Universidad Autónoma del Estado de México

Maestría en Administración.
Material Visual para la Materia.
Administración de la cadena de suministros
Unidad:
Introducción a la Administración de Operaciones

JORGE LOZA LÓPEZ.

AGOSTO 2015

Unidad
Introducción a la Administración de Operaciones.

TEMA

MÉTODO DE TRANSPORTE

Programación lineal

Es una de las técnicas de investigación más importantes relacionada con el problema de planear un complejo conjunto de actividades y recursos interdependientes, con miras a maximizar los resultados.

Programación lineal

La condición común de este tipo de problemas es la necesidad de asignar recursos limitados o finitos a diversas actividades.

Programación lineal

Extensa gama de situaciones:

- Asignar capacidades de producción para diferentes productos
- Selección de inversiones financieras
- Planeación de rutas marítimas o terrestres
- Asignar personas a diferentes trabajos

Se selecciona entre varias alternativas, un curso de acción que resulte en el logro de los objetivos

Método de transporte

Es un caso especial de aplicación en problemas que requieren desplazar bienes de un lugar a otro. Por ejemplo, qué fabrica o proveedor abastece, a cuál bodega a mínimo costo

Método de transporte

El problema típico de transporte tiene dos clases de restricciones, a saber:

a) Restricciones de capacidad que limitan la posibilidad para efectuar algo.
b) Restricciones de necesidades que especifican lo que debe hacerse

Método de transporte

Pasos:

1. La matriz del método de transporte se establece escribiendo las restricciones de capacidad en los renglones, y las restricciones de necesidades en las columnas.
2. Las diferencias entre capacidades y necesidades se formulan con una nueva columna de necesidades de holgura

Método de transporte

3. Se anota el costo variable de la trayectoria en la esquina superior izquierda de cada cuadro.
4. Se recomienda, al inicio, el uso de la regla de la esquina noroeste.

Método de transporte

5. Siempre las trayectorias empleadas deben ser iguales al número de necesidades de borde menos uno, considerando columnas más renglones.

6. Se empieza la anotación de unidades movidas en el cuadro superior izquierdo, y bajando en diagonal hasta terminar en el cuadro inferior derecho

Método de transporte

7. El número de trayectorias empleado debe ser igual al número de necesidades de borde menos uno, de no ser así las asignaciones han sido ineficientes o se presenta el caso de degeneración y habrá que corregir la insuficiencia de asignaciones o de trayectorias.

Método de transporte

8. La solución óptima se logra evaluando cada una de las trayectorias no empleadas, para determinar el efecto de transferir una unidad a esa trayectoria, sabiendo que en todo caso existirá un método con el cual pueda transferirse una unidad a cada trayectoria.

Método de transporte

9. Los resultados de cada transferencia se anotan en la esquina superior derecha de cada trayectoria no empleada, seleccionándose como nueva trayectoria aquella que tenga el mayor valor negativo.

Método de transporte

10. Cuando ya no existan nuevas trayectorias con valores negativos, se habrá llegado a la solución óptima. Mientras no suceda esto, se deben transferir a esta trayectoria el mayor número de unidades. Dejando una de las previamente usadas como trayectoria no empleada. Se produce así una nueva solución, y se repite el procedimiento hasta encontrar una solución óptima.

Método de transporte

11. El número de variables producidas (necesidades de borde) deberá ser menor en uno que el número total de restricciones de necesidad y capacidad.

Ejemplo de aplicación (esquina noroeste)

Una compañía manufacturera de llantas tiene dos bodegas B_1 y B_2. Durante la próxima semana, diariamente se tienen que enviar 800 llantas a la bodega B_1 y 1,000 a la bodega B2, entendiéndose que cada bodega puede abastecerse de cualquiera de tres fábricas: F1, F2 y F3. la capacidad de producción de F1 es de 500 llantas diarias; la de la F2 es de 900 llantas diarias y la de la F3 es de 600 llantas diarias. Los costos variables de manufactura y transporte son los siguientes:

