

PFC-App. of Simulation in industry & services. Projecte Rich-VRP.

VRP enriquit aplicat al sector del transport d'hidrocarburs

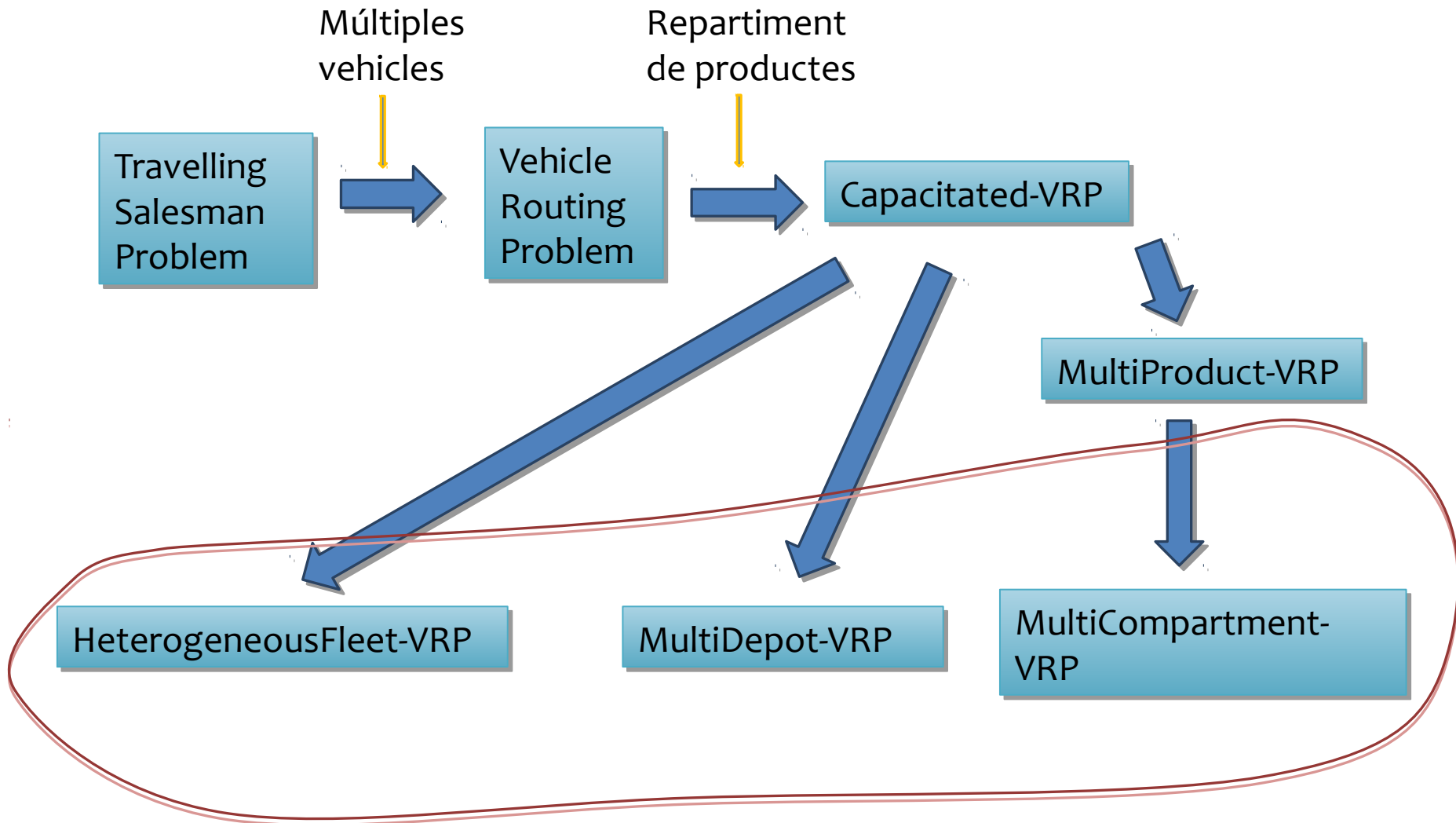


Gabriel Alemany Giménez.



