

Caso 06 - VRPTW con coste fijo: minimizar camiones + distancia cumpliendo deadlines

Enunciado

Problema completo: decidir cuántos camiones usar, qué clientes atiende cada camión y en qué orden visitarlos.

El coste total incluye un coste fijo por camión utilizado y un coste variable proporcional a la distancia recorrida.

Condición obligatoria: todos los clientes deben ser servidos antes del deadline (si no, se penaliza fuertemente).

Datos y parámetros

- Capacidad por camión: 8 unidades
- Velocidad: 1 unidad de distancia = 1 minuto
- Coste fijo por camión usado: $C_{fijo} = 25$
- Coste por distancia: $c = 1$ (por unidad de distancia)
- Penalización por tardanza: lambda grande (p.ej., 100 por minuto de retraso)

Dataset de muestra (pequeño)

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

punto	tipo	x	y	demand	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. El número de rutas no vacías determina K (camiones usados).
- Ejemplo: [3,7,2 | 5,1 | 6,4] => K=3 (si todas las rutas tienen al menos 1 cliente).

Fitness (evaluación)

- Simula cada ruta: calcula distancia D_k , demanda total y tiempos de llegada.

- Coste: $C_{fijo} \cdot K + c \cdot \sum(D_k)$.
- Penalizaciones: $+ \beta \cdot \sum(\text{exceso_capacidad}) + \lambda \cdot \sum(\text{tardanza})$.
- Consejo: usa $\lambda >> C_{fijo}$ para que el AG priorice soluciones a tiempo.

Mutación (ejemplos)

- Operadores 'de ruta': split/merge (partir una ruta en dos o unir dos rutas) para explorar distintos K .
- Relocate + 2-opt: mover clientes y mejorar el orden local.

Cruce (ejemplos)

- Herencia de rutas buenas: copiar rutas completas del padre con mejor coste y rellenar el resto con el otro parente.
- Si el cruce produce duplicados/ausentes, aplica reparación: eliminar duplicados y reinsertar faltantes donde menor incremento de coste.

Selección (ejemplos)

- Torneo + elitismo (mantener el mejor factible).
- Estrategia multiobjetivo sencilla: ordenar por (tardanza_total , coste_total) de forma lexicográfica.