Federico J. OSSOLA

U T N

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

Investigación Operativa

Programación Lineal

Guía de Trabajos Prácticos

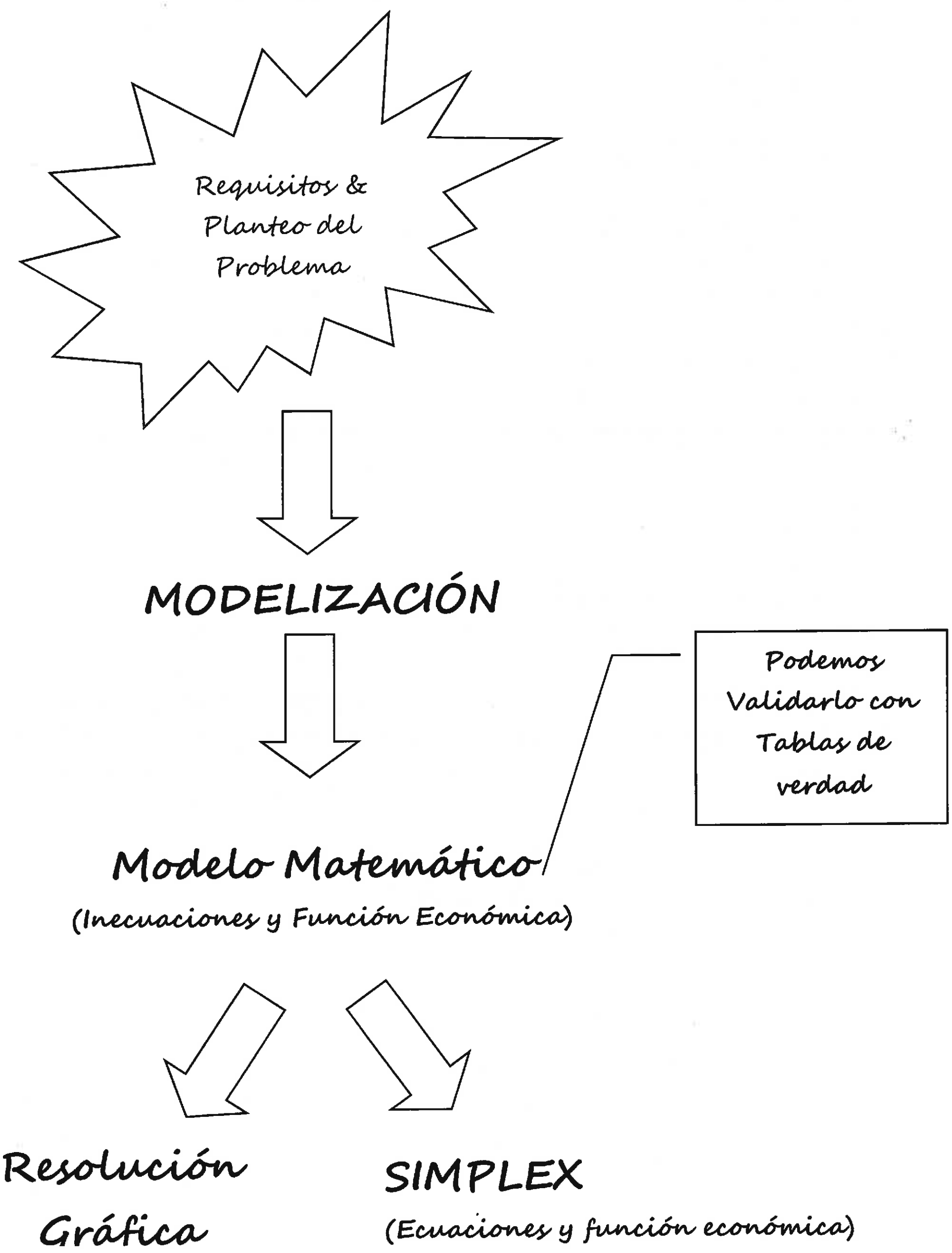
2016

Profesor
Lic. Marcelo Fabián Grispino
Ayudantes
Pablo Sabatino
Francisco Montero

Índice

Algoritmo para la resolución de problemas

1. **Analizar el enunciado del problema.**
2. **Modelización.**
3. **Plantear las inecuaciones y la función económica.**
4. **[Si se puede] Representar Gráficamente.**
5. **Resolución del Simplex**



Ejercicios de Programación Lineal

Ejercicio 1 - Productos Lácteos

Una fábrica produce 2 tipos de productos lácteos L1 y L2; en la sección producción se emplean 2 horas y 4 horas por unidad de L1 y L2 respectivamente, disponiéndose de 500 hs/mes.
Se sabe que la demanda global de ambos productos es de 200 unidades por mes y en la sección envase se pueden envasar hasta 100 unidades de L2 (no hay limitación de L1).
Determinar las cantidades a producir de ambos productos sabiendo que el beneficio es de $20 y $40 para L1 y L2 respectivamente.
Resolver gráfica y analíticamente. Indicar los valores duales y su significado.

Ejercicio 2 – Un Importador

Un importador dispone de financiación para introducir mercaderías por $20.000.000. De acuerdo con las reglamentaciones, está autorizado para importar hasta $ 16.000.000 en repuestos para maquinarias agrícolas y hasta $8.000.000 en sustancias químicas. Puede tener un beneficio del 6% sobre las sustancias químicas y del 2% sobre los repuestos.
Por razones de mercado, decide que la suma a importar en repuestos debe ser al menos el doble de la dedicada a sustancias químicas.
Determinar el programa de importación que le brinde el máximo beneficio.