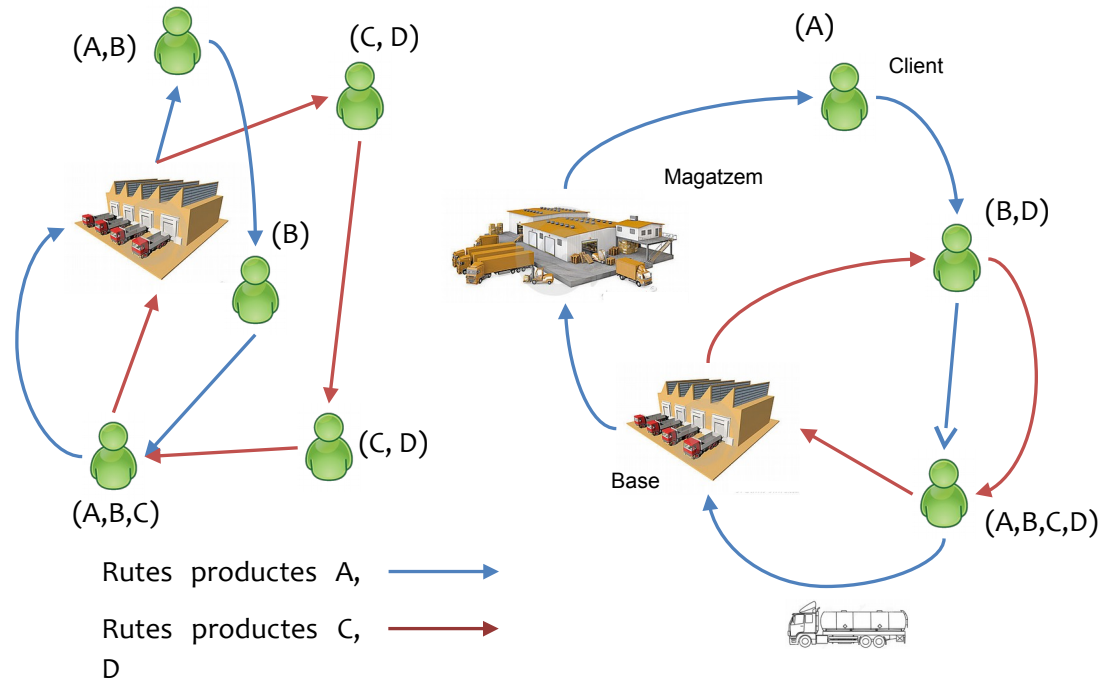
Universitat Oberta
de Catalunya

Abast del problema



Components:

- Bases
- Magatzems
- Clients
- Productes
- Vehicles
- Compartiments



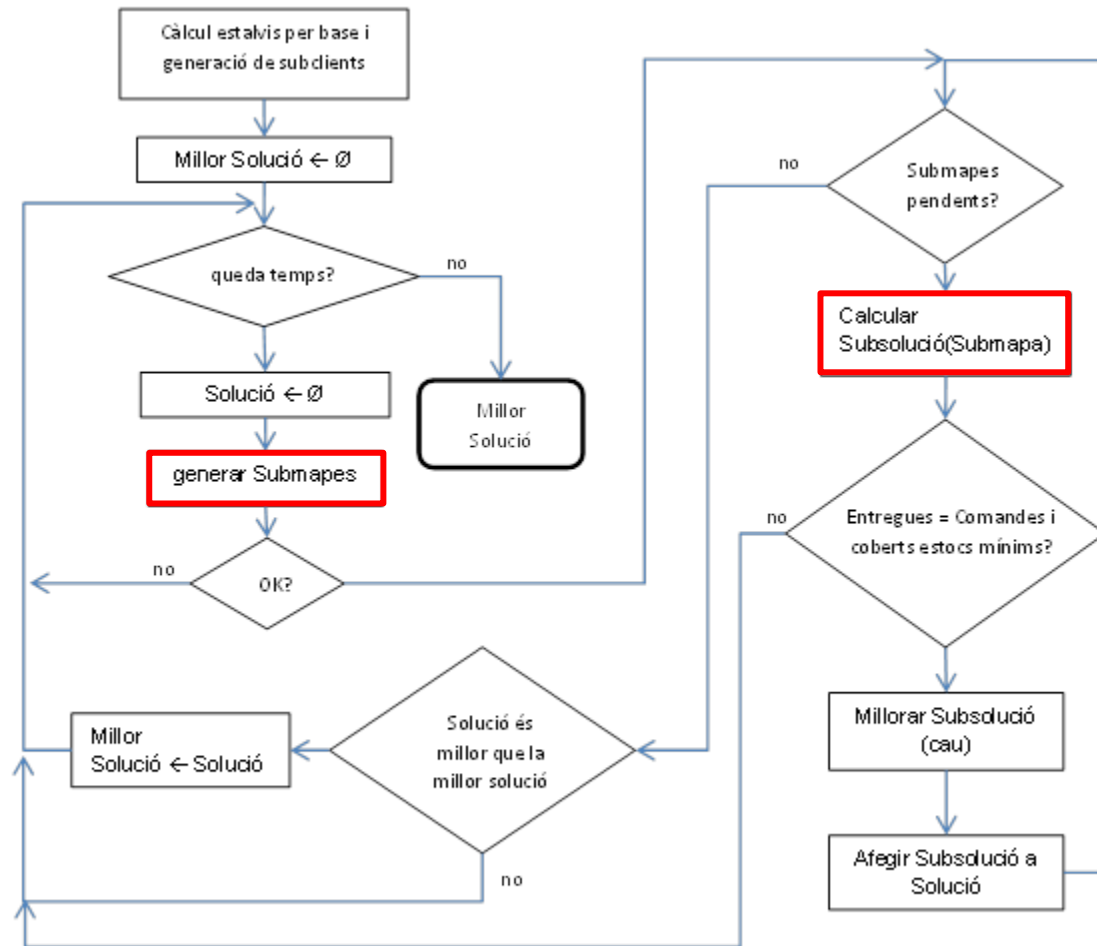
Objectiu:

Repartir, amb cost mínim, les quantitats demandades de N_p productes a N_c clients assignant-los prèviament a N_b bases.

