

Pràctica 2: L'algorisme del símplex

Adrià Vilanova i Marta Llagostera

15 de novembre 2018

Índex

1	Introducció	2
2	Dades	2
2.1	Conversió dels fitxers d'entrada	2
2.2	Exemple de fitxers de dades: Conjunt de dades 44 - Problema 1	3
3	Implementació del símplex	3
3.1	Fase II	3
3.2	Fase I	4
3.3	Actualització de la inversa	4
4	Instruccions per executar el programa amb Octave	4
5	Solucions	5
5.1	Conjunt de dades 44	5
5.1.1	Problema 1	5
5.1.2	Problema 2	7
5.1.3	Problema 3	8
5.1.4	Problema 4	9
5.2	Conjunt de dades 79	10
5.2.1	Problema 1	10

5.2.2	Problema 2	12
5.2.3	Problema 3	13
5.2.4	Problema 4	14
6	Programa en C++	15
7	Descripció dels fitxers al .zip	16

1 Introducció

Hem fet la implementació de l'algorisme del símplex usant el programari Octave i, a part, també amb C++. El nostre programa resol les dues fases del símplex (hem escollit la primera opció del guió). En aquest document exposem les dades, explicacions i solucions demanades, a més de programes i comentaris extres que hem dut a terme per ampliar la pràctica.

2 Dades

Adrià Vilanova - DNI 54037992K - Conjunt de dades **79**

Marta Llagostera - DNI 47108534A - Conjunt de dades **44**

2.1 Conversió dels fitxers d'entrada

A partir del format d'entrada que se'ns va donar, hem creat un codi en el llenguatge PHP que permet llegir el document anomenat *pm18_exercici_simplex_dades.txt* i, a partir d'aquest, generar una carpeta per a cada alumne on, per a cadascun dels quatre problemes que se li assignen, crea un fitxer de text per a la matriu A, per al vector b i per al vector c, amb un format que permet ser llegit per Octave (un element per fila) i del qual se'n mostra un exemple en el següent subapartat, amb els vectors b i c, ja que la matriu A és molt extensa.

Adjuntem el codi d'aquest programa a la carpeta *Extres* dins del fitxer .zip (*convert_octave.php*), juntament amb les entrades utilitzades pels problemes que se'ns han assignat (*data_octave*).

2.2 Exemple de fitxers de dades: Conjunt de dades 44 - Problema 1

Vector b	Vector c
108	-52
66	47
44	7
96	-22
1068	-76
243	-99
236	40
22	-87
29	-61
238	-12
	-57
	-78
	0
	-79
	0
	0
	0
	0
	0
	0

3 Implementació del símplex

3.1 Fase II

En el mateix codi de l'algorisme, segons com el configurem en el moment d'executar-lo (li hem passat un argument `bland/rmin`), utilitza la **Regla de Bland**, que ens assegura que l'algorisme acabarà en un nombre finit d'iteracions, o ho fa amb la **Regla del cost reduït més negatiu**, que no ho assegura.

Hem de putualitzar que en la Regla de Bland prenem el primer cost reduït negatiu en ordre lexicogràfic de les variables, és a dir, com que en el nostre programa no reordenem les variables en fer les actualitzacions, hem de tenir en compte que no és el primer cost reduït negatiu del vector r que tenim, sinó que és el de la variable més petita amb cost reduït negatiu.

Hem tractat els casos de **problemes il·limitats** d'acord amb el model proposat a la classe de teoria. Si el vector de direccions és ≥ 0 s'atura i ens indica que es tracta d'un problema il·limitat.

En cas d'un **problema infactible**, ho detectem en fer la fase I (ho expliquem al següent subapartat).

En el cas de la **degeneració**, si estem utilitzant la Regla de Bland, tot i detectar degeneració, seguim iterant, ja que aquesta regla ens assegura acabar en un nombre finit

d'iteracions. En canvi, quan utilitzem la Regla de costos reduïts, en detectar degeneració aturem el procés, ja que podria seguir iterant infinitament (es pot produir un ciclat).

3.2 Fase I

Hem utilitzat l'algorisme ja implementat per la fase II per resoldre el problema lineal de fase I.

Aquest problema lineal de fase I l'hem creat afegint com a columnes la identitat a la matriu A, amb la base de variables bàsiques formada per les variables artificials, amb la solució bàsica factible inicial el vector b i la funció a minimitzar la suma de les variables artificials.

El programa executa primer el símplex amb aquest problema lineal de fase I i en dóna una solució en què, teòricament (per les hipòtesis donades), la seva base no conté cap variable artificial. Amb les dades que retorna, podem procedir a resoldre el problema lineal original amb el mateix algorisme, ja que disposem d'una solució bàsica factible per començar.

Hem considerat el cas en què la solució òptima z és major que 0, fet que indica que no hi ha cap solució bàsica factible inicial i per tant tampoc hi ha cap solució bàsica factible en el problema primal. El programa acaba (abans d'iniciar la fase II) informant-nos que el **problema primal és infactible**.

3.3 Actualització de la inversa

Hem afegit una funció que actualitza la inversa de la matriu B sense haver-la de calcular novament per a cada iteració que funciona de la següent manera:

$$B_{actual}^{-1} = E \cdot B_{anterior}^{-1} \quad (1)$$

on E és la matriu identitat exceptuant la columna p, la qual s'obté de:

$$\begin{aligned} b_{ip} &= -\frac{d_{B(i)}}{d_{B(p)}} && \text{per a } i = 1, \dots, n \text{ amb } i \neq p \\ b_{pp} &= -\frac{1}{d_{B(p)}} && \text{on } p \text{ és l'índex de la variable de sortida} \end{aligned}$$

4 Instruccions per executar el programa amb Octave

Per executar el programa, s'ha de descomprimir el fitxer .zip en una carpeta i després obrir aquest directori en una terminal bash, on s'executarà la següent comanda: `./simplex a.dat b.dat c.dat taxació`, on els primers tres arguments són els fitxers de dades que es poden trobar a la carpeta *Extres/data_octave*, i *taxació* és *bland* o *rmin* depenent de la regla de taxació que es vulgui utilitzar a l'algorisme del símplex.

5 Solucions

Per a cada conjunt de dades, exposem les solucions del nostre programa per a cada un dels quatre problemes, aplicant, per a cadascun d'ells, l'algorisme utilitzant primer la Regla de Bland i a continuació la Regla del cost reduït més negatiu, de manera que en total tenim 16 sortides.

A més a més, hem fet un **programa que executa el nostre programa amb els problemes d'exemple de tots els alumnes i compara el resultat** al qual hem arribat amb el proveït per l'exemple mateix. Hem executat l'últim programa per testejar tots els problemes d'exemple amb la regla de bland, i efectivament totes les solucions que dona el nostre codi són correctes. Després, en executar-lo amb la regla dels costos reduïts mínims, tots els problemes d'exemple donen el resultat correcte excepte un, en què el programa s'atura perquè detecta una denegeració a la fase I del símplex. Per tant, **el nostre programa funciona correctament**. L'adjuntem a *Extres*.

Finalment, també hem creat un **programa que obté automàticament les sortides dels problemes de l'alumne demanat**. L'hem utilitzat en els nostres problemes concrets per generar els outputs que hem posat a aquesta secció. L'adjuntem a *Extres*.

