



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Modelos y Optimización I (71.14)

Cuarta entrega de trabajo práctico

Alumno: Juan Cruz Roussilian

Padrón: 104269

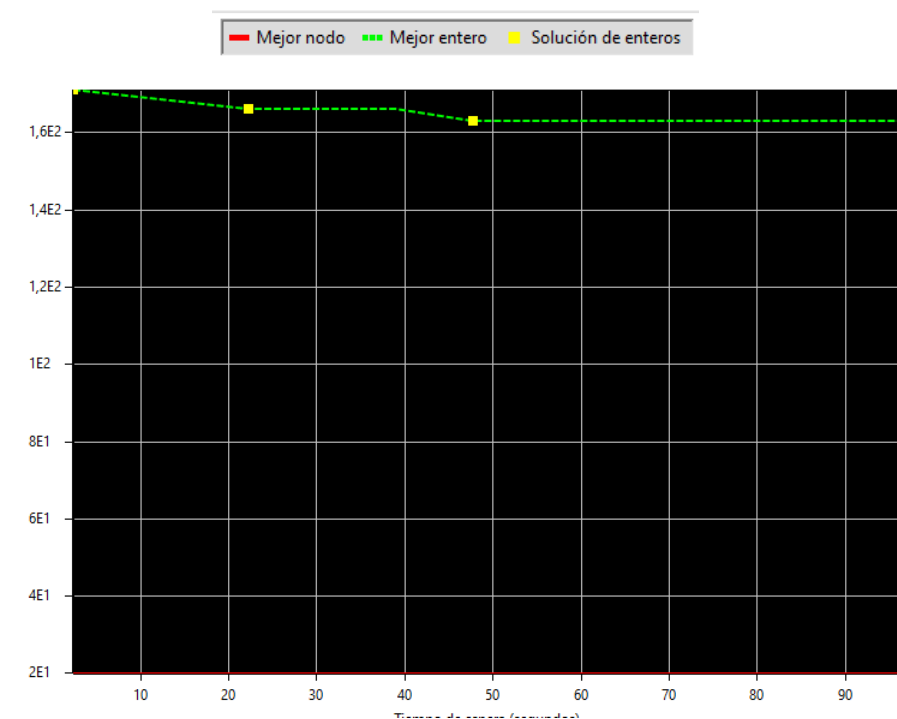
Primer paso:

Se ejecuto la heurística propuesta para las entregar anteriores con los nuevos datos del problema, y se obtuvo una solución donde, las 138 prendas se agrupaban en solamente 12 lavados, lo cual puede considerarse un resultado bastante bueno, dado que en la primera entrega se contaba con únicamente 20 prendas, y la misma heurística produjo 8 lavados. Por lo tanto, para este cuarto problema, obtuvimos un numero de lavados bastante cercano a cuando teníamos un problema que representaba un 15% del tamaño del problema actual

Segundo paso:

Luego de ejecutar el modelo de programación lineal, sin ninguna modificación, con un límite de tiempo de 10 minutos, observamos los siguientes resultados:

Gráfico de estadísticas:



Registro del motor:

Nodes		Objective	IInf	Best Integer	Cuts/		Gap
Node	Left				Best Bound	ItCnt	
Elapsed time = 594,20 sec. (221241,80 ticks, tree = 38,29 MB, solutions = 22)							
1669	1027	37,0000	970	118,0000	20,0000	3402409	83,05%
1746	1059	37,0000	1010	118,0000	20,0000	3504503	83,05%
1772	1144	37,0000	948	118,0000	20,0000	3660959	83,05%
1797	1164	38,1926	706	118,0000	20,0000	3728976	83,05%
1823	1196	37,0000	1254	118,0000	20,0000	3882362	83,05%

Tanto la solapa de soluciones como la solapa de registro de scripts, donde debería figurar los lavados asignados a cada prenda, no muestran salida, por lo tanto, asumimos que el problema no fue capaz de encontrar una solución optima dentro del limite de 10 minutos, y lo único que podemos concluir lo vemos a partir del registro de motor, donde tenemos una solución estimada, que dice que, para ese momento, el funcional esta en 37.

Además, en los primeros 90 segundos, el grafico de estadísticas nos muestra que la mejor solución es de aproximadamente 160, lo cual no es muy bueno comparando con la solución estimada luego de 10 minutos. Este grafico nos dice además que el modelo no presenta un descenso rápido del funcional en etapas tempranas.

