

1. Explicación del modelo

Conjuntos

El modelo cuenta con dos conjuntos el primero es FProductos que hace referencia al portafolio de familias de productos de LA EMPRESA, en total son 30 familias. El segundo conjunto son las estanterías en las que se pueden almacenar productos, la bodega tiene 42 estanterías agrupadas en 6 racks (del 3 al 8)

FProductos $i \{1..30\}$

Estanterías $j \{1..42\}$

Parámetros

Los parámetros del modelo se detallan a continuación.

VP_i Volumen en cm^3 del producto i , se tuvo en cuenta las dimensiones de las cajas de las diferentes referencias de productos que pertenecen a la familia y se hizo un promedio para obtener una medida representativa.

$CapV_j$ Capacidad en cm^3 de la estantería j , se calculó el volumen de una sola ubicación y se multiplicó por el número de ubicaciones que tiene cada estantería para encontrar la capacidad.

TD_j Tiempo que se demora en ir a la estantería j y poner la mercancía en zona de despacho, se realizó un promedio del tiempo de desplazamiento para alcanzar las ubicaciones para cada estantería desde la zona de despacho.

TS_j Tiempo que se demora en subir a la estantería j , se realizó un promedio del tiempo de subir el montacargas y sacar la mercancía para las ubicaciones para cada estantería, es importante resaltar que las estanterías se distribuyen en 6 racks, los cuales unos están delante de otros, ocasionando que si la estantería está ubicada en un rack trasero se deba sacar previamente la mercancía del rack delantero, aumentando el tiempo de realizar esta acción, esto explica la diferencia de tiempos promedio de subida entre una estantería y otra.

TB_j Tiempo que se demora en bajar de la estantería j , se realizó un promedio del tiempo para bajar la mercancía con el montacargas de las ubicaciones para cada estantería.

O_i Ordenes promedio mensual del producto i , se calculó un promedio de las órdenes mensuales para cada familia de productos.

CP_i Cantidad promedio mensual del producto i almacenada, se calculó el total promedio de unidades de productos que pertenecen a cada familia.

Variables de decisión

X_{ij} Cantidad de producto i a almacenar en la estantería j

Y_{ij} 1 si asignó producto i en la estantería j , 0 en otro caso

La variable Y_{ij} es binaria y se encarga de decidir dónde la variable X_{ij} debe almacenar referencias de los productos en las diferentes estanterías.

Función objetivo

Se debe minimizar el tiempo de alistamiento de los pedidos, por medio de la asignación de ubicaciones óptimas de las familias de productos la función objetivo para lograrlo se muestra a continuación.

$$\sum_i \sum_j (TD_j + TS_j + TB_j) * O_i * \frac{X_{ij}}{CP_i}$$

En esta función objetivo, el tiempo está representado por las variables TD (tiempo que se demora en ir a la estantería), TS (tiempo que se demora en subir a la estantería) y TB (tiempo que se demora en bajar de la estantería), estos parámetros se multiplican por O_i (la cantidad de órdenes promedio mensuales por familia de producto) y por $\frac{X_{ij}}{CP_i}$ (la proporción de la cantidad producto almacenado de cada familia en una estantería sobre la cantidad mensual promedio de la familia de producto), con el fin de que exista una relación entre la proporción de producto almacenado en una ubicación específica y la cantidad de órdenes. A modo de ejemplo si CP1 es 200 eso significa que en total hay 200 unidades promedio mensuales del producto de la familia 1 y si X13 es 50 quiere decir que el 25% $((50/200)*100 = 25\%)$ de los productos de la familia 1 están ubicados en la estantería 3, razón por la cual el 25% de las órdenes mensuales promedio de la familia de producto 1 (O1) tendrán el tiempo de alistamiento de la estantería 3. El TD de la estantería 3 corresponde a 57.63 segundos el TS corresponde a 13.28 segundos y TB es de 4.86 segundos, lo cual da un total de 75,77 segundos y si se reciben en promedio 23 órdenes de la familia 1 esto nos daría como resultado 435,67 segundos $(75,77*23*25\%=435,67)$

Restricciones

R1 Se debe asignar la familia de producto en alguna estantería, cada familia i como mínimo se tiene que almacenar una vez en una estantería j

$$\sum_j Y_{ij} \geq 1 \forall i$$

R2 Solo se puede poner familias en las estanterías que se le asignaron, si se asigna la familia i en la estantería j si se podrán almacenar cajas, de lo contrario la cantidad de cajas que se podrán asignar a la estantería j es 0

$$X_{ij} \leq CP_i * Y_{ij} \forall i, j$$

R3 Restricción de capacidad de volumen, el volumen de la cantidad de cajas de la familia i que se almacenen en cada estantería j debe ser inferior a la capacidad en cm^3 de dicha estantería.