Característiques i Restriccions:

- ✓ Múltiples tipus de vehicles.
- ✓ Múltiples vehicles de cada tipus de vehicle assignats (de manera fixa) a cada base.
- ✓ Rutes comencen i acaben a la base assignada del vehicle, que disposa d'existències de productes.
- ✓ Possibilitat d'iniciar cadascuna de les rutes en un magatzem de capacitats virtualment il·limitades en cas d'insuficiència de producte(s) en el base (limitat a certs tipus de vehicles).
- ✓ Possibilitat per a un vehicle de fer seqüencialment varies rutes
- ✓ Temps màxim per operar la seqüència de rutes per part del vehicle.
- ✓ Incompatibilitats client-tipus de vehicle
- ✓ Consideració del temps de càrrega i descàrrega
- ✓ Consideració d'estocs de seguretat

Flow-Chart general:



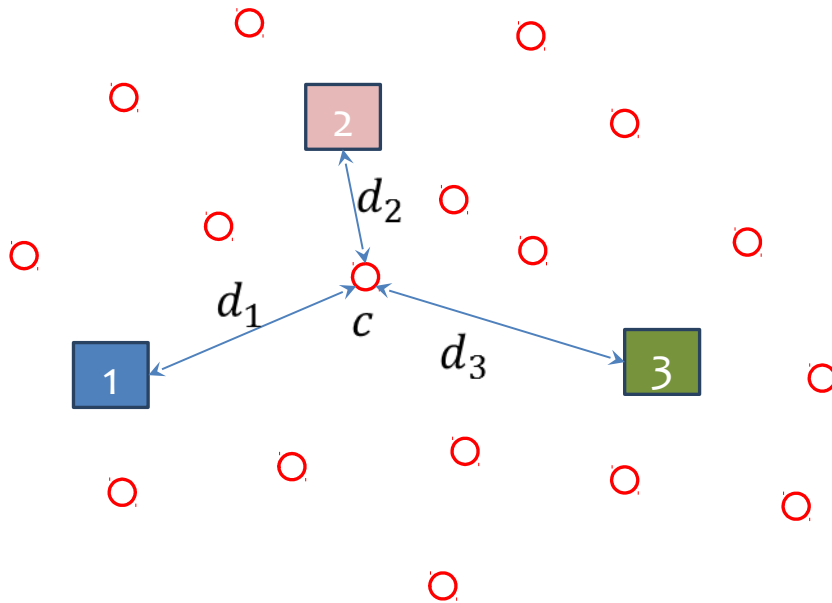
Generació de Submapes:

Procés que assigna clients a bases

1. Cada base genera una llista de clients ordenats per *estalvi*.

Per exemple:

$$\begin{aligned} \text{Estalvi}_1(c) &= d_1 - d_2 \\ \text{Estalvi}_2(c) &= d_2 - d_1 \\ \text{Estalvi}_3(c) &= d_3 - d_2 \end{aligned}$$



Estalvi

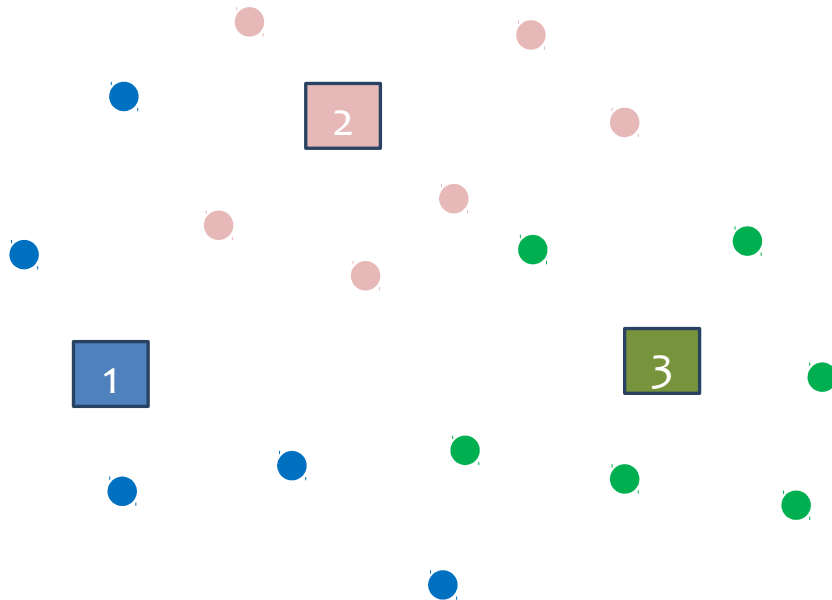


Distància fins al node



distància del node fins a la base més propera (diferent d'aquesta)

Generació de Submapes:



2. Les bases trien els clients en funció dels estalvis que aporten i de la seva capacitat de transport.

Ordre de tria:

Percentatge de capacitat de transport lliure

aleatòriament esbiaixat

Biaix aleatori: Les bases no sempre trien el qui porti més estalvi, sinó que aquest és el que més probabilitats té de ser triat.

