

Caso 05 - VRPTW: varios camiones con capacidad y deadlines (ventanas de tiempo simples)

Enunciado

Dispones de varios camiones con capacidad limitada. Debes repartir a todos los clientes saliendo del depósito (0).

Cada cliente i tiene un tiempo límite (deadline). Si se llega tarde, el material caduca.

Objetivo: minimizar la distancia total (y por tanto el coste) cumpliendo capacidad y deadlines.

Datos y parámetros

- Capacidad por camión: 8 unidades
- Velocidad: 1 unidad de distancia = 1 minuto
- Tiempo de servicio por cliente: columna servicio_min
- Restricción: $\text{llegada}_i \leq \text{deadline}_i$

Dataset de muestra (pequeño)

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

punto	tipo	x	y	demanda	deadline_min	servicio_min
0	deposito	0	0	0	0	0
1	cliente	2	7	3	20	2
2	cliente	6	4	2	22	2
3	cliente	8	9	4	40	3
4	cliente	3	1	2	18	2
5	cliente	9	2	3	30	2
6	cliente	5	8	1	32	2
7	cliente	1	4	2	16	2

Pistas para un Algoritmo Genético

Representación (cromosoma)

- Permutación + separadores (rutas).
- Consejo: al evaluar, recorre cada ruta y simula tiempos independientemente.

Fitness (evaluación)

- Coste base = distancia_total.
- Penalización capacidad = $\beta \cdot \text{suma}(\text{exceso_capacidad_ruta})$.

- Penalización tardanza = $\lambda * \text{suma}(\max(0, \text{llegada}_i - \text{deadline}_i))$.
- Fitness final: $\text{distancia_total} + \beta * \text{exceso} + \lambda * \text{tardanza}$ (λ suele ser mayor que β).

Mutación (ejemplos)

- Relocate: mover un cliente desde una ruta 'tarde' a otra ruta.
- 2-opt dentro de la ruta para reducir tiempo/distancia.

Cruce (ejemplos)

- Route-based crossover: heredar rutas factibles (o casi factibles) del mejor padre.
- OX y luego un 'repair' (reparación): reinsertar clientes que rompan capacidad/tiempo en otra ruta.

Selección (ejemplos)

- Torneo con preferencia por factibles: si comparas dos individuos, prioriza el que tenga menor tardanza.
- Elitismo de factibles: conservar siempre el mejor individuo factible conocido.