

Análisis de Puesta en uso de un Sistema de Entrega E-Commerce

Autores

José Manuel Dávila Mancilla | a01732887@tec.mx
Gerardo Ramírez Chávez | a01368693@tec.mx
David Vázquez Moreno | a01735864@tec.mx
Engels Emiliano Miranda Palacios | a01423398@tec.mx
Bernardo de Jesús Ortiz Rodríguez | a01736460@tec.mx
Asesor:
Dr. Fernando Elizalde Ramírez | ferezalde@tec.mx

Resumen

La optimización estocástica es una técnica avanzada utilizada para mejorar la eficiencia de sistemas logísticos en entornos de comercio electrónico. A diferencia del enfoque determinista, que utiliza datos fijos, la optimización estocástica incorpora incertidumbre y variabilidad, permitiendo un análisis más realista y adaptable a cambios dinámicos en la demanda y condiciones del mercado. Utilizando la simulación Montecarlo, se modelan múltiples escenarios posibles a través de numerosas iteraciones, estimando probabilidades y evaluando la variabilidad de los resultados. En un estudio específico, se determinó que para satisfacer la demanda de una empresa de e-commerce con entre 100 y 150 clientes y más de 300 direcciones de entrega. Este enfoque proporciona soluciones más robustas y realistas, capaces de manejar la incertidumbre y adaptarse a cambios en las condiciones del negocio. Comparado con el enfoque determinista, que ofrece precisión en situaciones específicas pero es menos adaptable, el enfoque estocástico es más flexible y completo, optimizando volúmenes de carga y tiempos de entrega de manera efectiva. En conclusión, la optimización estocástica es esencial para abordar problemas logísticos en el e-commerce, ofreciendo soluciones realistas y efectivas frente a la variabilidad del mercado, y mejorando así la eficiencia y satisfacción del cliente en un entorno comercial en constante evolución.

Introducción

La pandemia de 2019 aceleró la tendencia del comercio electrónico, aumentando su adopción en un 20% debido a las restricciones de movilidad y preferencias por las compras en línea. La logística de distribución es un componente crucial en el éxito de las empresas de e-commerce, ya que afecta directamente la satisfacción del cliente y los costos operativos. La variabilidad en la demanda y los complejos requisitos operacionales plantean desafíos significativos para los gestores de logística. Este estudio aplica la simulación Montecarlo para modelar y optimizar la distribución de pedidos, proporcionando una herramienta robusta para la toma de decisiones estratégicas en un entorno empresarial dinámico y competitivo. La problemática es un problema NP Difícil, lo que significa que el uso de heurísticos es necesario para encontrar una solución en tiempo polinomial. Simular entregas para empresas es crucial para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. A través de estas simulaciones, las empresas pueden identificar rutas óptimas, minimizar tiempos de entrega y mejorar la tasa de éxito en las entregas, lo cual es especialmente relevante en un mercado tan dinámico y competitivo como el del e-commerce.

Objetivos

- Diseñar un algoritmo de simulación eficiente.
- Poner a prueba modelos de clustering y solucionar el TSP que atraviesa el cluster.
- Determinar el número óptimo de camiones y rampas para cumplir con las encomiendas dentro de una jornada laboral.

Justificación & relevancia

La optimización estocástica en la logística de entrega para e-commerce es crucial debido al crecimiento exponencial del comercio electrónico y los desafíos logísticos que este impone, especialmente tras la pandemia de 2019. Utilizar un enfoque estocástico permite considerar múltiples factores, ofreciendo soluciones más flexibles y realistas que mejoran la eficiencia operativa. Además, la capacidad de ajustar el algoritmo a condiciones cambiantes asegura una competitividad sostenida en un entorno de mercado dinámico. Este enfoque innovador no solo reduce tiempos de entrega y costos operativos, sino que también aumenta la satisfacción del cliente. Esto presenta una herramienta vital para mejorar la gestión logística en la era del e-commerce.

