

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
OPE – ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE EMPRESA (ASPECTOS
TÉCNICOS, JURÍDICOS Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN)

Mejores soluciones del conjunto de instancias Nissan-9Eng.I
para el problema MMSP-W/pmr/free

Joaquín Bautista-Valhondo · Rocío Alfaro-Pozo

Research Group OPE-PROTHIUS. ETSEIB. Universitat Politècnica de Catalunya.
Avda. Diagonal, 647, 7th floor, 08028 Barcelona, Spain.

OPE-PROTHIUS · OPE-WP.2016/02 (20160619)
(Documento científico-técnico: 20160619)



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

<http://futur.upc.edu/OPE>

<http://www.prothius.com>

Mejores soluciones del conjunto de instancias Nissan-9Eng.I para el problema MMSP-W/pmr/free

Joaquín Bautista-Valhondo, Rocío Alfaro-Pozo *

Research Group OPE-PROTHIUS. ETSEIB. Universitat Politècnica de Catalunya.
Avda. Diagonal, 647, 7th floor, 08028 Barcelona, Spain.

Resumen · Abstract

En este documento se recogen las mejores soluciones actuales de las instancias Nissan-9Eng.I, para el problema de secuenciación de modelos mixtos con mínima sobrecarga, restricciones sobre el mix de producción y libre interrupción de operaciones. Dichas soluciones proceden de 3 fuentes: programación dinámica acotada mediante programación lineal, programación lineal entera mixta y algoritmos GRASP hibridizados con programación lineal (GRASP-LP). El documento recoge también las 23 mejores secuencias, correspondientes a las instancias Nissan-9Eng.I, que ofrecen los algoritmos híbridos GRASP-LP.

Palabras clave: Mixed model sequencing problem, workload, production mix restrictions, Bounded Dynamic Programming, Mixed Integer Linear Programming, GRASP.

1 Preliminares

El MMSP-W (*Mixed Model Sequencing Problem with Workload Minimisation*) es un problema de secuenciación consistente en establecer una biyección entre los elementos de un conjunto T de ciclos de fabricación ($t = 1, \dots, T$) y los de un conjunto Ψ de productos (T elementos). Los elementos del conjunto Ψ se pueden agrupar en clases excluyentes ψ_i que cumplen: $\Psi = \bigcup_{i \in I} \psi_i$ y $\psi_i \cap \psi_{i'} = \emptyset, \forall \{i, i'\} \in I$; donde I es el conjunto de tipos de productos ($i = 1, \dots, n$).

Las unidades de Ψ pasan, una tras otra, por un conjunto de estaciones de trabajo, K , dispuestas en serie (línea de producción). Una unidad de tipo $i \in I$ requiere un tiempo de proceso $p_{i,k}$, a actividad normal ($\alpha^N = 1$), en la estación de trabajo $k \in K$ ($k = 1, \dots, m$).

Lógicamente, la diferencia entre las clases ψ_i (4x4, vans, trucks) hace que los tiempos $p_{i,k}$ sean heterogéneos, mientras que el tiempo de ciclo c es idéntico en toda estación de trabajo $k \in K$; por tanto, los operarios y robots (procesadores) disponen del mismo tiempo para completar una operación independientemente del producto y de la estación. Esta discrepancia entre el tiempo de ciclo y los tiempos de proceso coloca a los procesadores ante dos situaciones indeseables: (1) esperas con tiempo inerte y (2) bloqueos por sobrecarga.

Con el propósito de aliviar los bloqueos por sobrecarga, a los procesadores se concede, pero solo en ocasiones, un tiempo mayor al ciclo llamado ventana temporal l_k ($l_k > c$), que depende de la estación $k \in K$. Es evidente que tal concesión puede mermar el tiempo disponible del operario para trabajar sobre su unidad siguiente y a la vez puede reducir el tiempo disponible en la estación siguiente ($k + 1$) para trabajar sobre la unidad retenida tras su liberación en la estación k . Si la ventana temporal no es suficiente para completar el trabajo requerido por la unidad, ésta se liberará sin completar hacia la siguiente estación, dando lugar a una interrupción de la operación que genera una ineficiencia que llamamos sobrecarga de trabajo o caída de producción.

* Email addresses: joaquin.bautista@upc.edu (J Bautista), rocio.alfaro@upc.edu (R Alfaro)

La interrupción de una operación puede ser *forzada* o *libre*. La primera tiene lugar cuando el operario alcanza el límite de la ventana temporal l_k sin completar la operación. La interrupción libre se produce cuando la unidad, sin completar, es liberada antes de llegar al límite de la ventana temporal. Obviamente, la operación se interrumpe siempre que se alcance dicho límite.

En ambos casos, el propósito final del MMSP-W es obtener una secuencia de modelos que minimice la sobrecarga total de trabajo en la línea, lo que equivale a maximizar el trabajo total completado (Teorema 1 en [1]).

Por su parte, el MMSP-W/pmr es una extensión del MMSP-W que tiene en cuenta la regularidad de la producción a lo largo de la secuencia; esta deseable propiedad en contexto JIT, a la que llamamos preservación del mix de producción, se consigue añadiendo al problema original un conjunto de restricciones sobre el mix de producción (pmr) en cada posición de la secuencia [2]. Por supuesto, el MMSP-W/pmr puede contemplar también las dos modalidades de interrupción de las operaciones: *forzada* o *libre* (*forced or free*).

El resto del presente documento tiene la estructura siguiente: en la sección 2 presentamos el caso de estudio relacionado con el conjunto de instancias Nissan-9Eng.I; en la sección 3 describimos brevemente y hacemos referencia a los procedimientos empleados para resolver el problema; en la 4 recopilamos los mejores valores de sobrecarga para el conjunto Nissan-9Eng.I (estado del arte); finalmente, en la sección 5 ofrecemos algunas conclusiones sobre este trabajo.

2 Caso de estudio

El caso de estudio que aquí contemplamos es el mismo que en [1,2,3]: una línea de ensamblado de 9 tipos de motores agrupados en 3 familias (4x4, furgonetas y camiones) en la que trabajan 42 operarios con un tiempo de ciclo de 175 s. El caso está inspirado en la planta de motores Nissan Barcelona y sus características son:

- Número de estaciones de trabajo: $|K| \equiv m = 21$.
- Número de tipos de producto: $|I| = 9$ ($i = 1, \dots, 9$).
- Tiempo de ciclo: $c = 175$ s., y una ventana temporal: $l_k = 195$ s. ($\forall k = 1, \dots, 21$).
- Número de procesadores homogéneos (con 2 operarios): $b_k = 1$ ($\forall k = 1, \dots, 21$).
- Tiempos de proceso $p_{i,k}$ ($\forall i \in I, \forall k \in K$) según producto y estación, comprendidos entre 89 s. y 185 s. a actividad normal (ver Tabla I.1 en Anexo I).
- Número de planes de demanda: $|E| = 23$ ($\varepsilon = 1, \dots, 23$), los cuales se corresponden con las instancias Nissan-9Eng.I. Todos los planes tienen la misma demanda diaria (ver Tabla I.2 en Anexo I).
- Demanda diaria: $T \equiv D_\varepsilon = 270$ unidades ($\forall \varepsilon = 1, \dots, 23$).

3 Procedimientos de resolución

Para obtener las secuencias con mínima sobrecarga y con preservación del mix de producción de los 23 planes de demanda se han empleado 3 procedimientos, a saber:

- BDP-2: Algoritmo BDP (Bounded Dynamic Programming) con preservación del mix de producción en dos versiones (2/1 y 2/2) según pseudo-dominancias de vértices (ver [4]). Las características son: (i) máximo número de transiciones desde cada vértice igual al número de tipos de producto $|I| = 9$; (ii) anchos de ventana $H = (1, 36, 81, 126)$ para los 23 planes de demanda (184 ejecuciones del algoritmo contemplando las 2 versiones); (iii) solución inicial

Z_0 para H_n igual a la mejor solución obtenida con H_{n-1} , excepto para $H_1 = 1$, donde $Z_0 \rightarrow \infty$; (iv) tiempo de CPU medio empleado por plan de demanda igual a 5026.6 s.; y (v) preservación del mix de producción y libre interrupción de las operaciones con la asistencia la programación lineal (solver Gurobi) a lo largo del procedimiento constructivo-paralelo de las soluciones (secuencias).