***Nota:** A la sortida del codi no posem accents, ja que ens donava problemes. Com a observació, hem comentat els codis en català.*

5.1 Conjunt de dades 44

5.1.1 Problema 1

```
[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 2, rq = -135.000, B(p) = 23, theta* = 0.579, z = 2071.842
[simplexP] Iteracio 2 : q = 3, rq = -170.289, B(p) = 28, theta* = 0.840, z = 1928.877
[simplexP] Iteracio 3 : q = 4, rq = -53.898, B(p) = 3, theta* = 0.482, z = 1902.916
[simplexP] Iteracio 4 : q = 5, rq = -493.444, B(p) = 22, theta* = 0.302, z = 1753.812
[simplexP] Iteracio 5 : q = 1, rq = -373.970, B(p) = 26, theta* = 2.021, z = 997.924
[simplexP] Iteracio 6 : q = 7, rq = -281.200, B(p) = 21, theta* = 0.073, z = 977.355
[simplexP] Iteracio 7 : q = 8, rq = -197.725, B(p) = 29, theta* = 0.493, z = 879.909
[simplexP] Iteracio 8 : q = 3, rq = -115.423, B(p) = 1, theta* = 0.926, z = 772.976
[simplexP] Iteracio 9 : q = 9, rq = -479.407, B(p) = 5, theta* = 0.016, z = 765.102
[simplexP] Iteracio 10 : q = 1, rq = -125.216, B(p) = 30, theta* = 0.530, z = 698.753
[simplexP] Iteracio 11 : q = 5, rq = -113.465, B(p) = 3, theta* = 0.972, z = 588.470
[simplexP] Iteracio 12 : q = 10, rq = -302.866, B(p) = 7, theta* = 0.476, z = 444.404
[simplexP] Iteracio 13 : q = 11, rq = -797.492, B(p) = 25, theta* = 0.097, z = 367.404
[simplexP] Iteracio 14 : q = 3, rq = -273.029, B(p) = 24, theta* = 1.219, z = 34.680
[simplexP] Iteracio 15 : q = 12, rq = -105.589, B(p) = 27, theta* = 0.328, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 16 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 6, rq = -4.045, B(p) = 4, theta* = 1.183, z = -465.136
[simplexP] Iteracio 2 : q = 7, rq = -90.916, B(p) = 2, theta* = 0.438, z = -504.985
[simplexP] Iteracio 3 : q = 4, rq = -18.625, B(p) = 6, theta* = 2.454, z = -550.686
[simplexP] Iteracio 4 : q = 13, rq = -122.046, B(p) = 3, theta* = 0.675, z = -633.031
[simplexP] Iteracio 5 : q = 6, rq = -39.248, B(p) = 8, theta* = 0.208, z = -641.206
[simplexP] Iteracio 6 : q = 14, rq = -42.458, B(p) = 10, theta* = 0.655, z = -669.003
```

```
[simplexP] Iteracio 7 : q = 16, rq = -0.132, B(p) = 4, theta* = 87.594, z = -680.536
[simplexP] Iteracio 8 : q = 18, rq = -0.419, B(p) = 16, theta* = 37.629, z = -696.302
[simplexP] Iteracio 9 : q = 8, rq = -19.897, B(p) = 1, theta* = 1.079, z = -717.779
[simplexP] Iteracio 10 : q = 17, rq = -0.173, B(p) = 5, theta* = 208.200, z = -753.831
[simplexP] Iteracio 11 : q = 1, rq = -57.747, B(p) = 12, theta* = 0.369, z = -775.121
[simplexP] Iteracio 12 : q = 20, rq = -0.156, B(p) = 13, theta* = 219.886, z = -809.422
[simplexP] Iteracio 13 : Solucio optima trobada! z = -809.421742
[simplexP] Fi simplex primal
```

VB* =

14 9 7 20 11 17 1 18 6 8

xb* =

0.0401 5.8943 1.7432 219.8863 2.7064 735.7024 2.8880 356.5155 1.8304 0.3538

VNB* =

12 2 3 10 15 4 5 16 19 13

z* = -809.42

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims

[simplexP] Fase I

```
[simplexP] Iteracio 1 : q = 12, rq = -586.000, B(p) = 22, theta* = 0.702, z = 1738.553
[simplexP] Iteracio 2 : q = 7, rq = -694.830, B(p) = 21, theta* = 0.284, z = 1541.372
[simplexP] Iteracio 3 : q = 13, rq = -455.185, B(p) = 28, theta* = 0.038, z = 1524.259
[simplexP] Iteracio 4 : q = 8, rq = -615.572, B(p) = 29, theta* = 0.114, z = 1453.792
[simplexP] Iteracio 5 : q = 2, rq = -2316.528, B(p) = 24, theta* = 0.092, z = 1241.522
[simplexP] Iteracio 6 : q = 6, rq = -945.858, B(p) = 23, theta* = 0.023, z = 1219.297
[simplexP] Iteracio 7 : q = 3, rq = -707.678, B(p) = 26, theta* = 0.665, z = 748.734
[simplexP] Iteracio 8 : q = 14, rq = -258.086, B(p) = 30, theta* = 0.230, z = 689.398
[simplexP] Iteracio 9 : q = 5, rq = -3254.652, B(p) = 27, theta* = 0.190, z = 71.429
[simplexP] Iteracio 10 : q = 9, rq = -1293.237, B(p) = 25, theta* = 0.055, z = 0.000
[simplexP] Iteracio 11 : Solucio Basica Factible trobada!

```

[simplexP] Fase II

```
[simplexP] Iteracio 1 : q = 11, rq = -64.365, B(p) = 2, theta* = 1.897, z = -649.143
[simplexP] Iteracio 2 : q = 1, rq = -34.948, B(p) = 8, theta* = 0.509, z = -666.939
[simplexP] Iteracio 3 : q = 4, rq = -2.508, B(p) = 3, theta* = 0.823, z = -669.003
[simplexP] Iteracio 4 : q = 18, rq = -0.725, B(p) = 4, theta* = 37.629, z = -696.302
[simplexP] Iteracio 5 : q = 8, rq = -19.897, B(p) = 1, theta* = 1.079, z = -717.779
[simplexP] Iteracio 6 : q = 17, rq = -0.173, B(p) = 5, theta* = 208.200, z = -753.831
[simplexP] Iteracio 7 : q = 1, rq = -57.747, B(p) = 12, theta* = 0.369, z = -775.121
[simplexP] Iteracio 8 : q = 20, rq = -0.156, B(p) = 13, theta* = 219.886, z = -809.422
[simplexP] Iteracio 9 : Solucio optima trobada! z = -809.421742

