UNIDAD II

DESCRIPCIÓN GENERAL DL PROBLEMA DE TRANSPORTE

La manera más fácil de reconocer un problema de transporte es por su naturaleza o estructura "de - hacia": de un origen hacia un destino, de una fuente hacia un usuario, del presente hacia el futuro, de aquí hacia allá. Al enfrentar este tipo de problema, la intuición dice que debe haber una manera de obtener una solución. Se conocen las fuentes y los destinos, las capacidades y demandas y los costos de cada trayectoria. Debe haber una combinación óptima que minimice el costo (o maximice la ganancia). La dificultad estriba en el gran número de combinaciones posibles.

DESCRIPCIÓN GENERAL DL PROBLEMA DE TRANSPORTE

En general, los problemas de transporte se ocupan (en forma literal o imaginaría) de la distribución desde cualquier grupo de centros de suministro, llamados orígenes, a cualquier grupo de centros de recepción, llamados destinos, de modo que se minimice el costo total de distribución.

Cada origen tiene ciertos recursos (oferta) para distribuir a los destinos y cada destino tiene cierta demanda de estos recursos que recibe de los orígenes. El modelo de un problema de transporte hace la siguiente suposición acerca de estos recursos (ofertas) y demandas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DL PROBLEMA DE TRANSPORTE

El problema del transporte o distribución es un problema de redes especial en programación lineal que se fundamenta en la necesidad de llevar unidades de un punto específico llamado fuente u Origen hacia otro punto específico llamado Destino. Los principales objetivos de un modelo de transporte son la satisfacción de todos los requerimientos establecidos por los destinos y, claro, está la minimización de los costos relacionados con el plan determinado por las rutas escogidas.

El contexto en el que se aplica el modelo de transporte es amplio y puede generar soluciones pertinentes al área de operaciones, inventario y asignación de elementos.

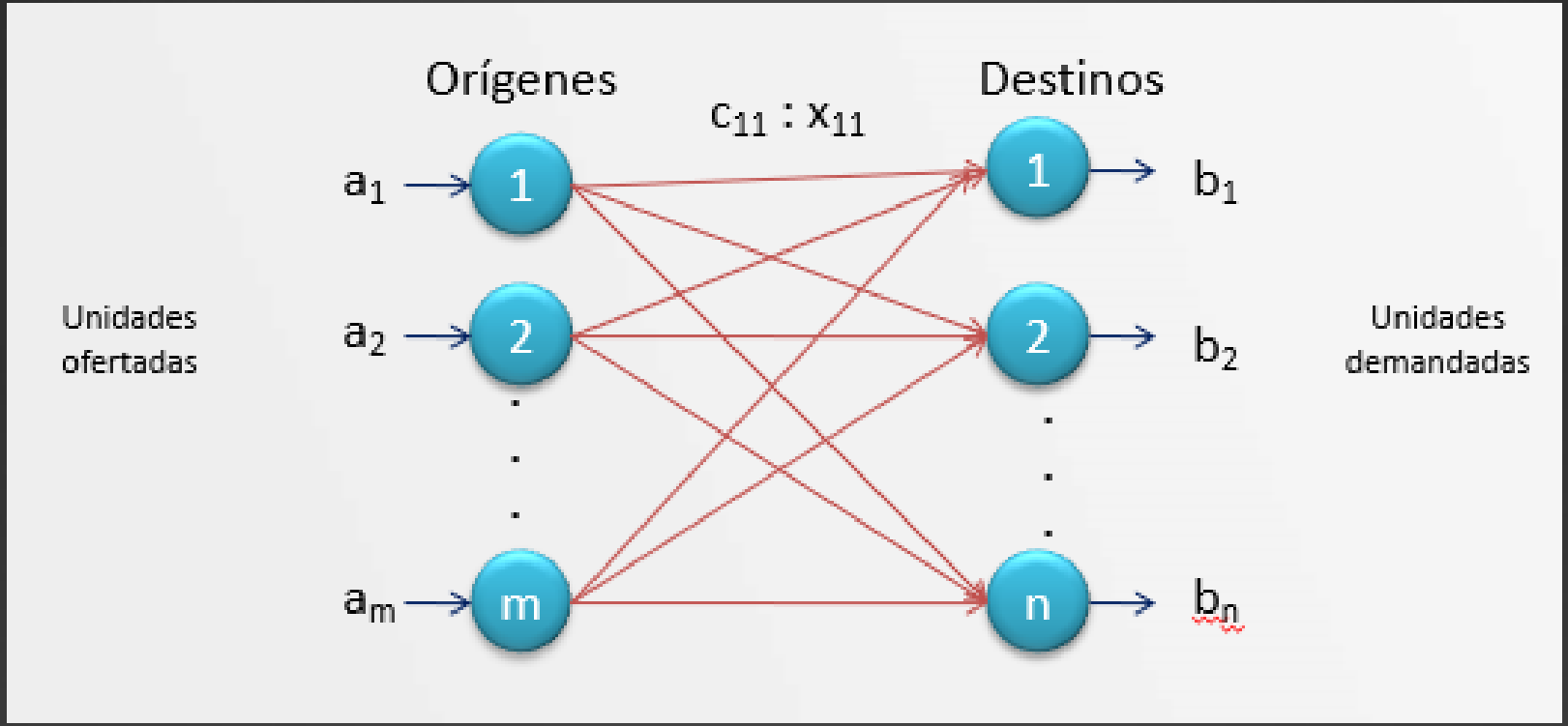
PROGRAMACIÓN LINEAL: MÉTODO DE TRANSPORTE

LA IDEA DEL MÉTODO DE TRANSPORTE ES ARMAR UNA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN, DE MANERA TAL QUE SE VAN A DECIDIR CUÁNTOS ARTÍCULOS Y PORQUÉ RUTA VAMOS A TRANSPORTARLOS, TOMANDO EN CUENTA UNA LISTA DE FUENTES (OFERENTES), Y UNA LISTA DE DESTINOS (DEMANDANTES).

AHORA, LA LISTA DE DESTINOS PUEDE SER ILIMITADA AL IGUAL QUE LA LISTA DE FUENTES.

LO EX´PLICAMOS CON EL GRÁFICO SIGUIENTE:

DEFINICIÓN DE MODELO DE TRANSPORTE



DEFINICIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE

- La red que aparece en la figura precedente representa el problema.
- Hay m orígenes y n destinos, cada uno representado por un nodo.
- Los arcos representan las rutas que unen los orígenes con los destinos. El arco (i, j) contiene dos tipos de información: el costo de transporte por unidad c_{ij} y la cantidad transportada x_{ij}.
- La cantidad de la oferta es a_{ij} y la cantidad de la demanda es b_{ij}.
- El objetivo del modelo es minimizar el costo de transporte total al mismo tiempo que se satisfacen las restricciones de la oferta y demanda.

DEFINICIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE

- La meta de un modelo de transporte es minimizar el costo total del envío de un producto desde los puntos de existencia, hasta los puntos de demanda, bajo las siguientes condiciones:
- La función objetivo y las restricciones debe ser lineales. Las mercancías para distribuir deben ser uniformes
- La suma de la capacidad de todos los orígenes deben ser iguales a la capacidad de los destinos. Oferta debe ser igual a la demanda

IDENTIFICACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

- El embarque total de cada planta no se debe exceder de su capacidad
- El embarque total recibido por cada tienda al por menor debe satisfacer la demanda

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL MODELO DE TRANSPORTE

ESTUDIO ANALÍTICO DEL MÉTODO DE PUNTO DE ESQUINA

El método de la esquina es un método de programación lineal hecho a mano para encontrar una solución inicial factible del modelo, muy conocido por ser el método mas fácil al determinar una solución básica factible inicial, pero al mismo tiempo por ser el menos probable para dar una solución inicial acertada de bajo costo, debido a que ignora la magnitud relativa de los costos. es un proceso utilizado para resolver problemas de transporte o asignación, si bien es un método no exacto tiene la ventaja de poder resolver problemas manualmente y de una forma rápida, muy cercano al valor óptimo. Cada problema debe representarse en forma de matriz en donde las filas normalmente representan las fuentes y las columnas representan los destinos.

Método de la Esquina Noroeste

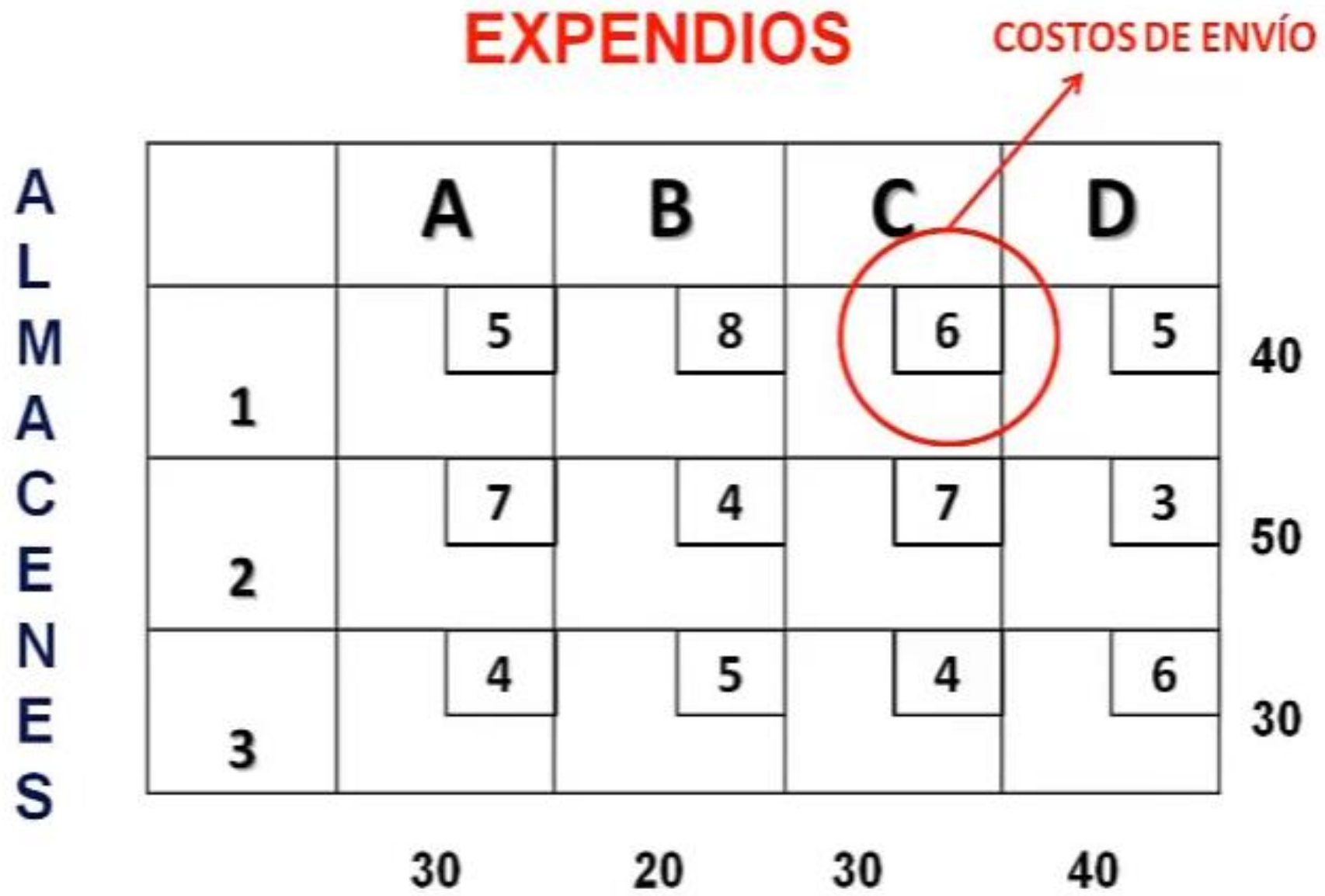
DEMANDA

SUMINISTRO

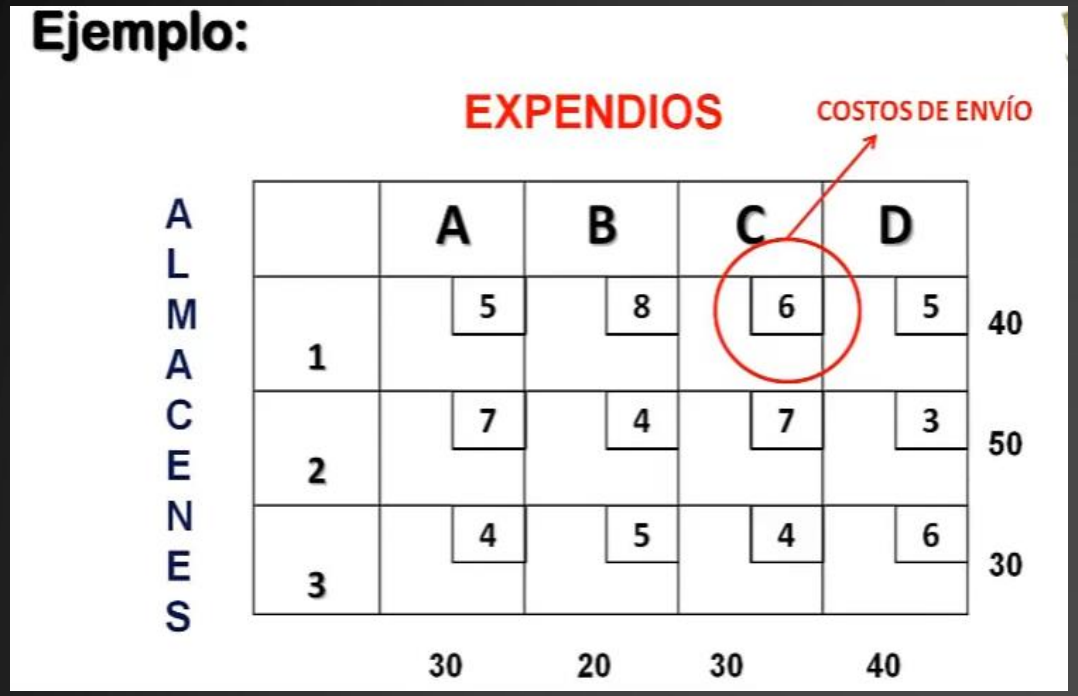
	A	B	C	D
1	5	8	6	5
2	7	4	7	3
3	4	5	4	6

Para resolver problemas de transporte equilibrados

Ejemplo:


EXPENDIOS
COSTOS DE ENVÍO
ALMACENES
A
B
C
D
1
2
3
5
8
6
5
40
7
4
7
3
50
4
5
4
6
30
30
20
30
40

Ejemplo:



$Min\ Z) = 5X1A+8X1B+6X1C+....+6X3D$ ✓

Sujeto a:

$X1A+X1B+X1C+X1D<=40$

$X2A+X2B+X2C+X2D<=50$ ✓

$X3A+X3B+X3C+X3D<=30$

$X1A+X2A+X3A<=30$

$X1B+X2B+X3B<=20$ ✓

$X1C+X2C+X3C<=30$

$X1D+X2D+X3D<=40$

$X1A, \ldots, X3D>=0$

DESTINOS

ORIGENES

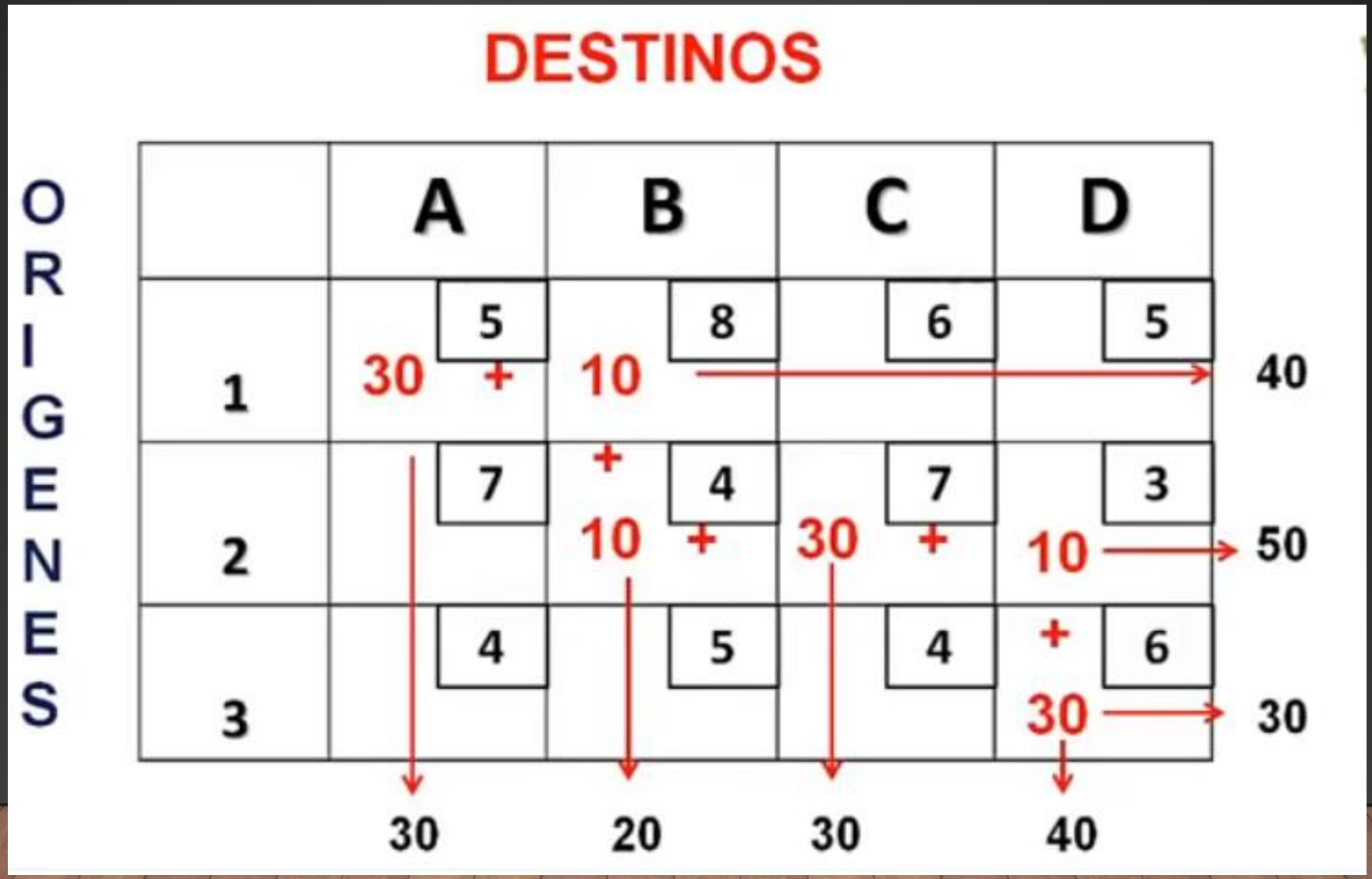
	A	B	C	D	
1	5	8	6	5	40
2	7	4	7	3	50
3	4	5	4	6	30
	30	20	30	40	120

Pasos del método de la esquina Noroeste

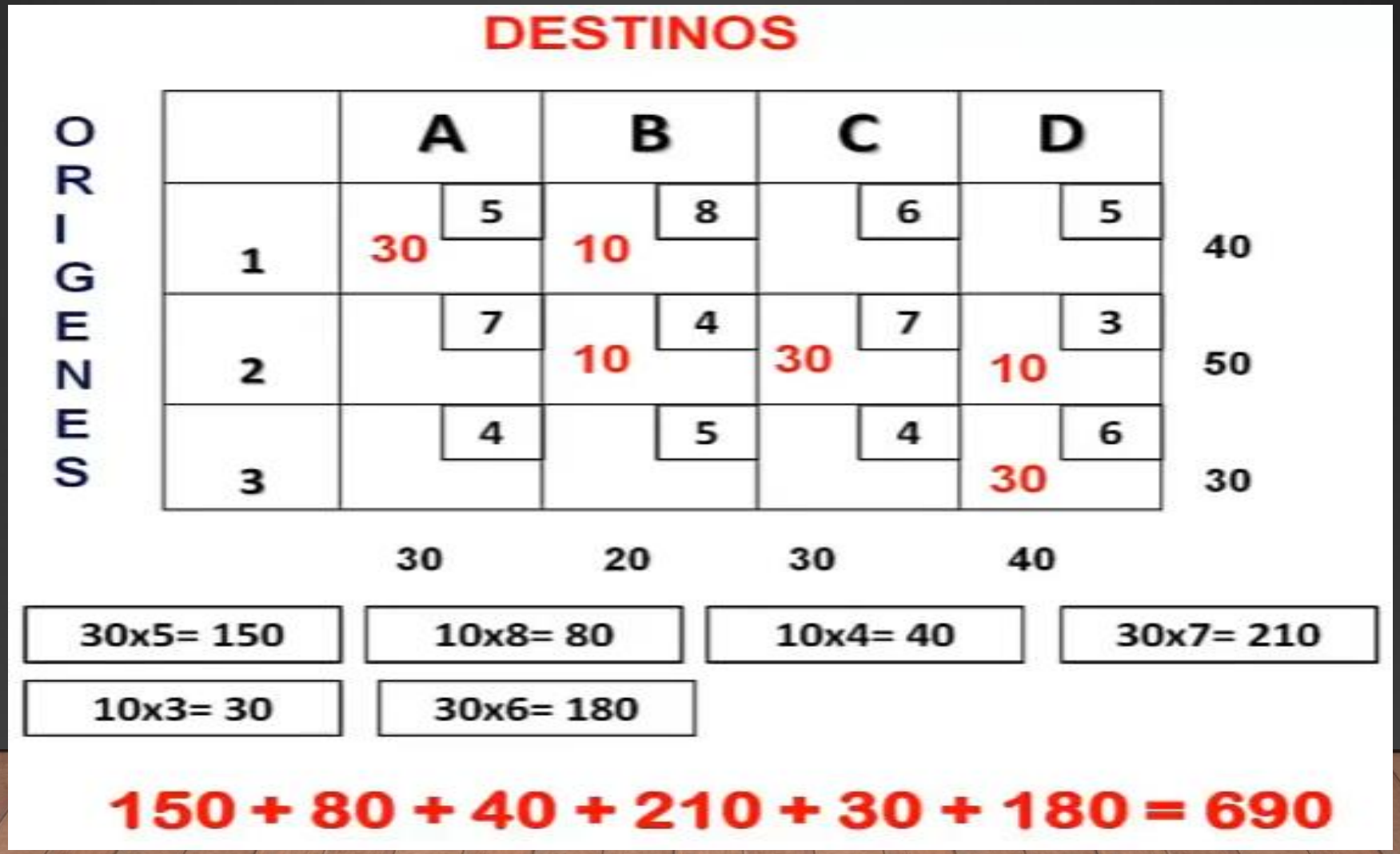
1. Se localiza la esquina noroeste, en el cuadrante representado por los orígenes y destinos del problema presentado

