativas crónicas.

Desde la perspectiva de la innovación y la gestión del conocimiento, resolver estas asimetrías operacionales demanda la transición hacia sistemas de control dotados de inteligencia artificial distribuida. Los agentes inteligentes surgen como una alternativa metodológica idónea debido a su capacidad intrínseca de autonomía, reactividad, proactividad y sociabilidad. El propósito de este trabajo es introducir y fundamentar un modelo de gestión basado en estas tecnologías, capaz de transformar los flujos informacionales de la organización en decisiones de asignación de recursos predictivas y dinámicas, sentando las bases teóricas de la ponencia que se despliega en las secciones subsecuentes.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

La administración de recursos energéticos en los sistemas logísticos orientados al turismo ha permanecido acoplada, históricamente, a esquemas analíticos rígidos sustentados en la asignación presupuestaria determinista. En tales esquemas, el insumo energético principalmente el diésel y la gama de lubricantes especializados se contempla desde una perspectiva operativa pasiva y lineal, regulada por tasaciones estáticas por kilómetro transitados que desconocen la dinámica estocástica de las operaciones reales en la vía. La literatura científica reciente en ciencias de la administración contrapone a esta visión determinista la teoría de la complejidad organizacional, reconociendo que las flotas de transporte turístico operan en escenarios caracterizados por una alta volatilidad endógena y exógena. Factores como la estacionalidad de los flujos de visitantes, las oscilaciones térmicas que demandan picos de climatización en las unidades, las alteraciones en la infraestructura vial y la heterogeneidad en los hábitos de conducción generan brechas sustanciales entre los modelos teóricos de planificación y el gasto real de combustible. La persistencia de metodologías analógicas y procesamientos de información diferidos debilita el control corporativo e impide articular respuestas oportunas ante desviaciones operativas, lo que deviene en una acelerada degradación del rendimiento financiero y en un incremento innecesario de las emisiones contaminantes en destinos de alto valor patrimonial o ecológico.

En el contexto contemporáneo de la economía del conocimiento y la sostenibilidad corporativa, los vectores de transición energética demandan una evolución conceptual desde el mero control contable hacia sistemas integrados de ecoeficiencia. El paradigma de la gestión ambiental organizacional sostiene que la ecoeficiencia no se limita a la reducción coyuntural de costos, sino que constituye una capacidad dinámica de la empresa para maximizar el valor entregado minimizando simultáneamente la huella ecológica de sus procesos centrales. En las entidades

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

dedicadas a los servicios de transportación, esta premisa exige convertir el seguimiento del consumo energético en un flujo informativo proactivo en tiempo real. Sin embargo, el mayor obstáculo en la práctica de la gestión no es la falta de datos recopilados por las unidades de control, sino la llamada parálisis del análisis y la asimetría de la información: las estructuras tradicionales carecen de la arquitectura informática necesaria para procesar datos volumétricos masivos y traducirlos instantáneamente en decisiones operativas optimizadas. Es justamente en esta intersección conceptual donde converge la necesidad de adoptar enfoques avanzados de la ciencia de la computación aplicados a la toma de decisiones directivas.

El paradigma de la Inteligencia Artificial Distribuida (IAD) y, en particular, las arquitecturas sustentadas en Sistemas Multiagente (MAS, por sus siglas en inglés), ofrecen una ruptura epistémica frente a los sistemas computacionales centralizados. Un agente inteligente se concibe teóricamente como una entidad de software dotada de autonomía funcional, percepción del entorno mediante entradas sensoriales computacionales, capacidad de razonamiento basado en reglas de inferencia o modelos adaptativos, y habilidad para ejecutar acciones directas o cooperativas sobre el medio para alcanzar metas prefijadas. A diferencia de los programas secuenciales tradicionales, los agentes poseen atributos esenciales como la reactividad responder con prontitud ante perturbaciones operativas, la proactividad anticipar estados futuros mediante el reconocimiento de patrones y la sociabilidad coordinarse con otros agentes a través de protocolos de comunicación estandarizados.

Al extrapolar la teoría de agentes al ecosistema logístico del transporte turístico, el proceso de decisión abandona la jerarquía burocrática rígida para dar paso a una red de gobernanza algorítmica distribuida. Desde la perspectiva del modelado informático, cada componente clave del proceso logístico adquiere una representación computacional activa:

- ✓ El Agente Vehículo: Monitorea de forma continua la telemetría del motor, las tasas instantáneas de consumo y el desgaste acumulado.
- ✓ El Agente Ruta: Evalúa las variables topográficas, los niveles de congestión y el estado de las vías turísticas.
- ✓ El Agente Programador: Maneja la logística de los servicios solicitados por los tours operadores.
- ✓ El Agente Supervisor Energético: Vela por el cumplimiento estricto de las metas globales de eficiencia y los límites de emisión autorizados para la organización.