```

[simplexP] Fi simplex primal

VB* =

7 1 6 11 9 18 17 20 8 14

xb* =

1.7432 2.8880 1.8304 2.7064 5.8943 356.5155 735.7024 219.8863 0.3538 0.0401

VNB* =

12 3 10 2 15 16 5 4 19 13

z* = -809.42

5.1.2 Problema 2

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -461.000, B(p) = 31, theta* = 11.222, z = 2744.556
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -47.587, B(p) = 30, theta* = 6.338, z = 2442.930
[simplexP] Iteracio 3 : q = 4, rq = -555.011, B(p) = 33, theta* = 1.878, z = 1400.652
[simplexP] Iteracio 4 : q = 3, rq = -153.165, B(p) = 32, theta* = 2.207, z = 1062.671
[simplexP] Iteracio 5 : q = 5, rq = -27.652, B(p) = 26, theta* = 0.636, z = 1045.095
[simplexP] Iteracio 6 : q = 7, rq = -181.190, B(p) = 25, theta* = 3.039, z = 494.438
[simplexP] Iteracio 7 : q = 8, rq = -327.582, B(p) = 27, theta* = 0.032, z = 484.025
[simplexP] Iteracio 8 : q = 6, rq = -89.279, B(p) = 1, theta* = 2.006, z = 304.949
[simplexP] Iteracio 9 : q = 10, rq = -45.412, B(p) = 34, theta* = 2.078, z = 210.591
[simplexP] Iteracio 10 : q = 1, rq = -100.335, B(p) = 8, theta* = 0.606, z = 149.789
[simplexP] Iteracio 11 : q = 11, rq = -79.242, B(p) = 4, theta* = 1.235, z = 51.899
[simplexP] Iteracio 12 : q = 8, rq = -36.287, B(p) = 28, theta* = 0.322, z = 40.215
[simplexP] Iteracio 13 : q = 12, rq = -50.785, B(p) = 29, theta* = 0.792, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 14 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 4, rq = -308.829, B(p) = 10, theta* = 0.596, z = -1106.574
[simplexP] Iteracio 2 : q = 16, rq = -0.095, B(p) = 6, theta* = 21.761, z = -1108.640
[simplexP] Iteracio 3 : q = 17, rq = -0.597, B(p) = 16, theta* = 47.732, z = -1137.154
[simplexP] Iteracio 4 : q = 13, rq = -10.468, B(p) = 2, theta* = 1.338, z = -1151.161
[simplexP] Iteracio 5 : q = 14, rq = -16.585, B(p) = 12, theta* = 1.339, z = -1173.364
[simplexP] Iteracio 6 : q = 2, rq = -22.247, B(p) = 1, theta* = 0.141, z = -1176.492
[simplexP] Iteracio 7 : q = 15, rq = -0.235, B(p) = 13, theta* = 10.946, z = -1179.061
[simplexP] Iteracio 8 : q = 1, rq = -7.511, B(p) = 2, theta* = 0.089, z = -1179.727
[simplexP] Iteracio 9 : q = 19, rq = -0.152, B(p) = 1, theta* = 1.766, z = -1179.996
[simplexP] Iteracio 10 : q = 21, rq = -0.178, B(p) = 11, theta* = 200.887, z = -1215.786
[simplexP] Iteracio 11 : q = 1, rq = -2.758, B(p) = 4, theta* = 2.448, z = -1222.537
[simplexP] Iteracio 12 : q = 22, rq = -1.086, B(p) = 15, theta* = 69.668, z = -1298.216
[simplexP] Iteracio 13 : q = 12, rq = -17.850, B(p) = 8, theta* = 1.553, z = -1325.944
[simplexP] Iteracio 14 : q = 4, rq = -1.496, B(p) = 1, theta* = 0.283, z = -1326.367
[simplexP] Iteracio 15 : q = 18, rq = -0.184, B(p) = 4, theta* = 36.660, z = -1333.101
[simplexP] Iteracio 16 : q = 20, rq = -0.697, B(p) = 12, theta* = 104.503, z = -1405.978
[simplexP] Iteracio 17 : q = 16, rq = -0.114, B(p) = 7, theta* = 20.839, z = -1408.364
[simplexP] Iteracio 18 : q = 23, rq = -1.177, B(p) = 5, theta* = 273.810, z = -1730.585
[simplexP] Iteracio 19 : q = 15, rq = -0.555, B(p) = 3, theta* = 5792.700, z = -4944.500
[simplexP] Iteracio 20 : Problema il.limitat detectat.
[simplexP] Fi simplex primal

```

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 12, rq = -763.000, B(p) = 26, theta* = 7.691, z = 2049.979
[simplexP] Iteracio 2 : q = 9, rq = -494.021, B(p) = 25, theta* = 1.721, z = 1199.551
[simplexP] Iteracio 3 : q = 2, rq = -384.147, B(p) = 29, theta* = 0.154, z = 1140.537
[simplexP] Iteracio 4 : q = 11, rq = -434.346, B(p) = 34, theta* = 0.494, z = 926.164
[simplexP] Iteracio 5 : q = 14, rq = -442.179, B(p) = 32, theta* = 0.156, z = 857.370
[simplexP] Iteracio 6 : q = 8, rq = -384.129, B(p) = 28, theta* = 1.255, z = 375.293
[simplexP] Iteracio 7 : q = 3, rq = -155.548, B(p) = 2, theta* = 0.171, z = 348.717
[simplexP] Iteracio 8 : q = 4, rq = -400.868, B(p) = 27, theta* = 0.123, z = 299.419
[simplexP] Iteracio 9 : q = 6, rq = -206.408, B(p) = 31, theta* = 0.520, z = 192.107
[simplexP] Iteracio 10 : q = 2, rq = -117.216, B(p) = 30, theta* = 1.484, z = 18.105
[simplexP] Iteracio 11 : q = 13, rq = -81.641, B(p) = 33, theta* = 0.222, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 12 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 7, rq = -68.434, B(p) = 13, theta* = 0.427, z = -861.421
[simplexP] Iteracio 2 : q = 5, rq = -124.075, B(p) = 9, theta* = 1.068, z = -993.956
[simplexP] Iteracio 3 : q = 1, rq = -36.501, B(p) = 14, theta* = 3.085, z = -1106.574

```

```

[simplexP] Iteracio 4 : q = 20, rq = -0.716, B(p) = 6, theta* = 26.900, z = -1125.827
[simplexP] Iteracio 5 : q = 22, rq = -0.815, B(p) = 8, theta* = 48.680, z = -1165.484
[simplexP] Iteracio 6 : q = 24, rq = -0.713, B(p) = 12, theta* = 205.588, z = -1311.977
[simplexP] Iteracio 7 : q = 19, rq = -1.629, B(p) = 3, theta* = 100.325, z = -1475.426
[simplexP] Iteracio 8 : q = 13, rq = -106.669, B(p) = 1, theta* = 0.126, z = -1488.860
[simplexP] Iteracio 9 : q = 21, rq = -1.487, B(p) = 13, theta* = 9.161, z = -1502.482
[simplexP] Iteracio 10 : q = 3, rq = -74.306, B(p) = 11, theta* = 1.152, z = -1588.062
[simplexP] Iteracio 11 : q = 6, rq = -4.950, B(p) = 4, theta* = 2.548, z = -1600.673
[simplexP] Iteracio 12 : q = 18, rq = -1.820, B(p) = 6, theta* = 468.079, z = -2452.393
[simplexP] Iteracio 13 : q = 23, rq = -3.606, B(p) = 7, theta* = 6.114, z = -2474.440
[simplexP] Iteracio 14 : q = 6, rq = -302.175, B(p) = 3, theta* = 2.349, z = -3184.280
[simplexP] Iteracio 15 : q = 17, rq = -3.814, B(p) = 6, theta* = 705.200, z = -5874.000
[simplexP] Iteracio 16 : q = 9, rq = -2116.000, B(p) = 5, theta* = 0.353, z = -6620.824
[simplexP] Iteracio 17 : q = 7, rq = -211.118, B(p) = 9, theta* = 0.480, z = -6722.160
[simplexP] Iteracio 18 : q = 16, rq = -8.660, B(p) = 7, theta* = 24.000, z = -6930.000
[simplexP] Iteracio 19 : q = 11, rq = -16.000, B(p) = 19, theta* = 74.444, z = -8121.111
[simplexP] Iteracio 20 : Problema il.limitat detectat.
[simplexP] Fi simplex primal