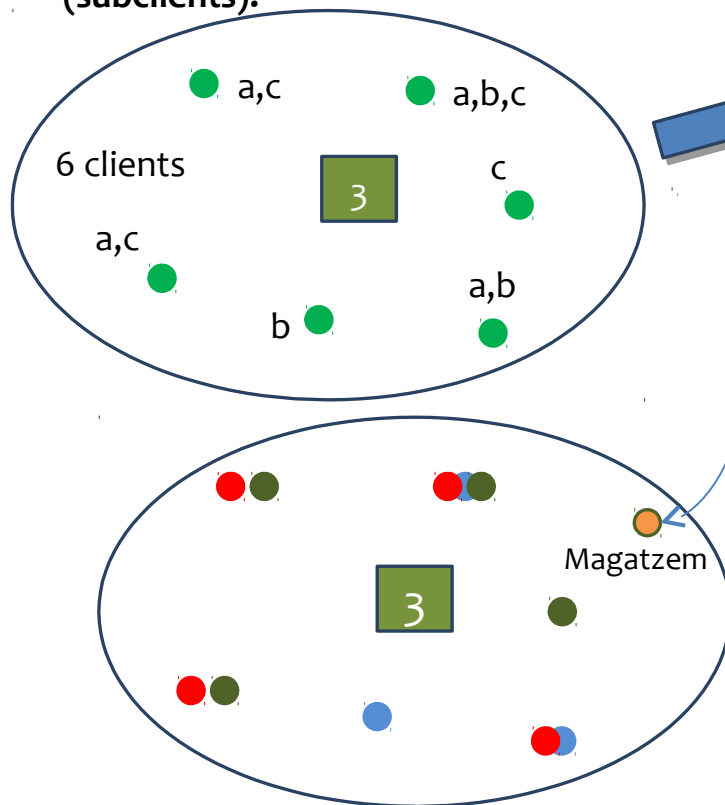


Generació de molts mapes per poder escollir la millor solució

Càlcul de Subsolució:

- Cada submapa es resol separatament

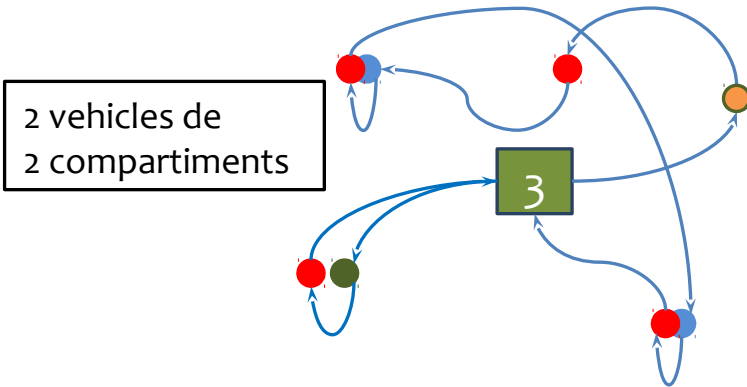
1. Es considera un client diferent per a cada producte que demana (subclients).



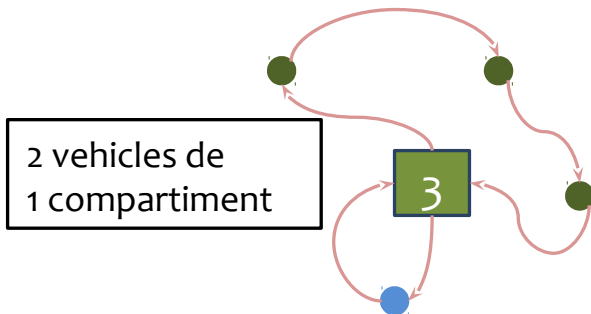
2. Afegim magatzem (si demanda pendent > existències)
3. Es tria aleatòriament un tipus de vehicle
4. Es resol el submapa utilitzant vehicles del tipus (flota homogènia il·limitada).

Càlcul de Subsolució:

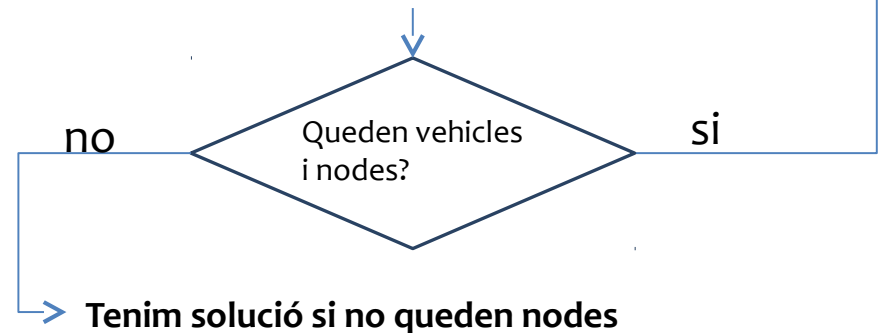
Rutes vehicles tipus 1



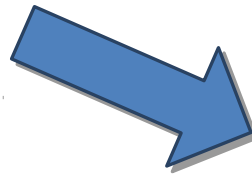
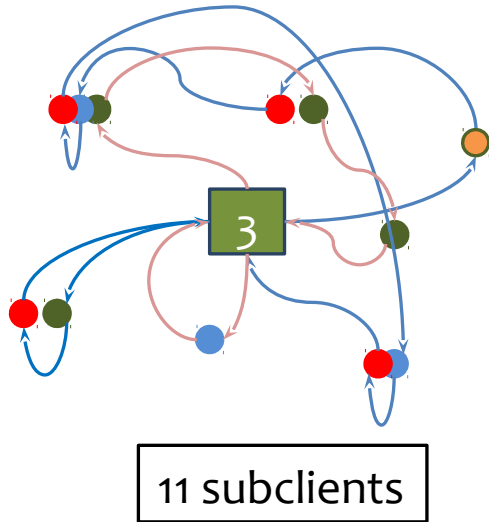
Rutes vehicles tipus 2