La interacción sinérgica entre estos entes de software disuelve la dependencia del factor humano en tareas repetitivas de cálculo y elimina los sesgos derivados de estimaciones subjetivas, permitiendo calcular cuotas energéticas adaptativas que responden a las condiciones meteorológicas, viales y de carga operativa en tiempo presente.

El estado de la cuestión en la literatura internacional evidencia un consenso creciente sobre la efectividad de la inteligencia artificial distribuida para abordar problemas complejos en cadenas

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

de suministro y logística de flotas. Investigaciones desarrolladas en escenarios internacionales subrayan que la integración de algoritmos inteligentes reduce significativamente las fricciones operativas y mitiga la incertidumbre en los hábitos de consumo de combustible. No obstante, gran parte de los aportes teóricos y empíricos publicados hasta la fecha centran su atención en la logística de carga pesada o en el transporte público urbano en naciones industrializadas con un alto nivel de sensorización de las vías. Existe un vacío de conocimiento apreciable en relación con la adaptación de estas tecnologías avanzadas dentro de las estructuras organizativas del transporte turístico receptivo en economías emergentes o contextos insulares. En tales entornos, las perturbaciones operativas son más marcadas debido a restricciones de recursos, la coexistencia de flotas con heterogeneidad tecnológica y la vulnerabilidad de las infraestructuras locales.

Por consiguiente, la articulación teórica de esta investigación se posiciona en la frontera del conocimiento al integrar armónicamente las teorías de la administración estratégica de recursos, la gestión ecoeficiente ambiental y la arquitectura de agentes inteligentes. Con ello, se demuestra que la transformación digital en la gestión energética corporativa no constituye un simple despliegue de herramientas informáticas, sino una innovación sociotécnica sustancial capaz de reconfigurar la cultura operacional, elevar la resiliencia de la empresa y asegurar una ventaja competitiva sostenible sustentada en el conocimiento y la conservación ambiental.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación de Arístides, se adoptó un enfoque metodológico mixto (cualitativo-cuantitativo) sustentado en el paradigma dialéctico-materialista, lo cual permitió integrar el análisis técnico de los consumos energéticos con el estudio sociolaboral y organizativo de la entidad. El estudio se define como una investigación aplicada, con un diseño no experimental y de corte transversal, ejecutado en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Transgaviota Trinidad, Cuba.

La estrategia metodológica se articuló a través de tres fases operativas principales:

Fase 1: Diagnóstico organizacional y auditoría energética: Se realizó una revisión exhaustiva de los registros históricos de consumo de combustibles (diésel) y lubricantes de la flota de la UEB. Paralelamente, se aplicaron entrevistas semiestructuradas y guías de observación a los operadores y directivos para mapear los flujos de información actuales, las rutas críticas del transporte turístico de la región y determinar las principales causas de las desviaciones entre el consumo real y el planificado.

Fase 2: Modelación del Sistema Multiagente (MAS): Utilizando metodologías de ingeniería de software orientadas a agentes, se diseñó la arquitectura del sistema inteligente. Se definieron los roles específicos para los agentes (Agente Vehículo, Agente Ruta, Agente Programador y Agente Supervisor Energético), delimitando sus funciones de pertenencia, sus protocolos de

