



OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN CON METAHEURÍSTICAS

APLICACIÓN DEL RECOCIDO SIMULADO EN UNA FRANQUICIA EN
CULIACÁN, SINALOA

PRESENTADO POR:

PEÑA LOPEZ MIGUEL ANGEL
ROBLES RIOS JACQUELIN



CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN

2 OBJETIVOS

3 JUSTIFICACIÓN

4 ALCANCE

5 DESARROLLO

6 CONCLUSIÓN

7 REFERENCIAS



INTRODUCCIÓN

EN UN **MERCADO** CARACTERIZADO POR LA **ALTA FRECUENCIA EN PEDIDOS** Y LA EXIGENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE PRODUCTOS, SURGE LA NECESIDAD DE **OPTIMIZAR LAS RUTAS DE DISTRIBUCIÓN** DESDE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN HACIA LAS SUCURSALES.

ESTE SE PRESENTA COMO UN **PROBLEMA DE ENRUTAMIENTO DE VEHÍCULOS (VRP)**, UN **DESAFÍO ACTUAL DE OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA CLASIFICADO COMO NP-HARD**, LO QUE SIGNIFICA QUE ENCONTRAR UNA SOLUCIÓN ÓPTIMA ES INALCANZABLE EN UN TIEMPO RAZONABLE PARA PROBLEMAS DE GRAN ESCALA MEDIANTE MÉTODOS EXACTOS.





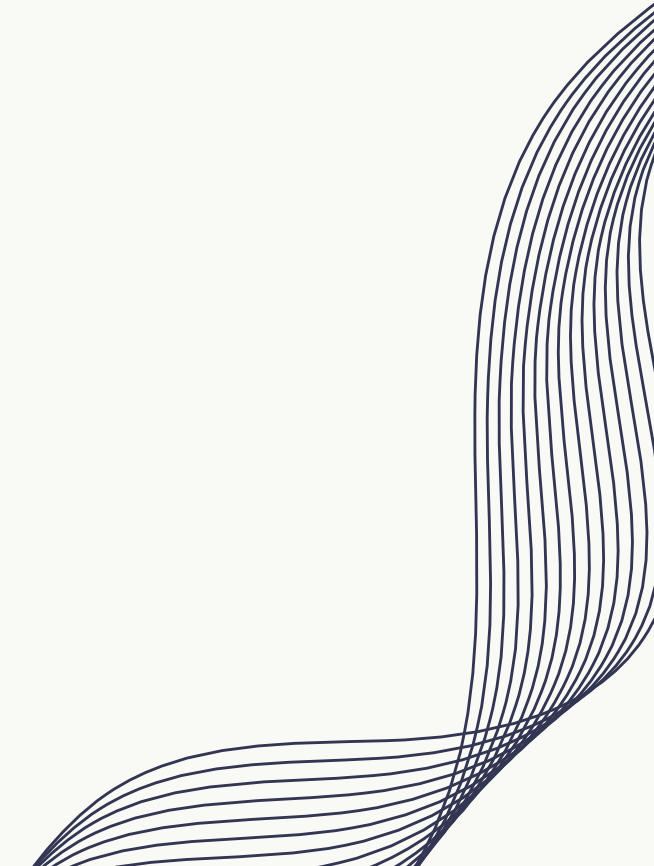
OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una solución computacional mediante el uso de una **metaheurística** con el **objetivo de optimizar las rutas de distribución de productos** desde los centros de distribución a las sucursales en Culiacán, Sinaloa





OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar los desafíos logísticos y factores clave en la zona de estudio.
 - Seleccionar y justificar el algoritmo heurístico más adecuado para el problema.
 - Desarrollar una implementación computacional robusta del algoritmo.
 - Evaluar el desempeño mediante métricas logísticas clave vs. una solución base.
 - Documentar el proceso completo del proyecto.
- 

JUSTIFICACIÓN

La optimización de rutas de distribución es crucial para reducir costos operativos. Ante la complejidad de los problemas de enrutamiento de vehículos, los métodos tradicionales resultan ineficientes.

Esto justifica el uso de metaheurísticas como el Recocido Simulado, que ofrece soluciones adecuadas en tiempo computacional razonable.



ALCANCE

Desarrollo de un modelo de optimización de rutas con múltiples CEDIS, implementando el algoritmo de Recocido Simulado.

La solución minimizará el costo total de distribución usando matrices predefinidas de distancias y costos de combustible.

The image features a light gray background with decorative wavy lines in the corners, composed of many thin, dark blue lines. A central rectangular frame, also in dark blue, contains the word "DESARROLLO" in a bold, dark blue, sans-serif font. The frame is flanked by two dark blue, four-pointed star-like symbols on its left and right sides.

DESARROLLO

METAHEURISTICAS, ¿QUÉ SON?

Estrategias inteligentes para resolver problemas de optimización complejos (como el VRP) donde los métodos exactos fallan.

Características clave:

- Encuentran soluciones de alta calidad (near-óptimas)
- No garantizan el óptimo global, pero son eficientes en tiempo
- Pueden aceptar soluciones temporalmente peores para escapar de óptimos locales

BÚSQUEDA TABÚ

Algoritmo que utiliza estructuras de memoria (listas tabú) para registrar y prohibir movimientos recientes, evitando retrocesos en la búsqueda

Ventajas clave:

- Evita eficientemente ciclos y estancamiento en óptimos locales
- Guía la búsqueda de manera inteligente usando historial
- Balance entre exploración y explotación del espacio de soluciones

RECOCIDO SIMULADO

Simula el proceso físico de recocido en metalurgia, donde el calentamiento y enfriamiento controlado mejora las propiedades del material.