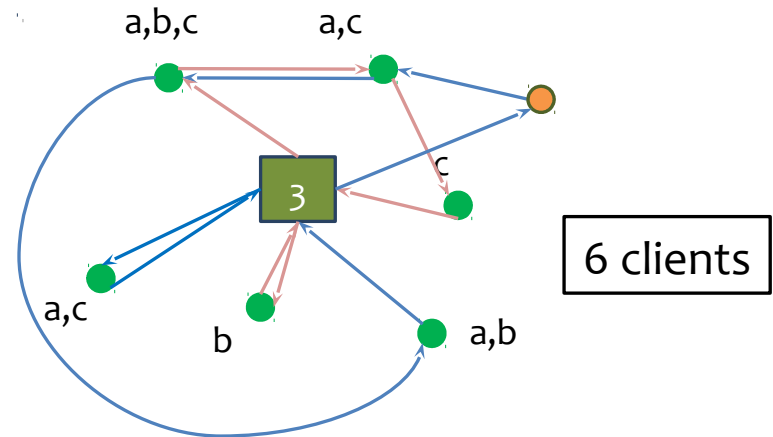
5. Classifiquem les rutes que es pugui, assignant vehicle i temps d'inici.
6. Per les que es poden classificar:
 - Eliminar els nodes visitats de la llista de pendents
 - Decrementar demanda pendent
 - Afegir la ruta a la solució
 - Si és de provisió (passa per magatzem)
 - Tots els vehicles → seleccionables
 - Afegir disponibilitat
7. Si no s'ha afegit cap ruta → Vehicle no seleccionable



Càlcul de Subsolució:



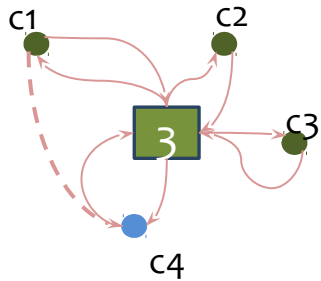
7. Es componen les solucions.
8. Es tornen a considerar els clients multiproducte.
9. S'eliminen els possibles bucles generats.



Càlcul de Subsolució flota homogènia:

Rutes tipus 2

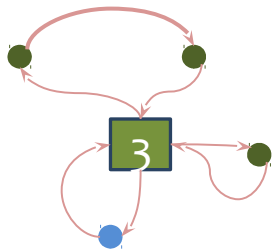
2 vehicles de 1 compartiment



c1-c4
 c1-c2
 c3-c4
 c2-c3
 c3-c1
 c2-c4

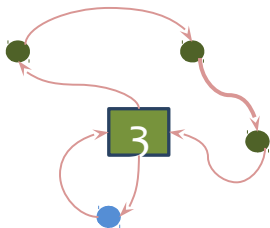
Vehicle no ho admet

c1-c2
 c3-c4
 c2-c3
 c3-c1
 c2-c4



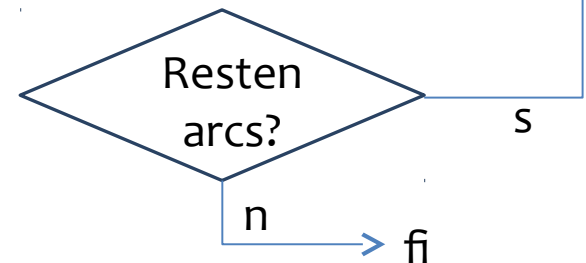
~~e1-e4~~
~~e1-e2~~
 c3-c4
c2-c3
 c3-c1
 c2-c4

Baix: ometem c3-c4



~~e1-e4~~
~~e1-e2~~
 c3-c4
~~e2-e3~~
 c3-c1
 c2-c4

1. Generar rutes dummy
2. Generar llista de tots els arcs possibles entre clients ordenats per *estalvis*
3. Extreure arc de la llista (aleatòriament esbiaixat)
4. Utilitzar l'arc per a unir dues rutes, si és possible



Estalvi

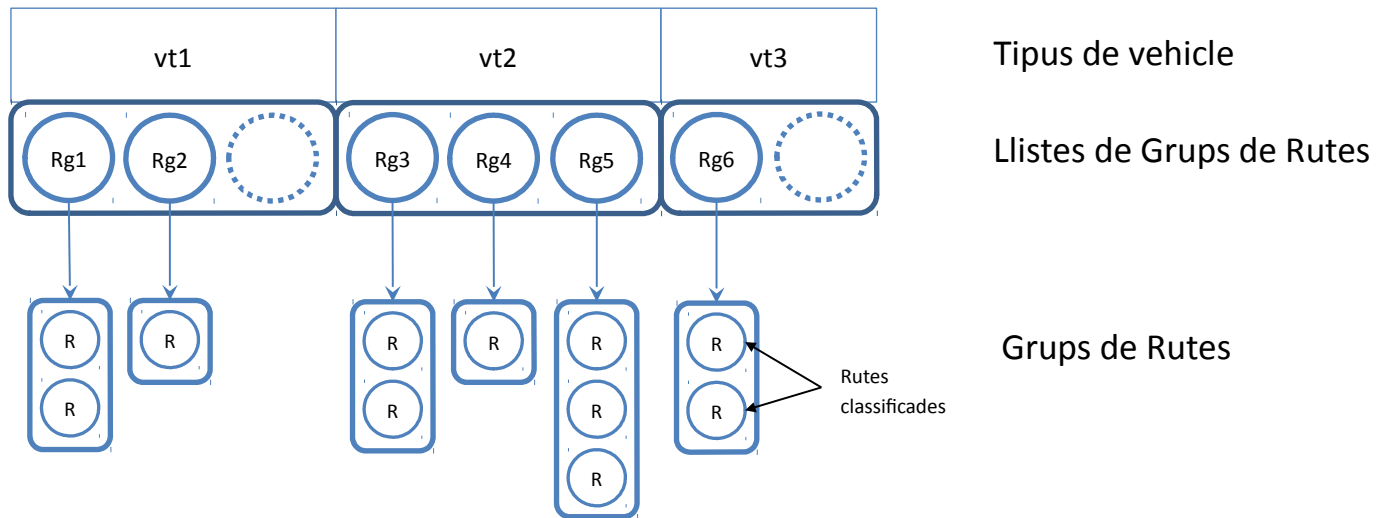


Distància (n1 → base → n2)