Ejercicio 3 – Un intermediario

Un intermediario debe adquirir mercaderías para la próxima temporada, para lo cual dispone de un capital de $ 13.000.000. La mercadería A cuesta $ 80 por unidad y requiere un espacio de almacenamiento de 80 dm3, la mercadería B cuesta 70 $ y requiere un espacio de almacenamiento de 20 dm3. La mercadería C cuesta 100 $ y el espacio necesario es de 70 dm 3. El espacio disponible de almacenamiento es de 4.000 m 3. Los beneficios esperados son de 20 $ por unidad de A, 20 $ por unidad de B y 25 $ por unidad de C. Hallar el programa de compra que maximice el beneficio del importador

Ejercicio 4 - Resuelto – El Sastre I

Un sastre tiene las siguientes materias primas a su disposición: 16 metros2 de algodón, 11 metros2 de seda y 15 metros2 de lana. Un traje requiere lo siguiente. 2 metros2 de algodón, 1 metros2 de seda y 1 metros2 de lana. Una túnica requiere lo siguiente: 1 metros2 de algodón, 2 metros2 de seda y 3 metros2 de lana. Si el traje se vende por $30 y la túnica por $50 ¿Cuántas piezas de cada confección debe hacer el sastre para obtener la máxima cantidad de dinero?

Modelización:

Insumo\Producto	Trajes	Túnicas	Disponibilidad
Algodón	2	1	16
Seda	1	2	11
Lana	1	3	15
Beneficio	30	50	MAX

Siendo:

X_1 = La cantidad de trajes a fabricar
X_2 = La cantidad de túnicas a fabricar
X3 = La cantidad de m2 de algodón que sobran
X4= La cantidad de m2 de seda que sobran
X5 = La cantidad de m2 de Lana que sobran

Armo las condiciones:

Condiciones de Vínculo (Restricciones)

$$\begin{cases} 2.X_1 + 1.X_2 \leq 16 & \text{(Restricción c1 en la solución grafica)} \\ 1.X_1 + 2.X_2 \leq 11 & \text{(Restricción c2 en la solución grafica)} \\ 1.X_1 + 3.X_2 \leq 15 & \text{(Restricción c3 en la solución grafica)} \\ X_1, X_2 \geq 0 & \text{[condición de no-negatividad]} \end{cases}$$

La función objetivo es: $Z= 30.X_1+ 50.X_2$ MAXIMIZO ¡!

(RESOLVER)

Resolución propuesta del ejercicio usando WinQSB

Iteración #1

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3		
Basis	C(j)	30,0000	50,0000	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	2,0000	1,0000	1,0000	0	0	16,0000	16,0000
Slack_C2	0	1,0000	2,0000	0	1,0000	0	11,0000	5,5000
Slack_C3	0	1,0000	3,0000	0	0	1,0000	15,0000	5,0000
	C(j)-Z(j)	30,0000	50,0000	0	0	0	0	

Iteración #2

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3		
Basis	C(j)	30,0000	50,0000	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	1,6667	0	1,0000	0	-0,3333	11,0000	6,6000
Slack_C2	0	0,3333	0	0	1,0000	-0,6667	1,0000	3,0000
X2	50,0000	0,3333	1,0000	0	0	0,3333	5,0000	15,0000
	C(j)-Z(j)	13,3333	0	0	0	-16,6667	250,0000	

Iteración #3

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3		
Basis	C(j)	30,0000	50,0000	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	0	0,0000	1,0000	-5,0000	3,0000	6,0000	2,0000
X1	30,0000	1,0000	0,0000	0	3,0000	-2,0000	3,0000	M
X2	50,0000	0	1,0000	0	-1,0000	1,0000	4,0000	4,0000
	C(j)-Z(j)	0	0	0	-40,0000	10,0000	290,0000	

Iteración #4

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3		
Basis	C(j)	30,0000	50,0000	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C3	0	0	0	0,3333	-1,6667	1,0000	2,0000	
X1	30,0000	1,0000	0,0000	0,6667	-0,3333	0	7,0000	
X2	50,0000	0,0000	1,0000	-0,3333	0,6667	0	2,0000	
	C(j)-Z(j)	0	0	-3,3333	-23,3333	0	310,0000	

Solución

	00:04:14		Wednesday	September	04	2013		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	7,0000	30,0000	210,0000	0	basic	25,0000	100,0000
2	X2	2,0000	50,0000	100,0000	0	basic	15,0000	60,0000
	Objective	Function	(Max.) =	310,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	16,0000	<=	16,0000	0	3,3333	10,0000	22,0000
2	C2	11,0000	<=	11,0000	0	23,3333	8,0000	12,2000
3	C3	13,0000	<=	15,0000	2,0000	0	13,0000	M

Resumen de la solución

04-08-2013 23:59:38	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	7,0000	30,0000	210,0000	0	basic
2	X2	2,0000	50,0000	100,0000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	310,0000		

Conclusión

Se deben confeccionar 7 trajes (X_1) y 2 túnicas (X_2) para maximizar el beneficio.