2. Se asigna a la esquina noroeste el valor mínimo entre origen y destino. (Entre demanda y suministro)

3. Se repiten los pasos 1 y 2 hasta llegar a la última celda de la esquina inferior derecha, agotando tanto la demanda como suministro



4. Se multiplica cada valor asignado a los respectivos cuadrantes por el costo de envío correspondiente y se suman los valores de cada multiplicación para obtener el costo del envío total del problema



EJERCICIOS PROPUESTOS

- La empresa “químicos del caribe S.A” posee 4 depósitos de azufre que deben ser usados para fabricar 4 tipos de productos diferentes (A, B, C, D), además por cada litro que se haga de los productos A, B, C, y D se utilizan un litro de azufre. Se sabe que las capacidades de cada depósito son de 100L, 120L, 80L, 95L respectivamente. La empresa tiene un pedido de 125L de la sustancia A, 50L de la sustancia B, 130L de la sustancia C y 90L de la sustancia D. Los costos que reaccionan la producción de cada químico con cada depósito se presenta a continuación:
- Formule una solución para este problema de manera que se cumpla el pedido y se minimice los costos.

	A	B	C	D	oferta
Dispositivo 1	2	3	4	6	100
Dispositivo 2	1	5	8	3	120
Dispositivo 3	8	5	1	4	80
Dispositivo 4	4	5	6	3	95
demanda	125	50	130	90	395/395

	A	B	C	D	oferta
Dispositivo 1	2	3	4	6	100
Dispositivo 2	1	5	8	3	120
Dispositivo 3	8	5	1	4	80
Dispositivo 4	4	5	6	3	95
demanda	125	50	130	90	395/395

RESOLUCIÓN

	A	B	C	D	oferta			
Dispositivo 1	2 100	3	4	6	100	0		
Dispositivo 2	1 25	5 50	8 45	3	120	95	45	0
Dispositivo 3	8	5	1 80	4	80	0		
Dispositivo 4	4	5	6 5	3 90	95	90	0	
demanda	125	50	130	90	395/395			
	25	0	85	0				
	0		5					

Costo Mínimo = (100*2)+(25*1)+(50*5)+(45*8)+(80*1)+(5*6)+(3*90)
1.215

EJERCICIOS PROPUESTOS

- La empresa INFORMATECH, está desarrollando cuatro proyecto de redes, y buscar los mejores costos de envió para las cajas de red categoría 6, desde los proveedores A, B, C con una capacidad máxima de oferta de 15, 25,5 respectivamente, por lo que la demanda del proyecto 1, es de 5 cajas, el proyecto 2 y 3, es de 15 cajas respectivamente y el cuarto proyecto necesita 5 cajas de red, la tabla de costos de envió se muestran en la tabla. El gerente de proyectos requiere determinar los costos mínimos para cada proyecto.

	P1	P2	P3	P4	P5	Oferta
A	10	0	10	11	0	15
B	12	7	9	20	0	25
C	0	14	16	18	0	5
Demanda	5	15	15	5	5	45/45

RESOLUCIÓN

	P1	P2	P3	P4	P5	oferta			
A	10 5	0 10	10	11	0	15	10	0	
B	12	7 5	9 15	20 5	0	25	20	10	0
C	0	14	16	18	0 5	5	0		
Demanda	5	15	15	5	5	45/45			
	0	5	0	0	0				
		0							

Costo Mínimo = (5*10)+(10*0)+(5*7)+(15*9)+(5*20)+(5*0)
320

EJERCICIOS PROPUESTOS

- La empresa INFORMATECH, está desarrollando cuatro proyecto de redes, y buscar los mejores costos de envió para las cajas de red categoría 6, desde los proveedores A, B, C con una capacidad máxima de oferta de 15, 25,5 respectivamente, por lo que la demanda del proyecto 1, es de 5 cajas, el proyecto 2 y 3, es de 15 cajas respectivamente y el cuarto proyecto necesita 5 cajas de red, la tabla de costos de envió se muestran en la tabla. El gerente de proyectos requiere determinar los costos mínimos para cada proyecto.

	P1	P2	P3	P4	P5	Oferta
A	10	0	10	11	0	15
B	12	7	9	20	0	25
C	0	14	16	18	0	5
Demanda	5	15	15	5	5	45/45

MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE

	X	Y	Z	Oferta
A	400 2	100 3	0 6	500
B	0 2	600 1	200 5	800
C	0 4	0 6	1000 1	1000
Demanda	400	700	1200	2300

Costo Total = (400*2)+(100*3)+(600*1)+(200*5)+(1000*1)
Costo Total = 800+300+600+1000+1000
Costo Total = 3.700

MÉTODO DE COSTO MÍNIMO

- El método de Costos Mínimos es similar al Método de la Esquina Noroeste
- Como primer paso de debe considerar todas las celdas que están contenidas en las filas o columnas. Se selecciona la celda que tenga el bajo costo, y se empieza a realizar el procedimiento de agotar ofertas y demandas.
- Una vez asignada la cantidad en la casilla seleccionada con el menor costo, se repetirá el procedimiento hasta agotar todas las existencias y satisfacer todas las necesidades o requerimientos, tomando siempre en cuenta el bajo costo de la celda

MÉTODO DE COSTO MÍNIMO

	X	Y	Z	Oferta
A	2	3	6	500
B	2	1	5	800
C	4	6	1	1000
Demanda	400	700	1200	2300

MÉTODO DE COSTO MÍNIMO

	X	Y	Z	Oferta
A	400 2	0 3	100 6	500
B	0 2	700 1	100 5	800
C	0 4	0 6	1000 1	1000
Demanda	400	700	1200	2300

Costo Total = (400*2)+(100*6)+(700*1)+(100*5)+(1000*1)
Costo Total = 800+600+700+500+1000
Costo Total = 3.600