- MILP: Modelo 4 U 3_pmr (ver [2]). Sus características son: (i) implementación para solver Gurobi v4.5.0; (ii) tiempo de CPU máximo concedido a cada modelo por plan de demanda igual 7200 s. (23 ejecuciones), empleando un tiempo medio de 6605.1; y (iii) con restricciones de preservación del mix de producción incorporadas en el modelo y con libre interrupción de las operaciones.
- GRASP-LP: Algoritmos GRASP, ligeramente refinados a los descritos en [3], para obtener las mejores secuencias con interrupción forzada de las operaciones. A estas secuencias, se aplica la programación lineal permitiendo interrupciones libres con el fin de reducir la sobrecarga. Las características de este híbrido son: (i) máximo número de iteraciones por plan de demanda igual a 10; (ii) tres valores del factor de admisión $\Lambda = (25\%, 50\%, 100\%)$ (690 soluciones en 69 ejecuciones); (iii) tiempo de CPU medio por plan de demanda empleado por las dos fases de GRASP igual a 425.3 s.; (iv) con restricciones de preservación del mix de producción; y (v) libre interrupción de las operaciones mediante la programación lineal, empleando un tiempo de CPU medio igual a 1.25 s. con solver CPLEX v11.0 ejecutado en iMac (Intel Core 2 Duo 2.33 GHz, 3 GB de RAM) usando un solo procesador.

Los códigos compilados de los procedimientos BDP-2, MILP y GRASP han sido ejecutados en iMac (Intel Core i7 2.93 GHz, 8 GB de RAM).

4 Resultados

En la Tabla 1 se recogen los mejores resultados de la sobrecarga W para el conjunto de instancias Nissan-9Eng.I:

- W_B : Sobrecarga ofrecida por BDP-2 (Fuente: Tabla 2.20 en [4]).
- W_M : Sobrecarga ofrecida por MILP (Fuente: Tabla 3 en [2], columna 4 U 3_pmr).
- W_G : Sobrecarga ofrecida por GRASP (Fuente: Tabla 2 en [3]).
- W_{GLP} : Sobrecarga ofrecida por GRASP-LP (Secuencia GRASP sometida a Programa Lineal).

En la Tabla 1 se muestra también el algoritmo Ganador en cada instancia y las ganancias unitarias de GRASP-LP frente a GRASP ($\Delta GLPvG$), BDP-2 ($\Delta GLPvB$) y MILP ($\Delta GLPvM$), así como las ganancias unitarias de BDP-2 frente a MILP (ΔBvM); todas ellas determinadas según (1):

$$\Delta \mathcal{P}v\mathcal{P}'(\varepsilon) = \frac{W_{\mathcal{P}'}(\varepsilon) - W_{\mathcal{P}}(\varepsilon)}{\min(W_{\mathcal{P}'}(\varepsilon), W_{\mathcal{P}}(\varepsilon))}$$

$$\forall \varepsilon \in E, \forall \mathcal{P} \in \{GLP, B\}, \forall \mathcal{P}' \in \{G, B, M\} \quad (1)$$

A partir del análisis de la Tabla 1 podemos afirmar:

- BDP-2 es el procedimiento ganador con 12 mejores soluciones sobre 23.
- GRASP-LP es el segundo mejor procedimiento con 7 mejores soluciones (planes 1, 7, 8, 10, 12, 17 y 23).
- MILP queda en tercera posición con 5 mejores soluciones (planes 3, 10, 19, 21 y 22).

- MILP y GRASP-LP empatan en el plan 10. MILP confirma como óptimas las soluciones de los planes 10 y 19.
- El balance en victorias entre BDP-2 y GRASP-LP es de 13 a 10, entre GRASP-LP y MILP es de 12 a 10 con un empate, y entre BDP-2 y MILP es de 16 a 7.
- En media global, la ganancia unitaria de BDP-2 sobre GRASP-LP es solo del 4%, la de BDP-2 sobre MILP es del 9% y la de GRASP-LP sobre MILP es del 6%. Por su parte, la ganancia unitaria media de GRASP-LP sobre GRASP [3] es del 22%.

Table 1. Para cada plan $\varepsilon \in E$, Sobrecarga W según procedimiento (W_B, W_M, W_G, W_{GLP}). Ganancia unitaria entre pares de procedimientos ($\Delta GLPvG, \Delta GLPvB, \Delta GLPvM, \Delta BvM$), mejor solución W_{BMG} y Algoritmo Ganador.

$\varepsilon \in E$	W_B	W_M	W_G	W_{GLP}	$\Delta GLPvG$	$\Delta GLPvB$	$\Delta GLPvM$	ΔBvM	W_{BMG}	Ganador
1	166	186	142	98	0.45	0.69	0.90	0.12	98	GLP
2	318	383	404	342	0.18	-0.08	0.12	0.20	318	B
3	444	423	436	430	0.01	0.03	-0.02	-0.05	423	M
4	305	307	535	419	0.28	-0.37	-0.36	0.01	305	B
5	633	661	868	662	0.31	-0.05	-0.00	0.04	633	B
6	428	478	748	525	0.42	-0.23	-0.10	0.12	428	B
7	740	731	790	728	0.09	0.02	0.00	-0.01	728	GLP
8	112	160	96	92	0.04	0.22	0.74	0.43	92	GLP
9	739	751	1235	911	0.36	-0.23	-0.21	0.02	739	B
10	1209	1208	1246	1208	0.03	0.00	0.00	-0.00	1208	GLP/M
11	92	122	124	96	0.29	-0.04	0.27	0.33	92	B
12	293	287	284	268	0.06	0.09	0.07	-0.02	268	GLP
13	277	336	399	294	0.36	-0.06	0.14	0.21	277	B
14	381	423	543	397	0.37	-0.04	0.07	0.11	381	B
15	422	442	461	429	0.07	-0.02	0.03	0.05	422	B
16	216	251	255	227	0.12	-0.05	0.11	0.16	216	B
17	466	488	556	464	0.20	0.00	0.05	0.05	464	GLP
18	610	619	1067	698	0.53	-0.14	-0.13	0.01	610	B
19	949	945	971	948	0.02	0.00	-0.00	-0.00	945	M
20	129	150	234	169	0.38	-0.31	-0.13	0.16	129	B
21	565	561	943	725	0.30	-0.28	-0.29	-0.01	561	M
22	991	984	1084	987	0.10	0.00	-0.00	-0.01	984	M
23	111	121	107	107	0.00	0.04	0.13	0.09	107	GLP
Media	-	-	-	-	0.22	-0.04	0.06	0.09	-	-

En cuanto a tiempo medio de CPU, BDP-2, MILP y GRASP-LP necesitaron respectivamente 5026.6 s, 6605.1 s y 426.6 s, para confirmar su mejor solución en cada plan de demanda. Por su parte, el tiempo medio de CPU empleado por la programación lineal en el híbrido GRASP-LP es de 1.25 s por instancia.

Por lo anterior GRASP-LP es altamente competitivo para resolver el MMSP-W/pmr/free, pues se encuentra en promedio a un 4% de las soluciones ofrecidas por el algoritmo ganador (BDP-2), siendo casi 12 veces más rápido que éste. El Anexo II recoge las 23 secuencias de 270 unidades conseguidas por GRASP-LP ante el conjunto de instancias Nissan-9Eng.I.

5 Conclusiones

A fecha de hoy, el procedimiento estado del arte para el MMSP-W/pmr/free en ganancia media unitaria global es BDP-2, seguido de cerca por GRASP-LP a solo el 4% de aquél; sin embargo, GRASP-LP es 11.8 veces más rápido que BDP-2. Este hecho convierte al híbrido GRASP-LP en

el algoritmo más eficiente para el problema y caso que nos ocupan. Tal afirmación la hacemos teniendo en cuenta que pueden surgir incidencias durante la explotación de la línea, tanto en carencia de materiales como en fallos de proceso, que obliguen a determinar una nueva secuencia de productos. En tal caso, la respuesta a una incidencia debe ser lo más rápida posible, pues cada minuto de parada de la línea o pérdida de producción se valora aquí con un coste de 137.14 €. Por otra parte, a pesar de los discretos resultados de MILP en este torneo de procedimientos, no aconsejamos descartar su utilización para resolver el MMSP-W/pmr/free por varios motivos, entre ellos: (1) MILP ofrece 5 mejores soluciones del conjunto de 23 (planes 3, 10, 19, 21 y 22), y (2) MILP es actualmente el único procedimiento que ha sido capaz de garantizar soluciones óptimas.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido subvencionada por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través del proyecto FHI-SELM2 (TIN2014-57497-P).