Beneficio o ganancia máxima: $310

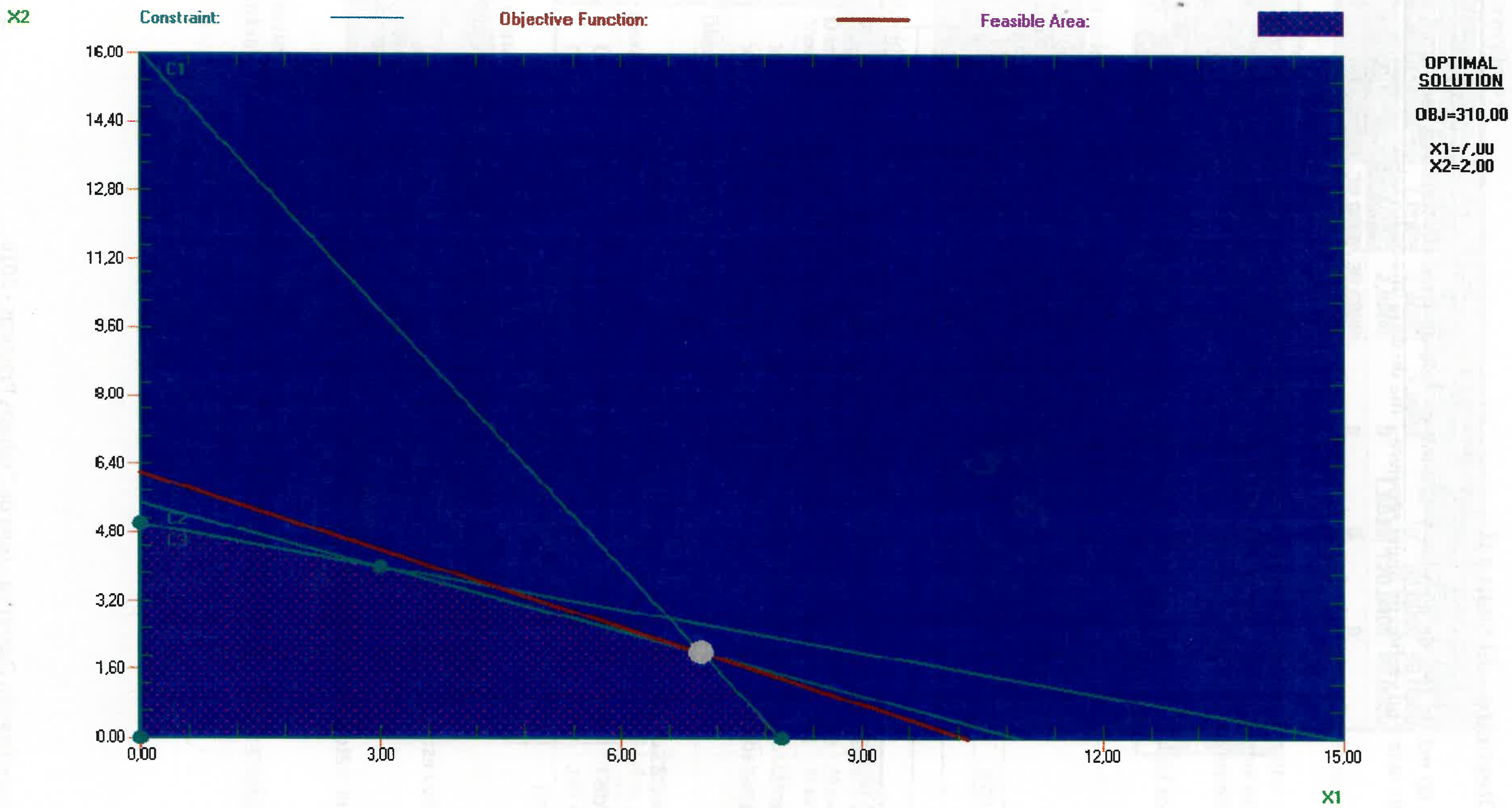


Ilustración 1 - Solución Grafica usando WinQSB

Ejercicio 5 - Resuelto – El Sastre II

Un sastre tiene 80 m2 de tela de algodón y 120 m2 de tela de lana. Un traje requiere 1 m2 de algodón y 3 m2 de lana y un vestido de mujer requiere 2 m2 de cada una de las telas.

Qué cantidad de cada confección debe hacer el sastre para maximizar su ingreso si:

a) tanto los trajes como los vestidos se venden cada uno a $30.
b) un traje se vende por $40 y un vestido por $20.
c) un traje se vende por $30 y un vestido por $20.

Para los tres casos hallar la solución gráfica y analítica por el método simplex.

Modelización:

Insumo\Producto	Traje	Vestido	Disponibilidad
Algodón	1	2	80
Lana	3	2	120
Beneficio	30	30	MAX

Siendo:

Siendo X_1 = la cantidad de trajes a confeccionar
Siendo X_2 = la cantidad de vestidos a confeccionar

Armo las condiciones:

Condiciones de Vínculo (Restricciones)

$1.X_1 + 2.X_2 \leq 80$ (Restricción c1 en la solución grafica)
$3.X_1 + 2.X_2 \leq 120$ (Restricción c2 en la solución grafica)
$X_1, X_2 \geq 0$ [condición de no-negatividad]

La función objetivo es: $Z= 30.X_1+ 30.X_2$ MAXIMIZO ¡!