Costos variables de manufactura y transporte

De la fábrica F1 a la bodega B1 de $70.00

De la fábrica F2 a la bodega B1 de $90.00

De la fábrica F3 a la bodega B1 de $60.00

De la fábrica F1 a la bodega B2 de $50.00

De la fábrica F2 a la bodega B2 de $60.00

De la fábrica F3 a la bodega B2 de $70.00

Se trata de minimizar los costos variables

Nombres de las variables

B1F1 = envío de fábrica F1 a bodega B1

B1F2 = envío de fábrica F2 a bodega B1

B1F3 = envío de fábrica F3 a bodega B1

B2F1 = envío de fábrica F1 a bodega B2

B2F2 = envío de fábrica F2 a bodega B2

B2F3 = envío de fábrica F3 a bodega B2

Establecimiento de restricciones

Restricciones de necesidades:

B1F1 + B1F2 + B1F3 = 800 llantas (bodega 1)

B2F1 + B2F2 + B2F3 = 1,000 llantas (bodega 2)

Restricciones de capacidad de producción:

B1F1 + B2F1 ≤ 500 llantas (fábrica 1)

B1F2 + B2F2 ≤ 900 llantas (fábrica 2)

B1F3 + B2F3 ≤ 600 llantas (fábrica 1)

Función objetivo:

Z(mín) = 70B1F1 + 90B1F2 + 60B1F3 + 50B2F1 + 60B2F2 + 70B2F3

Matriz de desarrollo I

Restricción de necesidades bodega 1

Restricción de necesidades bodega 2

	B1	B2	capacidades
F1	1	1	500
F2	1	1	900
F3	1	1	600
necesidades	800	1,000	

Restricción de producción 1

Restricción de producción 2

Restricción de producción 3

Suma parcial = 1,800

Suma parcial = 2000

Capacidad: 2,000 ≠ 1,800 : necesidades

Matriz de desarrollo II

Restricción de necesidad bodega ficticia

	B1	B2	H	capacidades
F1	1	1	1	500
F2	1	1	1	900
F3	1	1	1	600
necesidades	800	1,000	200	2,000

Matriz Inicial de Solución

	B1	B2	H	Capacidades
F1	+70	+50	0	500
F2	+90	+60	0	900
F3	+60	+70	0	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Solución inicial factible

Necesidades de borde = No. de columnas + No. de renglones (3 + 3)

Trayectorias = necesidades de borde – uno (6 -1) = 5

No. De trayectorias empleadas = B1 F1 + B1F2 + B2F2 + B2F3 + HF3 = 5

Trayectorias no utilizadas: B1F3, B2F1, HF1 y HF2

	B1	B2	H	Capacidades
F1	+70 / 500	+50	0	500
F2	+90 / 300	+60 / 600	0	900
F3	+60	+70 / 400	0 / 200	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Aplicación de la regla de la esquina noroeste

1. En el cuadro superior izquierdo se anota el máximo de unidades posible, 500 unidades en el ejemplo, ya que este es el máximo de la restricción de capacidad de fabricación F1.
2. Se baja al cuadro B1F2, donde se anota el máximo de unidades posible hasta cumplir con la primera restricción de columnas. Así, se anotan 300 unidades, que sumadas a las 500, igualan las 800 unidades de las necesidades
3. Se pasa al cuadro B2F2 y se anota el complemento faltante para cumplir con las 900 unidades de capacidad, es decir, 900 – 300 = 600 unidades.
4. Se baja al cuadro B2F3 donde se anota el complemento necesario para cumplir con la restricción de columna de 1,000 unidades, es decir, 1,000 – 600 = 400 unidades, que ahí se anotan.
5. Por último, se pasa al cuadro HF3 y se anota la cantidad faltante para cumplir con las restricciones de filas y columnas, o sea, 600 – 400 = 200 unidades.

Aplicación de la regla de la esquina noroeste

Se determina el valor de la función objetivo, que es:
Z1 = (70x500) + (90x300) + (60x600) + (70x400) + (0x200)
= 35,000 + 27,000 + 36,000 + 28,000 + 0 = $126,000.00

Casos de desviación

1 que exista un número de trayectorias empleadas mayor que el número de necesidades de borde menos uno. Hay que revisar la solución inicial factible y repetir el proceso.