- Una empresa de componentes informáticos puede comprar discos duros a tres proveedores y su objetivo es minimizar el coste total de la compra. Los proveedores disponen de 1000, 3000 y 1000 discos respectivamente. La empresa necesita los discos en tres cadenas de montaje sitas en tres localidades distintas. Dichas cadenas requieren 1500, 1000 y 2500 discos respectivamente. Los precios en cientos de euros por cada disco entregado a cada cadena son como siguen:

4	7	2	1000
3	5	2	3000
9	11	10	1000
1500	1000	2500	5000/5000

4	7	2	1000
3	5	2	3000
9	11	10	1000
1500	1000	2500	5000/5000

MÉTODO DE APROXIMACIÓN DE VOGEL

- Este método es considerado el más cercano a una solución óptima para evaluar una solución factible de bajo costo
  - Se restan los dos valores mínimos de cada columna e igualmente en las filas,
  - Se toma como punto de partida el valor mínimo de la columna o fila en donde se encuentra ubicado el mayor valor obtenido en la resta inicial (mayor diferencia),
  - Se repiten los pasos anteriores con las filas columnas que aún quedan sin saturar (sin agotar oferta y demanda) hasta que se asignen todas las cantidades requeridas para satisfacer la demanda de acuerdo a la oferta dada.
  - Se determina el costo y se verifica que la tabla no sea denegada,
  - Se aplica la técnica del salto de la piedra para buscar la solución óptima en caso de poder hacerlo

MÉTODO DE APROXIMACIÓN DE VOGEL

	X	Y	Z	Oferta	
A	2	3	6	500	1
B	2	1	5	800	1
C	// 4	// 6	1000 1	1000	3
Demanda	400	700	1200	2300	
	0	2	4		

MÉTODO DE APROXIMACIÓN DE VOGEL

	X	Y	Z	Oferta	
A	2	// 3	6	500	1
B	2	700 1	5	800	1
C	// 4	// 6	1000 1	1000	-
Demanda	400	700	1200	2300	
	0	2	1		

MÉTODO DE APROXIMACIÓN DE VOGEL

	X	Y	Z	Oferta	
A	400 2	// 3	6	500	4
B	// 2	700 1	5	800	3
C	// 4	// 6	1000 1	1000	-
Demanda	400	700	1200	2300	
	0	-	1		

MÉTODO DE APROXIMACIÓN DE VOGEL

	X		Y		Z		Oferta	
A	400	2	//	3	100	6	500	6
B	//	2	700	1	100	5	800	5
C	//	4	//	6	1000	1	1000	-
Demanda	400		700		1200		2300	
	-		-		1			

EJERCICIO PROPUESTO

- Una empresa energética dispone de cuatro plantas de generación para satisfacer la demanda diaria eléctrica en cuatro ciudades, Quito, Guayaquil, Cuenca y Machala. Las plantas 1, 2, 3 y 4 pueden satisfacer 80, 30, 60 y 45 millones de KV al día respectivamente. Las necesidades de las ciudades Quito, Guayaquil, Cuenca y Machala son de 70, 40, 70 y 35 millones de KW al día respectivamente

	Quito	Guayaquil	Cuenca	Machala
Planta 1	5	2	7	3
Planta 2	3	6	6	1
Planta 3	6	1	2	4
Planta 4	4	3	6	6

SE REQUIERE

- Formule el modelo de Programación Lineal
- Encuentre una solución inicial con el método de la esquina noroeste
- Encuentre una solución con el método de costos mínimos
- Encuentre una solución con el método de Vogel

EJERCICIOS

- Una empresa dedicada a la fabricación de componentes de ordenador tiene dos fábricas que producen, respectivamente, 800 y 1500 piezas mensuales. Estas piezas han de ser transportadas a tres tiendas que necesitan 1000, 700 y 600 piezas, respectivamente. Los costes de transporte, en USD por pieza son los que aparecen en la tabla adjunta. ¿Cómo debe organizarse el transporte para que el coste sea mínimo?

	T1	T2	T3	
F1	3	7	1	800
F2	2	2	6	1500
	1000	700	600	

EJERCICIOS

- Un fabricante de chips tiene que planificar la producción para los próximos tres meses de tres diferentes chips (A,B,C). Los costes de producción por chip son de A, USD 6 en los primeros meses y de USD 9 en el tercero; de B, USD 8 los dos primeros y USD 11 el último mes; y de C, USD 6 los dos primeros meses y 8 el ultimo. El departamento de marketing ha llevado a cabo un estudio estimado que la demanda en los tres meses sería la de 300, 400 y 500 unidades, respectivamente. La fábrica puede producir 400 unidades de cada tipo de chip. ¿Cómo se puede optimizar la distribución de la fabricación de los chips en estos tres meses?

	A	B	C	Oferta
Mes 1	6	8	6	400
Mes 2	6	8	6	400
Mes 3	9	11	8	400
Demanda	300	400	500	

PROGRAMACIÓN LINEAL MÉTODO DE TRANSPORTE

LA LÓGICA ES QUE CADA RUTA TENGA UN COSTO DE ENVÍO DIFERENTE. A CADA COSTO DE ENVÍO LE VAMOS A LLAMAR ¨C¨ (Costo Unitario de Envío). LAS ¨X¨COLOCADAS REPRESENTAN POR OTRO LADO EL NÚMERO DE ARTÍCULOS QUE SE DEBERÁN ENVIAR POR CADA RUTA.

AL TRATARSE DE UN MÉTODO DE PROGRAMACIÓN LINEAL TAMBIÉN EXISTE UNA FUNCIÓN OBJETIVO ¨Z, VARIABLES DE DECISIÓN Y RESTRICCIONES.

EN LOS PROBLEMAS DE TRANSPORTE A DIFERENCIA DE LOS EJEMPLOS ANTERIORES, LA IDEA ES REDUCIR EL COSTO AL MÍNIMO.

PROGRAMACIÓN LINEAL

	Quito	Guayaquil	Cuenca	Machala	Oferta
Planta 1	5	2	7	3	80
Planta 2	3	6	6	1	30
Planta 3	6	1	2	4	60
Planta 4	4	3	6	6	45
	70	40	70	35	

Función Objetivo:

Min Z = 5X1+2X2+7X3+3X4+3X5+6X6+6X7+X8+6X9+X10+2X11+4X12+4X13+3X14+6X15+6X16

Sujeto a:

Restricción de Oferta:

X1+X2+X3+X4=80

X5+X6+X7+X8=30

X9+X10+X11+X12=60

X13+X14+X15+X16=45

X1,X2,X3,X4,.....X16>=0

Restricción de Demanda:

X1+X5+X9+X13=70

X2+X6+X10+X14=40

X3+X7+X11+X15=70

X4+X8+X12+X16=35

PROGRAMACIÓN LINEAL MÉTODO DE TRANSPORTE

FUNCIÓN OBJETIVO (Sumatoria de los Costos + Rutas)

$$Z = c\ 1,1\ x\ 1,1 + c1,2\ x\ 1,2 + \ldots.$$

Minimizar

$$c\ 2,1\ x\ 2,1 + c\ 2,2\ x\ 2,2 + \ldots.$$

$$c\ 3,1\ x\ 3,1 + c\ 3,\ 2\ x\ 3,2$$

	T1	T2	T3	
F1	3	7	1	800
F2	2	2	6	1500
	1000	700	600	
	1		6	
	T1	T2	T3	
F1		700	100	800
F2	1000		500	1500
	1000	700	600	
	0	0	500	

VARIABLES DE DECISIÓN (Son todas las x)

$$(x)\ i,j = x\ 1,1\ ;\ x\ 1,2$$

$$x\ 2,1\ ;\ x\ 2,2$$

$$x\ 3,1\ ;\ x\ 3,2$$

PROGRAMACIÓN LINEAL MÉTODO DE TRANSPORTE

RESTRICCIONES

Si la Oferta = a la Demanda, todos los almacenes quedarían vacíos.