(RESOLVER por el método del simplex)

Resolución propuesta del ejercicio usando WinQSB:

Iteración #1

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2		
Basis	C(j)	30,0000	30,0000	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	1,0000	2,0000	1,0000	0	80,0000	80,0000
Slack_C2	0	3,0000	2,0000	0	1,0000	120,0000	40,0000
	C(j)-Z(j)	30,0000	30,0000	0	0	0	

Iteración #2

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2		
Basis	C(j)	30,0000	30,0000	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	0	1,3333	1,0000	-0,3333	40,0000	30,0000
X1	30,0000	1,0000	0,6667	0	0,3333	40,0000	60,0000
	C(j)-Z(j)	0	10,0000	0	-10,0000	1.200,0000	

Iteración #3

		X1	X2	Slack_C1	Slack_C2		
Basis	C(j)	30,0000	30,0000	0	0	R. H. S.	Ratio
X2	30,0000	0	1,0000	0,7500	-0,2500	30,0000	
X1	30,0000	1,0000	0	-0,5000	0,5000	20,0000	
	C(j)-Z(j)	0	0	-7,5000	-7,5000	1.500,0000	

Solución

	01:11:53		Wednesday	September	04	2013		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	20,0000	30,0000	600,0000	0	basic	15,0000	45,0000
2	X2	30,0000	30,0000	900,0000	0	basic	20,0000	60,0000
	Objective	Function	(Max.) =	1.500,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	80,0000	<=	80,0000	0	7,5000	40,0000	120,0000
2	C2	120,0000	<=	120,0000	0	7,5000	80,0000	240,0000

Resumen de la solución

04-09-2013 01:13:09	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	20,0000	30,0000	600,0000	0	basic
2	X2	30,0000	30,0000	900,0000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	1.500,0000		

Conclusión

El máximo beneficio ($1500) se obtendrá fabricando 20 trajes (X_1) y 30 (X_2) vestidos.

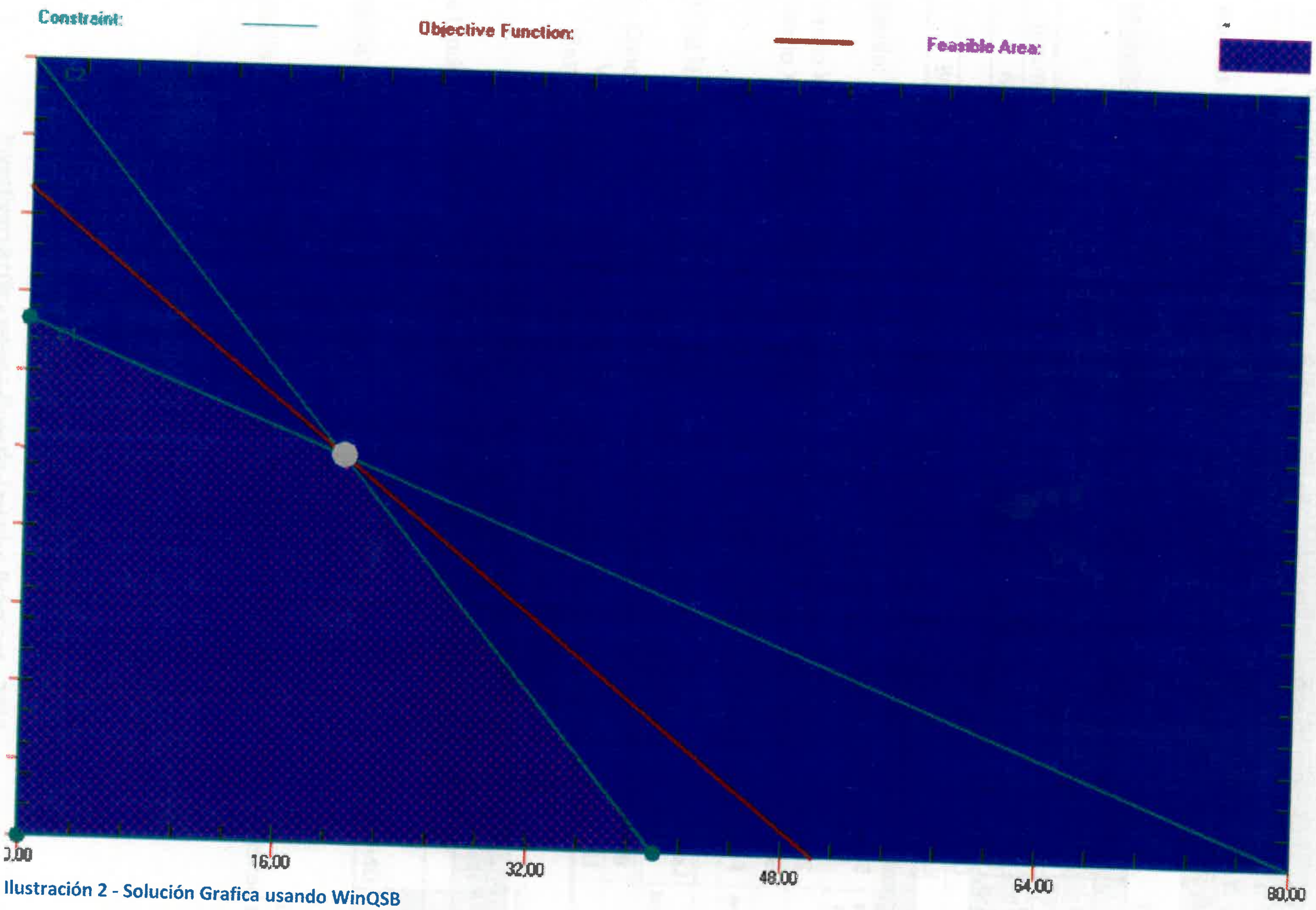


Ilustración 2 - Solución Grafica usando WinQSB

Ejercicio 6 – Empresa NODO S.A.