2 Que exista un número de trayectorias empleadas menor que el número de necesidades de borde menos uno. Esto se denomina un caso de degeneración. Es necesario agregar más trayectorias con cero unidades transportadas sobre ellas, basándose en el menor costo de trayectorias que se escogen.

Proceso hacia la solución óptima

evaluación de la trayectoria B1F3

	B1	B2
F2	90 - 1	60 + 1
F3	60 + 1	70 -1

+$60.00 - (+90.00) = -$30.00
+$60.00 – (+$70.00) = -$10.00
Total = -$30.00 + (-$10.00) = -$40.00

Proceso hacia la solución óptima

evaluación de la trayectoria B2F1

	B1	B2
F1	70 - 1	50 + 1
F2	90 + 1	60 -1

+$50.00 - $60.00 = -$10.00
+$90.00 – $70.00) = $20.00
Total = -$10.00 + $20.00) = +$10.00

Proceso hacia la solución óptima

evaluación de la trayectoria HF_1

	B_1	B_2	H
F_1	70 - 1		0 + 1
F_2	90 + 1	60 - 1	
F_3		70 + 1	0 - 1

0 + 0 – \$70.00 +\$90.00 – \$60.00 + \$70.00 = +\$30.00

Proceso hacia la solución óptima

evaluación de la trayectoria HF2

	B1	B2	H
F1	70	50	0
F2	90	60 - 1	0 + 1
F3	60	70 + 1	0 - 1

0 + 0 – \$60.00 +\$70.00 = +\$10.00

Efectos de costos de trayectorias no empleadas

	B1	B2	H	Capacidades
F1	70 / 500	50 / + 10	0 / + 30	500
F2	90 / 300	60 / 600	0 / + 10	900
F3	60 / - 40	70 / 400	0 / 200	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Segunda matriz de solución

	B1	B2	H	Capacidades
F1	70 500	50	0	500
F2	90 300	60 600 900	0	900
F3	60 300	70 400 100	0 200	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Z(mín) =
(70x500) +
(60x300) +
(60x900) +
(70x100) +
(0x200) =
35,000 + 18,000 +
54,000 + 7,000 + 0 =
$114,000

Segunda iteración

Trayectorias no utilizadas. B1F2, B2F1, HF1 y HF2

Trayectoria B1F2:
(+90.00 – 60.00) + (70.00 – 60.00) = +40

Trayectoria B2F1:
(+50.00 – 70.00) + (60.00 – 70.00) = -30

Trayectoria HF1: (0 – 0) + (60.00 – 70.00) = - 10

Trayectoria HF2: (0 – 0) + (70.00 – 60.00) = + 10

	B1	B2	H	Capacidades
F1	70 500	50 -30	0 - 10	500
F2	90 + 40	60 900	0 + 10	900
F3	60 300	70 100	0 200	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Tercera matriz de solución

Z(mín.) = (70x400) + (60x400) + (5x100) + (60x900) + (0x200) = 28,000 + 24,000 + 500 + 54,000 + 0 = $111,000

	B1	B2	H	Capacidades
F1	70 / 400	50 / 100	0	500
F2	90	60 / 900	0	900
F3	60 / 400	70	0 / 200	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Tercera iteración

Trayectorias no empleadas: B1F2, B2F3, HF1 y HF3

Trayectoria B1F2: (+90.00 – 70.00) + (50.00 – 60.00) = + 10

Trayectoria B2F3: (+50.00 – 70.00) + (70.00 – 60.00) = + 30

Trayectoria HF1: (0 – 0) + (60.00 – 70.00) = - 10

Trayectoria HF2: (0 – 0) + (60.00 – 70.00) + (50 – 60) = - 20

	B1	**B2**	**H**	**Capacidades**
F1	70 / 400	50 / 100	0 / -10	500
F2	90 / +10	60 / 900	0 / -20	900
F3	60 / 400	70 / +30	0 / 200	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Cuarta matriz de solución

Z(mín.) =
/70x200) +
(60x600) +
(50x300) +
(60x700) +
(0x200) =
14,000 +
36,000 +
15,000 +
43,000 + 0 =
$107,000