$$\sum_i VP_i * X_{ij} \leq CapV_j \forall j$$

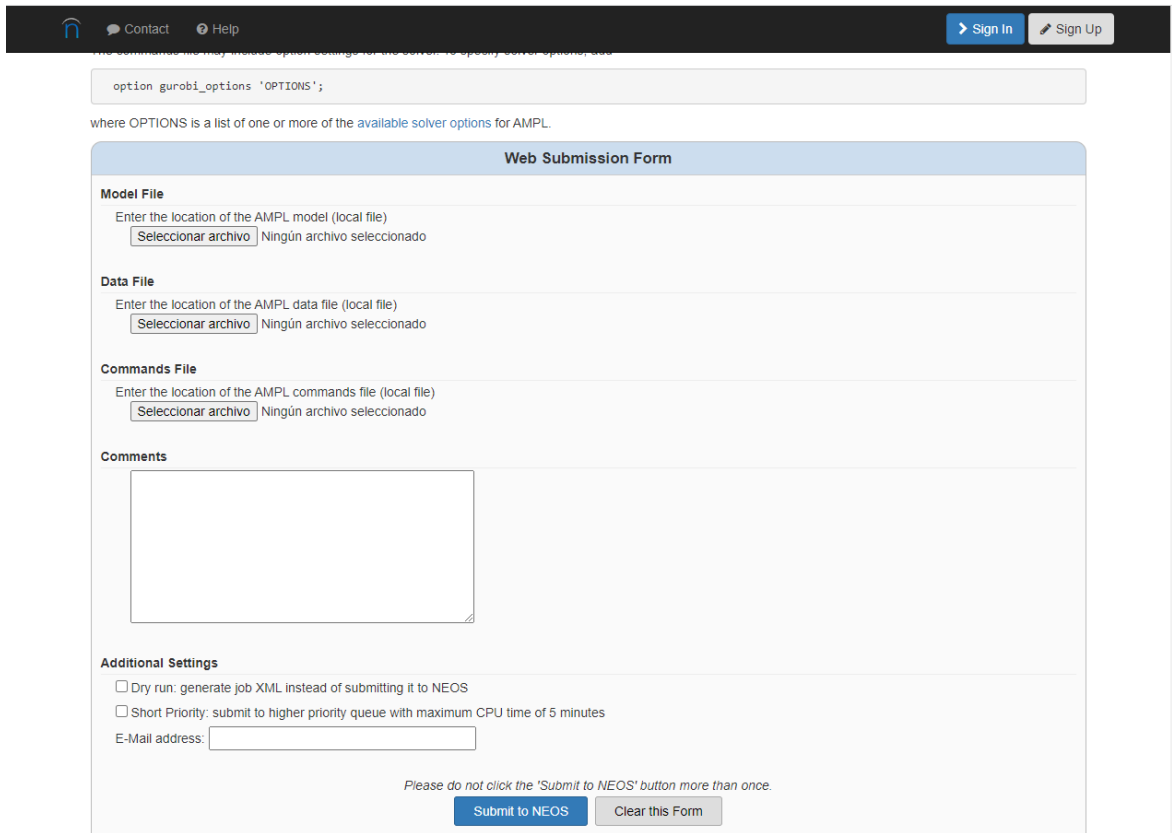
R4 El producto de la familia i almacenado en las estanterías j debe ser igual a el total del producto disponible para cada familia.

$$\sum_j X_{ij} \geq CP_i \forall i$$

2. Qué hacer para obtener resultados del modelo

Para poder obtener las ubicaciones óptimas en donde se deben almacenar las familias de los productos es necesario utilizar el software Neos Solver en el siguiente link: <https://neos-server.org/neos/solvers/milp:Gurobi/AMPL.html>. Por otra parte también es necesario emplear los Anexos 40, 41 y 42 en donde se encuentra el código que el software emplea para encontrar los resultados, es importante resaltar que cada vez que llegue un cargamento nuevo de productos se deben editar los parámetros CP y O, puesto que las órdenes mensuales promedio (O) pueden cambiar dependiendo de las necesidades de los clientes y la cantidad promedio de producto (CP), también puede variar dependiendo de la disponibilidad de mercancía que haya en la bodega, dichas variaciones podrían generar que el modelo arroje diferentes

resultados. La explicación de cómo editar estos parámetros está en la sección 3 “Explicación para modificar parámetros” específicamente de la página 10 a la 11 del presente manual. La página Web del software se observa de la siguiente manera, ver fig.62.



option gurobi_options 'OPTIONS';

where OPTIONS is a list of one or more of the available solver options for AMPL.

Web Submission Form

Model File
Enter the location of the AMPL model (local file)
 Ningún archivo seleccionado

Data File
Enter the location of the AMPL data file (local file)
 Ningún archivo seleccionado

Commands File
Enter the location of the AMPL commands file (local file)
 Ningún archivo seleccionado

Comments

Additional Settings

Dry run: generate job XML instead of submitting it to NEOS

Short Priority: submit to higher priority queue with maximum CPU time of 5 minutes

E-Mail address:

Please do not click the "Submit to NEOS" button more than once.

Fig.62. Página web del software ampl

Posteriormente se deben cargar los anexos a la página, el anexo 40 se carga en “Model File”, el anexo 41 se carga en “Commands File” y el anexo 42 se carga en “Data File”. Ver Fig.63..

Model File
Enter the location of the AMPL model (local file)
Seleccionar archivo Anexo 40 Mo...021-2-107.txt

Data File
Enter the location of the AMPL data file (local file)
Seleccionar archivo Anexo 42 Da...021-2-107.txt

Commands File
Enter the location of the AMPL commands file (local file)
Seleccionar archivo Anexo 41 Co...021-2-107.txt

Fig.63. Ventana para subir los archivos

Después de cargar los archivos se debe añadir un correo electrónico en la opción “E-Mail address” para enviar los resultados. Ver fig.64.

