



Programación Lineal

VARIANTES



M. COVA

ago-20



PROBLEMA DE TRANSPORTE

ORIGEN

DESTINO

A

B

⋮

M

1

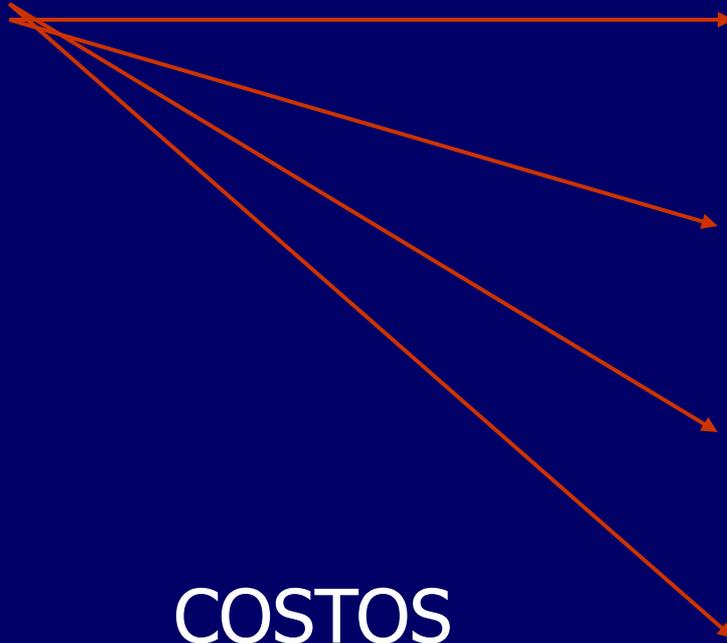
2

3

⋮

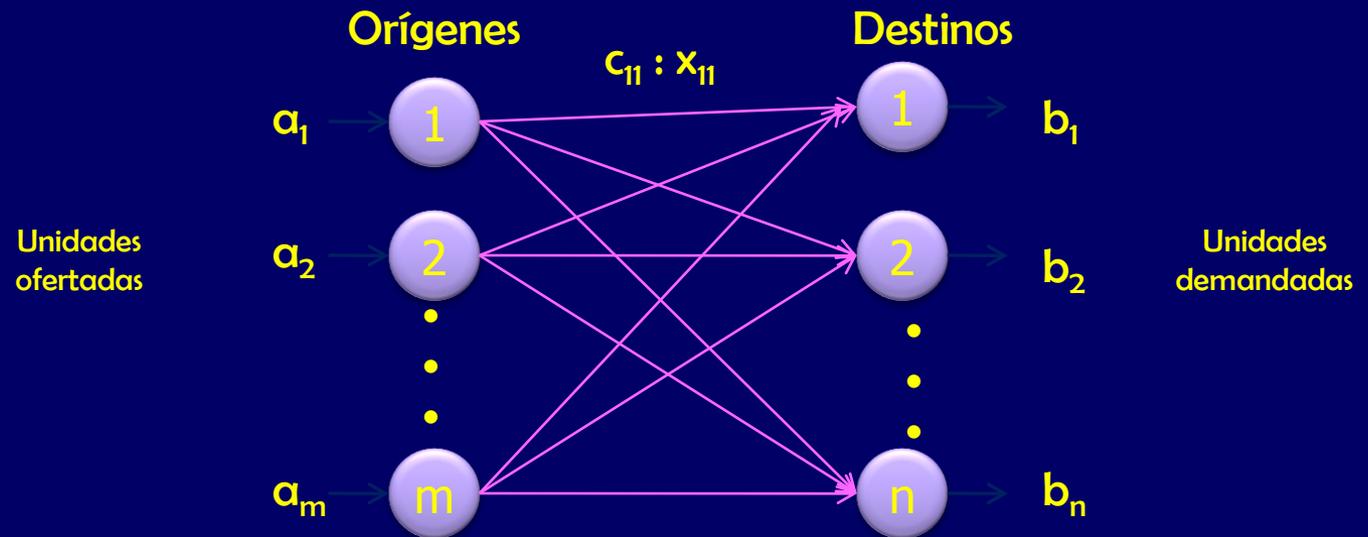
N

COSTOS





Representación del modelo de transporte (Taha, H. 2012)