Al cliente 1 y 2 no le interesa por que ruta venga el artículo, ellos necesitan que el producto llegue.

CASO 1: OFERTA = DEMANDA

Colocamos 2 tipos de restricciones

1) TIPO OFERTA
2) TIPO DEMANDA

PROGRAMACIÓN MÉTODO DE TRASNPORTE

1) RESTRICCIÓN TIPO OFERTA

$x_{1,1} + x_{1,2} = O1$

$x_{2,1} + x_{2,2} = O2$

$x_{3,1} + x_{3,2} = O3$

2) RESTRICCIÓN TIPO DEMANDA

$x_{1,1} + x_{2,1} + x_{3,1} = D1$

$x_{1,2} + x_{2,2} + x_{3,2} = D2$

PROGRAMACIÓN LINEAL MÉTODO DE TRANSPORTE

CASO 2 OFERTA > DEMANDA

1) RESTRICCIÓN TIPO OFERTA

$x_{1,1} + x_{1,2} <= O1$

$x_{2,1} + x_{2,2} <= O2$

$x_{3,1} + x_{3,2} <= O3$

2) RESTRICCIÓN TIPO DEMANDA

$x_{1,1} + x_{2,1} + x_{3,1} = D1$

$x_{1,2} + x_{2,2} + x_{3,2} = D2$

PROGRAMACIÓN LINEAL MÉTODO DE TRANSPORTE

CASO 3 OFERTA < DEMANDA

1) RESTRICCIÓN TIPO OFERTA

$x_{1,1} + x_{1,2} = O1$

$x_{2,1} + x_{2,2} = O2$

$x_{3,1} + x_{3,2} = O3$

2) RESTRICCIÓN TIPO DEMANDA

$x_{1,1} + x_{2,1} + x_{3,1} <= D1$

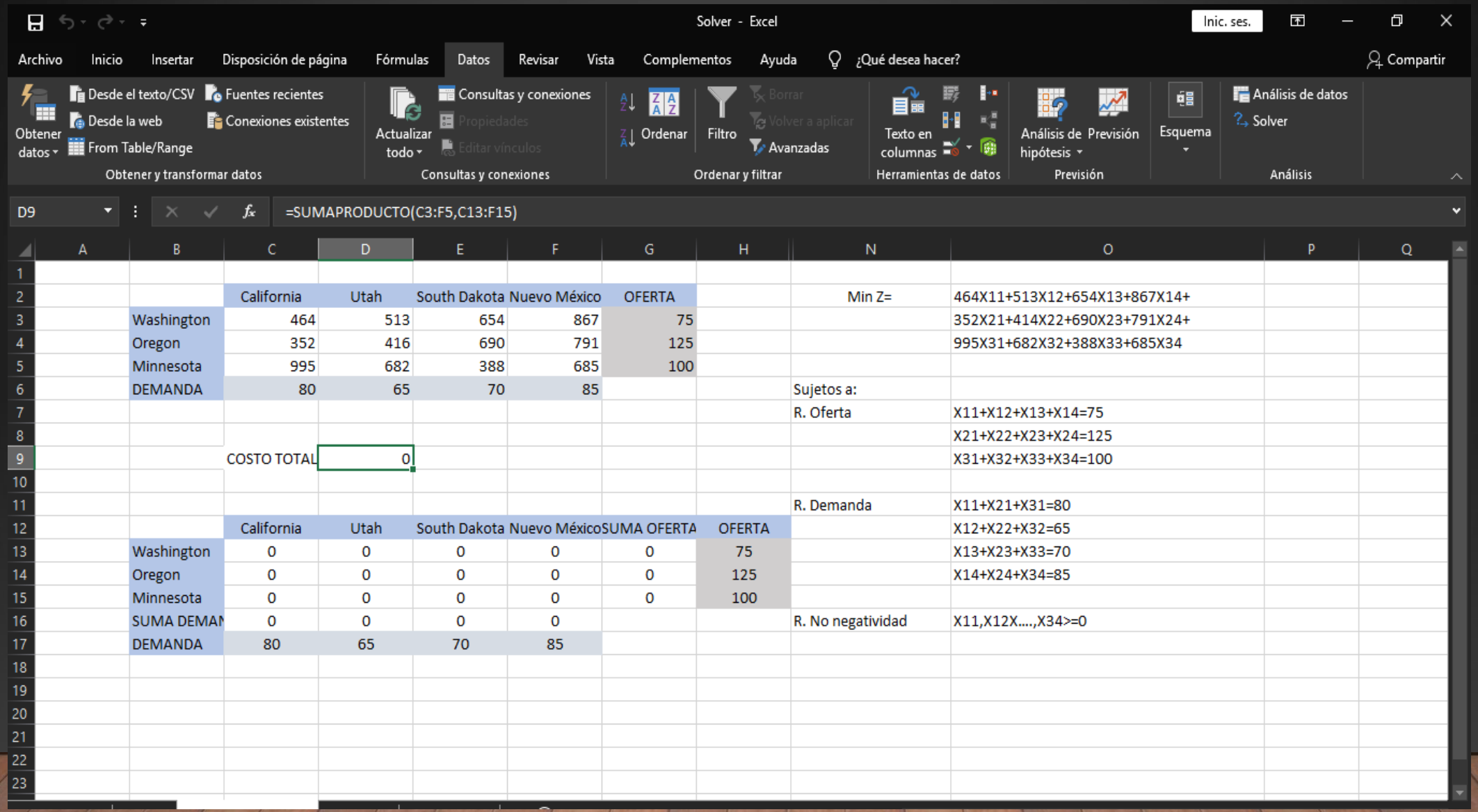
$x_{2,1} + x_{2,2} + x_{3,2} <= D2$

MÉTODO DE TRANSPORTE EXCEL-SOLVER

PASOS PARA INSTALAR SOLVER EN EXCEL:

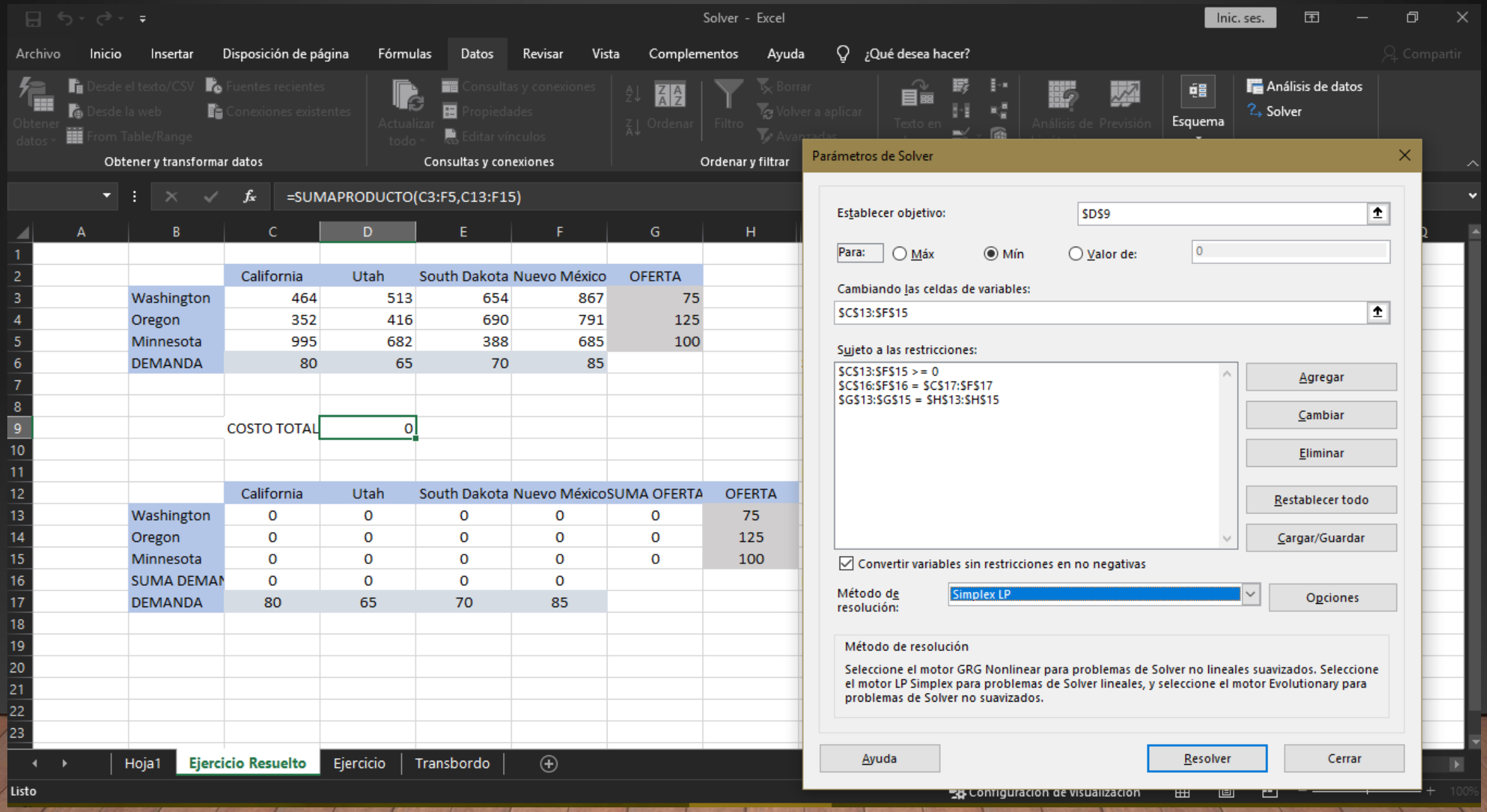
- CLICK EN ARCHIVO
- OPCIONES
- COMPLEMENTOS
- ADMINISTRAR (COMPLEMENTOS DE EXCEL)
- IR
- DAR CLICK EN LA CASILLA DE HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y SOLVER
- REGRESAMOS AL MENÚ PRINCIPAL, Y AL DAR CLICK EN LA PESTAÑA ¨DATOS¨ DEBE APARECER SOLVER.

MÉTODO DE TRANSPORTE EXCEL-SOLVER



	A	B	C	D	E	F	G	H	N	O	P	Q
1												
2			California	Utah	South Dakota	Nuevo México	OFERTA		Min Z=	464X11+513X12+654X13+867X14+		
3		Washington	464	513	654	867	75			352X21+414X22+690X23+791X24+		
4		Oregon	352	416	690	791	125			995X31+682X32+388X33+685X34		
5		Minnesota	995	682	388	685	100					
6		DEMANDA	80	65	70	85			Sujetos a:			
7									R. Oferta	X11+X12+X13+X14=75		
8										X21+X22+X23+X24=125		
9			COSTO TOTAL	0						X31+X32+X33+X34=100		
10												
11									R. Demanda	X11+X21+X31=80		
12			California	Utah	South Dakota	Nuevo México	SUMA OFERTA	OFERTA		X12+X22+X32=65		
13		Washington	0	0	0	0	0	75		X13+X23+X33=70		
14		Oregon	0	0	0	0	0	125		X14+X24+X34=85		
15		Minnesota	0	0	0	0	0	100				
16		SUMA DEMAN	0	0	0	0			R. No negatividad	X11,X12X....,X34>=0		
17		DEMANDA	80	65	70	85						
18												
19												
20												
21												
22												
23												