Additional Settings

Dry run: generate job XML instead of submitting it to NEOS

Short Priority: submit to higher priority queue with maximum CPU time of 5 minutes

E-Mail address: santiagomez20@gmail.com

Fig.64. Ventana para agregar correo electrónico

Y finalmente se presiona el botón Submit to Neos. Ver fig.65.

Please do not click the 'Submit to NEOS' button more than once.

Submit to NEOS Clear this Form

Fig.65. Botón Submit to neos

3. Interpretar resultados

Una vez se presiona el botón Submit to Neos, al cabo de unos pocos minutos se obtendrán los resultados de las ubicaciones óptimas de productos en estantería, en “TIEMPO” se obtiene el resultado del tiempo total de desplazamiento teniendo en cuenta todas las familias de productos. Por otra parte, se debe tener en cuenta que los resultados se presentan en forma de matriz, en la que las columnas (línea roja) representa la familia de producto y las filas son las estanterías (línea azul). Ver fig.66. Con base en estos planteamientos los productos de la Familia 1 se asignaron en la estantería 28 y en la 35, en cantidades de 325 y 123 unidades respectivamente. En este mismo reporte que se genera al correr el modelo, también aparece para el resto de familias la cantidad de producto que se asignó a las estanterías con las cuales se logra una ubicación óptima. Ver fig.66.

TIEMPO = 6495.4

unidades en ubicación =

X [*,*] (tr)

:	1	2	3	4	5	6	:=
3	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.0	0.0	440.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.0	0.0	440.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	284.0	
27	0.0	0.0	0.0	0.0	357.0	0.0	
28	325.0	54.0	0.0	51.0	0.0	0.0	
30	0.0	0.0	43.0	0.0	0.0	0.0	
31	0.0	0.0	226.0	0.0	0.0	0.0	
35	123.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	

:	7	8	9	10	11	12	:=
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	205.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	
5	0.0	284.0	0.0	5.0	0.0	0.0	
6	147.0	0.0	0.0	0.0	210.0	0.0	
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.0	
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0	
24	0.0	339.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	312.0	0.0	0.0	54.0	1.0	0.0	
32	0.0	1.0	0.0	247.0	0.0	0.0	
35	0.0	0.0	119.0	0.0	0.0	0.0	
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	206.0	

Fig.66. Resultados del modelo

4. Explicación para modificar parámetros

Los parámetros que se emplean para calcular los resultados, pueden cambiar con el tiempo ocasionando que se presenten variaciones en la solución óptima de asignación de productos en estanterías, por ejemplo el parámetro CP1(cantidad promedio mensual de productos de la familia 1) puede cambiar debido a que LA EMPRESA decidió aumentar el inventario promedio mensual destinado para la familia del producto 1 o el VP1 (Volumen promedio de las cajas de la Familia 1) cambio, puesto que se almacenará en una caja de diferentes dimensiones. Tal como se dijo anteriormente, estos cambios generan variaciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de almacenar los productos, razón por la cual se explicará cómo cambiar los parámetros y esto debe realizarse antes de obtener una nueva solución óptima, siguiendo los pasos de “Qué hacer para obtener resultados del modelo” explicados anteriormente.

Para actualizar todos los parámetros se utiliza el anexo 26, específicamente la hoja denominada “parámetros modelo por estanterías”. Ver fig.67.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3			VP_i				$CapV_j$			TD_j			TS_j			TB_j
4			1	27663	27663		1	12700800		1	66.95		1	13.285		1
5			2	28512	28512		2	12700800		2	62.38		2	13.285		2
6			3	28512	28512		3	12700800		3	57.63		3	13.285		3
7			4	26099	26099		4	12700800		4	53.06		4	13.285		4
8			5	29883	29883		5	12700800		5	48.1		5	13.285		5
9			6	29406	29406		6	12700800		6	42.55		6	13.285		6
10			7	29406	29406		7	12700800		7	66.95		7	47.2625		7
11			8	28160	28159.5		8	12700800		8	62.38		8	47.2625		8
12			9	27898	27898		9	12700800		9	57.63		9	47.2625		9
13			10	29406	29406		10	12700800		10	53.06		10	47.2625		10
14			11	32391	32391		11	12700800		11	48.1		11	47.2625		11
15			12	61560	61560		12	12700800		12	42.55		12	47.2625		12
16			13	29406	29406		13	12700800		13	61.35		13	47.2625		13
17			14	28244	28244		14	12700800		14	56.91		14	47.2625		14
18			15	22325	22325		15	12700800		15	52.59		15	47.2625		15
19			16	41490	41490		16	12700800		16	48.02		16	47.2625		16
20			17	40848	40848		17	12700800		17	43.27		17	47.2625		17
21			18	39204	39204		18	12700800		18	38.7		18	47.2625		18
22			19	28512	28512		19	12700800		19	33.74		19	47.2625		19
23			20	30856	30856		20	12700800		20	28.19		20	47.2625		20
24			21	28512	28512		21	12700800		21	61.35		21	13.285		21
25			22	29406	29406		22	12700800		22	56.91		22	13.285		22
26			23	52767	52767		23	12700800		23	52.59		23	13.285		23
27			24	29406	29406		24	12700800		24	48.02		24	13.285		24
28			25	29406	29406		25	12700800		25	43.27		25	13.285		25
29			26	30067	30067		26	12700800		26	38.7		26	13.285		26
30			27	29754	29754		27	12700800		27	33.74		27	13.285		27
31			28	27663	27663		28	12700800		28	28.19		28	13.285		28
32			29	29406	29406		29	12700800		29	61.35		29	13.285		29
33			30	38961	38961		30	12700800		30	56.91		30	13.285		30
34							31	12700800		31	52.59		31	13.285		31
35							32	12700800		32	48.02		32	13.285		32