Matriz de costos

x_{11} c_{11}	x_{12} c_{12}	...	x_{1n} c_{1n}	s_1
x_{21} c_{21}	x_{22} c_{22}	...	x_{2n} c_{2n}	s_2
...
x_{m1} c_{m1}	x_{m2} c_{m2}	...	x_{mn} c_{mn}	s_m
d_1	d_2	...	d_n	

Demandas

Suministros



Formulación PL Transporte

Función objetivo

$$\text{Minimizar } Z = C_{11}x_{11} + C_{12}x_{12} + \dots + C_{1n}x_{1n} + C_{21}x_{21} + C_{22}x_{22} \\ + \dots + C_{2n}x_{2n} + \dots + C_{m1}x_{m1} + C_{m2}x_{m2} + \dots + C_{mn}x_{mn}$$

Sujeto a

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} \leq S_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} \leq S_2 \\ x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} \leq S_m$$

Restricciones
de oferta

FILAS



Formulación PL Transporte

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} \geq D1$$

$$x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} \geq D2$$

$$x_{13} + x_{23} + \dots + x_{mn} \geq Dn$$

Restricciones
de Demanda

COLUMNAS

$$x_{ij} \geq 0 \quad \left. \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, m \\ j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right\}$$

Restricción
de no
negatividad



PROGRAMACIÓN ENTERA

Muchas veces, algunas o todas las variables de decisión deben restringirse a valores enteros.

Por ejemplo:

- El número de aeronaves que se compró este año.
- El número de máquinas que necesita para producción.
- El número de viajes que ha realizado un agente de ventas.
- El número de policía que se asignó a la vigilancia nocturna.



- En muchos problemas reales las variables sólo pueden tomar valores enteros
- Ejemplos:
 - decisiones sobre inversiones, compras, arranques, etc.
 - Cantidades de productos no divisibles, personas, etc.



PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA

- **PROGRAMACIÓN ENTERA**

- Resolver problemas que requieran valores enteros para las variables
- Se aproxima la solución con PL a la solución con enteros más cercana
- Solución de todos enteros, enteros - mixtos

- **Resolución**

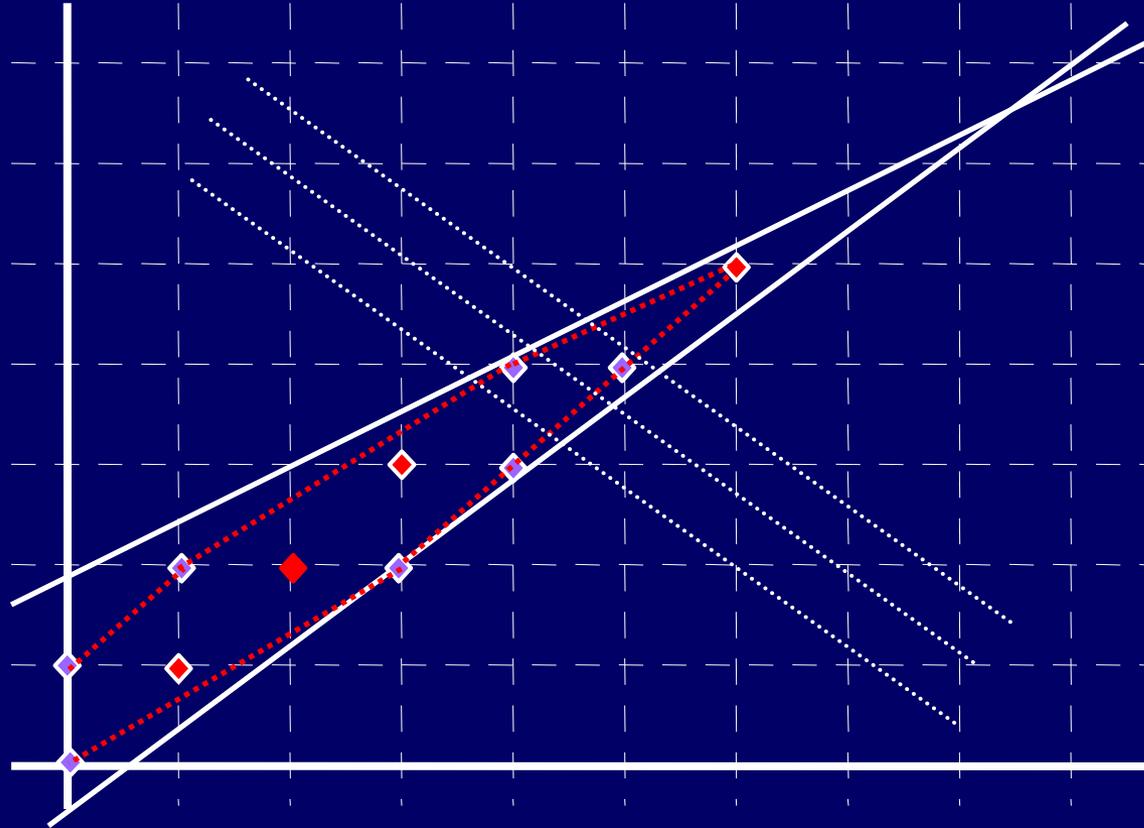
- POR APROXIMACIÓN
- ENUMERACIÓN COMPLETA
- TÉCNICA DE RAMIFICAR Y RESTRINGIR
- PLANO DE CORTE



