

Capítulo 6

Ruta para el suministro de material

En este capítulo se presentarán algunos conceptos de programación que nos ayudarán a encontrar la ruta óptima para el abastecimiento de los ensambles al punto de uso correspondiente, así como la cantidad de equipo de transporte necesario para llevar a cabo esta actividad.

6.1 Ruta de transporte y equipo requerido

Según Taha [5], la programación lineal es una técnica de modelado matemático, diseñada para optimizar el empleo de recursos limitados. La programación lineal es aplicable en una gran cantidad de áreas como son, la milicia, la industria, la transportación, entre otras. La programación lineal es la base para el desarrollo de modelos de investigación de operaciones más complejos, incluyendo la programación entera, no lineal y estocástica. Los programas no lineales enteros son programas en los cuales algunas o todas las variables están restringidas a valores enteros o discretos.

Para la resolución del problema se utilizará un programa no lineal entero llamado “El vendedor viajero” ya que se desea plantear una ruta donde la distancia recorrida sea la mínima, a su vez se debe pasar por todos los nodos para suministrar el material requerido.

El objetivo de utilizar este método es que una vez que se ensambla el rin con la llanta en la Nave 22 se suministren los ensambles a las diferentes naves para que se realice el montaje de la llanta con el automóvil. Se debe suministrar a la nave 21 para el New Beetle Cabriolet y para New Beetle Limusine, a la nave 28 para el Sedán y a la nave 4 para el Jetta A4.

Se debe suministrar a siete nodos que representan las cuatro naves y sus respectivos nodos donde llegan las llantas de refacción y las llantas de serie (así se le llama a las cuatro llantas que son ensambladas al auto). Estos nodos son: NBC, NBCR, NBL, NBLR, A4, A4R y T1. Las llantas de refacción y de serie para el Sedan (T1) son las mismas por lo que se tendrá un solo nodo.

Se desea minimizar el número de equipo de transporte para el suministro del material y la distancia recorrida por dicho transporte. La manera de suministro es a través de tractores que llevan 4 dollys. Los dollys tienen la siguiente capacidad:

Tabla 6.1. Capacidad de Dollys

Dolly	Cantidad
Refacción	
Serie	36 pzas.
	20 pzas.

Elaboración propia

Las distancias entre naves son las siguientes:

Tabla 6.2 Distancia en [m]

	N22	NBC	NBCR	NBL	NBLR	A4	A4R	T1
N22	-	520	521	500	501	450	565	800
NBC	520	-	1	20	19	418	533	1217
NBCR	521	1	-	21	20	419	534	1218
NBL	500	20	21	-	1	398	513	1197
NBLR	501	19	20	1	-	399	514	1198
A4	450	418	419	398	399	-	115	998
A4R	565	533	534	513	514	115	-	1113
T1	800	1217	1218	1197	1198	998	1113	-

