

Caso 03 - TSP con Deadlines: ruta mínima con entregas antes de caducar

Enunciado

Un camión sale del depósito (punto 0) y debe visitar todos los clientes exactamente una vez.

Cada cliente i tiene un tiempo límite (deadline). Si el camión llega después del deadline, el material se considera caducado.

Objetivo: encontrar el orden de visita que minimiza la distancia total, cumpliendo todos los deadlines (o minimizando penalización por tardanza).

Datos y parámetros

- Velocidad: 1 unidad de distancia = 1 minuto (para convertir distancia en tiempo)
- Tiempo de servicio: columna servicio_min (minutos) al llegar a cada cliente
- Restricción: llegada_i <= deadline_i

Dataset de muestra (pequeño)

Este dataset es intencionalmente pequeño para poder validar a mano la evaluación de soluciones.

punto	tipo	x	y	deadline_min	servicio_min
0	deposito	0	0	0	0
1	cliente	2	7	18	2
2	cliente	6	4	22	2
3	cliente	8	9	35	3
4	cliente	3	1	16	2
5	cliente	9	2	28	2
6	cliente	5	8	30	2

Pistas para un Algoritmo Genético

Representación (cromosoma)

- Permutación de clientes [1..n].

Fitness (evaluación)

- Simula la ruta acumulando tiempo: $t +=$ viaje + servicio.
- Coste base: distancia_total.
- Penalización: tardanza_total = suma(max(0, llegada_i - deadline_i)).
- Fitness final típica: distancia_total + lambda * tardanza_total (lambda grande).

Mutación (ejemplos)

- Inversión 2-opt para reducir distancia sin romper demasiado la factibilidad.
- Move (inserción): sacar un cliente de una posición y reinsertarlo en otra.

Cruce (ejemplos)

- OX para mantener orden relativo.
- Edge recombination (avanzado): intenta preservar aristas frecuentes.

Selección (ejemplos)

- Torneo + elitismo. En problemas con restricciones, elitismo ayuda a no perder soluciones factibles.