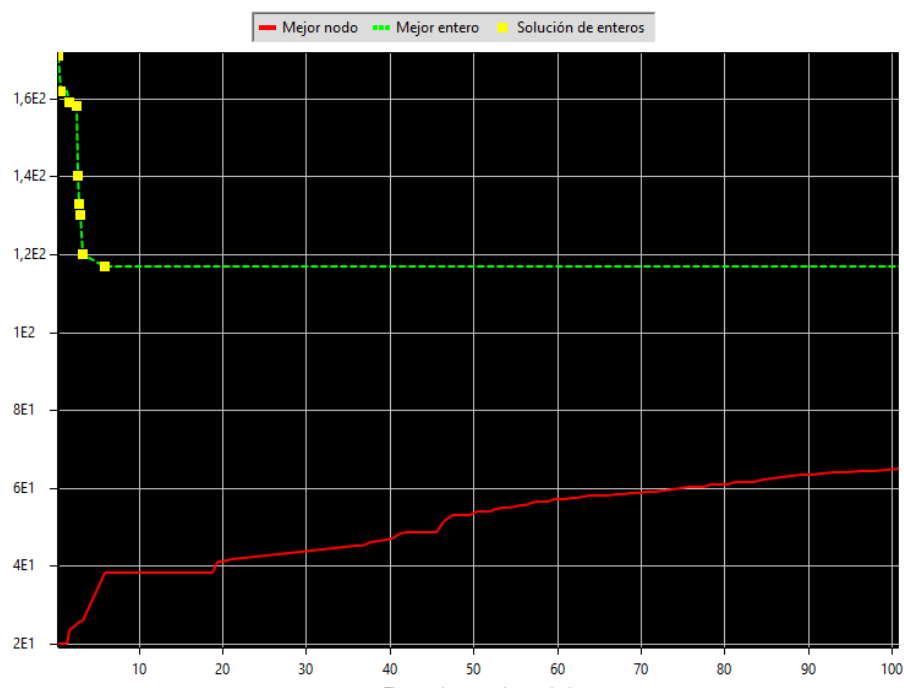
Tercer paso:

Para este paso, para lograr reducir el modelo restringiéndolo aún mas debido a que sabíamos que hay una solución con 15 colores, fijamos la constante limite colores a un valor de 15, en lugar de que valga la máxima cantidad de nodos que tenemos

```
int limiteColores = 15;
```

Y ejecutando nuevamente con un limite de 10 minutos, analizamos los resultados

Gráfico de estadísticas:



Registro del motor:

```
Elapsed time = 603,25 sec. (574019,57 ticks, tree = 2082,05 MB, solutions = 15)
Nodefile size = 30,42 MB (28,14 MB after compression)
134880 60616      109,0173    441      117,0000      106,0000 17885556      9,40%
135323 60979      109,8462    395      117,0000      106,0000 17961577      9,40%
135652 61374      112,0000    249      117,0000      106,0000 18048003      9,40%
136050 61674      109,3182    457      117,0000      106,0000 18157697      9,40%
136387 61880      109,3345    397      117,0000      106,0000 18200145      9,40%
136674 62158      116,0000    325      117,0000      106,0000 18301478      9,40%
137020 62442      113,4909    405      117,0000      106,0000 18381327      9,40%
137356 62858      113,5056    292      117,0000      106,0000 18514760      9,40%
```

Nuevamente, las solapas de soluciones y registro de scripts no proporcionan datos.