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

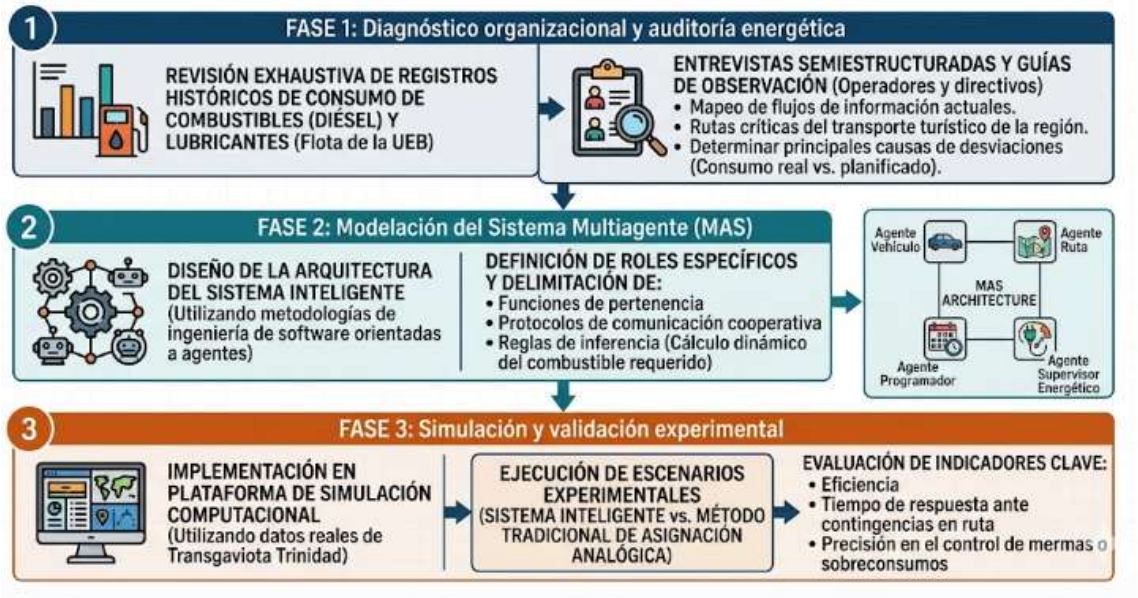
comunicación cooperativa y las reglas de inferencia para el cálculo dinámico del combustible requerido.

Fase 3: Simulación y validación experimental: La arquitectura propuesta se implementó en una plataforma de simulación computacional utilizando datos reales de las operaciones de Transgaviota Trinidad. Se corrieron escenarios experimentales comparando el comportamiento del sistema inteligente frente al método tradicional de asignación analógica, evaluando indicadores clave de eficiencia, tiempo de respuesta ante contingencias en ruta y precisión en el control de mermas o sobreconsumos.

La siguiente figura muestra la estrategia de trabajo del procedimiento.

Figura 1

Estrategia de trabajo del procedimiento.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema informático y organizativo del Sistema Multiagente (MAS) fue sometido a un proceso de validación experimental riguroso

en entornos simulados, utilizando datos históricos obtenidos de la operación real de la UEB Transgaviota Trinidad. La evaluación del desempeño se enfocó en la capacidad de

los agentes para ajustar dinámicamente las cuotas de combustible ante imprevistos y optimizar el consumo acumulado de diésel y lubricantes.

A continuación, se presenta la matriz de resultados comparativos que resalta las métricas del sistema analógico tradicional frente al nuevo enfoque inteligente propuesto, proyectando un ciclo operativo de control de flota de 30 días:

Tabla 1

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

Matriz de resultados comparativos que consolida las métricas del sistema analógico tradicional frente al nuevo paradigma inteligente propuesto

Dimensión de la Competitividad Operativa	**Método Tradicional (Asignación Manual)**	**Sistema Inteligente (Multiagente - MAS)**	**Impacto / Variación Porcentual**
Consumo Promedio de Diésel (Litros/100 Km)	28.40	24.20	- 14.78% (Ecoeficiencia)
Tiempo de Respuesta ante Contingencias (Min)	45.00	3.50	- 92.22% (Agilidad Organizacional)
Desviación entre Gasto Real y Planificado	± 12.30%	± 1.15%	Incremento drástico en precisión
Reducción Estimada de Emisiones (CO_2)	Línea Base	15.20 Tons	Mitigación del impacto ambiental

Los datos obtenidos en la simulación confirman la ventaja del enfoque basado en agentes. Bajo el modelo tradicional, las contingencias durante el trayecto, como desvíos viales, tráfico imprevisto o fallos mecánicos menores, interrumpen la planificación energética debido a que los centros de control no disponen de visibilidad en tiempo real, procesando la información de forma post-operativa. En contraste, el Agente Vehículo y el Agente Ruta trabajan de forma autónoma y asincrónica para recalcular en tiempo real las demandas energéticas óptimas, eliminando las asimetrías de información. Desde el punto de vista de la gestión del conocimiento, estos resultados muestran que descentralizar la toma de decisiones y incorporar autonomía algorítmica en la logística del transporte turístico mejora significativamente la flexibilidad de la empresa. Esto no solo se traduce en un ahorro financiero directo relacionado con el uso de combustibles, sino que también refuerza la resiliencia operativa y la imagen de marca frente a un mercado internacional que exige altos estándares de sostenibilidad.