Distància(n1 → n2)

Classificació de les rutes:

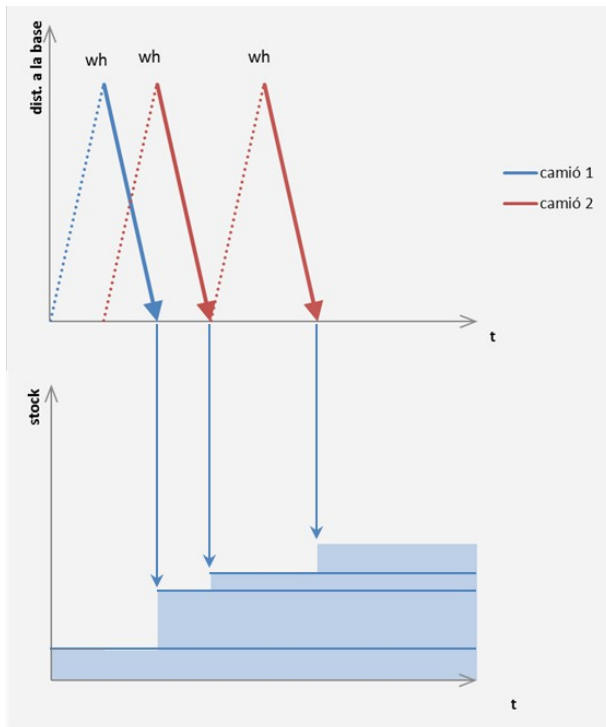


Cada tipus de vehicle (amb n vehicles) s'associa amb una llista que conté n grups de rutes. Cada grup de rutes conté les rutes que fa un mateix vehicle.

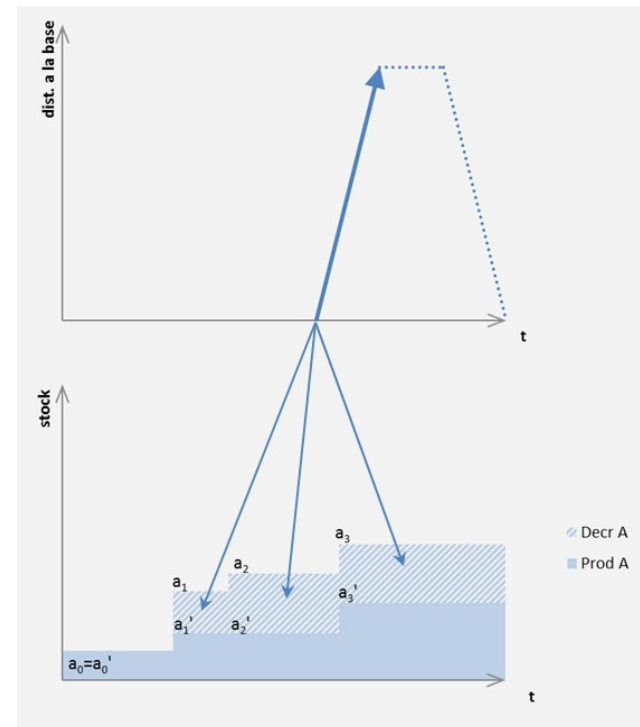
Classificar una ruta és ubicar-la en un grup de manera que:

- Hi hagi un interval de temps a on hi càpiga
- En aquest interval hi hagi disponibilitat dels productes

Disponibilitats:



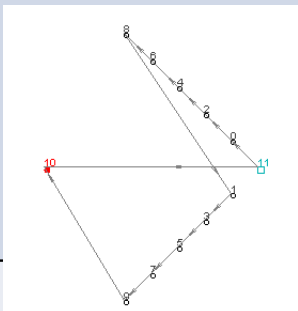
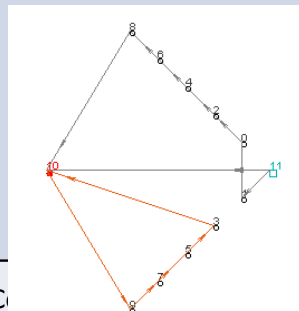
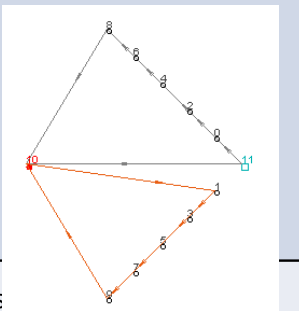
Una ruta de provisió genera una disponibilitat en un instant determinat



Una rutes decrementa les disponibilitats de diferents instants

Resultats:

Cas: 10 clients assignats a una base sense prou estoc.