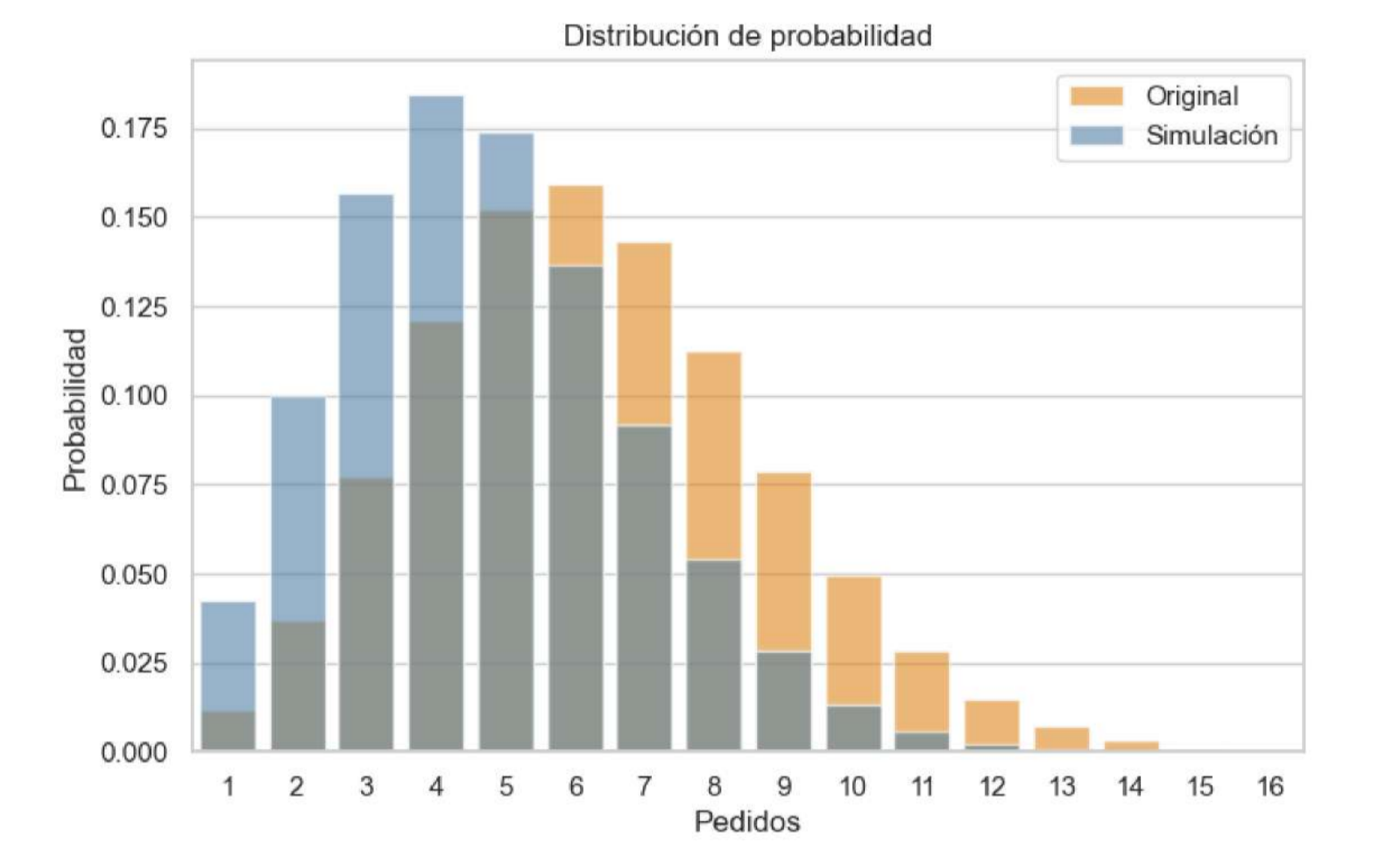