Referencias · References

1. Bautista, J., Cano, A.: Solving mixed model sequencing problem in assembly lines with serial workstations with work overload minimisation and interruption rules. *European Journal of Operational Research* 210(3), pp. 495-513 (2011). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2010.10.022>
2. Bautista, J., Cano, A., Alfaro, R.: Modeling and solving a variant of the mixed-model sequencing problem with work overload minimisation and regularity constraints. An application in Nissan's Barcelona Plant. *Expert Systems with Applications* 39(12), pp. 11001–11010 (2012). <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.03.024>
3. Bautista, J., Alfaro-Pozo, R., Batalla-García, C.: GRASP for sequencing mixed models in an assembly line with work overload, useless time and production regularity. *Progress in Artificial Intelligence* 5(1), pp. 27-33 (2016). <http://dx.doi.org/10.1007/s13748-015-0071-z>
4. Cano, A.: Modelado y resolución de problemas de secuenciación en contexto JIT/DS mediante BDP. Tesis doctoral UPC. <http://hdl.handle.net/10803/275986> (2014).

Anexo I : Datos del conjunto de instancias Nissan-9Eng.I

$k \setminus i$	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
1	104	100	97	92	100	94	103	109	101
2	103	103	105	107	101	108	106	102	110
3	165	156	164	161	148	156	154	164	155
4	166	175	172	167	168	167	168	156	173
5	111	114	114	115	117	117	115	111	111
6	126	121	122	124	127	130	120	121	134
7	97	96	96	93	96	89	94	101	92
8	100	97	95	106	94	102	103	102	100
9	179	174	173	178	178	171	177	171	174
10	178	172	172	177	178	177	175	173	175
11	161	152	168	167	167	166	172	157	177
12	96	106	105	97	101	100	96	104	96
13	99	101	102	101	99	101	96	102	99
14	147	155	142	154	146	143	154	153	155
15	163	152	156	152	153	152	154	156	156
16	163	185	183	178	169	173	172	182	171
17	173	179	178	169	173	178	174	175	175
18	176	167	181	180	172	173	173	168	184
19	162	150	152	152	160	151	155	148	167
20	164	161	157	159	162	160	162	158	157
21	177	161	154	168	172	170	167	149	169

Tabla I.1. Tiempos de proceso a actividad normal ($p_{i,k}$) en segundos de los 9 tipos de motores ($i \in I$) en las 21 estaciones de trabajo ($k \in K$) del conjunto de instancias Nissan-9Ing.I.

$\varepsilon \in E$	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	4x4	Van	Truck	Total
1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	90	60	120	270
2	30	30	30	45	45	23	23	22	22	90	90	90	270
3	10	10	10	60	60	30	30	30	30	30	120	120	270
4	40	40	40	15	15	30	30	30	30	120	30	120	270
5	40	40	40	60	60	8	8	7	7	120	120	30	270
6	50	50	50	30	30	15	15	15	15	150	60	60	270
7	20	20	20	75	75	15	15	15	15	60	150	60	270
8	20	20	20	30	30	38	38	37	37	60	60	150	270
9	70	70	70	15	15	8	8	7	7	210	30	30	270
10	10	10	10	105	105	8	8	7	7	30	210	30	270
11	10	10	10	15	15	53	53	52	52	30	30	210	270
12	24	23	23	45	45	28	28	27	27	70	90	110	270
13	37	37	36	35	35	23	23	22	22	110	70	90	270
14	37	37	36	45	45	18	18	17	17	110	90	70	270
15	24	23	23	55	55	23	23	22	22	70	110	90	270
16	30	30	30	35	35	28	28	27	27	90	70	110	270
17	30	30	30	55	55	18	18	17	17	90	110	70	270
18	60	60	60	30	30	8	8	7	7	180	60	30	270
19	10	10	10	90	90	15	15	15	15	30	180	60	270
20	20	20	20	15	15	45	45	45	45	60	30	180	270
21	60	60	60	15	15	15	15	15	15	180	30	60	270
22	20	20	20	90	90	8	8	7	7	60	180	30	270
23	10	10	10	30	30	45	45	45	45	30	60	180	270

Tabla I.2. Planes diarios de demanda producto-plan ($d_{i,\varepsilon}$) para las 23 instancias Nissan-9Ing.I ($\varepsilon \in E$).

Anexo II : Secuencias Nissan-9Eng.I mediante GRASP

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 1$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	3	1	2	6	5	4	7	8	9	6
<i>10</i>	7	2	4	1	8	9	5	3	6	5
<i>20</i>	2	4	7	9	8	1	3	7	5	2
<i>30</i>	4	1	8	9	6	3	7	5	2	4
<i>40</i>	1	8	9	6	3	2	4	5	1	8
<i>50</i>	9	7	6	3	5	2	4	1	7	8
<i>60</i>	9	6	3	7	5	2	4	1	8	9
<i>70</i>	6	3	2	4	5	1	8	9	7	6
<i>80</i>	3	5	2	4	1	7	8	9	6	3
<i>90</i>	7	5	2	4	1	8	9	6	3	2
<i>100</i>	4	5	1	8	9	7	6	3	5	2
<i>110</i>	4	1	7	8	9	6	3	7	5	2
<i>120</i>	4	1	8	9	6	3	2	4	5	1
<i>130</i>	8	9	7	6	3	5	2	4	1	7
<i>140</i>	8	9	6	3	7	5	2	4	1	8
<i>150</i>	9	6	3	2	4	5	1	8	9	7
<i>160</i>	6	3	5	2	4	1	7	8	9	6
<i>170</i>	3	7	5	2	4	1	8	9	6	3
<i>180</i>	2	4	5	1	8	9	7	6	3	5
<i>190</i>	2	4	1	7	8	9	6	3	7	5
<i>200</i>	2	4	1	8	9	6	3	2	4	5
<i>210</i>	1	8	9	7	6	3	5	2	4	1
<i>220</i>	7	8	9	6	3	7	5	2	4	1
<i>230</i>	8	9	6	3	2	4	5	1	8	9
<i>240</i>	7	6	3	5	2	4	1	7	8	9
<i>250</i>	6	3	7	5	2	4	1	8	9	6
<i>260</i>	3	5	7	2	4	9	6	8	1	3

Métricas: W = 142
 U = 176080
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 2$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	3	5	8	1	9	2	5	6	4
<i>10</i>	7	6	3	5	2	4	1	8	9	5
<i>20</i>	2	4	1	7	3	6	4	5	8	9
<i>30</i>	5	2	4	1	3	7	5	2	4	1
<i>40</i>	3	7	5	4	6	8	9	6	2	4
<i>50</i>	7	1	3	5	8	9	5	3	2	4
<i>60</i>	5	1	4	7	6	3	5	2	4	1
<i>70</i>	7	8	9	6	3	5	2	4	5	4
<i>80</i>	1	8	9	6	3	5	2	1	8	4
<i>90</i>	1	7	3	6	5	4	7	2	9	5
<i>100</i>	4	2	4	1	8	9	5	3	6	3
<i>110</i>	1	2	4	5	5	4	7	6	3	1
<i>120</i>	8	9	2	4	9	5	5	2	4	7
<i>130</i>	1	3	6	5	8	4	7	9	3	1
<i>140</i>	2	7	4	5	6	3	5	8	4	1
<i>150</i>	8	9	2	4	1	5	2	4	5	7
<i>160</i>	9	3	6	5	3	8	1	4	5	2
<i>170</i>	4	1	3	7	5	4	6	2	9	7
<i>180</i>	6	4	8	1	3	5	2	4	5	1
<i>190</i>	3	6	2	8	4	5	9	7	5	2
<i>200</i>	4	1	8	9	6	7	3	5	2	4
<i>210</i>	5	4	1	8	9	3	7	6	4	5
<i>220</i>	8	9	3	1	2	4	5	7	4	1
<i>230</i>	3	6	5	2	9	3	1	2	4	5
<i>240</i>	7	4	5	6	8	9	6	3	5	2
<i>250</i>	4	1	7	3	5	8	4	1	2	4
<i>260</i>	5	6	9	8	1	3	5	2	4	7