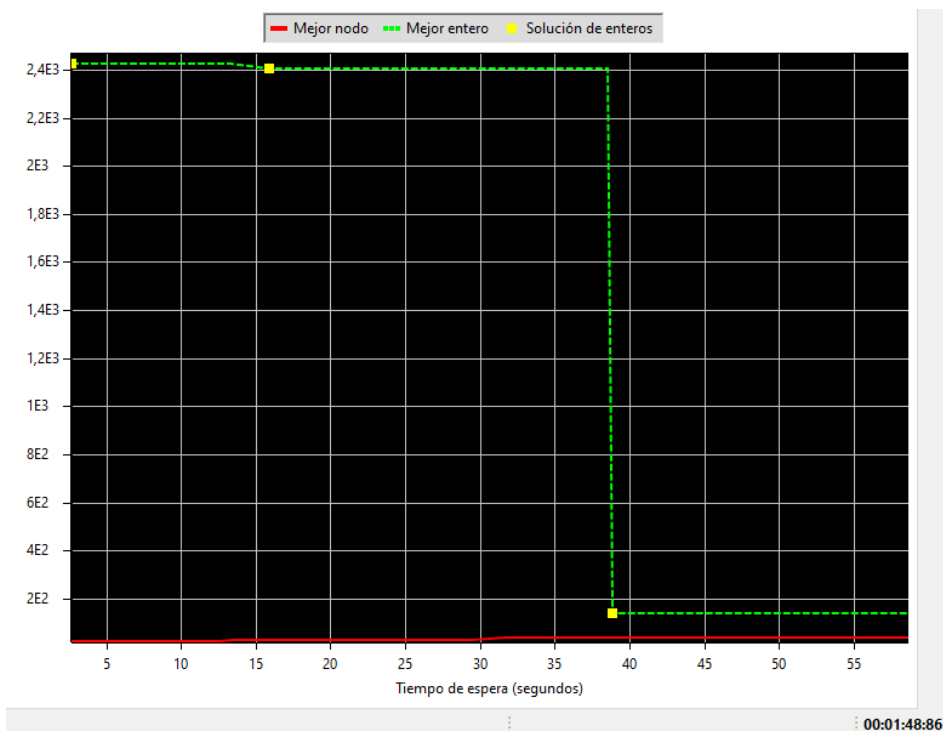
Vemos, en el gráfico de estadísticas, que contrario al paso anterior, el modelo presenta un descenso rápido en los primeros 90 segundos del funcional, alcanzando un valor más pequeño para el mismo periodo de tiempo (160 vs 120)

Sin embargo, cuando observamos el registro del motor, vemos que este valor no mejora incluso luego de dejar que la ejecución termine después de 10 minutos, quedándose en 109

Cuarto paso:

Se vuelve a dejar que limiteColores tome el valor de n y se descomentan las restricciones de simetría para observar el siguiente resultado

Gráfico de estadísticas:



Registro del motor:

```
Elapsed time = 131,44 sec. (112369,91 ticks, tree = 27,15 MB, solutions = 24)
 4799  434    101,5043  275    121,0000    57,4243  547647  52,54%
 5148  603      cutoff    121,0000    57,4243  558567  52,54%
 5450  887    106,0000  309    121,0000    57,4243  578671  52,54%
* 5649 1058    integral    0    120,0000    66,6531  585808  44,46%
* 5656  998    integral    0    119,0000    66,6531  592446  43,99%
 5693  921    98,5072  218    119,0000    69,1762  596571  41,87%
 5902  908    107,4263  189    119,0000    71,6118  615673  39,82%
* 5913  926    integral    0    118,0000    71,6118  622017  39,31%
 6182  869      cutoff    118,0000    71,6118  631770  39,31%
* 6273  836    integral    0    117,0000    86,5942  643920  25,99%
 6535  711    109,0000  194    117,0000    91,0335  663882  22,19%
 6929  607      cutoff    117,0000   101,5048  687399  13,24%
 7413  458      cutoff    117,0000   108,1499  709840   7,56%
```

Registro de scripts:

solution: 117 /size: 138 /time: 552355.015	Nodo 36: 8	Nodo 72: 7	Nodo 108: 6
Nodo 1: 1	Nodo 37: 2	Nodo 73: 2	Nodo 109: 1
Nodo 2: 1	Nodo 38: 1	Nodo 74: 10	Nodo 110: 1
Nodo 3: 3	Nodo 39: 5	Nodo 75: 6	Nodo 111: 1
Nodo 4: 2	Nodo 40: 8	Nodo 76: 1	Nodo 112: 3
Nodo 5: 2	Nodo 41: 2	Nodo 77: 1	Nodo 113: 2
Nodo 6: 3	Nodo 42: 5	Nodo 78: 11	Nodo 114: 6
Nodo 7: 3	Nodo 43: 6	Nodo 79: 1	Nodo 115: 10
Nodo 8: 1	Nodo 44: 2	Nodo 80: 5	Nodo 116: 6
Nodo 9: 1	Nodo 45: 11	Nodo 81: 11	Nodo 117: 1
Nodo 10: 2	Nodo 46: 3	Nodo 82: 1	Nodo 118: 2
Nodo 11: 1	Nodo 47: 1	Nodo 83: 6	Nodo 119: 3
Nodo 12: 2	Nodo 48: 2	Nodo 84: 2	Nodo 120: 2
Nodo 13: 2	Nodo 49: 1	Nodo 85: 1	Nodo 121: 1
Nodo 14: 2	Nodo 50: 1	Nodo 86: 2	Nodo 122: 2
Nodo 15: 3	Nodo 51: 2	Nodo 87: 2	Nodo 123: 8
Nodo 16: 3	Nodo 52: 1	Nodo 88: 1	Nodo 124: 2
Nodo 17: 1	Nodo 53: 3	Nodo 89: 3	Nodo 125: 6
Nodo 18: 4	Nodo 54: 6	Nodo 90: 2	Nodo 126: 4
Nodo 19: 1	Nodo 55: 1	Nodo 91: 1	Nodo 127: 1
Nodo 20: 6	Nodo 56: 2	Nodo 92: 2	Nodo 128: 2
Nodo 21: 9	Nodo 57: 11	Nodo 93: 1	Nodo 129: 5
Nodo 22: 1	Nodo 58: 10	Nodo 94: 7	Nodo 130: 7
Nodo 23: 6	Nodo 59: 3	Nodo 95: 3	Nodo 131: 2
Nodo 24: 1	Nodo 60: 4	Nodo 96: 2	Nodo 132: 3
Nodo 25: 1	Nodo 61: 4	Nodo 97: 2	Nodo 133: 4
Nodo 26: 5	Nodo 62: 2	Nodo 98: 1	Nodo 134: 2
Nodo 27: 2	Nodo 63: 1	Nodo 99: 7	Nodo 135: 9
Nodo 28: 2	Nodo 64: 1	Nodo 100: 5	Nodo 136: 2
Nodo 29: 7	Nodo 65: 1	Nodo 101: 3	Nodo 137: 2
Nodo 30: 1	Nodo 66: 6	Nodo 102: 1	Nodo 138: 5
Nodo 31: 1	Nodo 67: 2	Nodo 103: 1	
Nodo 32: 5	Nodo 68: 2	Nodo 104: 1	
Nodo 33: 9	Nodo 69: 3	Nodo 105: 2	
Nodo 34: 2	Nodo 70: 4	Nodo 106: 2	
Nodo 35: 5	Nodo 71: 6	Nodo 107: 2	

Para este paso, vemos en el gráfico de estadísticas, un descenso muy abrupto en los primeros 90 segundos de ejecución, donde el funcional pasa de valer 2400 a aproximadamente 200.

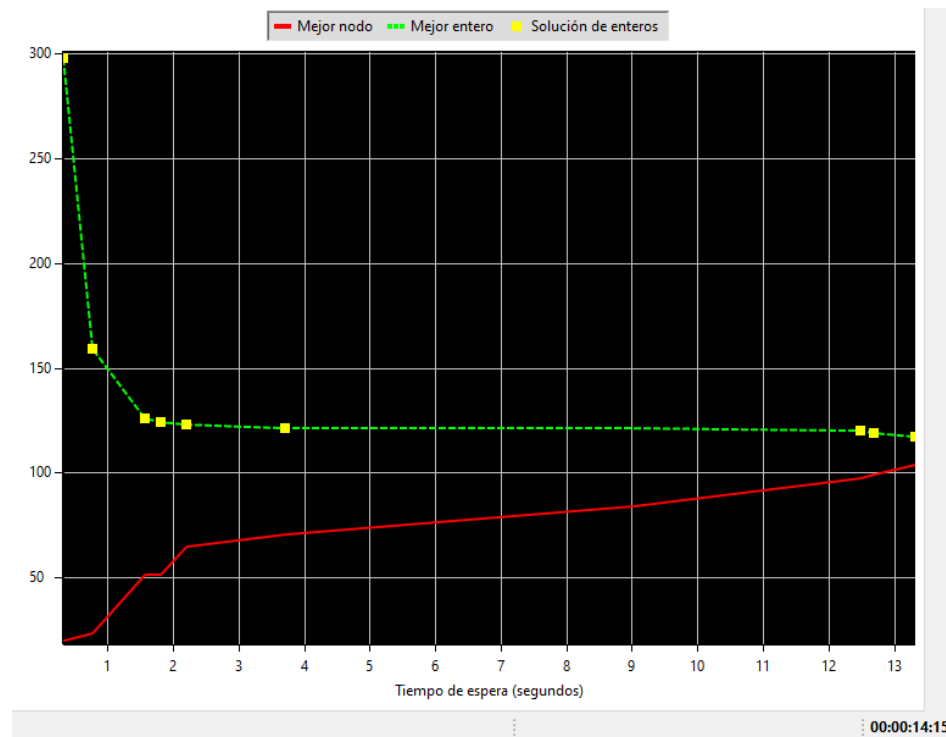
El registro de motor nos indica que la ejecución terminó antes del límite propuesto de 10 minutos, dando así un resultado de óptimo entero de aproximadamente 109, y nos muestra en la solapa de registro de script como quedarían formados los lavados. Vemos, que a pesar de que le