La empresa NODO S.A. el año pasado lanzo a la venta 2 nuevos productos. Dos tipos de plaguicidas, uno de uso familiar y otro industrial. La elaboración de estos productos, si bien utiliza una serie de materias primas y se realiza en varios lugares de la planta química, solo representa un gran problema en 3 áreas específicas que son: mezclado, filtrado y envasado. Pero estos sectores disponen de muy limitado tiempo para su trabajo. Este tiempo es el que se destina exclusivamente a la elaboración de los dos productos. Los respectivos insumos de cada producto, en cada sector, suministrados por los empleados de la empresa química se pueden visualizar en la tabla correspondiente, dado en minutos/litros. La gerencia de la empresa desea tener un plan diario que le aporte el mayor beneficio económico y que, en cada proceso, de los 3 mencionados se reduzcan los tiempos ociosos ya que esto último representa una gran pérdida.

Insumos de producción (en minutos)		
Sector	Plaguicida Familiar	Plaguicida Industrial
Mezcla	30	60
Filtrado	50	250
Envasado	12	12

Capacidades	
Mezclado	15 horas diarias
Filtrado	50 horas diarias
Envasado	5 horas diarias

Datos Económicos (por litro)		
	Plaguicida Familiar	Plaguicida Industrial
Costo de elaboración	\$5	\$4
Filtrado	\$8	\$8

Plantear y resolver el problema a fin de optimizar el margen total.

Ejercicio 7

Se desea definir las cantidades a fabricar de dos productos A y B cuyo procesamiento se realiza en dos centros de máquinas, conociéndose los datos referentes a los tiempos de proceso y disponibilidades en los centros.
Se sabe además que debe cumplirse con un pedido mínimo de 50 unidades de A al mismo tiempo la producción de B debe ser por lo menos 4 veces superior a la producción de A.

Se conocen los márgenes brutos de beneficio de cada producto y se desean optimizar el beneficio total. Plantear y resolver el problema a fin de optimizar el margen total.

		A	B	DISPONIBILIDAD
Tiempos unitarios	Máquina 1	1	0.4	200
	Máquina 2	0.5	1	200
Margen bruto unitario		12	8	

Ejercicio 8 – Fabricante de bombones

Un fabricante de bombones entrega sus productos en cajas de 1 kilo en dos variedades: A y B. La caja tipo A contiene 300 gramos de bombones de licor, 500 gramos de nuez y 200 gramos de fruta.

La caja tipo B contiene 400, 200 y 400 gramos de cada tipo de bombón respectivamente.

La utilidad por cada caja de tipo A es de $120 y para las cajas del tipo B es de $90.

El fabricante dispone de 100 kilos de bombones de licor, 120 kilos de nuez y 100 kilos de bombones de fruta.

Se pide determinar la cantidad de cajas de cada tipo que debe armar el fabricante para que la ganancia sea máxima.

Ejercicio 9 – Taller metalúrgico

En un taller metalúrgico se fabrican dos tipos de piezas A y B, que deben seguir los siguientes procesos:

1. Estampado en hojas metálicas
2. Soldado
3. Pintado

La operación de estampado consiste en preparar partes idénticas que luego serán soldadas de a pares, formando la pieza A. El mismo proceso se realiza para la pieza B.

Los insumos de equipos son los siguientes, para la realización de cada una de las operaciones (expresados en segundos por pieza):

Operación	Pieza A	Pieza B	Tiempo disponible (seg/Semana)
Estampado de c/parte	3	8	48000
Soldado	12	6	42000
Pintado	9	9	36000

La utilidad unitaria es de $ 4 para la pieza A y $ 3 para la pieza B. Se desea establecer el programa semanal de producción que maximice la utilidad del taller con respecto a las piezas consideradas.

Ejercicio 10 – Fábrica de muebles

Una pequeña fábrica de muebles produce mesas y sillas. Tarda 2 horas en ensamblar una mesa y 30 minutos en armar una silla. El ensamblaje lo realizan 4 trabajadores sobre la base de un solo turno diario de 8 horas. Los clientes suelen comprar cuando menos 4 sillas con cada mesa, lo que significa que la fábrica debe producir por lo menos cuatro veces más sillas que mesas. El precio de venta es de

$135 por mesa y $50 por silla. Determine la combinación de sillas y mesas en la producción diaria maximizaría el ingreso total diario de la fábrica.

Ejercicio 11

Una compañía puede anunciar su producto mediante el uso de estaciones de radio y televisión locales. Su presupuesto limita los gastos de publicidad de $1000 por mes cada minutos de anuncio en la radio cuesta $5 y cada minuto de publicidad en televisión cuesta $100. La compañía desearía utilizar la radio cuando menos dos veces más que la televisión. La experiencia pasada muestra que cada minuto de publicidad por televisión generará en términos generales 25 más venta que cada minuto de publicidad por la radio. Determine la asignación óptima del presupuesto mensual por anuncios por radio y televisión.

Ejercicio 12

Cierto alimento para perros se hace mezclando dos productos de soja para obtener una “dieta para perros bien balanceada”. Si se quiere asegurar que los perros reciban al menos 8 onzas de proteínas y 1 onza de grasa diaria. ¿Cuál sería la mezcla de costo mínimo de los dos alimentos para perros?