- **Los modelos de PLE pueden clasificarse como sigue:**
 - Solo de enteros, es decir, todas las variables se restringen a enteros.
 - De variables mixtas - algunas variables son enteras, pero no todas.
 - De binarios- todas las variables son 0 ó 1.



Cubierta convexa

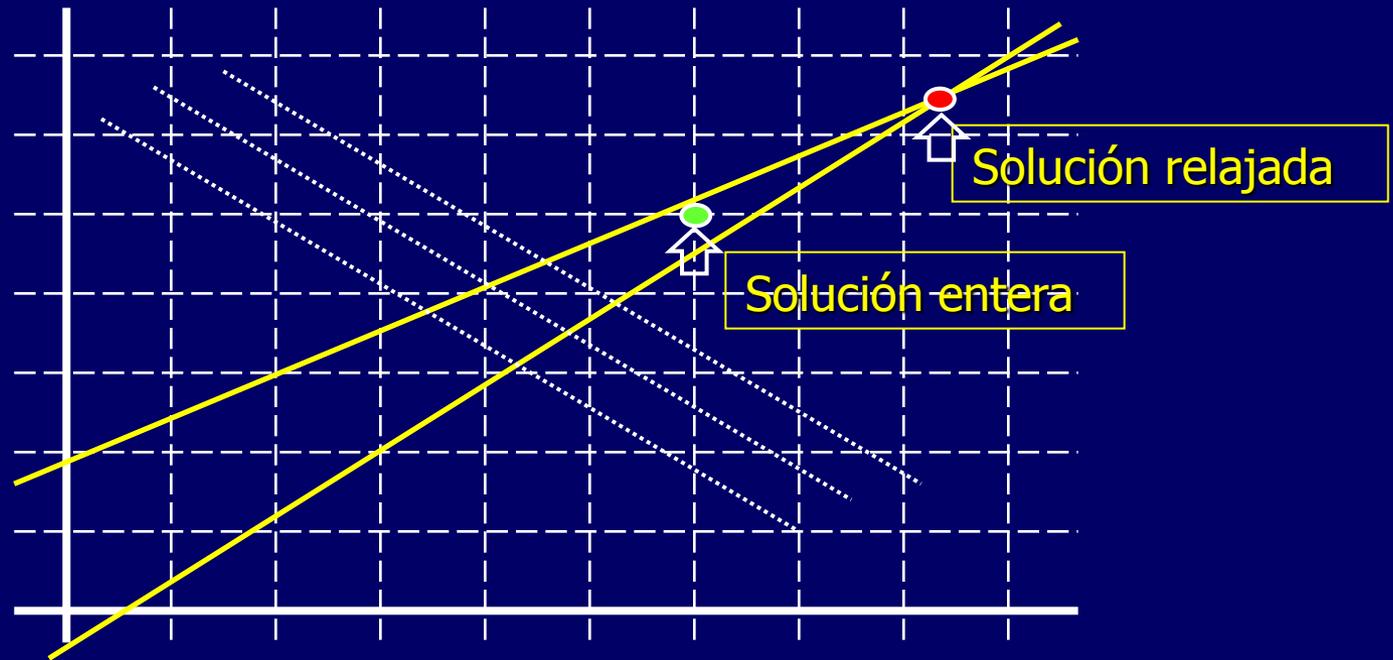


M. COVA

ago-20



La solución no tiene que estar en un vértice, ni contigua a un vértice





PL Transporte. Ejemplo

Caso Transporte Solver - Microsoft Excel (Error)

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Helv 8 A A Ajustar texto General

Pegar Fuente Alineación Número

O21 fx

1 **Ejemplo: Problema de transporte.**

2 Minimizar el costo de envío de mercancías desde las plantas de producción hasta los almacenes

3 cercanos a los centros de demanda regionales, sin exceder las existencias disponibles

4 en cada planta y satisfaciendo la demanda de cada almacén regional.