Métricas: W = 404
 U = 175970
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 3$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	5	3	7	6	4	5	8	4
<i>10</i>	5	9	2	5	7	4	6	8	4	7
<i>20</i>	9	5	6	4	5	1	8	9	6	8
<i>30</i>	4	5	1	5	7	4	4	5	3	6
<i>40</i>	5	4	7	8	9	8	5	9	2	4
<i>50</i>	5	7	6	4	7	4	5	8	9	4
<i>60</i>	5	6	3	5	7	4	6	8	9	5
<i>70</i>	2	4	4	7	1	5	8	9	5	4
<i>80</i>	6	5	4	7	8	9	6	2	4	5
<i>90</i>	6	4	5	7	4	1	8	9	5	7
<i>100</i>	4	6	3	5	4	5	8	9	6	4
<i>110</i>	5	8	9	2	4	5	7	1	4	5
<i>120</i>	8	9	7	6	4	5	4	5	6	8
<i>130</i>	9	4	7	3	5	7	4	5	6	8
<i>140</i>	9	4	3	5	5	4	7	8	9	5
<i>150</i>	4	6	2	4	7	5	1	5	4	6
<i>160</i>	9	8	7	9	2	4	5	5	4	6
<i>170</i>	8	4	1	8	9	5	7	4	5	6
<i>180</i>	3	5	7	4	6	4	8	9	5	7
<i>190</i>	5	4	6	8	9	3	5	4	5	7
<i>200</i>	4	6	8	9	2	4	5	5	1	4
<i>210</i>	7	8	9	5	4	6	8	9	5	2
<i>220</i>	4	5	6	4	7	5	1	4	7	4
<i>230</i>	5	8	9	6	6	4	5	8	9	4
<i>240</i>	7	3	5	6	5	4	7	8	9	3
<i>250</i>	5	4	5	7	4	6	8	9	5	2
<i>260</i>	4	5	7	4	6	1	8	9	5	4

Métricas: W = 436
 U = 176198
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 4$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	9	3	6	5	2	4	1	8	7	9
<i>10</i>	6	2	1	3	7	8	1	3	6	9
<i>20</i>	2	2	3	5	7	1	8	4	6	7
<i>30</i>	9	2	1	3	8	1	9	2	6	3
<i>40</i>	3	2	1	7	8	4	7	1	3	5
<i>50</i>	8	9	6	2	7	9	8	1	3	6
<i>60</i>	2	1	3	2	4	5	7	1	8	9
<i>70</i>	6	3	6	2	2	5	1	8	9	7
<i>80</i>	3	3	2	4	1	6	8	9	7	3
<i>90</i>	7	1	8	9	2	4	1	6	3	5
<i>100</i>	9	2	7	8	1	3	6	2	3	6
<i>110</i>	2	5	1	8	9	3	7	9	2	4
<i>120</i>	1	7	8	1	3	6	9	2	4	1
<i>130</i>	7	3	6	2	8	3	6	2	5	1
<i>140</i>	8	9	7	3	8	1	7	9	2	3
<i>150</i>	6	1	2	4	7	5	9	8	1	3
<i>160</i>	6	2	2	1	3	6	5	4	7	9
<i>170</i>	8	1	3	6	7	2	1	8	9	2
<i>180</i>	9	3	2	3	8	4	1	7	6	3
<i>190</i>	6	2	5	1	8	9	7	3	2	4
<i>200</i>	5	1	8	9	7	6	3	8	1	2
<i>210</i>	9	3	2	6	7	1	7	8	9	2
<i>220</i>	1	3	6	2	1	7	8	9	3	6
<i>230</i>	2	4	1	5	7	3	5	8	9	6
<i>240</i>	2	1	3	3	2	4	1	6	8	9
<i>250</i>	7	3	7	1	8	9	2	4	1	6
<i>260</i>	3	5	2	1	8	9	7	3	6	2

Métricas: W = 535
 U = 177922
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 5$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	3	1	2	5	4	6	5	3	8
<i>10</i>	1	4	5	2	4	1	3	5	2	4
<i>20</i>	5	1	3	7	5	2	4	1	3	5
<i>30</i>	4	5	2	4	1	3	6	9	2	4
<i>40</i>	5	9	5	2	4	1	3	5	4	5
<i>50</i>	2	4	1	3	1	2	5	4	5	4
<i>60</i>	3	1	2	5	4	7	3	3	8	4
<i>70</i>	5	1	2	4	1	2	5	4	7	5
<i>80</i>	3	4	1	2	5	4	5	3	9	6
<i>90</i>	3	2	4	1	5	2	4	5	1	3
<i>100</i>	5	2	4	1	4	6	3	5	3	8
<i>110</i>	4	5	1	2	4	5	9	5	2	4
<i>120</i>	1	3	7	5	2	4	1	3	5	4
<i>130</i>	5	2	4	1	3	6	3	2	4	5
<i>140</i>	4	1	5	2	4	1	3	5	3	5
<i>150</i>	2	4	8	4	1	5	2	4	7	1
<i>160</i>	3	5	3	5	2	4	5	4	1	2
<i>170</i>	1	4	7	3	8	5	4	1	2	5
<i>180</i>	4	5	3	6	3	5	4	1	2	9
<i>190</i>	5	2	4	1	3	5	4	2	4	5
<i>200</i>	1	3	5	7	2	4	1	3	5	4
<i>210</i>	2	4	5	1	3	8	9	5	3	2
<i>220</i>	4	5	1	4	2	4	5	1	3	5
<i>230</i>	2	4	1	6	3	5	2	4	5	4
<i>240</i>	1	3	6	3	1	2	4	5	4	1
<i>250</i>	2	5	4	7	5	3	9	8	5	4
<i>260</i>	1	3	5	2	4	1	3	5	2	4

Métricas: W = 868
 U = 176068
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 6$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	2	1	3	5	2	1	3	7
<i>10</i>	8	4	1	6	3	5	2	1	3	2
<i>20</i>	8	3	2	4	1	7	5	2	9	3
<i>30</i>	6	1	3	2	4	5	1	8	9	6
<i>40</i>	2	4	1	3	5	3	1	2	4	1
<i>50</i>	7	2	5	3	2	4	1	5	3	9
<i>60</i>	8	1	3	6	2	3	2	4	1	5
<i>70</i>	7	3	2	8	1	2	4	5	1	3
<i>80</i>	7	5	2	4	1	6	3	9	2	1
<i>90</i>	3	3	2	4	5	1	8	9	3	2
<i>100</i>	4	5	1	7	3	6	2	1	2	4
<i>110</i>	1	7	3	3	2	1	5	4	5	8
<i>120</i>	9	6	2	1	3	3	1	8	9	2
<i>130</i>	2	4	5	1	3	6	3	2	4	5
<i>140</i>	1	7	3	1	2	9	8	1	3	5
<i>150</i>	2	4	7	1	3	5	2	4	1	6
<i>160</i>	3	2	2	3	8	1	9	2	4	5
<i>170</i>	1	3	5	2	4	1	7	3	6	3
<i>180</i>	1	8	9	2	2	4	5	1	3	6
<i>190</i>	3	2	1	5	2	4	1	7	3	5
<i>200</i>	2	4	1	6	3	9	8	1	3	2
<i>210</i>	2	4	1	5	7	3	5	2	1	3
<i>220</i>	7	2	4	1	8	9	3	3	6	1
<i>230</i>	5	2	4	1	2	9	3	2	4	5
<i>240</i>	7	1	3	6	8	1	3	5	2	3
<i>250</i>	2	4	5	1	8	9	6	3	1	2
<i>260</i>	4	1	3	5	2	4	7	1	3	2