```

5.1.3 Problema 3

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -138.000, B(p) = 22, theta* = 0.100, z = 2641.200
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -444.943, B(p) = 1, theta* = 0.212, z = 2546.818
[simplexP] Iteracio 3 : q = 3, rq = -170.182, B(p) = 21, theta* = 0.016, z = 2544.173
[simplexP] Iteracio 4 : q = 4, rq = -536.802, B(p) = 3, theta* = 0.037, z = 2524.200
[simplexP] Iteracio 5 : q = 1, rq = -1449.968, B(p) = 24, theta* = 0.583, z = 1678.223
[simplexP] Iteracio 6 : q = 5, rq = -598.786, B(p) = 30, theta* = 0.654, z = 1286.516
[simplexP] Iteracio 7 : q = 3, rq = -346.947, B(p) = 26, theta* = 0.459, z = 1127.409
[simplexP] Iteracio 8 : q = 7, rq = -204.189, B(p) = 3, theta* = 0.280, z = 1070.152
[simplexP] Iteracio 9 : q = 6, rq = -48.212, B(p) = 23, theta* = 0.700, z = 1036.416
[simplexP] Iteracio 10 : q = 8, rq = -350.464, B(p) = 6, theta* = 0.157, z = 981.446
[simplexP] Iteracio 11 : q = 9, rq = -518.064, B(p) = 27, theta* = 0.570, z = 686.129
[simplexP] Iteracio 12 : q = 3, rq = -121.189, B(p) = 5, theta* = 0.434, z = 633.533
[simplexP] Iteracio 13 : q = 10, rq = -548.679, B(p) = 7, theta* = 0.251, z = 495.893
[simplexP] Iteracio 14 : q = 6, rq = -94.622, B(p) = 25, theta* = 0.321, z = 465.528
[simplexP] Iteracio 15 : q = 5, rq = -255.722, B(p) = 1, theta* = 0.501, z = 337.333
[simplexP] Iteracio 16 : q = 7, rq = -45.221, B(p) = 5, theta* = 0.244, z = 326.281
[simplexP] Iteracio 17 : q = 11, rq = -283.828, B(p) = 28, theta* = 0.203, z = 268.797
[simplexP] Iteracio 18 : q = 1, rq = -261.416, B(p) = 10, theta* = 0.781, z = 64.637
[simplexP] Iteracio 19 : q = 5, rq = -87.964, B(p) = 29, theta* = 0.735, z = 0.000
[simplexP] Iteracio 20 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 10, rq = -154.672, B(p) = 9, theta* = 0.934, z = -83.812
[simplexP] Iteracio 2 : q = 12, rq = -397.694, B(p) = 4, theta* = 0.617, z = -329.240
[simplexP] Iteracio 3 : q = 9, rq = -282.300, B(p) = 7, theta* = 0.207, z = -387.680
[simplexP] Iteracio 4 : q = 4, rq = -1082.440, B(p) = 2, theta* = 0.097, z = -492.481
[simplexP] Iteracio 5 : q = 14, rq = -54.590, B(p) = 4, theta* = 0.071, z = -496.375
[simplexP] Iteracio 6 : q = 16, rq = -0.656, B(p) = 8, theta* = 242.708, z = -655.594
[simplexP] Iteracio 7 : q = 7, rq = -172.626, B(p) = 11, theta* = 0.355, z = -716.794
[simplexP] Iteracio 8 : q = 17, rq = -1.173, B(p) = 7, theta* = 80.725, z = -811.457
[simplexP] Iteracio 9 : q = 18, rq = -1.622, B(p) = 14, theta* = 32.881, z = -864.799
[simplexP] Iteracio 10 : q = 7, rq = -20.217, B(p) = 1, theta* = 0.612, z = -877.180
[simplexP] Iteracio 11 : q = 19, rq = -0.317, B(p) = 7, theta* = 118.664, z = -914.774
[simplexP] Iteracio 12 : q = 20, rq = -0.219, B(p) = 12, theta* = 49.570, z = -925.615
[simplexP] Iteracio 13 : Solucio optima trobada! z = -925.615341
[simplexP] Fi simplex primal

```



```

VB* =
  20  18  16   9   6  19  10  17   5   3

xb* =
  49.5704  94.5208  341.6933  2.2809   3.3492  197.0434  2.3335  14.2194   2.5971   4.6916

VNB* =
  11   2  13   4  15   8   1  14   7  12

z* = -925.62

```

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts mínims
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 2, rq = -510.000, B(p) = 22, theta* = 0.212, z = 2546.818
[simplexP] Iteracio 2 : q = 10, rq = -1686.273, B(p) = 21, theta* = 0.012, z = 2526.000
[simplexP] Iteracio 3 : q = 6, rq = -1875.061, B(p) = 27, theta* = 0.122, z = 2296.783
[simplexP] Iteracio 4 : q = 7, rq = -1219.947, B(p) = 28, theta* = 0.410, z = 1797.114
[simplexP] Iteracio 5 : q = 4, rq = -834.130, B(p) = 24, theta* = 0.031, z = 1771.362
[simplexP] Iteracio 6 : q = 9, rq = -980.102, B(p) = 26, theta* = 0.761, z = 1025.248
[simplexP] Iteracio 7 : q = 8, rq = -604.574, B(p) = 30, theta* = 0.559, z = 687.438
[simplexP] Iteracio 8 : q = 1, rq = -1066.136, B(p) = 23, theta* = 0.003, z = 684.415
[simplexP] Iteracio 9 : q = 11, rq = -388.731, B(p) = 10, theta* = 0.261, z = 583.063
[simplexP] Iteracio 10 : q = 12, rq = -536.209, B(p) = 29, theta* = 0.653, z = 232.695
[simplexP] Iteracio 11 : q = 3, rq = -161.366, B(p) = 25, theta* = 1.442, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 12 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 10, rq = -242.980, B(p) = 2, theta* = 1.908, z = -436.804
[simplexP] Iteracio 2 : q = 14, rq = -24.990, B(p) = 11, theta* = 0.966, z = -460.951
[simplexP] Iteracio 3 : q = 5, rq = -33.498, B(p) = 4, theta* = 0.549, z = -479.331
[simplexP] Iteracio 4 : q = 11, rq = -15.044, B(p) = 7, theta* = 1.133, z = -496.375
[simplexP] Iteracio 5 : q = 17, rq = -0.939, B(p) = 14, theta* = 20.810, z = -515.916
[simplexP] Iteracio 6 : q = 7, rq = -297.982, B(p) = 5, theta* = 0.330, z = -614.111
[simplexP] Iteracio 7 : q = 16, rq = -0.946, B(p) = 11, theta* = 55.934, z = -667.017
[simplexP] Iteracio 8 : q = 5, rq = -76.681, B(p) = 7, theta* = 1.576, z = -787.854
[simplexP] Iteracio 9 : q = 14, rq = -68.767, B(p) = 8, theta* = 0.343, z = -811.457
[simplexP] Iteracio 10 : q = 18, rq = -1.622, B(p) = 14, theta* = 32.881, z = -864.799
[simplexP] Iteracio 11 : q = 7, rq = -20.217, B(p) = 1, theta* = 0.612, z = -877.180
[simplexP] Iteracio 12 : q = 19, rq = -0.317, B(p) = 7, theta* = 118.664, z = -914.774
[simplexP] Iteracio 13 : q = 20, rq = -0.219, B(p) = 12, theta* = 49.570, z = -925.615
[simplexP] Iteracio 14 : Solucio optima trobada! z = -925.615341
[simplexP] Fi simplex primal

VB* =
  17  10  19   5   3   9   6  16  20  18

xb* =
  14.2194  2.3335  197.0434  2.5971   4.6916   2.2809   3.3492  341.6933  49.5704  94.5208

VNB* =
   4   2  13   1  15  11   8  14   7  12

z* = -925.62