permitimos a limiteColores tomar el valor de la cantidad de nodos (138), este toma un valor de 11

Quinto paso:

Descomentamos las restricciones de simetría y hacemos que limiteColores vuelva a tomar el valor 15

Gráfico de estadísticas:



Registro del motor:

```
Elapsed time = 9,70 sec. (9400,31 ticks, tree = 0,02 MB, solutions = 8)
3113    9      cutoff      121,0000      84,4102      218573      30,24%
3276   56     108,2914    203      121,0000      86,8411      231488      28,23%
4482  714     119,2884    213      121,0000      92,5530      268578      23,51%
* 4608  916     integral      0      120,0000      97,0910      282149      19,09%
* 4740  878     integral      0      119,0000      97,5337      293975      18,04%
5079  891      cutoff      119,0000      102,9057      315216      13,52%
* 5243+ 906      118,0000      103,7803      327992      11,30%
* 5245  798     integral      0      117,0000      103,7803      327992      11,30%
5980  374      cutoff      117,0000      112,3044      361026       4,01%
```

Registro de scripts:

```
solution: 117 /size: 138 /time: 552873.484
Nodo 1: 1
Nodo 2: 1
Nodo 3: 1
Nodo 4: 1
Nodo 5: 1
Nodo 6: 3
Nodo 7: 3
Nodo 8: 1
Nodo 9: 1
Nodo 10: 2
Nodo 11: 1
Nodo 12: 2
Nodo 13: 1
Nodo 14: 1
Nodo 15: 1
Nodo 16: 3
Nodo 17: 1
Nodo 18: 4
Nodo 19: 1
Nodo 20: 6
Nodo 21: 1
Nodo 22: 2
Nodo 23: 1
Nodo 24: 2
Nodo 25: 1
Nodo 26: 5
Nodo 27: 2
Nodo 28: 1
Nodo 29: 9
Nodo 30: 1
Nodo 31: 1
Nodo 32: 6
Nodo 33: 9
Nodo 34: 1
Nodo 35: 2
Nodo 36: 8
Nodo 37: 6
Nodo 38: 2
Nodo 39: 1
Nodo 40: 1
Nodo 41: 2
Nodo 42: 2
Nodo 43: 1
Nodo 44: 2
Nodo 45: 10
Nodo 46: 1
Nodo 47: 1
Nodo 48: 1
Nodo 49: 2
Nodo 50: 1
Nodo 51: 1
Nodo 52: 1
Nodo 53: 3
Nodo 54: 8
Nodo 55: 2
Nodo 56: 2
Nodo 57: 4
Nodo 58: 2
Nodo 59: 1
Nodo 60: 1
Nodo 61: 4
Nodo 62: 2
Nodo 63: 1
Nodo 64: 6
Nodo 65: 2
Nodo 66: 1
Nodo 67: 2
Nodo 68: 2
Nodo 69: 7
Nodo 70: 5
Nodo 71: 1
Nodo 72: 7
Nodo 73: 2
Nodo 74: 11
Nodo 75: 1
Nodo 76: 2
Nodo 77: 1
Nodo 78: 8
Nodo 79: 2
Nodo 80: 1
Nodo 81: 10
Nodo 82: 2
Nodo 83: 6
Nodo 84: 2
Nodo 85: 1
Nodo 86: 1
Nodo 87: 1
Nodo 88: 1
Nodo 89: 3
Nodo 90: 1
Nodo 91: 1
Nodo 92: 7
Nodo 93: 1
Nodo 94: 2
Nodo 95: 3
Nodo 96: 2
Nodo 97: 4
Nodo 98: 1
Nodo 99: 6
Nodo 100: 5
Nodo 101: 3
Nodo 102: 1
Nodo 103: 2
Nodo 104: 1
Nodo 105: 1
Nodo 106: 2
Nodo 107: 1
Nodo 108: 6
Nodo 109: 2
Nodo 110: 2
Nodo 111: 2
Nodo 112: 1
Nodo 113: 1
Nodo 114: 1
Nodo 115: 9
Nodo 116: 9
Nodo 117: 2
Nodo 118: 2
Nodo 119: 1
Nodo 120: 2
Nodo 121: 1
Nodo 122: 2
Nodo 123: 1
Nodo 124: 2
Nodo 125: 1
Nodo 126: 4
Nodo 127: 1
Nodo 128: 3
Nodo 129: 1
Nodo 130: 3
Nodo 131: 3
Nodo 132: 2
Nodo 133: 1
Nodo 134: 2
Nodo 135: 7
Nodo 136: 2
Nodo 137: 1
Nodo 138: 5
```