Métricas: W = 748
 U = 176172
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 7$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	5	4	9	3	5	8	4	1	2	4
<i>10</i>	5	5	4	7	4	5	3	6	5	4
<i>20</i>	2	4	1	5	8	9	5	4	7	2
<i>30</i>	4	5	4	1	5	6	3	5	7	4
<i>40</i>	5	4	6	2	4	5	4	1	5	8
<i>50</i>	9	3	5	4	5	4	6	8	9	5
<i>60</i>	2	4	5	1	4	4	7	3	5	5
<i>70</i>	4	3	6	5	4	7	1	2	4	5
<i>80</i>	4	5	4	5	8	9	3	5	4	1
<i>90</i>	2	4	5	5	7	4	6	3	5	4
<i>100</i>	5	8	9	2	4	1	5	4	1	2
<i>110</i>	5	4	5	4	3	6	4	5	5	4
<i>120</i>	7	8	9	5	2	4	5	4	1	8
<i>130</i>	9	3	5	4	7	5	4	5	2	4
<i>140</i>	5	1	4	6	3	5	4	5	4	7
<i>150</i>	2	4	1	5	4	3	6	5	4	5
<i>160</i>	8	9	4	5	2	4	1	6	3	5
<i>170</i>	8	4	5	5	7	4	4	5	3	9
<i>180</i>	6	2	4	5	5	4	1	5	4	2
<i>190</i>	4	5	1	8	9	5	4	7	3	6
<i>200</i>	5	4	1	2	5	4	5	4	4	5
<i>210</i>	7	8	9	3	5	4	5	7	4	5
<i>220</i>	2	4	1	3	6	4	5	4	5	8
<i>230</i>	9	3	5	4	5	4	8	9	5	1
<i>240</i>	2	4	5	4	1	6	2	4	5	4
<i>250</i>	5	7	4	6	3	5	5	4	7	2
<i>260</i>	4	5	4	1	8	9	5	3	5	4

Métricas: W = 790
 U = 185210
 Interrupción forzada · LC GRASP L50

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 8$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	7	6	9	3	5	8	7	9	6
<i>10</i>	2	1	4	8	5	9	8	1	6	3
<i>20</i>	5	7	8	9	7	2	4	1	6	8
<i>30</i>	4	5	9	6	3	7	7	2	4	5
<i>40</i>	9	6	8	9	6	7	2	4	1	5
<i>50</i>	8	9	7	3	6	8	1	7	4	6
<i>60</i>	3	5	8	9	5	2	4	7	9	6
<i>70</i>	8	1	3	5	8	9	7	6	6	4
<i>80</i>	2	4	1	7	8	9	5	8	9	7
<i>90</i>	3	5	6	2	4	1	8	7	9	6
<i>100</i>	2	4	7	9	5	6	3	7	8	9
<i>110</i>	5	6	4	6	8	7	9	2	4	1
<i>120</i>	6	3	5	8	9	7	2	4	1	7
<i>130</i>	8	9	6	3	5	2	4	1	8	7
<i>140</i>	9	6	8	5	3	6	5	4	7	7
<i>150</i>	8	9	6	2	4	1	7	8	9	6
<i>160</i>	3	5	8	9	6	4	5	8	1	3
<i>170</i>	7	7	9	2	5	4	9	6	6	3
<i>180</i>	8	4	1	7	8	9	6	2	5	7
<i>190</i>	2	4	5	1	8	9	6	7	3	5
<i>200</i>	6	4	7	8	9	8	7	9	6	2
<i>210</i>	4	1	8	9	5	3	6	5	4	8
<i>220</i>	7	9	7	2	1	3	6	5	4	8
<i>230</i>	7	9	6	8	9	5	2	4	7	1
<i>240</i>	3	6	6	7	4	5	8	9	7	8
<i>250</i>	9	6	5	3	1	7	2	4	1	8
<i>260</i>	9	6	7	3	5	8	9	6	2	4

Métricas: W = 96
 U = 176226
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 9$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	2	1	3	5	2	1	3	3	2	1
<i>10</i>	9	3	1	2	4	6	1	3	2	3
<i>20</i>	2	7	1	8	1	3	2	1	2	3
<i>30</i>	3	2	4	1	5	3	1	2	9	3
<i>40</i>	1	2	2	3	6	5	1	3	2	1
<i>50</i>	2	4	1	3	1	7	3	2	3	2
<i>60</i>	8	1	3	2	1	2	4	1	5	3
<i>70</i>	6	3	1	2	3	2	1	3	2	4
<i>80</i>	1	5	3	1	2	1	3	2	3	2
<i>90</i>	5	1	2	4	1	3	1	2	7	3
<i>100</i>	3	2	6	1	8	1	3	2	3	2
<i>110</i>	1	9	3	2	1	3	2	5	1	2
<i>120</i>	4	1	3	1	2	9	3	2	4	7
<i>130</i>	1	3	1	2	3	2	3	8	1	3
<i>140</i>	2	1	2	5	1	3	2	3	5	1
<i>150</i>	2	4	7	1	3	6	3	2	1	3
<i>160</i>	2	1	3	2	1	2	4	5	1	3
<i>170</i>	6	3	2	1	9	3	2	1	3	2
<i>180</i>	1	8	1	3	5	2	3	2	1	3
<i>190</i>	2	1	3	7	1	2	4	1	2	9
<i>200</i>	3	3	2	4	1	5	2	1	3	3
<i>210</i>	2	8	1	3	2	1	3	2	1	2
<i>220</i>	4	5	1	3	6	3	1	2	3	2
<i>230</i>	1	3	1	7	2	2	1	5	3	3
<i>240</i>	2	8	1	3	2	1	3	9	1	2
<i>250</i>	4	1	3	6	2	3	2	1	3	1
<i>260</i>	2	4	7	1	3	5	2	1	2	3

Métricas: W = 1235
 U = 176354
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 10$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	5	4	5	9	3	5	4	8	4
<i>10</i>	5	4	5	1	5	4	4	5	2	4
<i>20</i>	5	5	4	5	4	5	4	6	3	5
<i>30</i>	4	5	4	7	4	5	1	4	5	5
<i>40</i>	4	5	2	4	7	5	4	5	4	5
<i>50</i>	4	4	5	8	9	4	5	1	4	5
<i>60</i>	5	4	4	5	5	4	3	6	4	5
<i>70</i>	5	4	5	4	5	2	4	7	5	4
<i>80</i>	4	1	5	4	5	2	4	5	5	4
<i>90</i>	4	5	4	5	6	3	5	4	4	5
<i>100</i>	5	4	4	5	8	9	4	5	5	4
<i>110</i>	5	4	3	6	4	5	1	5	4	5
<i>120</i>	4	5	2	4	4	5	4	7	5	4
<i>130</i>	5	4	5	4	5	6	3	5	4	7
<i>140</i>	5	4	4	5	5	4	5	4	8	9
<i>150</i>	5	4	5	2	4	5	4	1	4	5
<i>160</i>	5	4	5	4	5	4	8	9	4	5
<i>170</i>	3	5	4	5	4	1	5	4	5	4
<i>180</i>	5	2	4	4	5	5	4	5	4	7
<i>190</i>	2	4	5	1	4	5	5	4	4	5
<i>200</i>	5	4	6	3	5	4	7	5	4	4
<i>210</i>	5	5	4	4	5	8	9	5	4	4
<i>220</i>	5	4	5	4	5	3	6	5	4	5
<i>230</i>	4	4	5	8	9	5	4	2	4	5
<i>240</i>	5	4	1	5	4	5	4	5	2	4
<i>250</i>	5	4	7	5	4	5	4	5	4	5
<i>260</i>	4	6	3	5	4	1	5	4	5	4