TMS	∞	140,70 min	95,00 min
Solució			
		Ci	Cos

Es generen més rutes i amb més cost quan es redueix el TMS (temps màxim de servei)

Resultats:

Cas Real

Tipus de vehicle utilitzats:

Tipus	Accés a magatzem?	Capacitat Compartiments
Gran (5 compartiments)	SI	10000, 8000, 8000, 4000, 2000
Mitjà (2 compartiments)	NO	6000, 5000
Petit (2 compartiments)	NO	2000, 2000

Característiques de les bases:

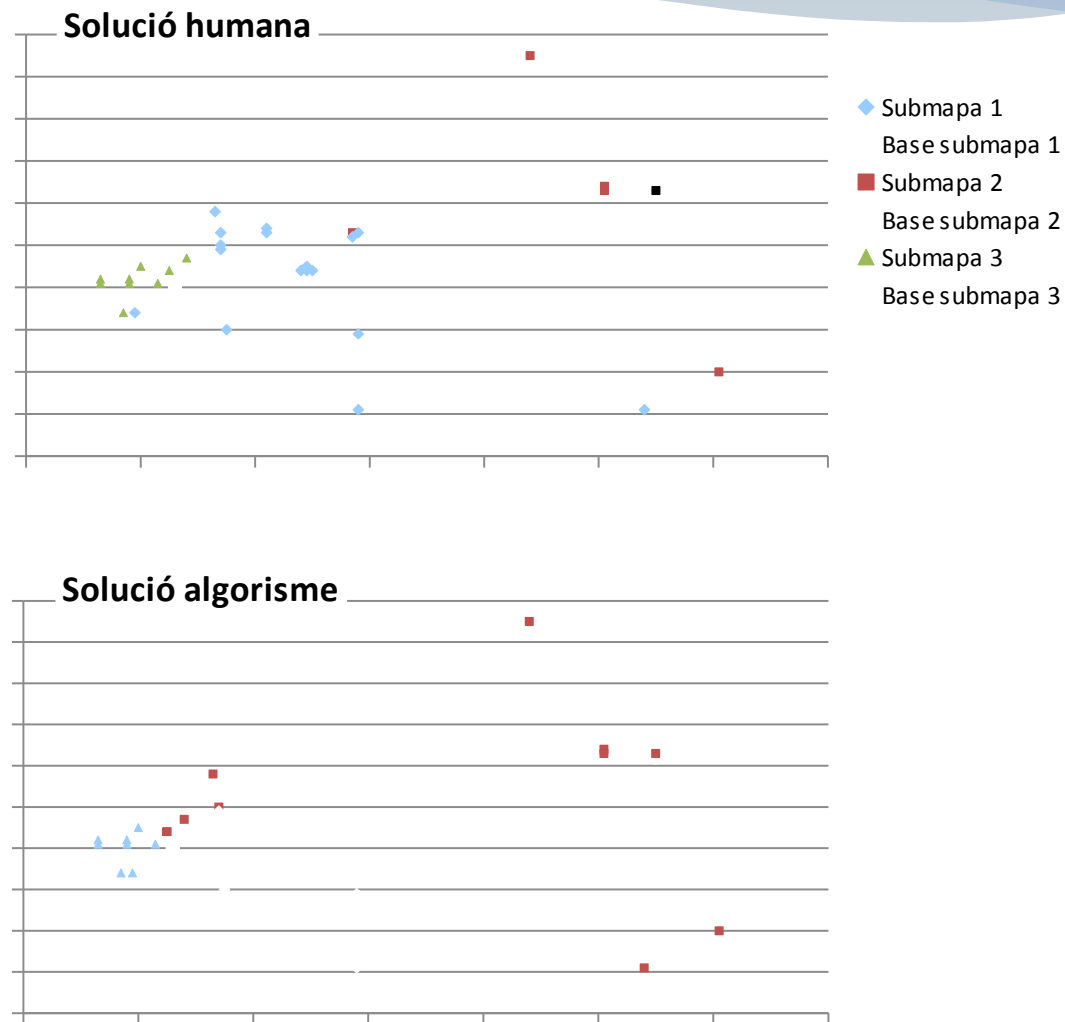
Base	Vehicles	Estocs inicials	Estocs de seguretat
1	1 petit, 2 mitjans, 1 gran	12000, 17000, 18000, 14000	15000, 0, 0, 0,
2	1 mitjà, 1 gran	0, 8000, 1000, 0	0, 0, 0, 0
3	2 mitjans	25000, 7000, 22000, 0	0, 0, 0, 0

Paràmetres del problema:

Nombre de clients	31. Cap d'ells accepta el vehicle més gran i 3 d'ells tampoc accepten el mitjà
Nombre de bases	3, una d'elles amb estoc mínim d'un dels productes
Nombre de magatzems	1
Nombre de productes	4 (A, B, C, C+)
Nombre de tipus de vehicles	3, que anomenarem gran, mitjà i petit
Cabal de càrrega	200 l/min
Temps d'establiment de trajecte	5 min
Temps de penalització intra-ciutat	10 min