	B1	**B2**	**H**	**Capacidades**
F1	70 / 200	50 / 300	0	500
F2	90	60 / 700	0 / 200	900
F3	60 / 600	70	0	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Cuarta iteración

Trayectorias no utilizadas: B1F2, B2F3, HF1 y HF3

Trayectoria B1F2: (90.00 – 70.00) + (50.00 – 60.00) = + 10

Trayectoria B2F3: (70.00 – 50.00) + (70.00 – 60.00) = + 30

Trayectoria HF1: (0 – 0) + (60.00 – 50.00) = + 10

Trayectoria HF3: (0 – 0) + (60.00 – 70.00) + (50 – 60) = + 20

	B1	B2	H	Capacidades
F1	70 / 200	50 / 300	0 / +10	500
F2	90 / +10	60 / 700	0 / 200	900
F3	60 / 600	70 / +30	0 / +20	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Se terminan las iteraciones cuando todos los valores de las trayectorias no utilizadas son positivos. La solución objetivo es de $107,000

Función objetivo

	B1	B2	H	Capacidades
F1	70 / 200	50 / 300	0	500
F2	90	60 / 700	0 / 200	900
F3	60 / 600	70	0	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

La solución objetivo es de $107,000

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		H		Capacidades	Dif 1
F1		70		50		0	500	50
F2		90		60		0	900	60
F3		60		70		0	600	60
Necesidades	800		1,000		200		2,000	
Dif 1	10		10		0			

1.- calcular para toda fila y toda columna la diferencia entre las dos casillas de menor costo

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		H		Capacidades	Dif 1
F1		70		50		0	500	50
F2		90		60		0	900	60
F3		60		70		0	600	**60**
Necesidades	800		1,000		200		2,000	
Dif 1	10		10		0			

2.- seleccionar la fila o la columna que tenga la diferencia mayor

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		H		Capacidades	Dif 1
F1		70		50		0	500	50
F2		90		60		0	900	60
F3		60		70	200	0	600	**60**
Necesidades	800		1,000		200		2,000	
Dif 1	10		10		0			

3.- dentro de la fila o columna seleccionada, elegir la de menor costo. Asignar a esta celda lo más posible

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		Capacidades	Dif 1
F1		70		50	500	50
F2		90		60	900	60
F3		60		70	400	**60**
Necesidades	800		1,000		1,800	
Dif 1	10		10			

4.- Eliminar para cálculos sucesivos la fila o columna cuya capacidad haya quedado satisfecha

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		Capacidades	Dif 1	Dif 2
F1		70		50	500	50	20
F2		90		60	900	60	**30**
F3		60		70	400	60	10
Necesidades	800		1,000		1,800		
Dif 1	10		10				
Dif 2	10		10				

5.- Volver a calcular para toda fila y para toda columna las diferencias entre las dos casillas de menor costo. Cualquier fila y columna con cero oferta o demanda no se debe utilizar para calcular otras diferencia. Luego se va al paso 2

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		Capacidades	Dif 1	Dif 2
F1		70		50	500	50	20
F2		90	900	60	900	60	**30**
F3		60		70	400	60	10
Necesidades	800		1,000		1,800		
Dif 1	10		10				
Dif 2	10		10				

7.- Se selecciona la columna o fila que tenga la diferencia mayor.

8.- Se elige la de menor costo y se asigna a esta celda lo más posible

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		Capacidades	Dif 1	Dif 2
F1		70		50	500	50	20
F3		60		70	400	60	10
Necesidades	800		100		900		
Dif 1	10		10				
Dif 2	10		10				

9.- Se elimina la fila o columna cuya capacidad haya quedado satisfecha

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		Capacidades	Dif 1	Dif 2	Dif 3
F1		70		50	500	50	20	20
F3		60		70	400	60	10	10
Necesidades	800		100		900			
Dif 1	10		10					
Dif 2	10		10					
Dif 3	10		20					

10.- Se vuelve a calcular para toda fila y toda columna la diferencia entre las dos casillas de menor costo.