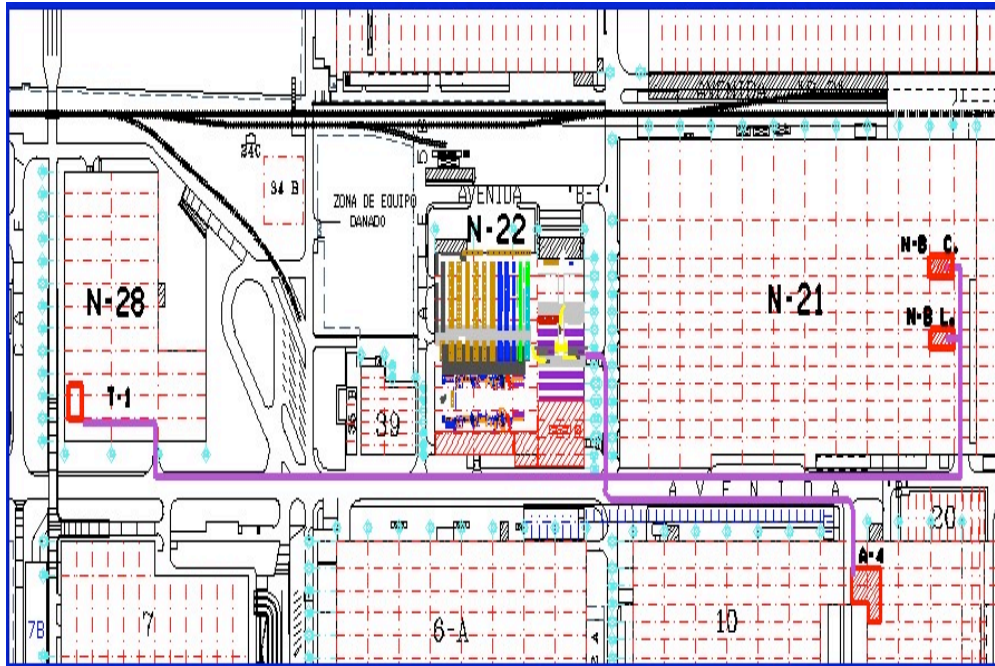
Elaboración propia

Tabla 6.3 Recorrido en [min]

	N22	NBC	NBCR	NBL	NBLR	A4	A4R	T1
N22	-	5,46	5,47	5,35	5,3607	8,50	10,67	12,89
NBC	5,46	-	0,01	0,11	0,20	7,90	10,07	19,61
NBCR	5,471	0,011	-	0,12	0,11	7,91	10,09	19,63
NBL	5,35	0,11	0,12	-	0,01	7,52	9,69	19,29
NBLR	5,35	0,203	0,11	0,011	-	7,54	9,71	19,30
A4	8,50	7,90	7,91	7,50	7,54	-	2,17	16,08
A4R	10,67	10,07	10,09	7,52	9,71	2,17	-	17,93
T1	12,89	19,61	19,63	19,29	19,30	16,08	17,93	-

Elaboración propia

La distribución de las naves dentro de la planta es la siguiente:



Fuente: Volkswagen de México S. A. de C. V.

Figura 6.1 Layout para la distribución de los ensambles a las naves

Para abastecer la demanda de las diferentes naves, en los turnos laborables es necesario suministrar la siguiente cantidad de dollys por tractor:

Tabla 6.4 Dollys requeridos

NODO	1er.	% Util.	2do.	% Util.	3er.	% Util.
A4	2	0.87	2	0.91	2	0.92
A4R	1	0.80	1	0.82	1	0.85
NBC	1	0.16	1	0.16	1	0.16
NBCR	1	0.07	1	0.09	1	0.08
NBL	1	0.42	1	0.44		
NBLR	1	0.20	1	0.20		
T1	1	0.98				
Total	8		7		5	

Elaboración propia

En el primer turno se debe suministrar a todas las naves, por lo que se deberán utilizar al menos dos tractores para poder abastecer la demanda. En el segundo turno se deben suministrar 7 dollys por lo que un solo tractor no sería suficiente, ya que el porcentaje de utilización para el suministro al nodo de A4 y de A4R son muy altos, también es necesario usar al menos dos tractores. Por último para el tercer turno se deben suministrar 5 dollys y debido a que el tiempo de utilización para el suministro a NBC y NBCR son muy bajos se usará al menos un tractor que suministre a los 4 nodos.

Para conocer la ruta óptima en los tres diferentes turnos fue necesario realizar dos programas diferentes dependiendo de los nodos a los que se debe suministrar, donde N_i es el número de dollys que se suministrarán a cada nodo y X_i será una variable binaria que tomará el valor de 1 si el tractor pasa por ese nodo y cero de lo contrario, la relación de la variable X con los nodos se puede ver en el Anexo Q. Los programas y sus resultados se pueden observar en el Anexo R.

El resumen de los resultados obtenidos por el software LINGO se observan en la siguiente tabla:

Tabla 6.4 Ruta óptima de suministro

Ruta Óptima	No. de tractores	
Primero	N22-T1-A4R-A4-N22	1
	N22-NBCR-NBC-NBLR-NBL-N22	1
Segundo	N22-A4R-A4-N22	1
	N22-NBCR-NBC-NBLR-NBL-N22	1
Tercero	N22-A4R-A4-NBC-NBCR-N22	1

Elaboración propia

Se puede observar que para el suministro de ensambles a las diferentes Naves se requieren 2 tractores y 5 operarios al día.