Métricas: W = 1246
 U = 185788
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 11$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	6	4	9	8	5	7	6	8	7	9
<i>10</i>	6	3	1	8	7	9	7	8	9	6
<i>20</i>	8	7	9	6	2	4	7	6	5	9
<i>30</i>	8	7	9	8	6	7	8	4	5	9
<i>40</i>	6	8	7	9	6	3	1	8	7	9
<i>50</i>	6	8	9	2	7	6	6	2	4	1
<i>60</i>	7	8	9	5	8	6	7	9	8	7
<i>70</i>	9	6	8	7	9	6	3	6	5	4
<i>80</i>	8	7	9	7	8	9	6	3	8	7
<i>90</i>	9	6	6	2	4	1	7	8	9	7
<i>100</i>	5	6	8	9	8	6	7	7	9	6
<i>110</i>	5	4	6	8	9	7	8	7	9	8
<i>120</i>	9	6	6	7	3	8	1	7	9	8
<i>130</i>	9	6	2	7	6	3	8	6	5	9
<i>140</i>	7	8	4	7	5	9	6	8	9	7
<i>150</i>	8	9	6	6	2	4	1	7	8	9
<i>160</i>	7	6	3	7	8	9	8	9	6	6
<i>170</i>	2	4	1	7	7	8	9	5	6	8
<i>180</i>	9	6	7	8	4	5	9	6	7	8
<i>190</i>	7	9	6	6	9	8	7	9	8	7
<i>200</i>	5	3	6	7	9	6	8	9	6	2
<i>210</i>	4	1	8	7	7	9	8	6	4	6
<i>220</i>	1	8	9	7	6	8	9	7	8	9
<i>230</i>	6	5	3	7	7	8	9	6	8	5
<i>240</i>	9	2	4	7	6	7	9	6	8	7
<i>250</i>	9	6	8	4	7	1	8	9	6	8
<i>260</i>	9	6	7	3	5	7	8	9	6	2

Métricas: W = 124
 U = 176766
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 12$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	3	5	7	8	4	6	1	2
<i>10</i>	5	9	2	5	4	7	6	3	5	8
<i>20</i>	7	4	1	6	3	5	4	8	7	9
<i>30</i>	2	4	5	1	8	9	6	2	4	5
<i>40</i>	1	8	9	7	6	3	5	4	6	7
<i>50</i>	3	5	2	4	5	4	1	8	9	6
<i>60</i>	8	9	2	4	1	5	3	7	6	4
<i>70</i>	5	8	9	2	4	5	1	7	4	7
<i>80</i>	6	3	5	8	9	5	3	1	2	4
<i>90</i>	1	5	4	6	8	7	9	6	3	5
<i>100</i>	2	4	7	1	4	5	8	9	4	5
<i>110</i>	6	8	7	9	3	6	5	2	4	1
<i>120</i>	3	5	7	2	4	1	4	5	8	9
<i>130</i>	7	8	9	6	3	5	7	4	2	4
<i>140</i>	5	1	6	3	5	8	9	7	2	4
<i>150</i>	5	4	1	6	8	9	6	2	4	1
<i>160</i>	5	3	5	7	4	7	8	9	6	2
<i>170</i>	4	9	5	6	3	5	2	4	1	8
<i>180</i>	4	1	7	8	9	5	3	6	5	2
<i>190</i>	4	1	7	7	4	6	3	5	8	9
<i>200</i>	5	2	4	7	4	1	3	5	8	9
<i>210</i>	6	3	7	5	2	4	5	1	8	9
<i>220</i>	6	4	8	9	5	2	4	1	7	4
<i>230</i>	6	6	3	5	8	9	5	2	4	1
<i>240</i>	4	7	7	6	3	5	8	9	5	3
<i>250</i>	8	4	1	7	6	2	4	5	9	5
<i>260</i>	7	4	6	8	9	2	4	5	1	3

Métricas: W = 284
 U = 176053
 Interrupción forzada · LC GRASP L50

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 13$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	3	1	2	4	5	7	9	6	2	4
<i>10</i>	1	8	9	3	7	5	3	1	2	6
<i>20</i>	5	4	8	1	3	5	2	4	7	1
<i>30</i>	3	5	8	9	6	2	4	1	6	3
<i>40</i>	7	5	2	4	1	8	9	6	3	8
<i>50</i>	2	4	5	7	9	5	2	4	1	3
<i>60</i>	7	5	2	4	1	6	3	8	1	9
<i>70</i>	2	5	4	7	3	6	3	2	4	5
<i>80</i>	1	8	9	2	4	5	7	1	3	6
<i>90</i>	8	1	2	4	9	5	6	3	1	8
<i>100</i>	9	2	1	3	7	5	4	7	2	4
<i>110</i>	1	6	3	5	2	4	1	7	3	5
<i>120</i>	8	9	6	3	2	2	4	1	5	8
<i>130</i>	9	7	6	3	5	2	4	1	2	4
<i>140</i>	1	7	3	5	8	9	6	8	9	3
<i>150</i>	2	4	5	1	2	1	3	5	4	7
<i>160</i>	6	2	4	1	3	7	5	8	9	6
<i>170</i>	3	5	2	4	1	8	9	5	3	6
<i>180</i>	2	4	1	7	8	1	3	5	2	4
<i>190</i>	1	6	3	5	7	3	9	2	4	1
<i>200</i>	7	8	9	5	2	4	1	3	6	2
<i>210</i>	3	6	2	4	5	1	8	9	3	1
<i>220</i>	2	4	5	7	5	3	1	4	7	8
<i>230</i>	9	6	2	4	1	6	2	9	5	3
<i>240</i>	5	2	4	1	7	8	9	3	6	3
<i>250</i>	8	5	1	2	4	1	2	4	7	7
<i>260</i>	9	5	3	6	8	1	3	5	2	4

Métricas: W = 399
 U = 184665
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 14$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	3	5	7	2	4	1	6	3
<i>10</i>	5	2	4	1	8	1	3	5	8	9
<i>20</i>	2	5	4	1	2	4	5	7	6	3
<i>30</i>	6	3	2	4	1	5	8	9	5	2
<i>40</i>	4	1	4	7	3	5	3	8	5	1
<i>50</i>	2	4	1	2	4	7	5	9	6	3
<i>60</i>	5	2	4	1	3	9	5	2	4	7
<i>70</i>	1	3	6	2	4	3	8	5	4	5
<i>80</i>	1	8	9	6	2	4	1	3	5	7
<i>90</i>	2	4	1	6	3	5	2	4	7	1
<i>100</i>	3	5	4	5	8	9	6	2	4	1
<i>110</i>	3	5	7	2	4	1	8	9	5	3
<i>120</i>	5	2	4	1	6	3	1	8	9	2
<i>130</i>	4	5	1	3	7	5	4	2	4	1
<i>140</i>	6	3	5	3	2	8	4	5	7	1
<i>150</i>	2	4	5	9	6	3	5	2	4	1
<i>160</i>	7	3	5	2	4	7	1	3	5	2
<i>170</i>	4	1	8	9	6	3	2	4	5	1
<i>180</i>	3	8	5	4	1	6	2	4	5	9
<i>190</i>	7	2	4	1	3	5	8	9	5	2
<i>200</i>	4	1	3	7	5	2	4	1	6	3
<i>210</i>	5	3	6	9	2	4	1	8	1	2
<i>220</i>	5	4	5	3	7	7	8	4	1	3
<i>230</i>	6	5	4	2	4	5	1	3	9	2
<i>240</i>	4	5	1	8	9	6	3	5	2	4
<i>250</i>	1	7	3	5	2	4	1	7	4	6
<i>260</i>	2	9	3	5	8	1	3	5	2	4

Métricas: $W = 543$
 $U = 176973$
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 15$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	3	5	5	4	6	2	1	8
<i>10</i>	4	7	9	8	5	6	4	5	3	1
<i>20</i>	2	4	5	7	4	5	3	6	1	8
<i>30</i>	4	7	5	9	2	4	1	6	3	5
<i>40</i>	8	9	2	4	5	4	7	7	5	2
<i>50</i>	4	1	5	8	9	5	3	6	4	3
<i>60</i>	1	7	5	4	6	2	4	1	5	4
<i>70</i>	6	8	9	5	3	5	2	4	9	5
<i>80</i>	7	4	7	6	3	8	5	4	1	2
<i>90</i>	4	1	5	4	5	8	9	6	3	7
<i>100</i>	5	2	4	5	4	1	8	9	6	3
<i>110</i>	5	2	4	1	8	5	7	4	4	5
<i>120</i>	6	3	9	5	2	4	7	5	4	1
<i>130</i>	8	9	6	3	7	5	2	4	9	5
<i>140</i>	7	4	5	6	3	8	1	4	5	2
<i>150</i>	4	1	4	5	8	9	6	2	4	7
<i>160</i>	9	5	3	8	4	5	5	4	1	7
<i>170</i>	3	6	9	2	4	5	4	1	8	6
<i>180</i>	5	3	5	2	4	1	4	7	8	9
<i>190</i>	5	2	4	5	1	3	6	4	5	7
<i>200</i>	7	4	5	8	9	6	3	5	2	4
<i>210</i>	1	6	3	5	8	4	5	9	2	4
<i>220</i>	1	5	4	7	7	4	5	8	9	6
<i>230</i>	2	4	1	3	5	5	4	7	6	3
<i>240</i>	5	8	9	2	4	5	1	2	4	1
<i>250</i>	4	5	8	7	9	6	3	5	2	4
<i>260</i>	5	1	3	6	7	4	8	9	5	4