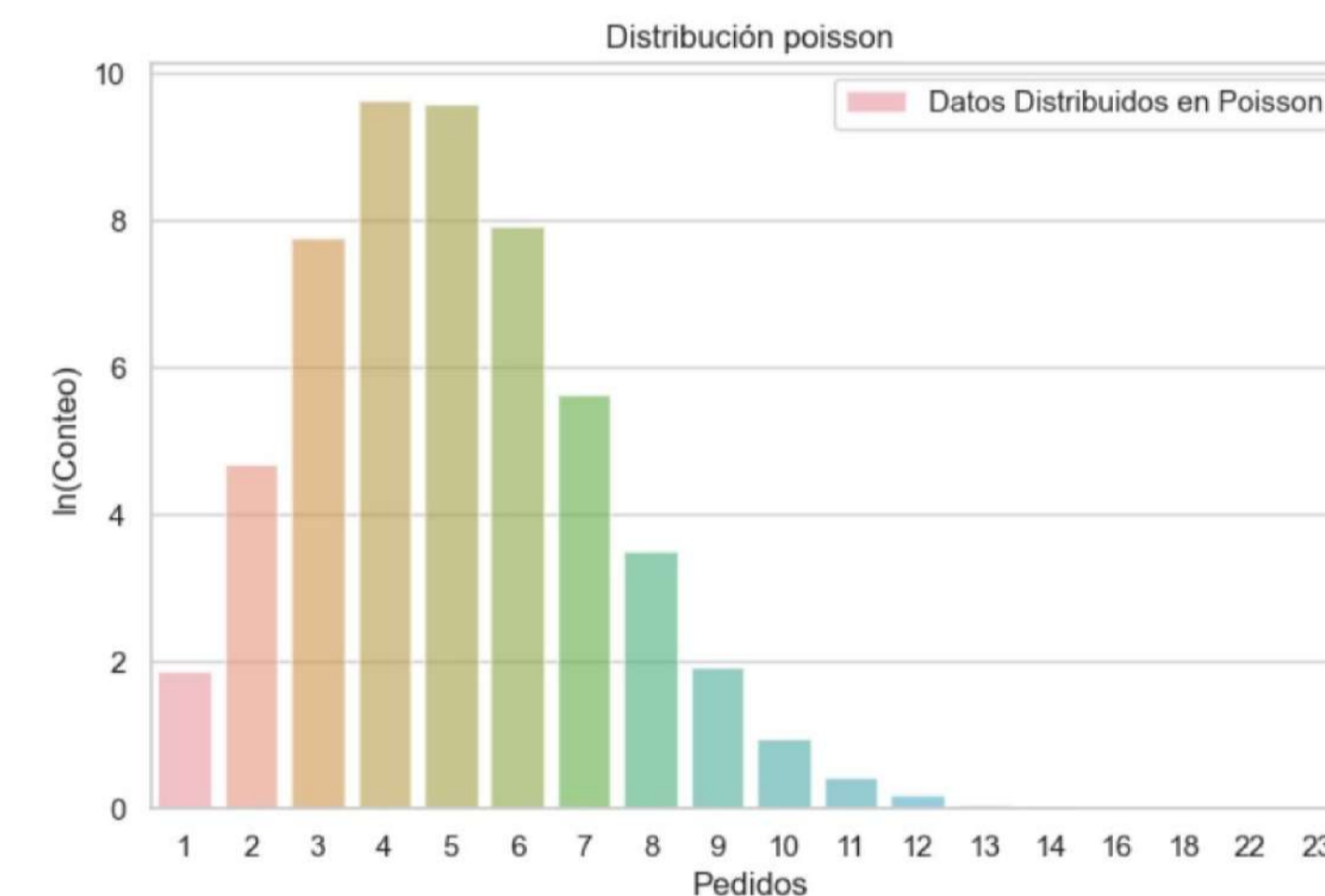