Ventajas clave:

- Implementación relativamente sencilla
- Mecanismo natural para escapar de óptimos locales
- Parámetros intuitivos (temperatura, tasa de enfriamiento)
- Ampliamente validado en problemas de rutas y secuenciación

COMPARACIÓN Y SELECCIÓN

En base a un análisis elegimos el recocido simulado para resolver el problema, esto por su balance entre efectividad y simplicidad de implementación

Aspecto	Recocido Simulado	Búsqueda Tabú
Escape óptimos locales	Aceptación probabilística	Listas tabú
Implementación	Más simple	Más compleja
Parámetros críticos	Programa de enfriamiento	Tamaño lista tabú

The background features decorative wavy lines in the corners, composed of many thin, dark blue lines that create a sense of movement and depth. A central rectangular frame, also in dark blue, contains the main text.

MODELADO DEL PROBLEMA

ELEMENTOS CLAVE

- Centros de distribución: puntos de partida vehículos
- Sucursales: puntos de demanda (a surtir)
- Red: conexiones con distancias y costos



DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Estrategia: Recocido Simulado adaptado al MDVRP

Componentes clave:

- Función objetivo: Minimizar costo total
- Vecindad: Movimientos inter/intra rutas
- Enfriamiento: Esquema geométrico

Parámetros del algoritmo:

- Temperatura inicial: 1000
- Temperatura final: 0.01
- Factor enfriamiento: 0.995
- Iteraciones por temperatura: 100

RESULTADOS Y VALIDACIÓN

Simulación	Costo Solución Inicial	Costo Solución Óptima	Mejora %
Intento 1	184.48	31.52	82.91%
Intento 2	166.43	32.17	80.67%
Intento 3	169.20	34.69	79.50%
Intento 4	179.94	33.44	81.42%
Intento 5	154.59	31.99	79.30%

<i>Resumen</i>	<i>Costo solución inicial</i>	<i>Costo solución óptima</i>	<i>Mejora %</i>
<i>Promedio</i>	170.93	32.76	80.76%
<i>Mejor Resultado</i>	154.59	31.52	82.91%
<i>Peor Resultado</i>	184.48	34.69	79.30%

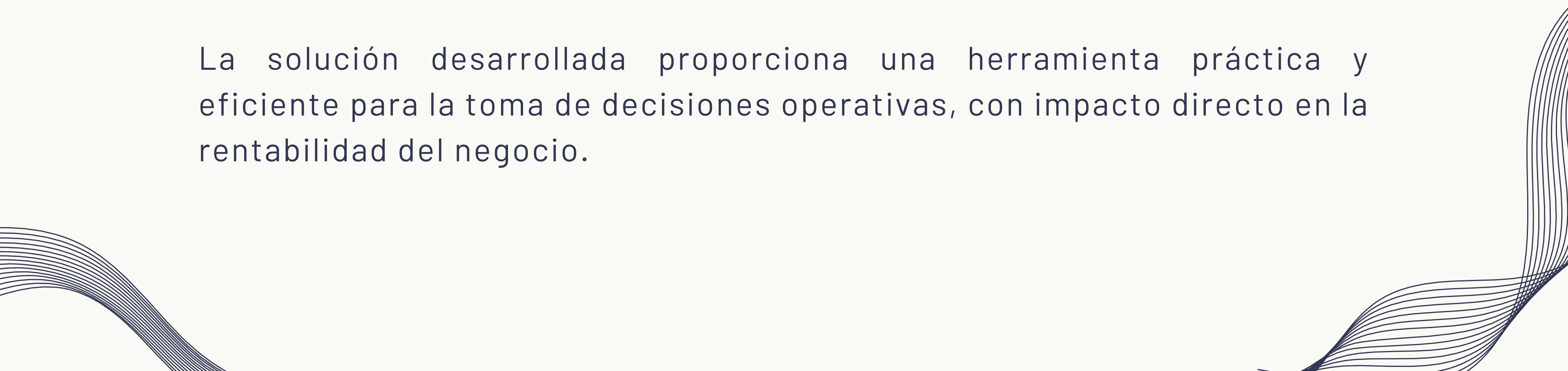
Se observa una disminución significativa en los costos finales respecto a los costos iniciales, evidenciando la eficacia del método empleado.



CONCLUSIÓN

El Recocido Simulado demostró ser altamente efectivo para optimizar las rutas de distribución, logrando una reducción promedio del 80% en costos. Esto valida el uso de metaheurísticas para resolver problemas logísticos complejos de gran escala.

La solución desarrollada proporciona una herramienta práctica y eficiente para la toma de decisiones operativas, con impacto directo en la rentabilidad del negocio.



REFERENCIAS

- Peralta Abarca , J. del C. ., Juárez Chávez , J. Y. ., & Martínez Bahena, B. . (2021). Aplicaciones de recocido simulado en problemas de optimización combinatoria. Inventio, 11(23), 23-28. Recuperado a partir de <https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/281>
- Álvaro, L. B., & Felipe, R. T. A. (2015). Solución del problema de restauración de sistemas de distribución usando los métodos de optimización metaheurísticos recocido simulado y búsqueda tabú. Repositorio De La Universidad Tecnológica De Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/1624db50-639e-4d48-83da-60cb8999ddc6>
- de la CruzH., J. J., MendozaB., A., del CastilloCh., A., & PaterninaA., C. D. (2003). Análisis comparativo de las aproximaciones heurísticasAnt-Q, recocido simulado y búsqueda tabú en la solución del problema del agente viajero. Ingeniería y Desarrollo, (14), 141-157.
- Osman, I. H. (1993). Metastrategy simulated annealing and tabu search algorithms for the vehicle routing problem. Annals of Operations Research, 41(4), 421-451. <https://doi.org/10.1007/bf02023004>



**iMUCHAS
GRACIAS!**