Métricas: W = 461
 U = 176083
 Interrupción forzada · LC GRASP L50

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 16$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	2	1	3	5	8	7	4	6
<i>10</i>	5	3	1	8	7	6	2	4	5	9
<i>20</i>	6	7	2	4	1	3	5	8	9	6
<i>30</i>	3	1	8	7	9	2	5	2	4	1
<i>40</i>	6	3	5	7	4	8	9	5	2	4
<i>50</i>	1	6	3	7	8	1	2	4	9	6
<i>60</i>	5	3	7	9	2	4	1	5	8	7
<i>70</i>	9	3	6	5	8	4	1	3	5	2
<i>80</i>	4	1	7	3	6	5	8	9	2	4
<i>90</i>	1	7	8	9	6	3	5	7	2	4
<i>100</i>	1	6	3	5	8	9	2	4	5	7
<i>110</i>	4	1	3	6	9	2	4	5	1	8
<i>120</i>	9	6	3	7	2	8	4	5	6	1
<i>130</i>	3	5	2	4	7	9	6	3	8	4
<i>140</i>	5	1	2	7	9	2	4	1	5	8
<i>150</i>	9	6	3	7	5	3	6	8	1	2
<i>160</i>	4	7	1	8	9	2	4	5	7	5
<i>170</i>	3	9	6	3	8	2	4	1	6	5
<i>180</i>	3	7	2	4	1	5	4	7	8	9
<i>190</i>	6	2	4	1	8	9	6	3	5	7
<i>200</i>	8	9	2	4	5	1	3	7	6	2
<i>210</i>	4	1	8	9	5	3	1	2	4	5
<i>220</i>	7	6	6	4	3	1	8	7	9	2
<i>230</i>	5	4	5	3	6	7	9	2	3	8
<i>240</i>	4	5	1	7	8	9	6	2	4	1
<i>250</i>	6	3	5	3	1	8	7	9	2	5
<i>260</i>	4	6	7	3	5	8	9	1	2	4

Métricas: W = 255
 U = 176001
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 17$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	3	5	2	5	1	4	7	6
<i>10</i>	3	8	1	4	5	2	4	9	6	5
<i>20</i>	3	5	2	4	7	1	4	8	5	4
<i>30</i>	5	3	7	1	2	4	1	6	3	5
<i>40</i>	8	9	2	4	5	7	5	4	6	3
<i>50</i>	5	2	4	1	5	2	4	1	4	5
<i>60</i>	8	9	3	1	2	4	5	7	4	5
<i>70</i>	3	6	8	5	9	2	4	1	5	3
<i>80</i>	6	7	4	5	2	4	1	8	9	3
<i>90</i>	1	2	4	5	5	4	7	3	6	3
<i>100</i>	4	5	1	8	9	2	4	5	4	1
<i>110</i>	2	5	4	5	7	3	6	9	2	4
<i>120</i>	5	8	4	1	5	3	6	3	1	2
<i>130</i>	4	7	5	4	5	7	3	5	2	4
<i>140</i>	1	8	9	5	2	4	1	4	6	8
<i>150</i>	9	5	3	6	5	3	2	4	7	5
<i>160</i>	4	1	2	4	1	5	4	6	3	5
<i>170</i>	8	9	3	1	2	4	5	7	4	5
<i>180</i>	6	3	5	2	4	1	7	4	5	8
<i>190</i>	9	2	4	1	3	7	5	4	5	8
<i>200</i>	9	5	2	4	1	3	6	5	8	4
<i>210</i>	1	3	6	5	4	2	4	5	7	9
<i>220</i>	2	4	1	3	5	5	2	4	1	3
<i>230</i>	7	4	5	6	8	9	3	1	2	5
<i>240</i>	4	5	8	9	6	4	2	4	5	1
<i>250</i>	3	5	2	4	7	7	4	1	6	3
<i>260</i>	5	8	9	5	2	4	1	5	3	4

Métricas: W = 556
 U = 184904
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 18$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	2	5	3	1	2	4	1	3	6	3
<i>10</i>	1	2	5	3	2	4	1	9	8	1
<i>20</i>	3	5	2	1	3	2	4	3	5	1
<i>30</i>	2	4	7	1	3	2	2	4	5	1
<i>40</i>	3	3	2	8	1	3	2	4	5	1
<i>50</i>	2	1	3	7	2	4	1	5	3	6
<i>60</i>	3	2	1	9	3	2	1	3	2	4
<i>70</i>	5	1	2	4	1	6	3	5	3	1
<i>80</i>	2	9	3	2	4	1	5	2	1	3
<i>90</i>	7	2	1	3	3	5	1	2	4	1
<i>100</i>	2	5	3	3	2	4	1	7	5	2
<i>110</i>	4	1	3	3	2	8	1	3	2	8
<i>120</i>	1	2	4	5	1	3	6	3	2	1
<i>130</i>	2	4	1	5	3	6	3	1	2	5
<i>140</i>	3	2	4	1	7	3	1	2	4	1
<i>150</i>	3	5	2	9	3	2	5	1	3	1
<i>160</i>	2	4	1	2	9	3	3	2	4	5
<i>170</i>	1	2	1	3	5	2	4	1	6	3
<i>180</i>	3	2	4	1	8	1	3	5	2	3
<i>190</i>	2	4	5	1	7	3	1	2	5	3
<i>200</i>	1	2	4	1	3	6	2	8	1	2
<i>210</i>	3	3	2	4	5	1	2	4	1	3
<i>220</i>	1	2	9	5	3	7	3	1	2	4
<i>230</i>	1	2	5	3	3	2	4	1	1	2
<i>240</i>	5	3	7	5	3	1	2	4	1	3
<i>250</i>	6	2	3	2	1	8	1	3	5	2
<i>260</i>	4	5	1	2	9	3	3	1	2	4

Métricas: W = 1067
 U = 176135
 Interrupción forzada · LC GRASP L50

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 19$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	5	6	4	5	3	5	4	5
<i>10</i>	2	4	4	7	5	5	4	8	5	4
<i>20</i>	6	1	5	4	4	7	5	4	5	8
<i>30</i>	9	4	5	4	5	3	6	5	4	2
<i>40</i>	4	5	1	4	5	5	7	4	5	4
<i>50</i>	8	9	4	5	4	5	8	9	4	5
<i>60</i>	2	4	5	7	4	5	5	1	4	4
<i>70</i>	5	6	3	5	4	5	4	8	9	5
<i>80</i>	4	5	4	7	5	4	6	2	4	5
<i>90</i>	4	5	1	5	4	8	9	4	5	4
<i>100</i>	7	5	5	4	6	3	5	4	7	5
<i>110</i>	4	2	4	5	6	5	4	4	5	8
<i>120</i>	9	5	4	5	4	1	4	5	6	3
<i>130</i>	5	4	4	5	7	5	4	8	9	4
<i>140</i>	5	4	5	3	6	4	5	7	5	4
<i>150</i>	5	4	8	9	5	4	5	2	4	5
<i>160</i>	4	1	5	4	3	6	5	4	4	5
<i>170</i>	7	4	5	8	9	5	4	5	2	4
<i>180</i>	4	1	5	5	4	8	9	5	4	7
<i>190</i>	5	4	5	1	4	5	4	6	2	4
<i>200</i>	5	7	4	5	5	4	6	3	5	4
<i>210</i>	5	4	8	9	5	4	4	5	3	6
<i>220</i>	5	4	2	4	5	5	4	7	4	5
<i>230</i>	8	9	5	4	4	5	8	9	5	4
<i>240</i>	5	4	1	5	7	4	4	5	1	5
<i>250</i>	4	6	2	4	5	4	5	7	4	5
<i>260</i>	8	9	5	4	5	4	3	6	5	4