Fig.67. Parámetros del modelo de estanterías

Tal como se puede evidenciar en rojo está seleccionado el nombre de la hoja y en azul el parámetro, junto con los datos que le pertenecen. Por otra parte si el parámetro tiene como subíndice i, va de 1 hasta 30 debido a que está relacionado con el conjunto FProductos (hay 30 familias de productos) y si tiene como subíndice j va de 1 hasta 42 debido a que está relacionado con el conjunto Estanterías(hay 42 estanterías)

Al parámetro **VP (Volumen del Producto)** le corresponden las columnas C, D y E, la columna C hace referencia al conjunto de FProductos es por esto que va de 1 hasta el 30, el número 1 representa la Familia 1 y la columna D es el volumen unitario redondeado de la columna E correspondiente a las cajas en donde se empaca la Familia 1. Con base en estos planteamientos el volumen unitario de las cajas de la familia 1 es de 27663 centímetros cúbicos. Ver fig. 68. En caso de que se desee editar este valor se deben conseguir la dimensión de la caja en centímetros, sacar el volumen y escribir en las celdas de la columna E el nuevo valor. A modo de ejemplo se supone que la familia 1 está compuesta por los productos STOP WEST - GLIFOSATO 480 SL X 1 LT y STOP WEST - GLIFOSATO 480 SL X 20 LT, el primer producto tiene cajas con dimensiones de 39 cm de largo , 29 cm de ancho y 26 cm de alto dando como resultado 29406 cm³ y el segundo producto tiene cajas con dimensiones de 40 cm de largo , 24 cm de ancho y 27 cm de alto dando como resultado 25920 cm³, al promediar 29406 y 25920 da como resultado 27663, este mismo procedimiento se debe efectuar si se cambian las dimensiones de las cajas de los productos y reemplazarlo sobre la celda de la columna D que le corresponda a la Familia en cuestión. Ver fig.68.

Fig. 68. Volumen del producto

El parámetro CapV representa la capacidad de conjunto Estanterías j, razón por la cual va de H. Ver fig. 69. En caso de querer editarlo se las ubicaciones de la estantería, calcular su multiplicarlo por 8, puesto que cada estantería la estantería 1 tiene ubicaciones con ancho y 126 cm alto, lo cual da como multiplicarlo por las 8 ubicaciones de la 800 cm³. En la hoja "Posición actual" está cada uno de los 6 Racks. Ver Anexo 26

	C	D	E
VP _i			
1	27663	27663	
2	28512	28512	
3	28512	28512	
4	26099	26099	
5	29883	29883	
6	29406	29406	
7	29406	29406	
8	28160	28159.5	
9	27898	27898	
10	29406	29406	
11	32391	32391	
12	61560	61560	
13	29406	29406	
14	28244	28244	
15	22325	22325	
16	41490	41490	
17	40848	40848	
18	39204	39204	
19	28512	28512	
20	30856	30856	
21	28512	28512	
22	29406	29406	
23	52767	52767	
24	29406	29406	
25	29406	29406	
26	30067	30067	
27	29754	29754	
28	27663	27663	
29	29406	29406	
30	38961	38961	

las estanterías y está asociado al 1 a 42, le corresponden la columna G y deben tomar las dimensiones de una de volumen en centímetros cúbicos y tiene 8 ubicaciones. A modo de ejemplo dimensiones de 120 cm de largo 100 cm resultado 1 512 00 cm³ y al estantería 1 da como resultado 12 700 definido cuál estantería corresponde a fig.69.

	G	H
CapV _j		
1	12700800	
2	12700800	
3	12700800	
4	12700800	
5	12700800	
6	12700800	
7	12700800	
8	12700800	
9	12700800	
10	12700800	
11	12700800	
12	12700800	
13	12700800	
14	12700800	
15	12700800	
16	12700800	
17	12700800	
18	12700800	
19	12700800	
20	12700800	
21	12700800	
22	12700800	
23	12700800	
24	12700800	
25	12700800	
26	12700800	
27	12700800	
28	12700800	
29	12700800	
30	12700800	
31	12700800	
32	12700800	
33	12700800	
34	12700800	
35	12700800	
36	12700800	
37	12700800	
38	12700800	
39	12700800	
40	12700800	
41	12700800	
42	12700800	

Fig.69. Capacidad de las estanterías

El parámetro TD representa el tiempo de ida y vuelta en segundos de desplazamiento del montacargas desde la estantería hasta la zona de despacho, le corresponden la columna J y K para editarlo se debe tomar con un cronómetro, el tiempo en segundos que se tarda en recorrer desde la zona de despacho hasta la estantería y multiplicarlo por dos ya que se considera como el tiempo de ida y vuelta. Por ejemplo para ir a la estantería 1 con el montacargas se demora 33.475 segundos, este valor se multiplica por 2 y da como resultado 66.95 segundos ver Fig.70.