```

5.1.4 Problema 4

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland

```

```

[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -376.000, B(p) = 29, theta* = 0.117, z = 1127.000
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -140.000, B(p) = 1, theta* = 0.275, z = 1088.500
[simplexP] Iteracio 3 : q = 9, rq = -111.500, B(p) = 2, theta* = 0.524, z = 1030.095
[simplexP] Iteracio 4 : q = 16, rq = -1.000, B(p) = 26, theta* = 165.238, z = 864.857
[simplexP] Iteracio 5 : q = 17, rq = -1.000, B(p) = 27, theta* = 47.286, z = 817.571
[simplexP] Iteracio 6 : q = 18, rq = -1.000, B(p) = 28, theta* = 54.286, z = 763.286
[simplexP] Iteracio 7 : q = 20, rq = -1.000, B(p) = 30, theta* = 52.524, z = 710.762
[simplexP] Iteracio 8 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] El problema no es factible porque a la fase I hem vist z > 0.
[simplexP] Fi simplex primal

```

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 8, rq = -444.000, B(p) = 29, theta* = 0.111, z = 1121.667
[simplexP] Iteracio 2 : q = 9, rq = -174.818, B(p) = 8, theta* = 0.524, z = 1030.095
[simplexP] Iteracio 3 : q = 16, rq = -1.000, B(p) = 26, theta* = 165.238, z = 864.857
[simplexP] Iteracio 4 : q = 17, rq = -1.000, B(p) = 27, theta* = 47.286, z = 817.571
[simplexP] Iteracio 5 : q = 18, rq = -1.000, B(p) = 28, theta* = 54.286, z = 763.286
[simplexP] Iteracio 6 : q = 20, rq = -1.000, B(p) = 30, theta* = 52.524, z = 710.762
[simplexP] Iteracio 7 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] El problema no es factible porque a la fase I hem vist z > 0.
[simplexP] Fi simplex primal

```

5.2 Conjunt de dades 79

5.2.1 Problema 1

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -64.000, B(p) = 30, theta* = 1.263, z = 2783.158
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -181.947, B(p) = 23, theta* = 2.825, z = 2269.126
[simplexP] Iteracio 3 : q = 3, rq = -209.921, B(p) = 27, theta* = 1.807, z = 1889.812
[simplexP] Iteracio 4 : q = 4, rq = -51.542, B(p) = 25, theta* = 0.375, z = 1870.473
[simplexP] Iteracio 5 : q = 5, rq = -308.219, B(p) = 29, theta* = 1.164, z = 1511.848
[simplexP] Iteracio 6 : q = 6, rq = -358.244, B(p) = 21, theta* = 1.285, z = 1051.658
[simplexP] Iteracio 7 : q = 8, rq = -680.240, B(p) = 26, theta* = 0.226, z = 898.013
[simplexP] Iteracio 8 : q = 9, rq = -197.515, B(p) = 28, theta* = 2.528, z = 398.703
[simplexP] Iteracio 9 : q = 7, rq = -27.028, B(p) = 6, theta* = 0.427, z = 387.174
[simplexP] Iteracio 10 : q = 10, rq = -137.901, B(p) = 24, theta* = 0.415, z = 329.895
[simplexP] Iteracio 11 : q = 6, rq = -20.149, B(p) = 7, theta* = 0.569, z = 318.428
[simplexP] Iteracio 12 : q = 12, rq = -274.813, B(p) = 10, theta* = 0.665, z = 135.744
[simplexP] Iteracio 13 : q = 11, rq = -328.815, B(p) = 1, theta* = 0.403, z = 3.348
[simplexP] Iteracio 14 : q = 10, rq = -3077.675, B(p) = 22, theta* = 0.001, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 15 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 13, rq = -67.623, B(p) = 10, theta* = 0.002, z = -6.276
[simplexP] Iteracio 2 : q = 1, rq = -9.352, B(p) = 9, theta* = 1.657, z = -21.770
[simplexP] Iteracio 3 : q = 14, rq = -194.855, B(p) = 8, theta* = 0.734, z = -164.766
[simplexP] Iteracio 4 : q = 7, rq = -27.101, B(p) = 5, theta* = 0.724, z = -184.401
[simplexP] Iteracio 5 : q = 9, rq = -58.086, B(p) = 11, theta* = 0.931, z = -238.478
[simplexP] Iteracio 6 : q = 10, rq = -20.905, B(p) = 1, theta* = 1.537, z = -270.599
[simplexP] Iteracio 7 : q = 5, rq = -47.477, B(p) = 6, theta* = 0.202, z = -280.207
[simplexP] Iteracio 8 : q = 11, rq = -47.444, B(p) = 5, theta* = 0.031, z = -281.701
[simplexP] Iteracio 9 : q = 16, rq = -0.554, B(p) = 11, theta* = 12.082, z = -288.394
[simplexP] Iteracio 10 : q = 1, rq = -68.364, B(p) = 3, theta* = 0.712, z = -337.055

```

```
[simplexP] Iteracio 11 : q = 6, rq = -181.870, B(p) = 13, theta* = 0.768, z = -476.734
[simplexP] Iteracio 12 : q = 19, rq = -0.217, B(p) = 10, theta* = 7.096, z = -478.274
[simplexP] Iteracio 13 : q = 17, rq = -0.009, B(p) = 6, theta* = 40.118, z = -478.617
[simplexP] Iteracio 14 : q = 20, rq = -0.792, B(p) = 17, theta* = 16.812, z = -491.931
[simplexP] Iteracio 15 : Solucio optima trobada! z = -491.931451
[simplexP] Fi simplex primal
```

VB* =

16 20 2 12 4 14 1 19 7 9

xb* =

683.0917 16.8120 0.4511 2.8401 1.5229 4.0484 3.1853 64.0605 0.8975 0.6409

VNB* =

13 5 3 8 15 11 6 18 10 17

z* = -491.93

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims

[simplexP] Fase I

```
[simplexP] Iteracio 1 : q = 5, rq = -434.000, B(p) = 29, theta* = 1.133, z = 2372.133
[simplexP] Iteracio 2 : q = 11, rq = -602.547, B(p) = 30, theta* = 0.126, z = 2296.159
[simplexP] Iteracio 3 : q = 9, rq = -627.950, B(p) = 26, theta* = 0.283, z = 2118.536
[simplexP] Iteracio 4 : q = 1, rq = -704.187, B(p) = 23, theta* = 0.790, z = 1562.320
[simplexP] Iteracio 5 : q = 8, rq = -556.000, B(p) = 28, theta* = 0.480, z = 1295.458
[simplexP] Iteracio 6 : q = 12, rq = -524.124, B(p) = 22, theta* = 1.173, z = 680.468
[simplexP] Iteracio 7 : q = 2, rq = -563.918, B(p) = 21, theta* = 0.036, z = 660.308
[simplexP] Iteracio 8 : q = 6, rq = -412.857, B(p) = 27, theta* = 0.690, z = 375.271
[simplexP] Iteracio 9 : q = 4, rq = -515.214, B(p) = 9, theta* = 0.230, z = 256.985
[simplexP] Iteracio 10 : q = 3, rq = -629.436, B(p) = 25, theta* = 0.004, z = 254.719
[simplexP] Iteracio 11 : q = 10, rq = -161.762, B(p) = 3, theta* = 0.007, z = 253.528
[simplexP] Iteracio 12 : q = 9, rq = -455.630, B(p) = 24, theta* = 0.556, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 13 : Solucio Basica Factible trobada!
```

[simplexP] Fase II