MÉTODO DE TRANSPORTE EXCEL-SOLVER

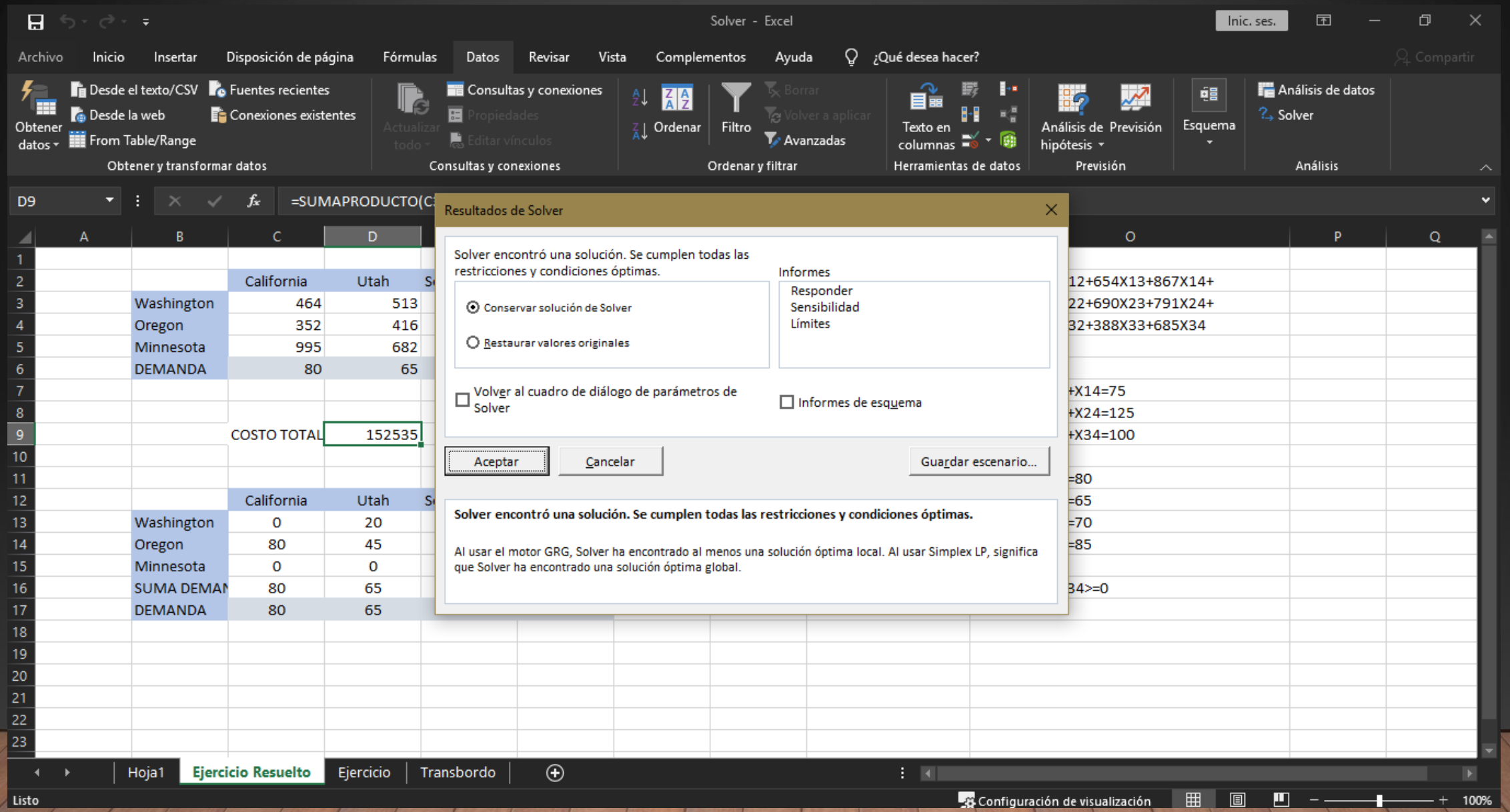


	California	Utah	South Dakota	Nuevo México	OFERTA
Washington	464	513	654	867	75
Oregon	352	416	690	791	125
Minnesota	995	682	388	685	100
DEMANDA	80	65	70	85	

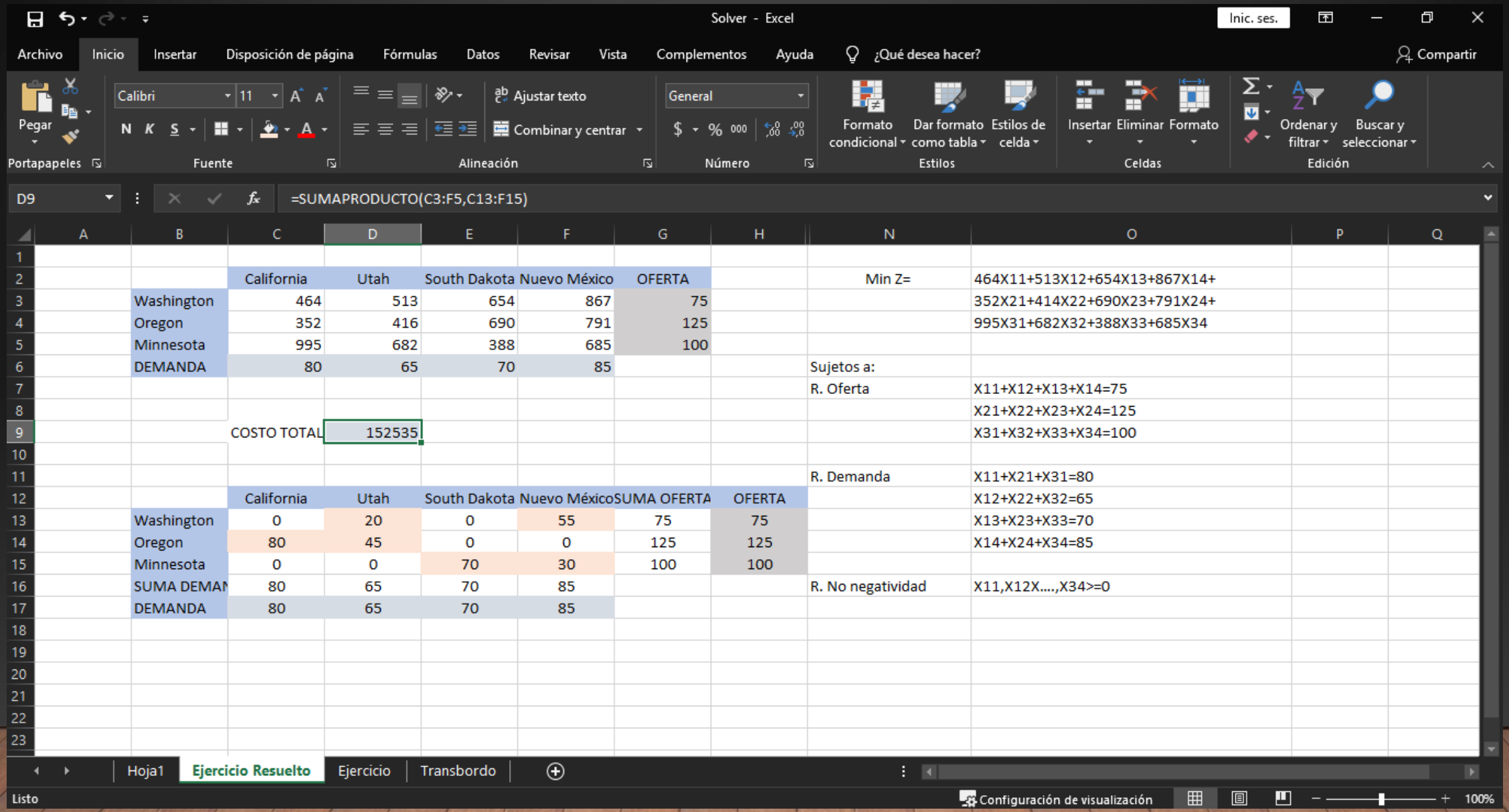
COSTO TOTAL 0

	California	Utah	South Dakota	Nuevo México	SUMA OFERTA	OFERTA
Washington	0	0	0	0	0	75
Oregon	0	0	0	0	0	125
Minnesota	0	0	0	0	0	100
SUMA DEMAN	0	0	0	0		
DEMANDA	80	65	70	85		

MÉTODO DE TRANSPORTE EXCEL-SOLVER



MÉTODO DE TRANSPORTE EXCEL-SOLVER



		California	Utah	South Dakota	Nuevo México	OFERTA
	Washington	464	513	654	867	75
	Oregon	352	416	690	791	125
	Minnesota	995	682	388	685	100
	DEMANDA	80	65	70	85	

COSTO TOTAL 152535

		California	Utah	South Dakota	Nuevo México	SUMA OFERTA	OFERTA
	Washington	0	20	0	55	75	75
	Oregon	80	45	0	0	125	125
	Minnesota	0	0	70	30	100	100
	SUMA DEMAN	80	65	70	85		
	DEMANDA	80	65	70	85		

Min Z=	464X11+513X12+654X13+867X14+
	352X21+414X22+690X23+791X24+
	995X31+682X32+388X33+685X34
Sujetos a:	
R. Oferta	X11+X12+X13+X14=75
	X21+X22+X23+X24=125
	X31+X32+X33+X34=100
R. Demanda	X11+X21+X31=80
	X12+X22+X32=65
	X13+X23+X33=70
	X14+X24+X34=85
R. No negatividad	X11,X12X....,X34>=0

TALLER

- Suponga que una empresa productora de barras de pan tiene dos almacenes A1 y A2 desde los cuales debe enviar pan a tres panaderías P1, P2 y P3. Las ofertas, las demandas y los costes de envío se dan en el siguiente cuadro:

	P_1	P_2	P_3	Oferta
A_1	8	6	10	2000
A_2	10	4	9	2500
Demanda	1500	2000	1000	

- Se pide:
- Formular el problema a través de Programación Lineal
- Resolver por los métodos de esquina noroeste, costos mínimos, Vogel y Solver