J	K
<i>TD_j</i>	
1	66.95
2	62.38
3	57.63
4	53.06
5	48.1
6	42.55
7	66.95
8	62.38
9	57.63
10	53.06
11	48.1
12	42.55
13	61.35
14	56.91
15	52.59
16	48.02
17	43.27
18	38.7
19	33.74
20	28.19
21	61.35
22	56.91
23	52.59
24	48.02
25	43.27
26	38.7
27	33.74
28	28.19
29	61.35
30	56.91
31	52.59
32	48.02
33	43.27
34	38.7
35	33.74
36	61.35
37	56.91
38	52.59
39	48.02
40	43.27
41	38.7
42	33.74

Fig.70. Tiempo de desplazamiento

El parámetro TS representa el tiempo promedio en segundos que tarda el montacargas en subir para alcanzar productos en las estanterías, le corresponden las columnas J y K, en caso de quererlo editar se deben tomar los tiempos de subida en cada uno de los 4 niveles y promediarlos, por ejemplo, para nivel 1 se necesita 0 segundos por estar en el suelo, para el nivel 2 se necesitan 14,27 segundos, para el nivel 3 se necesitan 17,29 segundos y

para el nivel 4 se necesitan 21,58 segundos, esto da una suma total de 53.14 segundos y al dividirlo entre 4 (por los cuatro niveles) da como resultado 13,285 segundos, ese es el resultado que se debe poner en las celdas de la columna K dependiendo de la estantería a la que se le tomaron los tiempos, también es importante resaltar que la estantería está ubicada en alguno de los racks que están detrás de otro racks como por ejemplo el rack 4 se debe sacar el producto del rack 3 y este tiempo también se tendrá en cuenta en el momento de promediar el tiempo de subida. Ver fig.71. Un ejemplo de sacar mercancía del nivel 2 del rack 4 se debe calcular el tiempo de subida para sacar mercancía del rack 3 que está el frente del rack 4, esto se demora 14,27 segundos, posteriormente se calcula el tiempo de bajar mercancía del nivel 2 del rack 3 que corresponde a 3,03 segundos, después se calcula el tiempo de volver a subir al nivel 2 del rack 4 ahora que ya se sacó la mercancía del nivel 2 del rack 3, este corresponde a 3,03 segundos, y finalmente se calcula el tiempo de sacar mercancía del rack 4, este es 28,61 segundos, esto da como resultado 47,26 segundos, lo mismo se debe hacer con cada uno de los niveles del rack 4 y después promediar para obtener el TS.

M	N
<i>TS_j</i>	
1	13.285
2	13.285
3	13.285
4	13.285
5	13.285
6	13.285
7	47.2625
8	47.2625
9	47.2625
10	47.2625
11	47.2625
12	47.2625
13	47.2625
14	47.2625
15	47.2625
16	47.2625
17	47.2625
18	47.2625
19	47.2625
20	47.2625
21	13.285
22	13.285
23	13.285
24	13.285
25	13.285
26	13.285
27	13.285
28	13.285
29	13.285
30	13.285
31	13.285
32	13.285
33	13.285
34	13.285
35	13.285
36	47.2625
37	47.2625
38	47.2625
39	47.2625
40	47.2625
41	47.2625
42	47.2625

Fig.71. Tiempo promedio que tarda un montacargas en subir

El parámetro TB representa el tiempo promedio en segundos que tarda el montacargas en bajar productos de las estanterías, le corresponden la columna P y Q, para editarlo se deben tomar los tiempos que se tarda en bajar un producto con el montacargas en una estantería en específico y promediarlo con cada uno de sus niveles tal como se hace con el parámetro TS, a excepción de que no se tomará en cuenta si se debe sacar producto en caso de que el rack se encuentre detrás de otro, puesto que esto ya se tuvo en cuenta para calcular el parámetro TS.

A modo de ejemplo el tiempo que se tarda en bajar la mercancía de la estantería 1 del nivel 4 es de 10,34 segundos, del nivel 3 es 6,05 segundos, del nivel 2 es 3,03 segundos y del nivel 1 es de 0 segundos, esto da en total 19,42 segundos y al promediarlo da como resultado 4,855 segundos. Ver fig.72.