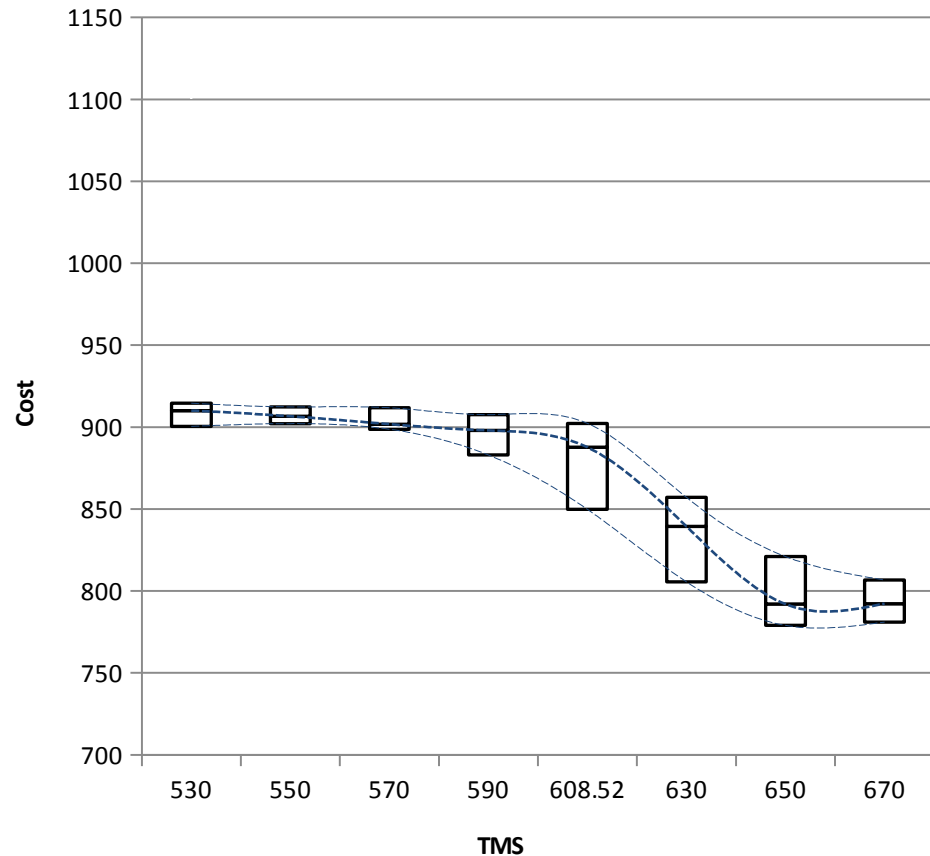
Resultats:

Mapatge



Resultats:

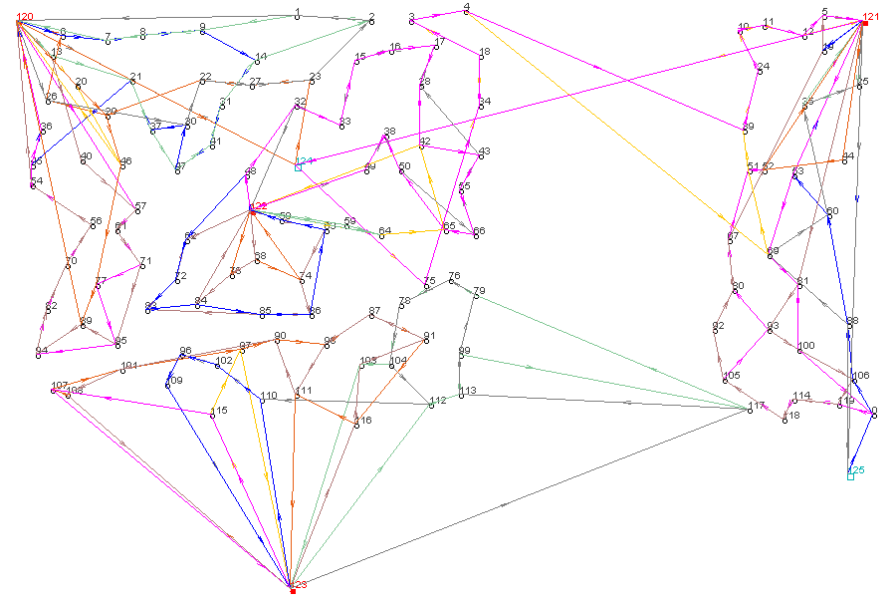
Amb un cost total de 827,38, l'algòrisme proposa una solució un 25,21% millor que la humana amb el mateix temps de servei de 608 minuts.



Resultats:

Proves amb problemes de dimensió més alta

Test8	
N. clients	120 (dels quals 29 en un clúster separat)
N. bases	4 (2 d'elles sense prou estoc)
N. productes	4
Tipus vehicle	Els indicats anteriorment
Distrib. Vehicles	7 x 0, 7 x 1, 1 x 2 a cada base
TMS	800 min



- Nodes ben repartits entre les bases.
- Clústers de clients amb la bora ben definida.
- Alguns clients no abastits per la base més propera.
- Visites al magatzem optimitzades per a la ruta.
- Solució prou bona en menys de 4 s!

Solució	Cost	Temps càlcul (s)
27	5505,52	3,87
513	3485,58	40,19

Conclusions:

Hem estudiat la necessitat específica d'una empresa de distribució, descrivint el problema i dissenyant i implementant un algorisme que, en combinar diverses tècniques, el soluciona en un temps estrictament limitat.

Hem experimentat en quines circumstàncies l'algorisme proporciona resultats més eficients, i hem trobat formes empíriques d'optimitzar els seus paràmetres.

Hem aplicat l'algorisme a un cas real, obtenint una solució, amb el mateix temps de servei, un 25% millor que la confeccionada de forma manual. Ha estat calculada en 40 s

El producte pot proporcionar estalvis importants en temps de transport in en cost. També pot ser de gran utilitat com a assistent per a presa de decisions: adquirir més vehicles, obrir més bases, jugar amb estocs inicials ...