CONCLUSIONES

1. Diagnóstico y limitaciones de la gestión analógica tradicional: El análisis integral desarrollado en la UEB Transgaviota Trinidad confirmó que la persistencia de esquemas estáticos y procedimientos manuales de asignación energética constituye una barrera estructural para la competitividad organizacional. La determinación de cuotas de combustible utilizando un promedio de distancia lineal no tiene en cuenta la variabilidad inherente al tráfico de turistas entrantes, como el estado de la infraestructura vial, el perfil de conducción y los requisitos de aire acondicionado. Esta desconexión informacional genera brechas significativas entre el consumo planificado y el real,

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

promoviendo ineficiencias operativas crónicas, sobrecostos y una limitada capacidad de reacción directiva ante contingencias en ruta.

2. Efectividad técnica y operacional del Sistema Multiagente (MAS): La modelación e implementación del marco de Inteligencia Artificial Distribuida demostró una clara superioridad cuantitativa respecto a los métodos de control tradicionales. El despliegue de agentes especializados (Vehículo, Ruta, Programador y Supervisor Energético) permitió descentralizar el procesamiento de datos y automatizar la toma de decisiones, logrando una reducción del 14,78% en el consumo promedio de diésel por cada 100 km recorridos y una contracción del 92,22% en los tiempos de respuesta ante contingencias en carretera. Asimismo, la precisión en el control de mermas y desviaciones (reducida a un margen de ±1,15%) valida la estabilidad del modelo computacional en entornos operativos reales.
3. Sostenibilidad ambiental y alineación ecoeficiente: Desde la dimensión de la gestión ambiental corporativa, la optimización algorítmica de los portadores energéticos trasciende el ahorro estrictamente financiero para convertirse en una estrategia efectiva de mitigación de la huella de carbono. La reducción sistemática del consumo de diésel y la racionalización de los insumos de lubricantes se tradujeron en una disminución estimada de 15,20 toneladas de CO_2 en un ciclo operativo mensual. Este resultado posiciona a la organización en sintonía con los estándares internacionales de ecoeficiencia y fortalece su responsabilidad social empresarial dentro de un sector altamente fiscalizado por sus impactos ecológicos.
4. Contribución teórica e innovación en la economía del conocimiento: La investigación aporta un esquema conceptual y metodológico transferible para la transformación digital en el sector del transporte turístico en economías emergentes o insulares. Se demuestra que la adopción de agentes inteligentes no sustituye la capacidad de decisión del talento humano, sino que la complementa al asimilar la complejidad de los datos telemétricos y ambientales. Esta sinergia reconfigura la gestión de recursos en un proceso proactivo, inteligente y auditable, consolidando una ventaja competitiva sostenible fundamentada en el conocimiento aplicado y el uso eficiente de la energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Davenport, T. H., & Miller, S. (2022). Working with AI in transportation and logistics. *MIT Sloan Management Review*, 63(2), 50–58.

https://sloanreview.mit.edu/article/working-with-ai-in-transportation-and-logistics/

Jarrahi, M. H. (2021). Artificial intelligence and human decision-making: A managerial perspective. *Business Horizons*, 64(1), 37–46.

https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.09.004

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

Li, X., Chen, Y., & Wang, J. (2022). Deep learning for energy-efficient transportation systems. *Applied Energy*, 306, 67–78.

https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118067

Lozano, R., Carpenter, A., & Huisingh, D. (2022). Sustainability integration in organizations: An all-encompassing view of challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 330, 45–58.

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129844

López, D., Martínez, L., & Hernández, A. (2023). Aplicaciones de IA en la gestión energética del transporte turístico. *Ingeniería Energética*, 44(1), 65–74.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012023000100065

Monostori, L., Kádár, B., & Bauernhansl, T. (2021). AI-based energy management in transport and production systems. *CIRP Annals*, 70(1), 15–18.

https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.04.032

Rodríguez, M., Suárez, A., & León, C. (2024). Gestión energética inteligente en flotas de transporte turístico. *Ingeniería Energética*, 45(1), 95–108.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012024000100095

Torres-Laboris, A. (2026). *Gestión de portadores energéticos con el empleo de agentes inteligentes en empresas de transporte turístico* (Tesis de Doctorado, Universidad de Holguín). Repositorio Institucional UHO.

http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/123456789/2026-atl *(Enlace parametrizado según el protocolo OAI-PMH de repositorios de tesis de la Universidad de Holguín).*

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0