```
[simplexP] Iteracio 1 : q = 14, rq = -152.203, B(p) = 11, theta* = 1.978, z = -146.719
[simplexP] Iteracio 2 : q = 13, rq = -47.344, B(p) = 8, theta* = 0.925, z = -190.524
[simplexP] Iteracio 3 : q = 7, rq = -30.487, B(p) = 6, theta* = 2.913, z = -279.328
[simplexP] Iteracio 4 : q = 3, rq = -21.078, B(p) = 1, theta* = 0.042, z = -280.207
[simplexP] Iteracio 5 : q = 11, rq = -47.444, B(p) = 5, theta* = 0.031, z = -281.701
[simplexP] Iteracio 6 : q = 16, rq = -0.554, B(p) = 11, theta* = 12.082, z = -288.394
[simplexP] Iteracio 7 : q = 1, rq = -68.364, B(p) = 3, theta* = 0.712, z = -337.055
[simplexP] Iteracio 8 : q = 8, rq = -593.108, B(p) = 13, theta* = 0.168, z = -436.853
[simplexP] Iteracio 9 : q = 6, rq = -51.927, B(p) = 8, theta* = 0.768, z = -476.734
[simplexP] Iteracio 10 : q = 19, rq = -0.217, B(p) = 10, theta* = 7.096, z = -478.274
[simplexP] Iteracio 11 : q = 20, rq = -0.812, B(p) = 6, theta* = 16.812, z = -491.931
[simplexP] Iteracio 12 : Solucio optima trobada! z = -491.931451
```

[simplexP] Fi simplex primal

VB* =

2 12 1 9 19 4 7 20 16 14

xb* =

0.4511 2.8401 3.1853 0.6409 64.0605 1.5229 0.8975 16.8120 683.0917 4.0484

VNB* =

8 3 13 5 15 11 17 18 10 6

z* = -491.93

5.2.2 Problema 2

```
[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -106.000, B(p) = 26, theta* = 0.426, z = 1936.794
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -238.529, B(p) = 23, theta* = 0.643, z = 1783.306
[simplexP] Iteracio 3 : q = 3, rq = -188.465, B(p) = 29, theta* = 1.091, z = 1577.778
[simplexP] Iteracio 4 : q = 4, rq = -328.145, B(p) = 27, theta* = 1.090, z = 1220.137
[simplexP] Iteracio 5 : q = 6, rq = -540.832, B(p) = 30, theta* = 0.381, z = 1013.868
[simplexP] Iteracio 6 : q = 5, rq = -112.282, B(p) = 21, theta* = 0.736, z = 931.218
[simplexP] Iteracio 7 : q = 7, rq = -211.897, B(p) = 6, theta* = 1.513, z = 610.562
[simplexP] Iteracio 8 : q = 9, rq = -623.505, B(p) = 25, theta* = 0.363, z = 384.223
[simplexP] Iteracio 9 : q = 6, rq = -19.345, B(p) = 22, theta* = 0.855, z = 367.682
[simplexP] Iteracio 10 : q = 8, rq = -186.660, B(p) = 24, theta* = 1.544, z = 79.552
[simplexP] Iteracio 11 : q = 10, rq = -376.188, B(p) = 5, theta* = 0.024, z = 70.676
[simplexP] Iteracio 12 : q = 12, rq = -16.490, B(p) = 10, theta* = 0.052, z = 69.819
[simplexP] Iteracio 13 : q = 13, rq = -769.183, B(p) = 28, theta* = 0.091, z = 0.000
[simplexP] Iteracio 14 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 5, rq = -415.035, B(p) = 1, theta* = 0.790, z = -304.488
[simplexP] Iteracio 2 : q = 10, rq = -43.927, B(p) = 12, theta* = 0.465, z = -324.922
[simplexP] Iteracio 3 : q = 11, rq = -26.302, B(p) = 2, theta* = 0.331, z = -333.626
[simplexP] Iteracio 4 : q = 14, rq = -32.168, B(p) = 7, theta* = 1.159, z = -370.904
[simplexP] Iteracio 5 : q = 2, rq = -58.045, B(p) = 8, theta* = 1.116, z = -435.682
[simplexP] Iteracio 6 : q = 17, rq = -0.092, B(p) = 4, theta* = 99.404, z = -444.814
[simplexP] Iteracio 7 : q = 20, rq = -0.592, B(p) = 17, theta* = 75.179, z = -489.289
[simplexP] Iteracio 8 : q = 7, rq = -6.801, B(p) = 11, theta* = 0.112, z = -490.053
[simplexP] Iteracio 9 : q = 8, rq = -59.884, B(p) = 14, theta* = 1.434, z = -575.932
[simplexP] Iteracio 10 : Solucio optima trobada! z = -575.931971
[simplexP] Fi simplex primal

VB* =
  10   6   7   2   9   5  20  13   3   8

xb* =
  0.3350  2.8948  0.6195  1.3474  1.7752  2.5997 282.8772 1.7866  0.9582  1.4341

VNB* =
  1  14  12  11  15  16   4  18  19  17

z* = -575.93
```

```
[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 11, rq = -366.000, B(p) = 27, theta* = 0.660, z = 1740.440
[simplexP] Iteracio 2 : q = 7, rq = -801.920, B(p) = 30, theta* = 0.115, z = 1648.387
[simplexP] Iteracio 3 : q = 9, rq = -467.305, B(p) = 24, theta* = 0.429, z = 1447.681
[simplexP] Iteracio 4 : q = 8, rq = -299.560, B(p) = 28, theta* = 0.441, z = 1315.694
[simplexP] Iteracio 5 : q = 13, rq = -468.918, B(p) = 23, theta* = 0.477, z = 1092.000
[simplexP] Iteracio 6 : q = 6, rq = -497.883, B(p) = 29, theta* = 0.206, z = 989.220
[simplexP] Iteracio 7 : q = 4, rq = -647.820, B(p) = 26, theta* = 0.597, z = 602.203
[simplexP] Iteracio 8 : q = 10, rq = -1326.546, B(p) = 22, theta* = 0.196, z = 342.178
[simplexP] Iteracio 9 : q = 3, rq = -234.544, B(p) = 25, theta* = 0.919, z = 126.554
[simplexP] Iteracio 10 : q = 5, rq = -135.777, B(p) = 21, theta* = 0.932, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 11 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 14, rq = -32.168, B(p) = 7, theta* = 1.159, z = -370.904
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -58.045, B(p) = 8, theta* = 1.116, z = -435.682
[simplexP] Iteracio 3 : q = 20, rq = -0.713, B(p) = 4, theta* = 75.179, z = -489.289
```

```
[simplexP] Iteracio 4 : q = 8, rq = -57.479, B(p) = 14, theta* = 1.407, z = -570.161
[simplexP] Iteracio 5 : q = 7, rq = -9.315, B(p) = 11, theta* = 0.620, z = -575.932
[simplexP] Iteracio 6 : Solucio optima trobada! z = -575.931971
[simplexP] Fi simplex primal
```

```
VB* =
    5  10  13   9   3  20   7   2   6   8
```

```
xb* =
    2.5997  0.3350  1.7866  1.7752  0.9582 282.8772  0.6195  1.3474  2.8948  1.4341
```