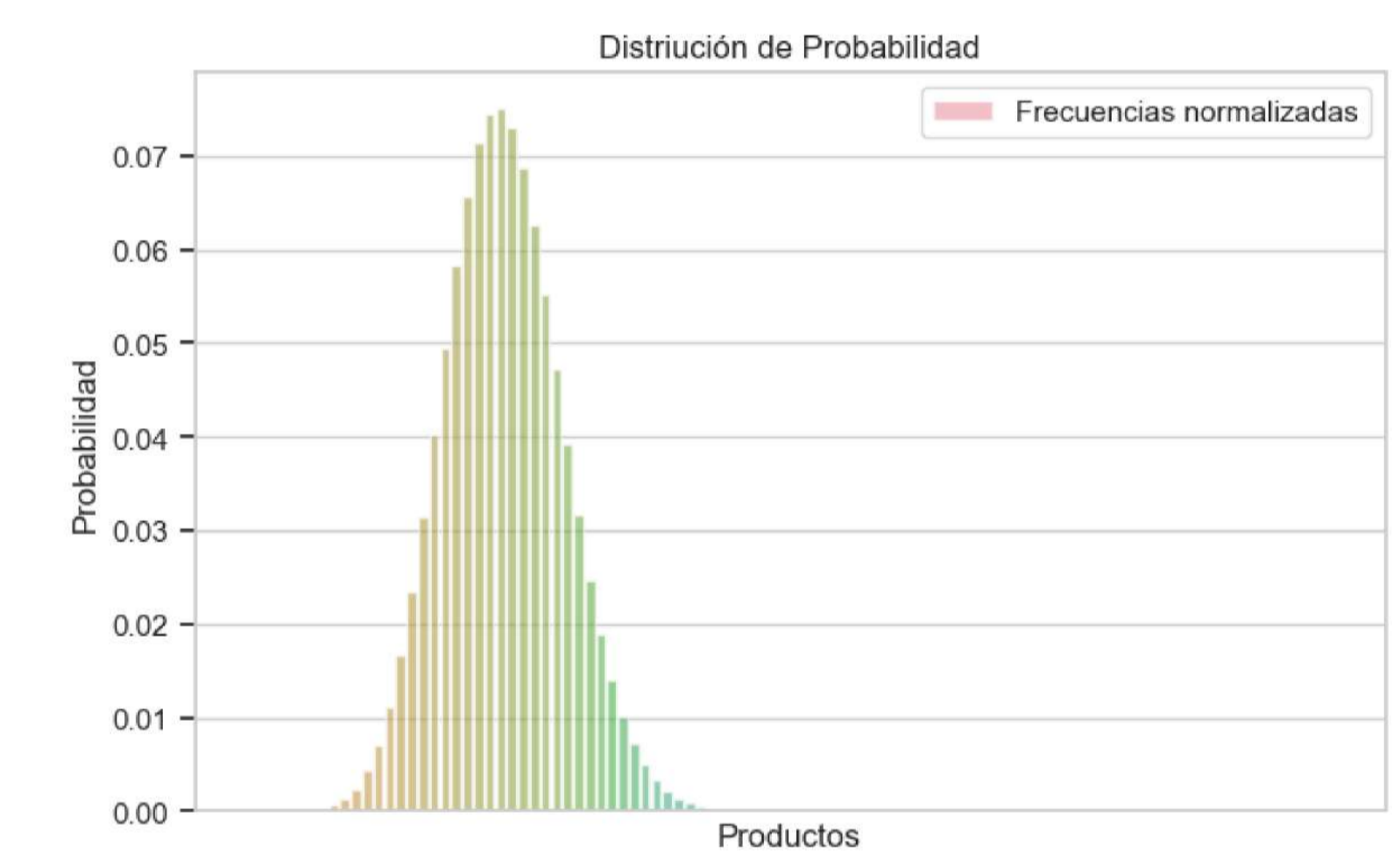