Método de aproximación de Voguel

	B1		B2		Capacidades	Dif 1	Dif 2	Dif 3
F1		70	100	50	400	50	20	20
F3		60		70	400	60	10	10
Necesidades	800		0		800			
Dif 1	10		10					
Dif 2	10		10					
Dif 3	10		20					

11.- Se elige la fila o columna que tenga la diferencia mayor
12. En esa fila o columna se elige la de menor costo y se le asigna lo más posible.

Método de aproximación de Voguel

	B1		Capacidades	Dif 1	Dif 2	Dif 3
F1	400	70	0	50	20	20
F3	400	60	0	60	10	10
Necesidades	0		0			
Dif 1	10					
Dif 2	10					
Dif 3	10					

13.- Como ya no hay posibilidades de comparación pues queda sólo una columna, se hace la asignación automática
Resultado = (200 x 0) + (900 x 60) + (100 X 50) + (400 x 70) + (400 x 60) = 0 + 54,000 + 5000 + 28,000 + 24,000 = 111,000

Método Húngaro
Dénes König y Jenő Egerváry (autores)

Herramientas tecnológicas: WinQSB, LINGO, TORA, STORM, Excel, etc.

	B1	B2	H
F1	+70	+50	0
F2	+90	+60	0
F3	+60	+70	0

Paso 1. Encontramos el menor elemento de cada fila

	B1	B2	H	Elemento menor de la fila
F1	+70	+50	0	0
F2	+90	+60	0	0
F3	+60	+70	0	0

Paso 2. Construimos una nueva matriz con las diferencias entre los valores de la de la matriz original y el elemento menor de la fila a la cual corresponde

	B1	B2	H	Elemento menor de la fila
F1	+70	+50	0	0
F2	+90	+60	0	0
F3	+60	+70	0	0

((70 – 0) (50 – 0) (0 – 0))

((90 – 0) (60 – 0) (0 – 0))

((60 – 0) (70 -0) (0 – 0))

Paso 3. se efectúa el paso 1 en relación a las columnas

	B1	B2	H
F1	+70	+50	0
F2	+90	+60	0
F3	+60	+70	0
Elemento menor de la columna	60	50	0

Paso 3. Matriz de costos reducidos

	B1	B2	H
F1	10	0	0
F2	30	10	0
F3	0	20	0

Paso 4. Trazamos la menor cantidad de combinaciones de líneas horizontales y verticales con el objetivo de cubrir todos los ceros de la matriz de costos reducidos

	B1	B2	H
F1	10	0	0
F2	30	10	0
F3	0	20	0

Paso 5. Si el número de líneas horizontales y verticales necesarias para cubrir los ceros de la matriz de costos reducidos es igual al número de filas o columnas ya no es necesario recurrir al paso 5. de otra manera se efectúa lo siguiente:

1. Se selecciona el menor elemento de los elementos no subrayados
2. Luego se procede a restarse de los elementos no subrayados y a adicionarse a los elementos ubicados en las intersecciones de las líneas
3. Se construye una nueva matriz de costos reducidos

Paso 6. Por pura observación se determinan las asignaciones óptimas

	B1	B2	H	Capacidades
F1	10 (70)	0 (50)	0	500
F2	30 (90)	10 (60)	0	900
F3	0 (60)	20 (70)	0	600
Necesidades	800	1,000	200	2,000

Se inicia la asignación con el renglón de menos ceros:

- La Fábrica F2 entrega a la bodega H, B2, B1
- La fábrica F! entrega a la bodega B2, H, B!
- La fábrica F3 entrega a la bodega B1,H, B2

F2 = (0 x 200) + (60 x 700)
F1 = (50 x 300) + (70 x 200)
F3 = (60 x 600)
F1 + F2 + F3 = 42,000 + 29,000 + 36,000 = 107,000

Bibliografía

- Frederick S Hillier & Gerard J Lieberman-Introducción a la Investigación de Operaciones , Ed. Mac Graw Hill (2012)
- Handy A Taha.- Investigación de Operaciones .- Ed. Pearson (2013).
- Juan Prawda .- Métodos y Modelos de Investigación de operaciones .- Ed. Limusa (2004)