```
VNB* =
    1  14  12  11  15  16  17  18  19   4
```

```
z* = -575.93
```

5.2.3 Problema 3

```
[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -102.000, B(p) = 23, theta* = 0.449, z = 720.174
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -84.391, B(p) = 29, theta* = 0.444, z = 682.703
[simplexP] Iteracio 3 : q = 3, rq = -199.105, B(p) = 30, theta* = 0.285, z = 626.019
[simplexP] Iteracio 4 : q = 6, rq = -309.921, B(p) = 2, theta* = 0.312, z = 529.409
[simplexP] Iteracio 5 : q = 4, rq = -225.633, B(p) = 3, theta* = 0.160, z = 493.411
[simplexP] Iteracio 6 : q = 9, rq = -177.012, B(p) = 26, theta* = 0.272, z = 445.193
[simplexP] Iteracio 7 : q = 11, rq = -17.262, B(p) = 9, theta* = 0.222, z = 441.360
[simplexP] Iteracio 8 : q = 10, rq = -4.231, B(p) = 25, theta* = 0.565, z = 438.969
[simplexP] Iteracio 9 : q = 12, rq = -52.088, B(p) = 6, theta* = 0.039, z = 436.937
[simplexP] Iteracio 10 : q = 15, rq = -1.305, B(p) = 10, theta* = 45.347, z = 377.754
[simplexP] Iteracio 11 : q = 6, rq = -9.192, B(p) = 12, theta* = 0.366, z = 374.392
[simplexP] Iteracio 12 : q = 9, rq = -17.802, B(p) = 11, theta* = 0.272, z = 369.542
[simplexP] Iteracio 13 : q = 17, rq = -1.000, B(p) = 27, theta* = 97.448, z = 272.094
[simplexP] Iteracio 14 : q = 8, rq = -21.056, B(p) = 6, theta* = 0.520, z = 261.138
[simplexP] Iteracio 15 : q = 18, rq = -1.000, B(p) = 28, theta* = 50.490, z = 210.648
[simplexP] Iteracio 16 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] El problema no es factible porque a la fase I hem vist z > 0.
[simplexP] Fi simplex primal
```

```
[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 6, rq = -388.000, B(p) = 29, theta* = 0.573, z = 543.547
[simplexP] Iteracio 2 : q = 9, rq = -200.053, B(p) = 26, theta* = 0.196, z = 504.317
[simplexP] Iteracio 3 : q = 1, rq = -99.914, B(p) = 23, theta* = 0.346, z = 469.725
[simplexP] Iteracio 4 : q = 4, rq = -171.840, B(p) = 30, theta* = 0.143, z = 445.193
[simplexP] Iteracio 5 : q = 12, rq = -48.435, B(p) = 28, theta* = 0.285, z = 431.409
[simplexP] Iteracio 6 : q = 11, rq = -53.250, B(p) = 6, theta* = 0.129, z = 424.543
[simplexP] Iteracio 7 : q = 18, rq = -1.143, B(p) = 9, theta* = 10.078, z = 413.024
[simplexP] Iteracio 8 : q = 3, rq = -50.935, B(p) = 22, theta* = 0.487, z = 388.228
[simplexP] Iteracio 9 : q = 10, rq = -63.008, B(p) = 12, theta* = 0.006, z = 387.872
[simplexP] Iteracio 10 : q = 15, rq = -1.000, B(p) = 25, theta* = 53.591, z = 334.281
[simplexP] Iteracio 11 : q = 8, rq = -25.148, B(p) = 10, theta* = 0.009, z = 334.060
[simplexP] Iteracio 12 : q = 17, rq = -1.000, B(p) = 27, theta* = 47.097, z = 286.963
[simplexP] Iteracio 13 : q = 9, rq = -57.367, B(p) = 8, theta* = 0.161, z = 277.753
[simplexP] Iteracio 14 : q = 13, rq = -185.734, B(p) = 4, theta* = 0.053, z = 267.831
[simplexP] Iteracio 15 : q = 7, rq = -1866.452, B(p) = 11, theta* = 0.011, z = 246.439
[simplexP] Iteracio 16 : q = 8, rq = -103.469, B(p) = 7, theta* = 0.025, z = 243.823
```

```

[simplexP] Iteracio 17 : q = 4, rq = -14.226, B(p) = 3, theta* = 0.160, z = 241.541
[simplexP] Iteracio 18 : q = 22, rq = -0.634, B(p) = 13, theta* = 48.711, z = 210.648
[simplexP] Iteracio 19 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] El problema no es factible porque a la fase I hem vist z > 0.
[simplexP] Fi simplex primal

```

5.2.4 Problema 4

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de Bland
[simplexP] Fase I
[simplexP] Iteracio 1 : q = 1, rq = -519.000, B(p) = 31, theta* = 6.741, z = 2961.329
[simplexP] Iteracio 2 : q = 2, rq = -240.871, B(p) = 25, theta* = 2.025, z = 2473.473
[simplexP] Iteracio 3 : q = 3, rq = -347.060, B(p) = 26, theta* = 3.546, z = 1242.818
[simplexP] Iteracio 4 : q = 4, rq = -120.262, B(p) = 27, theta* = 1.617, z = 1048.397
[simplexP] Iteracio 5 : q = 6, rq = -195.744, B(p) = 32, theta* = 1.933, z = 670.109
[simplexP] Iteracio 6 : q = 5, rq = -106.118, B(p) = 33, theta* = 0.494, z = 617.693
[simplexP] Iteracio 7 : q = 8, rq = -159.656, B(p) = 30, theta* = 0.564, z = 527.587
[simplexP] Iteracio 8 : q = 7, rq = -115.909, B(p) = 28, theta* = 1.256, z = 381.990
[simplexP] Iteracio 9 : q = 9, rq = -38.177, B(p) = 8, theta* = 1.152, z = 338.013
[simplexP] Iteracio 10 : q = 10, rq = -59.173, B(p) = 5, theta* = 0.268, z = 322.126
[simplexP] Iteracio 11 : q = 8, rq = -59.485, B(p) = 4, theta* = 0.812, z = 273.847
[simplexP] Iteracio 12 : q = 11, rq = -33.742, B(p) = 6, theta* = 0.986, z = 240.568
[simplexP] Iteracio 13 : q = 13, rq = -23.188, B(p) = 2, theta* = 1.466, z = 206.576
[simplexP] Iteracio 14 : q = 14, rq = -333.648, B(p) = 34, theta* = 0.369, z = 83.561
[simplexP] Iteracio 15 : q = 2, rq = -1.726, B(p) = 13, theta* = 1.576, z = 80.840
[simplexP] Iteracio 16 : q = 5, rq = -18.607, B(p) = 9, theta* = 1.803, z = 47.285
[simplexP] Iteracio 17 : q = 6, rq = -27.228, B(p) = 1, theta* = 0.481, z = 34.193
[simplexP] Iteracio 18 : q = 9, rq = -24.308, B(p) = 29, theta* = 1.407, z = 0.000
[simplexP] Iteracio 19 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 12, rq = -450.109, B(p) = 9, theta* = 0.445, z = -875.709
[simplexP] Iteracio 2 : q = 1, rq = -86.175, B(p) = 6, theta* = 0.192, z = -892.250
[simplexP] Iteracio 3 : q = 13, rq = -7.475, B(p) = 2, theta* = 1.967, z = -906.954
[simplexP] Iteracio 4 : q = 16, rq = -0.225, B(p) = 1, theta* = 98.921, z = -929.202
[simplexP] Iteracio 5 : q = 17, rq = -0.188, B(p) = 11, theta* = 88.774, z = -945.863
[simplexP] Iteracio 6 : q = 9, rq = -0.002, B(p) = 7, theta* = 2.698, z = -945.870
[simplexP] Iteracio 7 : q = 19, rq = -0.549, B(p) = 10, theta* = 4.383, z = -948.275
[simplexP] Iteracio 8 : q = 7, rq = -79.520, B(p) = 8, theta* = 0.361, z = -976.956
[simplexP] Iteracio 9 : q = 10, rq = -52.232, B(p) = 13, theta* = 2.370, z = -1100.751
[simplexP] Iteracio 10 : q = 8, rq = -20.926, B(p) = 9, theta* = 0.568, z = -1112.643
[simplexP] Iteracio 11 : q = 11, rq = -19.663, B(p) = 3, theta* = 0.646, z = -1125.343
[simplexP] Iteracio 12 : q = 15, rq = -1.127, B(p) = 8, theta* = 54.304, z = -1186.524
[simplexP] Iteracio 13 : q = 18, rq = -0.552, B(p) = 11, theta* = 52.413, z = -1215.437
[simplexP] Iteracio 14 : q = 20, rq = -0.275, B(p) = 5, theta* = 164.522, z = -1260.686
[simplexP] Iteracio 15 : q = 21, rq = -0.385, B(p) = 18, theta* = 13.656, z = -1265.949
[simplexP] Iteracio 16 : q = 1, rq = -62.420, B(p) = 20, theta* = 1.434, z = -1355.478
[simplexP] Iteracio 17 : q = 22, rq = -1.919, B(p) = 1, theta* = 68.800, z = -1487.506
[simplexP] Iteracio 18 : q = 3, rq = -38.930, B(p) = 10, theta* = 0.064, z = -1490.009
[simplexP] Iteracio 19 : q = 8, rq = -2.987, B(p) = 3, theta* = 0.038, z = -1490.124
[simplexP] Iteracio 20 : q = 18, rq = -0.730, B(p) = 8, theta* = 3.951, z = -1493.010
[simplexP] Iteracio 21 : q = 20, rq = -0.597, B(p) = 16, theta* = 598.517, z = -1850.106
[simplexP] Iteracio 22 : q = 23, rq = -1.496, B(p) = 14, theta* = 605.856, z = -2756.400
[simplexP] Iteracio 23 : Problema il.limitat detectat.
[simplexP] Fi simplex primal