6 *Cantidad a enviar de la planta "x" al almacén "y" (en la intersección):*

Plantas	Total	Sevilla	Madrid	Barcelona	Santander	Bilbao
8 Galicia	0					
9 La Rioja	0					
10 Murcia	0					
12 TOTAL:		0	0	0	0	0

14 *Demandas por almacén->* 180 80 200 160 220

15 *Plantas: Existencias Costos de envío de la planta "x" al almacén "y" (en la intersección):*

Plantas	Existencias	Sevilla	Madrid	Barcelona	Santander	Bilbao
16 Galicia	310	10	8	6	5	4
17 La Rioja	260	6	5	4	3	6
18 Murcia	280	3	4	5	5	9
20 <i>Envío:</i>	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$

19

20

21

Códigos de color

- Celda objetivo
- Celdas a cambiar
- Restricciones

M. COVA

ago-20



PL Transporte. Ejemplo

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ejemplo: Problema de transporte.							
2	Minimizar el costo de envío de mercancías desde las plantas de producción hasta los almacenes cercanos a los centros de demanda regionales, sin exceder las existencias disponibles en cada planta y satisfaciendo la demanda de cada almacén regional.							
6	<i>Cantidad a enviar de la planta "x" al almacén "y" (en la intersección):</i>							
7	<i>Plantas:</i>	<i>Total</i>	<i>Sevilla</i>	<i>Madrid</i>	<i>Barcelona</i>	<i>Santander</i>	<i>Bilbao</i>	
8	Galicia	5	1	1	1	1	1	
9	La Rioja	5	1	1	1	1	1	
10	Murcia	5	1	1	1	1	1	
11			---	---	---	---	---	
12	TOTAL:		3	3	3	3	3	
14	<i>Demandas por almacén--></i>		180	80	200	160	220	
15	<i>Plantas:</i>	<i>Existencias:</i>	<i>Costos de envío de la planta "x" al almacén "y" (en la intersección):</i>					
16	Galicia	310	10	8	6	5	4	
17	La Rioja	260	6	5	4	3	6	
18	Murcia	280	3	4	5	5	9	
20	<i>Envía:</i>	83 \$	19 \$	17 \$	15 \$	13 \$	19 \$	



PL Transporte. Ejemplo

21
22 El problema que se presenta en este modelo implica el envío de mercancías desde tres plantas
23 a cinco almacenes diferentes. Las mercancías pueden enviarse desde cualquier planta a cualquier
24 almacén, pero obviamente es más costoso enviar mercancías a largas distancias que a cortas
25 distancias. El problema consiste en determinar las cantidades desde cada planta a cada almacén con
26 un mínimo costo de envío para poder satisfacer la demanda regional sin sobrepasar los suministros de
27 cada planta.

28 Especificaciones del problema

29			
30	Celda objetivo	B20	El objetivo es minimizar el costo total de envío.
31			
32	Celdas a cambiar	C8:G10	La cantidad que se va a enviar desde cada planta a cada almacén.
33			
34			
35	Restricciones	B8:B10<=B16:B18	El total enviado debe ser menor o igual a la cantidad disponible en cada planta.
36			
37			
38		C12:G12>=C14:G14	El total enviado a los almacenes debe ser mayor o igual a la demanda de los almacenes.
39			
40			
41		C8:G10>=0	El número que se va a enviar debe ser mayor o igual a 0.
42			

43
44 Puede resolver este problema con mayor rapidez seleccionando la casilla **Adoptar modelo lineal**
45 en el cuadro de diálogo **Opciones de Solver** antes de hacer clic en **Resolver**. Este tipo de
46 problema tiene una solución óptima en la que las cantidades que se van a enviar son números
47 enteros, si todas las restricciones de la oferta y la demanda son números enteros.