Producto de Soja	Costo por Onza	Proteína (%)	Grasas (%)
1	$0,60	50	10
2	$0,15	20	20

Ejercicio 13

Una firma que produce alimentos balanceados para ganado, decide elaborar un nuevo producto, basado en la mezcla de torta de lino y de cebada.

Desde el punto de vista nutritivo, deben contemplarse en la mezcla dos premisas fundamentales que deben cumplirse:

1. Contenido de proteínas.
2. Contenido de materias grasas.

El primer valor debe oscilar entre 8 Kg. como mínimo y 12 Kg. como máximo, cada 100 Kg. De mezcla o producto final.

El segundo debe oscilar entre 2 Kg. como mínimo y 5 Kg. como máximo, cada 100 Kilos de mezcla o producto final.

Por otro lado, se conocen las cantidades de proteínas y materias primas grasas contenidas en promedio en 100 kilos de torta de lino y cebada. Éstos valore son:

	Torta de Lino	Torta de Cebada
Proteínas (%)	28,8	6,6
Materias Grasas (%)	7,9	1,9

Es necesario tener en cuenta que la torta de lino es un alimento muy apetecido por el ganado, pero debe ser mezclado como máximo en un 15%, debido a que es ligeramente irritante en dosis mayores.

La cebada en cambio, es gustada en menor grado y puede ser mezclada sin límite, dado que no tiene contraindicaciones.

El costo de la torta de lino es de $10 el kilo y el de la cebada es de 7 $ el kilo.

Se pide realizar el planteo de manera tal que minimice el costo para 100 kilos de producto final.

Ejercicio 14

Una empresa automotriz está equipada para producir automóviles y camiones. Su planta fabril está organizada en cuatro departamentos: estampado, montaje de motores, línea de montaje de automotores y línea de montaje de camiones.
Las capacidades de cada departamento están limitadas de la siguiente forma:

- ⇨ Estampado puede producir 25000 autos ó 35000 camiones por año.
- ⇨ Montaje de motores puede producir 33333 autos ó 16667 camiones por año
- ⇨ Línea de montaje de automóviles 22500 unidades por año.
- ⇨ Línea de montaje de camiones: 15000 unidades por año.

Por otra parte, se desea producir como mínimo 12.000 autos y 8.000 camiones por año, estimándose asimismo en 18.000 unidades la cantidad demandada máxima anual de automóviles.

El margen de beneficios es de $15000 por automóvil y $12500 por camión.
Se desea conocer el plan de producción que haga máximo el margen total de beneficios.

Ejercicio 15

Un expendio de carnes de la ciudad acostumbra preparar la carne para albondigón con una combinación de carne molida de res y carne molida de cerdo. La carne de res contiene 80% de carne y 20% de grasa, y le cuesta a la tienda 80 $ por libra; la carne de cerdo contiene 68% de carne y 32% de grasa, y cuesta 60$ por libra. ¿Qué cantidad de cada tipo de carne debe emplear la tienda en cada libra de albondigón, si se desea minimizar el costo y mantener el contenido de grasa no mayor de 25%?

Ejercicio 16 – Minas Universal

Minas Universal opera tres minas en La Patagonia. El mineral de cada una se separa, antes de embarcarse, en dos grados. La capacidad diaria de producción de las mismas así, como sus costos diarios de operación son los siguientes:

	Mineral de grado alto(ton/días)	Mineral de grado bajo(ton/días)	Costo de Operación ($1000/día)
Mina I	4	4	20
Mina II	6	4	22
Mina III	1	6	18

La Universal se comprometió a entregar 54 toneladas de mineral de grado alto y 65 toneladas de mineral de grado bajo para fines de la siguiente semana. Además, tiene contratos de trabajo que garantizan a los trabajadores de ambas minas el pago del día completo por cada día o fracción de día que la mina esté abierta. Determínese el número de días que cada mina debería operar durante la siguiente semana, si Minas Universal ha de cumplir su compromiso a un costo total mínimo.

Ejercicio 17

La Refinería Azteca produce dos tipos de gasolina sin plomo, regular y extra los cuales vende a su cadena de estaciones de servicio en $12 y $14 por barril, respectivamente.

Ambos tipos se preparan del inventario de la Azteca de petróleo nacional refinado y de petróleo importado refinado, y deben cumplir con las siguientes especificaciones:

	Presión Máxima de Vapor	Octanaje Mínimo	Demanda Máxima, Barriles/ semana	Entregas Mínimas, barriles/semana
Regular	23	88	100000	50000
Extra	23	93	20000	5000

Las características del inventario de petróleo refinado son las siguientes:

	Presión de vapor	Octanaje	Inventario, barriles	Costo, $/barril
Nacional	25	87	40000	8
Importado	15	98	60000	15

Ejercicio 18 – Compañía electrónica

Una compañía electrónica produce tres productos: transistores, micromódulos y circuitos integrados. Tienen cuatro áreas de proceso: producción de transistores (A1); impresión y armado de circuitos (A2), control de calidad de transistores y módulos (A3) y prueba y envase de circuitos (A4).
La producción de un transistor requiere 0,1 horas de A1 y 0,5 horas de A3 y su costo directo es $7.
La producción de un micromódulo requiere 0,5 horas de A2; 0,5 horas de A3, 3 transistores y su costo directo es de $5.
La producción de un circuito integrado requiere 0,1 horas de A2, 0,5 horas de A4, 1 transistor, 3 micromódulos y su costo directo es de $20.