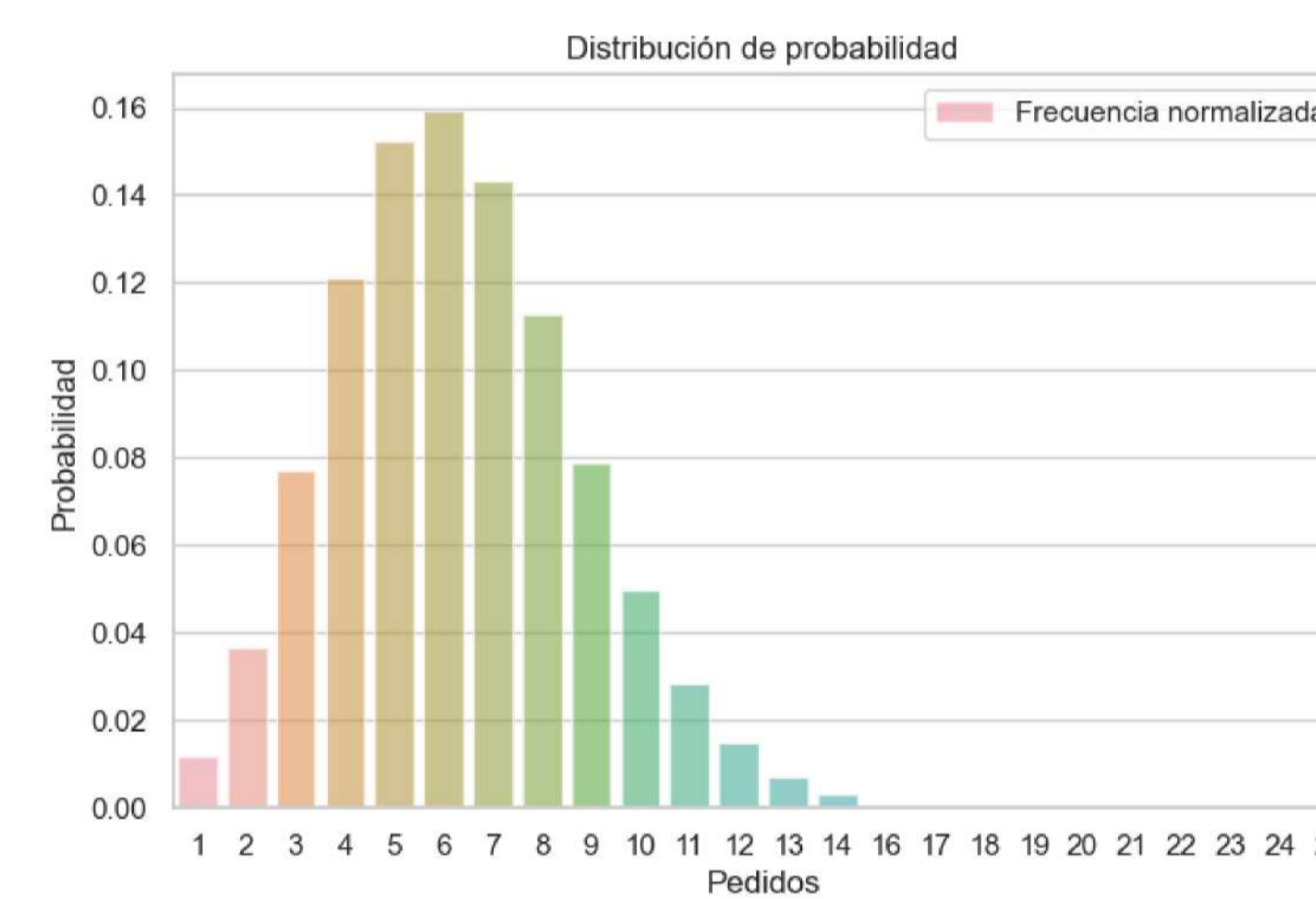
Resultados