P	Q
<i>TB_j</i>	
1	4.855
2	4.855
3	4.855
4	4.855
5	4.855
6	4.855
7	4.855
8	4.855
9	4.855
10	4.855
11	4.855
12	4.855
13	4.855
14	4.855
15	4.855
16	4.855
17	4.855
18	4.855
19	4.855
20	4.855
21	4.855
22	4.855
23	4.855
24	4.855
25	4.855
26	4.855
27	4.855
28	4.855
29	4.855
30	4.855
31	4.855
32	4.855
33	4.855
34	4.855
35	4.855
36	4.855
37	4.855
38	4.855
39	4.855
40	4.855
41	4.855
42	4.855

Fig.72. Tiempo promedio que tarda un montacargas en bajar

El parámetro O representa las ordenes promedio mensuales para una familia de productos, le corresponden la columna U y V, para editarlo se deben tomar la cantidad de ordenes promedio mensuales de una familia de productos a lo largo de todo el año, es decir que si una familia de productos está compuesta por 3 productos se debe promediar la cantidad de órdenes de compra mensual a lo largo de un año de los 3 productos, por ejemplo, la familia 1 está compuesta de dos productos tal como se explicó en el párrafo para editar el parámetro VP, se realizó un promedio mensual de las órdenes recibidas para cada uno de los productos mensualmente a lo largo de un año, para el primer producto se solicitaron 35 órdenes mensuales y para el segundos 10 órdenes mensuales, al promediar estos valores se obtiene que en promedio los productos de la familia 1 mensualmente a lo largo de un año reciben 23 órdenes . Es importante resaltar que el registro de estos datos está en el WMS de la empresa y que este parámetro se debe actualizar cada vez que llegue un cargamento de productos a la bodega de LA TRANSPORTADORA, es decir que si el 30 de noviembre del 2021 llega un cargamento se deben promediar las órdenes mensuales de las familias de productos hasta el 30 de noviembre del 2020, esto se hace porque la demanda de productos puede cambiar, lo cual puede cambiar las ubicaciones de productos. Ver fig.73.

U	V
0_i	
1	23
2	8
3	5
4	3
5	8
6	5
7	5
8	4
9	3
10	3
11	3
12	3
13	3
14	2
15	5
16	3
17	2
18	3
19	3
20	3
21	3
22	2
23	1
24	2
25	2
26	1
27	2
28	1
29	1
30	1

Fig.73. Ordenes promedio mensual por familia de

productos

El parámetro CP representa la cantidad promedio que hay de cada familia de productos en la bodega, le corresponden la columna X y Y, para editarlo se debe sacar un promedio mensual de la cantidad de producto de cada una de las familias de productos almacenados en la bodega a lo largo de un año. Es importante resaltar que estos datos están en el WMS y que se debe actualizar este parámetro cada vez que llegue un cargamento de producto nuevo a la bodega de LA TRANSPORTADORA, es decir que si el 30 de noviembre del 2021 llega un cargamento se deben promediar la cantidad mensual de inventario de las familias de productos hasta el 30 de noviembre del 2020, esto se hace porque el inventario en la bodega puede cambiar, lo cual podría influir en las ubicaciones de productos.. Ver fig.74.

X	Y
CP_i	
1	448
2	54
3	1154
4	51
5	360
6	284
7	459
8	624
9	119
10	306
11	211
12	573
13	499
14	205
15	460
16	130
17	367
18	598
19	311
20	148
21	74
22	70
23	40
24	12
25	16
26	162
27	492
28	427
29	276
30	248

Fig.74. Cantidad promedio de familias de

productos disponible en bodega

5. Editar el código del modelo

El código del modelo está compuesto por anexos 40, 41 y 42. Solo es necesario los parámetros, ya que el anexo 40 cuales no se deben cambiar y el anexo 41 resultados, y estos ya vienen por defecto.

En primer lugar, en caso de editar algún parámetros, en la hoja “parámetros los datos de las columnas correspondientes a cada parámetro para posteriormente pegarlos en el anexo 42, pues este anexo tiene formato tipo texto y en él quedan solo los valores del anexo 26, el cual es un archivo de Excel, en el que sí es posible realizar cálculos. Por ejemplo, si se desea editar los datos del parámetro VP entonces se debe copiar las celdas de las columnas C y D. Ver fig.75.

tres archivos de texto los cuales son los editar el anexo 42 en donde se encuentran contiene las restricciones del modelo, las tienen los comandos para arrojar

parámetro dentro del anexo 26 de modelo por estanterías” se deben copiar

C	D
VP_i	
1	27663
2	28512
3	28512
4	26099
5	29883
6	29406
7	29406
8	28160
9	27898
10	29406
11	32391
12	61560
13	29406
14	28244
15	22325
16	41490
17	40848
18	39204
19	28512
20	30856
21	28512
22	29406
23	52767
24	29406
25	29406
26	30067
27	29754
28	27663
29	29406
30	38961

Fig.75. Valor paramétrico VP

Después se copian estos valores en el correspondiente, en este caso es el VP importante asegurarse de que los símbolos en esos lugares, ya que de lo contrario se signo := siempre debe estar al lado del lado del último dato. Estas cuenta siempre que se desee editar los Finalmente se guarda el archivo del

Anexo 42 justo en el parámetro (señalado con rojo), además es muy resaltados en azul estén específicamente presentará un error en el modelo, el parámetro y el símbolo “;” justo al consideraciones hay que tenerlas en valores de un parámetro Ver fig.76. Anexo 42 con los cambios realizados.

param	VP:=
1	27663
2	28512
3	28512
4	26099
5	29883
6	29406
7	29406
8	28160
9	27898
10	29406
11	32391
12	61560
13	29406
14	28244
15	22325
16	41490
17	40848
18	39204
19	28512
20	30856
21	28512
22	29406
23	52767
24	29406
25	29406
26	30067
27	29754
28	27663
29	29406
30	38961;