48



Datos Revisar Vista

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx. Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.



Declarar Variable Entera

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet with a dialog box titled "Agregar restricción" (Add restriction) open over a selected cell range. The spreadsheet grid shows columns J through R and rows 8 through 10. The dialog box contains the following fields:

- Referencia de celda:** \$C\$8:\$G\$10
- Restricción:** entero
- Dropdown menu:** int (highlighted with a red circle)

Buttons at the bottom of the dialog box are "Aceptar", "Agregar", and "Cancelar".



Solución PL Transporte

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ejemplo: Problema de transporte.							
2	Minimizar el costo de envío de mercancías desde las plantas de producción hasta los almacenes cercanos a los centros de demanda regionales, sin exceder las existencias disponibles en cada planta y satisfaciendo la demanda de cada almacén regional.							
6	<i>Cantidad a enviar de la planta "x" al almacén "y" (en la intersección):</i>							
7	<i>Plantas</i>	<i>Total</i>	<i>Sevilla</i>	<i>Madrid</i>	<i>Barcelona</i>	<i>Santander</i>	<i>Bilbao</i>	
8	Galicia	300	0	0	0	80	220	
9	La Rioja	260	0	0	180	80	0	
10	Murcia	280	180	80	20	0	0	
11			---	---	---	---	---	
12	TOTAL:		180	80	200	160	220	
14	<i>Demandas por almacén--></i>		180	80	200	160	220	
15	<i>Plantas</i>	<i>Existencias</i>	<i>Costos de envío de la planta "x" al almacén "y" (en la intersección):</i>					
16	Galicia	310	10	8	6	5	4	
17	La Rioja	260	6	5	4	3	6	
18	Murcia	280	3	4	5	5	9	
20	<i>Envía:</i>	3.200 \$	540 \$	320 \$	820 \$	640 \$	880 \$	
21								



A	B	C	D	E	F
10	Tiempo máximo Ilimitado, Iteraciones Ilimitado, Precision 0,000001				
11	Máximo de subproblemas Ilimitado, Máximo de soluciones de enteros Ilimitado				
12					
13					
14	Celda objetivo (Mín)				
15	Celda	Nombre	Valor original	Valor final	
16	\$B\$20	Envío: Existencias	83 Bs	3.200 Bs	
17					
18					
19	Celdas de variables				
20	Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
21	\$C\$8	Galicia Sevilla	1	0	Continuar
22	\$D\$8	Galicia Madrid	1	0	Continuar
23	\$E\$8	Galicia Barcelona	1	0	Continuar
24	\$F\$8	Galicia Santander	1	80	Continuar
25	\$G\$8	Galicia Bilbao	1	220	Continuar
26	\$C\$9	La Rioja Sevilla	1	0	Continuar
27	\$D\$9	La Rioja Madrid	1	0	Continuar
28	\$E\$9	La Rioja Barcelona	1	180	Continuar
29	\$F\$9	La Rioja Santander	1	80	Continuar
30	\$G\$9	La Rioja Bilbao	1	0	Continuar
31	\$C\$10	Murcia Sevilla	1	180	Continuar
32	\$D\$10	Murcia Madrid	1	80	Continuar
33	\$E\$10	Murcia Barcelona	1	20	Continuar
34	\$F\$10	Murcia Santander	1	0	Continuar
35	\$G\$10	Murcia Bilbao	1	0	Continuar
36					



Declarar Variable Binaria

S	T	U	V	W	X	Y
<div data-bbox="357 699 1854 1228"><p>Agregar restricción ✕</p><p>Referencia de celda: <input type="text" value="\$D\$7:\$D\$13"/>  bin </p><p>Restricción: <input type="text" value="binario"/> </p><p><input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Agregar"/> <input type="button" value="Cancelar"/></p></div>						



Aplicaciones PL Transporte/Entera



- Seleccionar un problema de Transporte (5%) y 1 de PLE/ variables binarias (5%)
 - Resolver en paquete diferente a SOLVER
 - Presentar paso a paso de cada uno en 1 archivo PowerPoint
 - Indicar el enlace donde trabajaron el PL
 - Subir los archivos de trabajo (2)



Aplicaciones PL Transporte/Entera



- Opciones de Software
 - Ds For Windows /POM For Windows
 - LINDO
 - TORA
 - WinQSB
 - STORM
 - TanziFlex