Los resultados de la simulación indicaron que la empresa debería adquirir un total de 6 camiones y construir 6 rampas de carga para satisfacer la demanda diaria de manera eficiente. Sin embargo, otras configuraciones se desempeñan mejor en las restricciones de tiempo, ya que el tener 3 camiones y una rampa es el mínimo para completar las encomiendas en un día, pero en varios turnos; mientras que con 9 camiones y 5 rampas se cumplen todas las encomiendas en una jornada laboral.

Camiones, Rampas	Tiempo desperdiciado (Promedio)	Tiempo total (Promedio)	Desviación Estándar	Tiempo por camión (Promedio)
(6,6)	7.936	57.877083 hr	10.736123 hr	9.646181 hr
(3,1)	15.736	65.677083 hr	12.198919 hr	21.892361 hr
(9,5)	13.038	70.596333 hr	0.913418 hr	7.844037 hr

Metodología

Se utilizó la simulación Montecarlo para modelar la distribución de pedidos en Monterrey. La simulación considera diferentes escenarios poblacionales, variando entre 100 y 150 nodos clusterizados por posición geográfica. Para cada configuración, se realizaron 1000 iteraciones, donde los camiones trazaban su ruta hasta donde la restricción de la jornada laboral permitiera, punto donde darían la vuelta y se contabilizaría su regreso al almacén, siendo reemplazados por un nuevo turno. La función objetivo de la simulación se centró en minimizar el número de camiones, el tiempo de envío y el tiempo de espera en las rampas de carga. Las principales restricciones incluyeron el volumen de carga y la capacidad de transporte de los camiones; así como la jornada de los camioneros.



Metodología

Se utiliza una base de datos de clientes que incluye demandas y unidades solicitadas de forma distributiva. A partir de esta información, se obtiene una función exponencial de la frecuencia de los pedidos, caracterizada por pedidos pequeños típicos de un negocio minorista. Esta distribución se normaliza utilizando un logaritmo natural para aumentar la relevancia de los valores con menor frecuencia y evitar sesgos en la asignación de viajes.

Conclusión

El uso de la simulación Montecarlo en la optimización logística proporciona una herramienta flexible y adaptable, capaz de ajustarse a las cambiantes necesidades de una empresa de e-commerce. La capacidad de ajustar las variables clave permite obtener resultados más precisos y adaptados a la realidad operativa de la empresa. La decisión sobre el número de rampas de carga debe equilibrar cuidadosamente los costos de instalación con los beneficios operativos, asegurando una alta eficiencia logística en un mercado competitivo.

Referencias

- Arnold, F., Cardenas, I., Sørensen, K., y cols. (2018). Simulation of b2c e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. Eur. Transp. Res. Rev., 10 (2). doi: 10.1007/s12544-017-0272-6.
- AWS, A. (2023). What is The Monte Carlo Simulation? <https://aws.amazon.com/what-is/monte-carlo-simulation>.
- Elatar, S., Abouelmehdi, K., y Riffi, M. E. (2023). The vehicle routing problem in the last decade: variants, taxonomy and metaheuristics. Procedia Computer Science, 220, 398-404. Descargado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923005860>.
- Heijungs, R. (2020). On the number of monte carlo runs in comparative probabilistic lca. Int J Life Cycle Assess, 25 (1), 394-402. doi: 10.1007/s11367-019-01698-4
- Singh, A. (2016). A review on algorithms used to solve multiple travelling salesman problem. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 3 (4), 598-603.
- Özarık, S. S., Veulenturf, L. P., Woensel, T. V., y Laporte, G. (2021). Optimizing e-commerce last-mile vehicle routing and scheduling under uncertain customer presence. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 148, 102263. Descargado de ScienceDirect doi: 10.1016/j.tre.2021.102263