Fig.76. Consideraciones a tener en cuenta de los parámetros

6. Agregar familias de productos en caso que haya productos nuevos.

En caso de que LA EMPRESA adquiera productos nuevos de su proveedor debe editar el conjunto Productos agregando el número de productos nuevos en el Anexo 42, por ejemplo, se adiciona una familia de producto nueva, razón por la cual antes eran 30 familias y ahora son 31, es por esto que se debe editar el conjunto de productos. En la Fig.77. se puede observar el conjunto productos antes de la edición y en la Fig.78. después de la edición.

```
set PRODUCTOS:= 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30;
```

Fig.77. Conjunto de productos antes de la edición

```
set PRODUCTOS:= 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31;
```

Fig.78. Conjunto de productos después de la edición

Tal como es posible evidenciar se agregó la familia de productos 31 la cual está señalada en azul, por otra parte, también se deben agregar los parámetros en la hoja “parámetros modelo de estanterías” del anexo 26 correspondientes a la Familia 31. Es importante resaltar que los parámetros asociados al conjunto productos son VP (Volumen familia de producto), O (Ordenes promedio mensual familia de producto) y CP (cantidad promedio familia de productos), en la Fig.79. se puede observar resaltado con azul como en cada uno de los parámetros se agregaron valores (son supuestos) en caso de que se adicione la Familia 31. Finalmente es necesario observar el apartado 3 del manual denominado “Explicación para modificar parámetros” para calcular los parámetros nombrados anteriormente, después se debe observar el apartado 4 denominado “Editar el código del modelo” con el fin de editar el código del Anexo 42 con los cambios realizados pertenecientes a la familia de productos 31 y obtener nuevo resultado del modelo de asignación de productos en estanterías siguiendo el apartado 1, denominado “Qué hacer para obtener resultados del modelo”.

VP_i			O_i			CP_i		
1	27663	27663	1	23	1	448		
2	28512	28512	2	8	2	54		
3	28512	28512	3	5	3	1154		
4	26099	26099	4	3	4	51		
5	29883	29883	5	8	5	360		
6	29406	29406	6	5	6	284		
7	29406	29406	7	5	7	459		
8	28160	28159.5	8	4	8	624		
9	27898	27898	9	3	9	119		
10	29406	29406	10	3	10	306		
11	32391	32391	11	3	11	211		
12	61560	61560	12	3	12	573		
13	29406	29406	13	3	13	499		
14	28244	28244	14	2	14	205		
15	22325	22325	15	5	15	460		
16	41490	41490	16	3	16	130		
17	40848	40848	17	2	17	367		
18	39204	39204	18	3	18	598		
19	28512	28512	19	3	19	311		
20	30856	30856	20	3	20	148		
21	28512	28512	21	3	21	74		
22	29406	29406	22	2	22	70		
23	52767	52767	23	1	23	40		
24	29406	29406	24	2	24	12		
25	29406	29406	25	2	25	16		
26	30067	30067	26	1	26	162		
27	29754	29754	27	2	27	492		
28	27663	27663	28	1	28	427		
29	29406	29406	29	1	29	276		
30	38961	38961	30	1	30	248		
31	29406	29406	31	1	31	320		

Fig.79. Valores “supuestos” agregados a los parámetros

7. Agregar estanterías para almacenar productos

En caso necesitar más estanterías para almacenar producto se debe editar el conjunto estanterías agregando el número de estantes que se usaran en el Anexo 42, por ejemplo, se adicione una estantería nueva, razón por la cual antes eran 42 estanterías y ahora son 43, es por esto que se debe editar el conjunto de estanterías. En la Fig.80. se puede observar el conjunto de estanterías antes de la edición y en la Fig.81. después de la edición.

set UBICACIONES:= 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42;

Fig. 80. Conjunto de estanterías antes de la edición

set UBICACIONES:=24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43;

Fig.81. Conjunto de estanterías después de la edición

Tal como es posible evidenciar se agregó la estantería 43 la cual está señalada en azul, por otra parte, también se deben agregar los parámetros en la hoja “parámetros modelo de estanterías” del anexo 26 correspondientes a la estantería 43. Es importante resaltar que los parámetros asociados al conjunto estanterías son CapV (Capacidad de la estantería), TD (Tiempo de desplazamiento promedio), TS (Tiempo de subida promedio) y TB(Tiempo de bajada promedio), en la Fig.82. se puede observar resaltado con azul como en cada uno de los parámetros se agregaron valores (son supuestos) en caso de que se adiciona la estantería 43. Es necesario observar el apartado 3 del manual denominado “Explicación para modificar parámetros” para calcular los parámetros nombrados anteriormente, después se debe observar el aparato 4 denominado “Editar el código del modelo” con el fin de editar el código del Anexo 42 con los cambios realizados pertenecientes a la estantería 43 y obtener nuevo resultado del modelo de asignación de productos en estanterías siguiendo el apartado 1, denominado “Qué hacer para obtener resultados del modelo”.