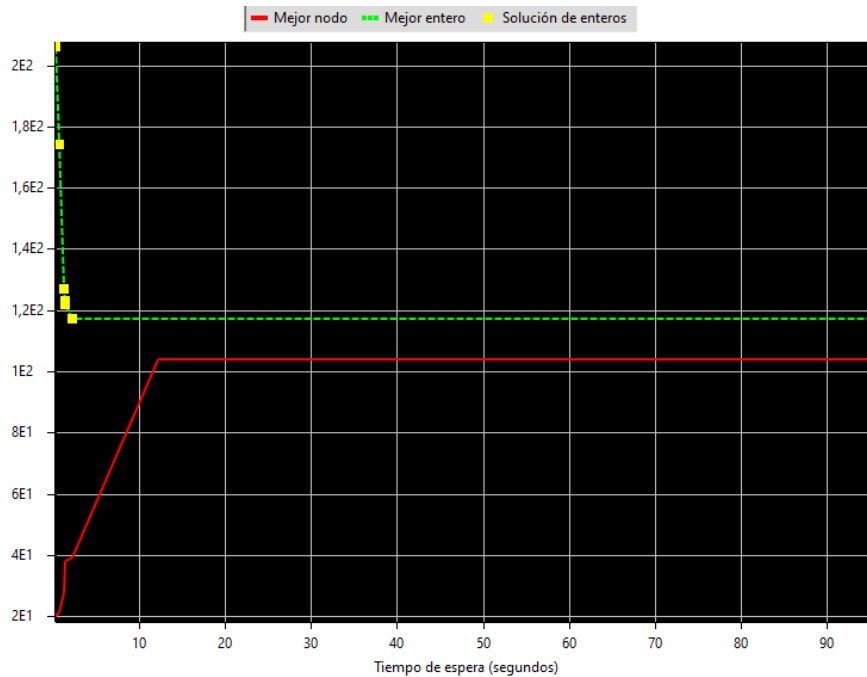
Observando las estadísticas, notamos que hasta ahora, el funcional en los primeros 90 segundos toma su valor mas bajo (aproximadamente 125). También se puede notar que hay un descenso bastante rapido en los primeros 2 segundos de su valor, y que este permanece practicamente constante hasta el final, ya que vemos en el registro de motor un valor un poco mas elevado al terminar su ejecucion, de 200

Nuevamente en el registro de scripts, vemos 11 lavados para los 138 nodos.

Sexto paso:

Sin restricciones de simetría y limiteColores = 11:

Gráfico de estadísticas



Registro del motor

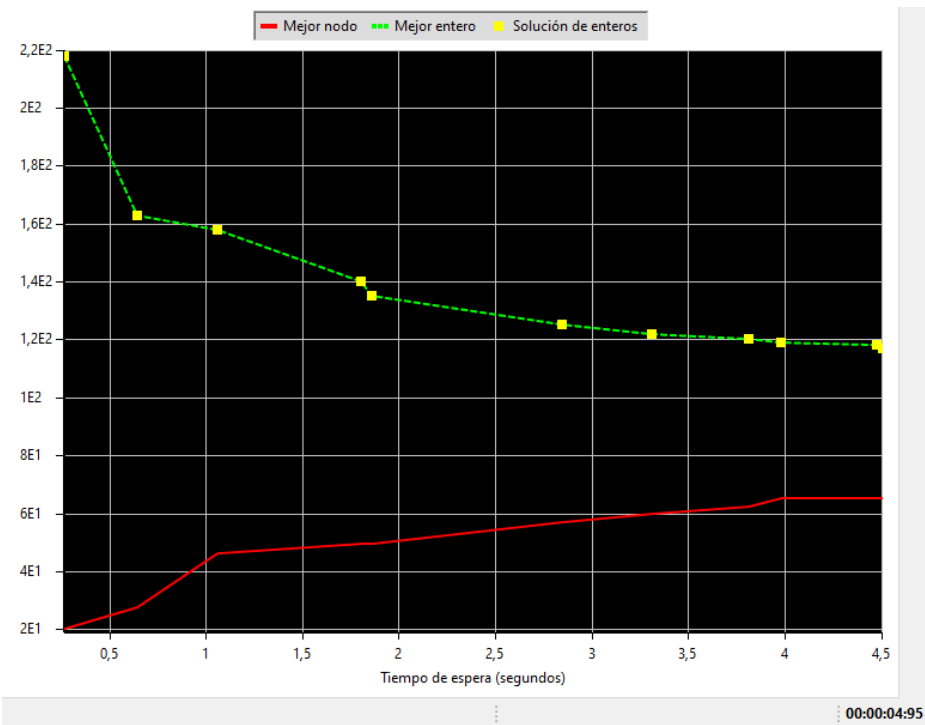
```
Elapsed time = 640,36 sec. (562123,96 ticks, tree = 221,30 MB, solutions = 7)
130469 11773      111,0000  293      117,0000      107,0000 18859991  8,55%
132069 13239      112,8571  288      117,0000      107,0000 19033359  8,55%
133752 14606      cutoff      117,0000      107,0000 19185912  8,55%
135495 16015      115,1080  307      117,0000      107,0000 19334528  8,55%
137114 17361      107,0000  356      117,0000      107,0000 19488658  8,55%
138574 18714      115,0000  297      117,0000      107,0000 19638120  8,55%
140353 20132      115,6347  281      117,0000      107,0000 19814383  8,55%
141880 21293      115,0000  262      117,0000      107,0769 19934049  8,48%
143780 22774      112,2857  292      117,0000      107,3333 20082725  8,26%
145425 24058      112,4103  308      117,0000      107,7552 20207062  7,90%
```

Para este paso, nuevamente se observa que el modelo no termina de ejecutarse dentro del tiempo límite de 10 minutos.

En el gráfico de estadísticas vemos nuevamente un descenso muy abrupto del valor del funcional, a su valor mas bajo hasta este paso, de aproximadamente 120, y mediante el registro del motor, luego de 10 minutos y 40 segundos este valor desciende poco, hasta 107.

Con restricciones de simetría y límiteColores = 11:

Gráfico de estadísticas



Registro del motor

```
Elapsed time = 4,25 sec. (4627,40 ticks, tree = 0,02 MB, solutions = 10)
* 81 49 integral 0 118,0000 65,0000 35773 44,92%
* 132 66 integral 0 117,0000 65,0000 40033 44,44%
 349 108 116,0000 137 117,0000 65,0000 45510 44,44%
1023 259 97,5332 213 117,0000 67,0000 71755 42,74%
```