Cualquiera de los tres productos se puede vender en cantidades ilimitadas, a los precios de $20, $150 y $250 respectivamente.

Hallar el programa de producción óptimo para n mes con 200 horas de producción de cada área.

Ejercicio 19

Supongamos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} 10.X_1 + 4.X_2 \geq 3600 \\ 2.X_1 + 1.X_2 \leq 1200 \\ X_1 \leq 500 \\ X_1 + 2.X_2 \geq 1000 \end{cases}$$

Como función económica (costos) debe minimizarse, siendo:

$Z_r = 4.X_1 + 5.X_2$

Se pide calcular:

a) La solución gráfica.
b) La solución por el método del simplex. Calcular el Z mínimo.

Resolución con WINSQB

Variable -->	X1	X2	Direction	R. H. S.
Minimize	4	5		
C1	10	4	>=	3600
C2	2	1	<=	1200
C3	1		<=	500
C4	1	2	>=	1000
LowerBound	0	0		
UpperBound	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous		

		X1	X2	Surplus_C1	Slack_C2	Slack_C3	Surplus_C4	Artificial_C1	Artificial_C4		
Basis	C(j)	4,0000	5,0000	0	0	0	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Artificial_C1	M	10,0000	4,0000	-1,0000	0	0	0	1,0000	0	3.600,0000	360,0000
Slack_C2	0	2,0000	1,0000	0	1,0000	0	0	0	0	1.200,0000	600,0000
Slack_C3	0	1,0000	0	0	0	1,0000	0	0	0	500,0000	500,0000
Artificial_C4	M	1,0000	2,0000	0	0	0	-1,0000	0	1,0000	1.000,0000	1.000,0000
	C(j)-Z(j)	4,0000	5,0000	0	0	0	0	0	0	0	
	* Big M	-11,0000	-6,0000	1,0000	0	0	1,0000	0	0	0	

		X1	X2	Surplus_C1	Slack_C2	Slack_C3	Surplus_C4	Artificial_C1	Artificial_C4		
Basis	C(j)	4,0000	5,0000	0	0	0	0	0	0	R. H. S.	Ratio
X1	4,0000	1,0000	0,4000	-0,1000	0	0	0	0,1000	0	360,0000	900,0000
Slack_C2	0	0	0,2000	0,2000	1,0000	0	0	-0,2000	0	480,0000	2.400,0000
Slack_C3	0	0	-0,4000	0,1000	0	1,0000	0	-0,1000	0	140,0000	M
Artificial_C4	M	0	1,6000	0,1000	0	0	-1,0000	-0,1000	1,0000	640,0000	400,0000
	C(j)-Z(j)	0	3,4000	0,4000	0	0	0	-0,4000	0	1.440,0000	
	* Big M	0	-1,6000	-0,1000	0	0	1,0000	1,1000	0	0	

		X1	X2	Surplus_C1	Slack_C2	Slack_C3	Surplus_C4	Artificial_C1	Artificial_C4		
Basis	C(j)	4,0000	5,0000	0	0	0	0	0	0	R. H. S.	Ratio
X1	4,0000	1,0000	0	-0,1250	0	0	0,2500	0,1250	-0,2500	200,0000	
Slack_C2	0	0	0	0,1875	1,0000	0	0,1250	-0,1875	-0,1250	400,0000	
Slack_C3	0	0	0	0,1250	0	1,0000	-0,2500	-0,1250	0,2500	300,0000	
X2	5,0000	0	1,0000	0,0625	0	0	-0,6250	-0,0625	0,6250	400,0000	
	C(j)-Z(j)	0	0	0,1875	0	0	2,1250	-0,1875	-2,1250	2.800,0000	
	* Big M	0	0	0	0	0	0	1,0000	1,0000	0	

07-13-2013 19:07:12	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	200,0000	4,0000	800,0000	0	basic
2	X2	400,0000	5,0000	2.000,0000	0	basic
	Objective	Function	(Min.) =	2.800,0000		