CapV _j		TD _j		TS _j		TB _j	
1	12700800	1	66.95	1	13.285	1	4.855
2	12700800	2	62.38	2	13.285	2	4.855
3	12700800	3	57.63	3	13.285	3	4.855
4	12700800	4	53.06	4	13.285	4	4.855
5	12700800	5	48.1	5	13.285	5	4.855
6	12700800	6	42.55	6	13.285	6	4.855
7	12700800	7	66.95	7	47.2625	7	4.855
8	12700800	8	62.38	8	47.2625	8	4.855
9	12700800	9	57.63	9	47.2625	9	4.855
10	12700800	10	53.06	10	47.2625	10	4.855
11	12700800	11	48.1	11	47.2625	11	4.855
12	12700800	12	42.55	12	47.2625	12	4.855
13	12700800	13	61.35	13	47.2625	13	4.855
14	12700800	14	56.91	14	47.2625	14	4.855
15	12700800	15	52.59	15	47.2625	15	4.855
16	12700800	16	48.02	16	47.2625	16	4.855
17	12700800	17	43.27	17	47.2625	17	4.855
18	12700800	18	38.7	18	47.2625	18	4.855
19	12700800	19	33.74	19	47.2625	19	4.855
20	12700800	20	28.19	20	47.2625	20	4.855
21	12700800	21	61.35	21	13.285	21	4.855
22	12700800	22	56.91	22	13.285	22	4.855
23	12700800	23	52.59	23	13.285	23	4.855
24	12700800	24	48.02	24	13.285	24	4.855
25	12700800	25	43.27	25	13.285	25	4.855
26	12700800	26	38.7	26	13.285	26	4.855
27	12700800	27	33.74	27	13.285	27	4.855
28	12700800	28	28.19	28	13.285	28	4.855
29	12700800	29	61.35	29	13.285	29	4.855
30	12700800	30	56.91	30	13.285	30	4.855
31	12700800	31	52.59	31	13.285	31	4.855
32	12700800	32	48.02	32	13.285	32	4.855
33	12700800	33	43.27	33	13.285	33	4.855
34	12700800	34	38.7	34	13.285	34	4.855
35	12700800	35	33.74	35	13.285	35	4.855
36	12700800	36	61.35	36	47.2625	36	4.855
37	12700800	37	56.91	37	47.2625	37	4.855
38	12700800	38	52.59	38	47.2625	38	4.855
39	12700800	39	48.02	39	47.2625	39	4.855
40	12700800	40	43.27	40	47.2625	40	4.855
41	12700800	41	38.7	41	47.2625	41	4.855
42	12700800	42	33.74	42	47.2625	42	4.855
43	12700800	43	38.7	43	13.285	43	4.855

Fig.82. Parámetros asociados al conjunto de estanterías

8. Flujograma de uso del modelo

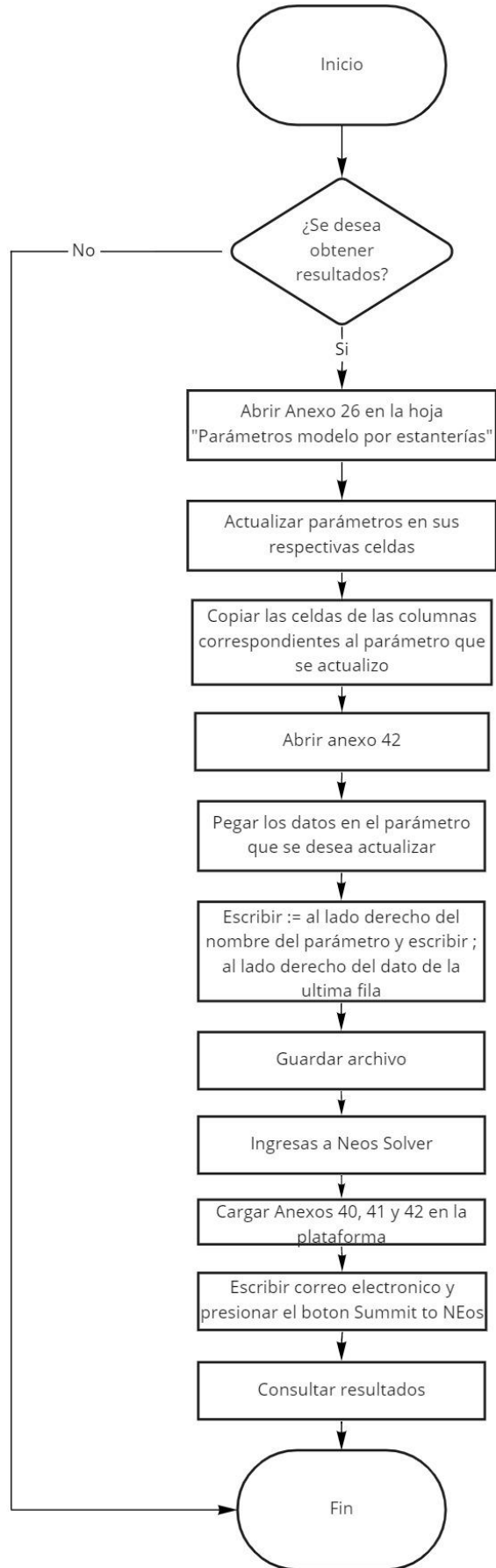


Fig.83. Flujograma del uso del modelo