Registro de scripts

solution: 117 /size: 138 /time: 553147.39			
Nodo 1: 3	Nodo 36: 8	Nodo 72: 7	Nodo 108: 6
Nodo 2: 1	Nodo 37: 2	Nodo 73: 2	Nodo 109: 1
Nodo 3: 3	Nodo 38: 9	Nodo 74: 11	Nodo 110: 1
Nodo 4: 1	Nodo 39: 1	Nodo 75: 1	Nodo 111: 1
Nodo 5: 1	Nodo 40: 6	Nodo 76: 1	Nodo 112: 1
Nodo 6: 1	Nodo 41: 2	Nodo 77: 1	Nodo 113: 1
Nodo 7: 3	Nodo 42: 1	Nodo 78: 6	Nodo 114: 3
Nodo 8: 1	Nodo 43: 8	Nodo 79: 2	Nodo 115: 11
Nodo 9: 1	Nodo 44: 1	Nodo 80: 2	Nodo 116: 6
Nodo 10: 2	Nodo 45: 9	Nodo 81: 10	Nodo 117: 3
Nodo 11: 2	Nodo 46: 2	Nodo 82: 1	Nodo 118: 2
Nodo 12: 2	Nodo 47: 1	Nodo 83: 6	Nodo 119: 2
Nodo 13: 2	Nodo 48: 2	Nodo 84: 2	Nodo 120: 2
Nodo 14: 1	Nodo 49: 3	Nodo 85: 1	Nodo 121: 1
Nodo 15: 2	Nodo 50: 1	Nodo 86: 6	Nodo 122: 2
Nodo 16: 2	Nodo 51: 2	Nodo 87: 1	Nodo 123: 3
Nodo 17: 1	Nodo 52: 4	Nodo 88: 1	Nodo 124: 2
Nodo 18: 4	Nodo 53: 9	Nodo 89: 3	Nodo 125: 1
Nodo 19: 1	Nodo 54: 4	Nodo 90: 2	Nodo 126: 6
Nodo 20: 7	Nodo 55: 1	Nodo 91: 1	Nodo 127: 1
Nodo 21: 3	Nodo 56: 4	Nodo 92: 10	Nodo 128: 5
Nodo 22: 9	Nodo 57: 10	Nodo 93: 1	Nodo 129: 1
Nodo 23: 2	Nodo 58: 9	Nodo 94: 2	Nodo 130: 6
Nodo 24: 1	Nodo 59: 1	Nodo 95: 3	Nodo 131: 2
Nodo 25: 1	Nodo 60: 2	Nodo 96: 2	Nodo 132: 3
Nodo 26: 7	Nodo 61: 6	Nodo 97: 2	Nodo 133: 11
Nodo 27: 2	Nodo 62: 2	Nodo 98: 1	Nodo 134: 2
Nodo 28: 5	Nodo 63: 1	Nodo 99: 7	Nodo 135: 9
Nodo 29: 2	Nodo 64: 1	Nodo 100: 5	Nodo 136: 2
Nodo 30: 1	Nodo 65: 1	Nodo 101: 3	Nodo 137: 2
Nodo 31: 1	Nodo 66: 1	Nodo 102: 1	Nodo 138: 5
Nodo 32: 8	Nodo 67: 2	Nodo 103: 1	
Nodo 33: 9	Nodo 68: 1	Nodo 104: 1	
Nodo 34: 1	Nodo 69: 2	Nodo 105: 1	
Nodo 35: 6	Nodo 70: 5	Nodo 106: 1	
	Nodo 71: 1	Nodo 107: 2	

Volviendo a habilitar las restricciones de simetría, el modelo termina nuevamente antes del límite de tiempo fijado.

En estadísticas vemos que, si bien la pendiente del valor del funcional en el primer minuto y medio no es tan abrupto como en el paso anterior, llega al mismo resultado de aproximadamente 120, y es un valor que se sostiene hasta que termina la ejecución luego de 4 segundos

Se mantiene la creación de 11 lavados también bajo estas condiciones

Séptimo Paso:

Comparando con la solución otorgada por la heurística, vemos que el resultado del primer paso (el mejor de todas las ejecuciones) es muy superior, dándole valor al funcional de 37, mientras que la heurística le da un valor de 171. Sin embargo, al ser el primer paso el que tiene el modelo mas libre y grande, no conocemos cuanto podría tomar la ejecución completa, y esta sería la principal desventaja de este modelo.

Gracias a pasos anteriores, concluimos que las restricciones de simetría son muy efectivas a la hora de reducir el tiempo de ejecución del modelo. También le aporta un poco de eficacia al modelo reducir la cantidad de lavados/colores máximos que puede tomar, sin embargo, esta restricción de por si sola no es suficiente para lograr que se ejecute antes de los 10 minutos.

Por lo tanto, si se busca una solución relativamente buena, y casi instantánea, el modelo del paso 6, es muy superior en cuanto a funcional al programa de la heurística, y similar en cuanto a tiempo de ejecución. Si lo que se busca es la mejor solución sin importar el tiempo, se recomienda entonces utilizar el modelo del primer paso.

Informe Final:

A lo largo del trabajo practico pudimos conocer muchas maneras distintas de plantear un problema de optimización, ya sea mediante heurísticas o varios modelos distintos de PLE.

Podemos concluir que cuando lo que se prioriza es velocidad para obtener una solución, podemos optar por una solución a base de heurísticas, o un modelo de PLE reducido, a cambio de tener un resultado peor al que nos puede dar un modelo de programación lineal completo. Sin embargo, muchas veces estos demoran mucho en dar una solución y por ende pueden no ser útiles en todas las situaciones.

Ahí es donde se encuentra el valor de haber trabajado con ambas alternativas, en tener la posibilidad de elegir la que se adapte mejor a cada situación