Métricas: W = 971
 U = 176128
 Interrupción forzada · LC GRASP L50

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 20$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	3	5	8	7	9	6	2	4	7	9
<i>10</i>	6	8	1	8	7	9	6	2	4	1
<i>20</i>	7	8	9	6	3	7	5	8	9	6
<i>30</i>	8	7	9	6	3	2	6	4	1	7
<i>40</i>	8	9	7	5	8	9	6	3	7	8
<i>50</i>	1	9	2	6	5	4	7	8	9	6
<i>60</i>	8	9	6	7	3	2	7	1	8	9
<i>70</i>	6	3	6	2	1	7	9	8	8	7
<i>80</i>	9	6	2	4	1	5	8	9	7	6
<i>90</i>	3	7	5	9	6	8	4	7	6	9
<i>100</i>	8	1	8	9	6	3	7	2	6	2
<i>110</i>	1	7	9	8	5	4	7	8	9	6
<i>120</i>	7	3	8	9	6	3	6	9	2	1
<i>130</i>	7	8	4	5	7	9	6	8	9	6
<i>140</i>	3	7	2	8	6	1	8	4	7	9
<i>150</i>	5	8	9	7	6	3	1	8	7	9
<i>160</i>	2	6	5	4	7	8	9	6	8	7
<i>170</i>	9	6	3	2	7	1	8	9	6	3
<i>180</i>	6	2	5	7	9	8	4	1	6	8
<i>190</i>	9	7	8	9	7	6	3	2	6	1
<i>200</i>	8	4	7	9	7	5	8	9	6	3
<i>210</i>	1	8	7	9	6	2	6	5	4	8
<i>220</i>	7	9	7	8	9	6	2	1	3	8
<i>230</i>	7	9	6	3	6	9	2	1	7	8
<i>240</i>	4	5	7	9	6	8	7	9	8	1
<i>250</i>	3	6	7	8	9	6	2	4	7	5
<i>260</i>	1	8	9	6	8	7	9	6	3	2

Métricas: $W = 234$
 $U = 176966$
 Interrupción forzada · LC GRASP L25

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 21$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	9	2	4	1	3	1	2	5	3	6
<i>10</i>	3	2	7	1	8	1	3	2	3	2
<i>20</i>	1	8	1	3	7	9	2	6	1	3
<i>30</i>	2	2	4	1	5	3	5	3	1	2
<i>40</i>	4	6	1	3	2	2	1	7	9	3
<i>50</i>	3	2	1	8	1	7	3	6	2	3
<i>60</i>	2	8	1	3	2	4	1	1	2	9
<i>70</i>	5	3	8	1	3	6	2	3	2	4
<i>80</i>	1	7	9	2	1	3	5	3	1	2
<i>90</i>	3	2	6	5	1	3	2	1	7	2
<i>100</i>	4	1	3	1	8	9	2	3	2	8
<i>110</i>	1	3	3	7	1	2	4	5	1	2
<i>120</i>	9	3	6	3	2	1	6	3	2	1
<i>130</i>	3	2	4	1	7	8	1	3	5	2
<i>140</i>	9	3	2	1	3	6	2	8	1	2
<i>150</i>	1	5	3	3	2	1	9	3	1	2
<i>160</i>	4	7	1	2	9	5	3	7	3	1
<i>170</i>	2	4	1	2	6	3	3	2	1	8
<i>180</i>	1	8	9	2	3	2	1	5	3	6
<i>190</i>	3	2	1	3	2	4	1	7	8	1
<i>200</i>	3	6	2	2	5	1	3	3	2	4
<i>210</i>	1	7	9	2	1	3	3	2	1	7
<i>220</i>	3	2	4	5	1	3	6	8	1	2
<i>230</i>	9	3	2	1	8	1	3	6	2	3
<i>240</i>	2	1	7	9	3	2	1	3	2	4
<i>250</i>	5	1	6	3	5	2	1	3	9	2
<i>260</i>	1	3	2	1	8	1	7	3	2	4

Métricas: W = 943
 U = 185066
 Interrupción forzada · LC GRASP L100

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 22$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	4	9	5	4	5	3	6	5	4	2
<i>10</i>	4	5	4	1	5	2	4	5	5	1
<i>20</i>	4	7	4	5	4	5	3	8	5	4
<i>30</i>	4	5	1	5	4	3	6	5	4	5
<i>40</i>	2	4	5	4	1	2	4	5	5	4
<i>50</i>	7	4	5	3	8	5	4	5	4	1
<i>60</i>	3	5	4	5	2	4	5	7	4	4
<i>70</i>	5	3	9	5	4	5	2	4	4	5
<i>80</i>	1	5	4	1	2	4	5	5	4	6
<i>90</i>	3	5	4	5	2	4	5	4	1	3
<i>100</i>	5	4	5	4	8	9	5	4	5	2
<i>110</i>	4	7	4	5	5	4	1	4	5	3
<i>120</i>	6	5	4	5	4	2	4	1	5	4
<i>130</i>	3	5	5	4	8	9	5	4	4	5
<i>140</i>	2	4	5	1	4	5	3	6	5	4
<i>150</i>	5	2	4	1	5	4	3	5	4	5
<i>160</i>	7	4	4	5	3	8	5	4	5	4
<i>170</i>	1	2	4	5	5	4	6	3	5	4
<i>180</i>	9	5	4	5	4	2	4	5	1	4
<i>190</i>	5	2	4	5	1	4	5	3	8	5
<i>200</i>	4	4	7	5	4	3	5	7	5	4
<i>210</i>	4	1	5	2	4	5	5	9	4	5
<i>220</i>	4	6	3	5	4	5	2	4	4	1
<i>230</i>	5	5	4	3	9	5	4	5	2	4
<i>240</i>	5	4	1	2	4	5	5	4	1	4
<i>250</i>	8	5	4	5	3	4	5	1	2	4
<i>260</i>	5	5	4	7	4	5	3	6	5	4

Métricas: W = 1084
 U = 176251
 Interrupción forzada · LC GRASP L50

Secuencia Plan de demanda : $\varepsilon = 23$

<i>Orden</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	9	6	5	8	4	7	9	8	1	3
<i>10</i>	7	6	7	8	4	5	9	6	8	6
<i>20</i>	9	2	5	7	7	6	4	8	9	5
<i>30</i>	8	9	6	2	4	7	5	9	6	4
<i>40</i>	8	7	9	6	8	1	4	7	8	9
<i>50</i>	5	6	3	7	6	4	5	8	9	7
<i>60</i>	8	9	6	3	7	5	2	4	7	9
<i>70</i>	6	8	1	4	7	6	8	9	5	6
<i>80</i>	8	9	7	2	4	7	9	6	5	8
<i>90</i>	9	7	6	8	4	1	8	9	5	3
<i>100</i>	7	6	6	4	5	8	9	7	7	8
<i>110</i>	9	6	3	5	6	4	8	7	9	5
<i>120</i>	8	7	9	6	2	4	7	1	4	6
<i>130</i>	8	9	5	6	8	9	7	2	4	7
<i>140</i>	9	6	5	8	9	7	6	8	4	1
<i>150</i>	8	9	5	3	7	6	6	4	5	8
<i>160</i>	7	9	7	8	9	6	3	5	6	4
<i>170</i>	8	7	9	5	8	7	9	6	2	4
<i>180</i>	6	7	4	1	8	9	7	5	8	9
<i>190</i>	6	4	5	6	8	9	7	2	4	7
<i>200</i>	9	5	6	8	9	8	1	3	7	6
<i>210</i>	5	4	6	8	9	7	7	3	5	8
<i>220</i>	9	6	1	6	4	8	7	9	5	6
<i>230</i>	4	8	7	9	6	7	8	9	2	4
<i>240</i>	5	7	6	1	8	9	5	8	7	9
<i>250</i>	4	6	6	8	7	9	2	4	7	9
<i>260</i>	5	8	6	5	3	7	6	8	4	9

Métricas: W = 107
 U = 176534
 Interrupción forzada · LC GRASP L50