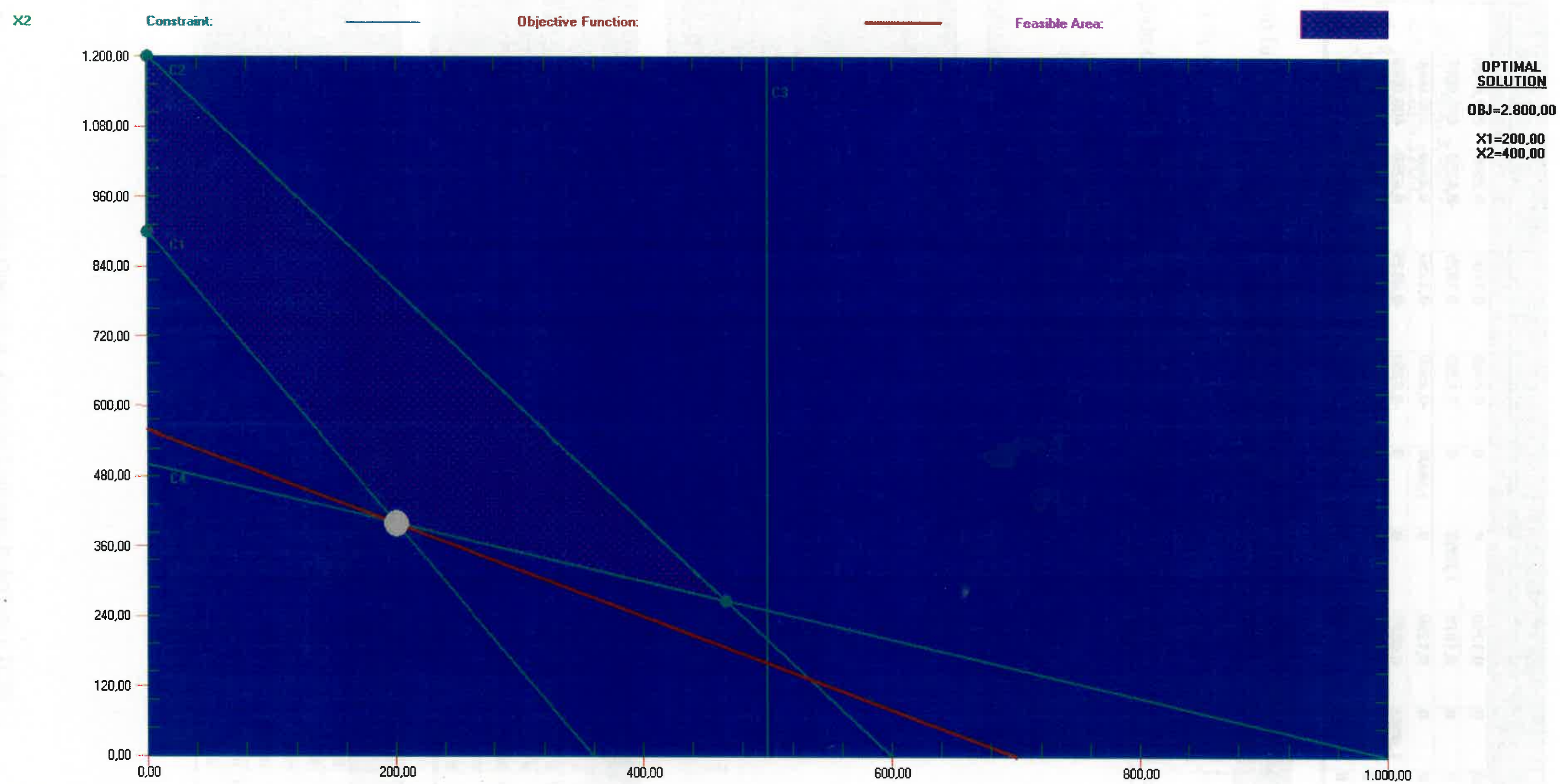


Ilustración 3 - Solución Grafica usando WinQSB

Ejercicio 20

Supongamos el siguiente sistema, el cual presenta soluciones múltiples:

$$\begin{cases} -2.X_1 + X_2 \leq 2 \\ X_1 - X_2 \leq 2 \\ X_1 + X_2 \leq 5 \end{cases}$$

$Z = -X_1 + X_2$ [MIN]

a) Hallar la solución gráfica.
b) Solución por la tabla del Simplex.
c) Sacar conclusiones del caso.

Ejercicio 21

El siguiente problema presenta infinitas soluciones:

$$\begin{cases} X_1 + X_2 \geq 1 \\ 2.X_1 + 2.X_2 \geq 1 \end{cases}$$

$Z = 4.X_1 + 6.X_2$ [MAX]

a) Hallar la solución gráfica.
b) Solución por la tabla del Simplex.
c) Sacar conclusiones del caso.

Ejercicio 22

Dado el siguiente problema, determinar si tiene solución

$$\begin{cases} -2.X_1 + X_2 \leq 1 \\ -X_1 + 2.X_2 \geq 0 \\ X_1 + X_2 \leq 6 \end{cases}$$

$Z = -X_1 + X_2$ [MIN]

a) Hallar la solución gráfica.
b) Solución por la tabla del Simplex.
c) Sacar conclusiones del caso.

Ejercicio 23

Este problema presenta degeneración ¿Por qué?

$$\begin{cases} 2.X_1 - X_2 \leq 4 \\ X_1 - 2.X_2 \leq 2 \\ X_1 + X_2 \leq 5 \end{cases}$$

$Z = 2.X_1 + X_2$ [MAX]

a) Hallar la solución gráfica.
b) Solución por la tabla del Simplex.
c) Sacar conclusiones del caso.

Ejercicio 24

Resolver:

$$\begin{cases} -2.X_1 + X_2 \leq 4 \\ X_1 - 2.X_2 \leq 2 \\ X_1 - X_2 \leq 3 \end{cases}$$

$Z = 4.X_1 + 2.X_2$ [MAX]

a) Hallar la solución gráfica.
b) Solución por la tabla del Simplex.
c) Sacar conclusiones del caso.

Ejercicio 25

Resolver aplicando el Método Simplex. Verificar gráficamente.

$$\begin{cases} 6.X_1 + 3.X_2 \geq 9.000 \\ X_1 + X_2 \leq 2.000 \end{cases}$$

$Z = 2.X_1 + 3.X_2$ [MIN]

Suponiendo el significado de los datos explicar los resultados obtenidos.

Ejercicio 26

Supongamos el siguiente sistema, el cual presenta soluciones múltiples.

$$\begin{cases} -2.X_1 + X_2 \leq 2 \\ X_1 - X_2 \leq 2 \\ X_1 + X_2 \leq 5 \end{cases}$$

$Z = -X_1 + X_2$ [MIN]