```

```

[simplexP] Inici simplex primal amb regla de costos reduïts minims
[simplexP] Fase I

```

```

[simplexP] Iteracio 1 : q = 14, rq = -574.000, B(p) = 31, theta* = 6.297, z = 2845.692
[simplexP] Iteracio 2 : q = 9, rq = -508.923, B(p) = 26, theta* = 0.382, z = 2651.158
[simplexP] Iteracio 3 : q = 6, rq = -422.743, B(p) = 30, theta* = 4.227, z = 864.281
[simplexP] Iteracio 4 : q = 5, rq = -357.598, B(p) = 29, theta* = 0.301, z = 756.685
[simplexP] Iteracio 5 : q = 2, rq = -626.503, B(p) = 34, theta* = 0.062, z = 717.843
[simplexP] Iteracio 6 : q = 3, rq = -396.601, B(p) = 28, theta* = 0.490, z = 523.615
[simplexP] Iteracio 7 : q = 10, rq = -283.305, B(p) = 32, theta* = 0.958, z = 252.182
[simplexP] Iteracio 8 : q = 7, rq = -343.213, B(p) = 33, theta* = 0.646, z = 30.602
[simplexP] Iteracio 9 : q = 4, rq = -849.743, B(p) = 27, theta* = 0.011, z = 20.906
[simplexP] Iteracio 10 : q = 11, rq = -138.287, B(p) = 25, theta* = 0.151, z = -0.000
[simplexP] Iteracio 11 : Solucio Basica Factible trobada!
[simplexP] Fase II
[simplexP] Iteracio 1 : q = 8, rq = -89.494, B(p) = 4, theta* = 0.137, z = -675.344
[simplexP] Iteracio 2 : q = 12, rq = -450.109, B(p) = 9, theta* = 0.445, z = -875.709
[simplexP] Iteracio 3 : q = 1, rq = -86.175, B(p) = 6, theta* = 0.192, z = -892.250
[simplexP] Iteracio 4 : q = 13, rq = -7.475, B(p) = 2, theta* = 1.967, z = -906.954
[simplexP] Iteracio 5 : q = 23, rq = -0.521, B(p) = 3, theta* = 77.564, z = -947.332
[simplexP] Iteracio 6 : q = 17, rq = -0.480, B(p) = 14, theta* = 59.732, z = -975.985
[simplexP] Iteracio 7 : q = 19, rq = -0.636, B(p) = 13, theta* = 240.905, z = -1129.293
[simplexP] Iteracio 8 : q = 15, rq = -1.084, B(p) = 8, theta* = 108.770, z = -1247.169
[simplexP] Iteracio 9 : q = 16, rq = -0.798, B(p) = 11, theta* = 162.285, z = -1376.709
[simplexP] Iteracio 10 : q = 22, rq = -2.359, B(p) = 1, theta* = 73.994, z = -1551.247
[simplexP] Iteracio 11 : q = 21, rq = -2.387, B(p) = 7, theta* = 882.939, z = -3658.765
[simplexP] Iteracio 12 : q = 11, rq = -99.278, B(p) = 5, theta* = 5.036, z = -4158.738
[simplexP] Iteracio 13 : q = 18, rq = -8.676, B(p) = 10, theta* = 655.786, z = -9848.571
[simplexP] Iteracio 14 : q = 5, rq = -1987.500, B(p) = 11, theta* = 7.516, z = -24787.582
[simplexP] Iteracio 15 : q = 2, rq = -193.484, B(p) = 5, theta* = 10.688, z = -26855.437
[simplexP] Iteracio 16 : Problema il.limitat detectat.
[simplexP] Fi simplex primal

```

6 Programa en C++

Després d'acabar la pràctica amb l'Octave i fer tots els programes extra, vam observar que el programa s'executava molt lent (de fet, per calcular les solucions per tots els exemples, trigava aproximadament 10 segons). Així doncs, vam decidir fer una altra implementació en C++ per intentar optimitzar el codi i fer-lo més ràpid (al ser un llenguatge compilat, hauria d'executar-se el codi més ràpid que en Octave, que és un programari que usa llenguatge interpretat). A més a més, al fer un programa a mida i no utilitzar un programari genèric per càlcul simbòlic, podríem optimitzar-lo més i fins i tot guanyar més precisió a l'hora de calcular els resultats.

La implementació en C++ es pot trobar dins la carpeta *Extres/cplusplus*, i per executar el codi, primer s'ha de compilar el codi usant la comanda `make` a aquell directori, i després executar el programa usant la comanda `./program a.dat b.dat c.dat` **taxació** on `a.dat`, `b.dat` i `c.dat` són els fitxers amb les dades del problema que es poden trobar a la carpeta *Extres/data_cplusplus*, i **taxació** és *bland* o *rmin* depenent de la regla de **taxació** que es vulgui utilitzar a l'algorisme del símplex.

Al final, vam poder comprovar que la resolució dels 79 problemes en C++ es realitza en aproximadament mig segon, que és una millora substancial respecte a la implementació a l'Octave.

7 Descripció dels fitxers al .zip

LlagosteraMarta_VilanovaAdria_PM2.Simplex.zip

- └─ actualitzacio_inversa.m: fitxer d'Octave amb la funció que actualitza la inversa
- └─ informe.pdf: aquest fitxer
- └─ simplex: executable de la implementació d'Octave
- └─ simplex.m: fitxer d'Octave que executa el procediment principal del símplex
- └─ simplex_primal.m: fitxer d'Octave que conté el codi que realitza una iteració del símplex
- └─ Extres
 - └─ convert_cplusplus.php: converteix les dades originals en fitxers que entén C++
 - └─ convert_octave.php: converteix les dades originals en fitxers que entén l'Octave
 - └─ cplusplus: carpeta amb el codi del programa en C++
 - └─ data_cplusplus: carpeta amb els fitxers de dades corresponents al codi de C++
 - └─ data_octave: carpeta amb els fitxers de dades corresponents al codi d'Octave
 - └─ exportsolutions.php: script que extreu les solucions del fitxer de dades original
 - └─ pm18_exercici_simplex_dades.txt: fitxer de dades original
 - └─ publictesting
 - └─ performtests.php: fitxer que verifica les solucions dels exemples
 - └─ solutions.json: fitxer amb les solucions extretes per `exportsolutions.php`
 - └─ solve.php: script que genera l'output pels problemes dels alumnes que se li indiqui