



***Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Resistencia***

Guía de Ejercicios Nº 1

Profesores de la Materia:

Teoría: Ing. Claudia Screpnik

Práctica: Ing. Jorge Vera

BIBLIOGRAFÍA

Los libros son innumerables.

El tiempo es corto.

Aprendamos a escoger.

Texto Guía

TAHA, Hamdy A. Investigación de Operaciones.

Textos para consulta

HILLIER, F.S. y G.J. LIEBERMAN. Introducción a la Investigación de Operaciones, ed. Mc Graw-Hill
WINSTON, Wayne. Investigación de Operaciones. Grupo Editorial Iberoamérica.

SOFTWARE

1. Lindo
2. Linpro
3. Solver (excel)
4. Proglin
5. WinQSB
6. phpsimplex

Guía de trabajos prácticos confeccionado por el J.T.P. Los ejercicios fueron extraídos de diversos libros por lo cual están alcanzados por los derechos de autor copyright "©".

Problemas de PROGRAMACION LINEAL:

PAUTAS DE RESOLUCIÓN

Análisis del enunciado, identificación del significado y unidades de las incógnitas para problemas de:

1. Producción
2. Dieta
3. Capacidad
4. Mezcla
5. Producción con alternativas
6. Producción con mermas

En los siguientes ejercicios plantear el problema, indicando variables reales, unidades de las mismas, variables slacks, unidades y significado, funcional con sus respectivas unidades y luego resolver –en caso de tener 2 variables reales – por el método gráfico. En el caso de tener más de dos variables reales solo se deberá realizar el planteo del problema.

Pautas de Resolución por el método Gráfico

1. Transformar las Inecuaciones a Ecuaciones - Agregado de Slacks
2. Graficar cada una de las restricciones.
3. Identificar los semiplanos definidos por cada inecuación; identificar la recta límite.
4. Identificar del **convexo de soluciones**.
5. Graficar el z (funcional) sobre los mismos ejes. Graficar las Rectas de **isocosto o isobeneficio**
6. Identificar de la **Solución óptima**.
7. **Análisis de vértices** - Hallazgo algebraico de las incógnitas para la solución óptima.

ACLARACION:

En todos los ejercicios:

$X_i \geq 0$ para todo i (condición de no negatividad de las variables)

I. Resolver los siguientes ejercicios por el Método de Solución Gráfica.

Ejercicio N°1:

$$\begin{array}{rcl} x_1 & \leq & 3 \\ x_2 & \leq & 6 \\ 6x_1 + 6x_2 & \leq & 36 \end{array}$$

$$z = 8x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{MAX}$$

Ejercicio N°2:

$$\begin{array}{rcl} x_2 & \geq & 2 \\ 4x_1 + 2x_2 & \geq & 24 \\ 10x_1 - 30x_2 & \geq & 50 \end{array}$$

$$z = x_1 + 8x_2 \rightarrow \text{MAX, MIN}$$

Ejercicio N°3:

Una cadena de almacenes encarga a un fabricante pantalones y chaquetas deportivas. El fabricante dispone para la confección de 750 m de tejido de algodón y 1000 m de tejido de poliéster. Cada pantalón precisa 1 m de algodón y 2 m de poliéster. El precio del pantalón se fija en 50 € y el de la chaqueta en 40 €. ¿Qué número de pantalones y chaquetas debe suministrar el fabricante a los almacenes para que éstos consigan una venta máxima?

Ejercicio N°4:

Se dispone de 210.000 euros para invertir en bolsa. Nos recomiendan dos tipos de acciones. Las del tipo A, que rinden el 10% y las del tipo B, que rinden el 8%. Decidimos invertir un máximo de 130.000 euros en las del tipo A y como mínimo 60.000 en las del tipo B. Además, queremos que la inversión en las del tipo A sea menor que el doble de la inversión en B. ¿Cuál tiene que ser la distribución de la inversión para obtener el máximo interés anual?

Ejercicio N°5:

Una compañía posee dos minas: la mina A produce cada día 1 tonelada de hierro de alta calidad, 3 toneladas de calidad media y 5 de baja calidad. La mina B produce cada día 2 toneladas de cada una de las tres calidades. La compañía necesita al menos 80 toneladas de mineral de alta calidad, 160 toneladas de calidad media y 200 de baja calidad. Sabiendo que el coste diario de la operación es de 2000 euros en cada mina ¿cuántos días debe trabajar cada mina para que el coste sea mínimo?

Ejercicio N°6:

Una escuela prepara una excursión para 400 alumnos. La empresa de transporte tiene 8 autocares de 40 plazas y 10 autocares de 50 plazas, pero solo dispone de 9 conductores. El alquiler de un autocar grande cuesta 80 euros y el de uno pequeño, 60 euros. Calcular cuántos de cada tipo hay que utilizar para que la excursión resulte lo más económica posible para la escuela.

Ejercicio N°7:

Un fabricante de equipos de prueba, tiene 3 departamentos principales para la manufactura de sus modelos S1 y S2. Las capacidades mensuales son las siguientes:

DEPARTAMENTOS	REQUERIMIENTOS UNITARIOS DE TIEMPO (HORAS)		HORAS DISPONIBLES EN EL MES
	Modelo S ₁	Modelo S ₂	
Estructura principal	4,0	2,0	1.600
Alambrado eléctrico	2,0	1,0	1.200
Ensamble	4,5	1,5	1.600

La **contribución** del modelo **S₁** es de **\$ 40**, por unidad y la del modelo **S₂** es de **\$ 10** por unidad. Suponiendo que la compañía puede vender cualquier cantidad de cada uno de los productos debido a las condiciones favorables del mercado, determinar el plan de producción óptima.

Ejercicio N°8:

Existen 7 tipos de píldoras vitamínicas que contienen cada una de ellas, una cierta proporción de vitaminas de tres tipos diferentes. En la siguiente tabla se dan los valores de unidades de vitamina por píldora:

VITAMINA	PÍLDORAS						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Vitamina 1.....	5	0	2	0	3	1	2
Vitamina 2.....	3	1	5	0	2	0	1
Vitamina 3.....	1	0	3	1	2	0	6
Costo (\$/u.).....	40	10	50	6	35	7	40

Hallar una combinación de píldoras que proporciones exactamente 100 unidades de vitamina 1, 80 unidades de vitamina 2 y entre 120 y 160 unidades de vitamina 3.

¿Cuál combinación cumple estas restricciones más económicamente?

Ejercicio N°9:

En una fábrica de condimentos se desea establecer un programa óptimo de producción. La medida de eficiencia determinada para el mismo es el margen de contribución a gastos generales, tratándose entonces de maximizar ese valor. Se producen 4 tipos de condimentos: C1, C2, C3, C4, cuyas características de proceso y comercialización se detallan en las tablas adjuntas.

Tiempos de procesos (minutos/ kilogramos) y capacidad de equipos.

EQUIPOS	CONDIMENTOS				DISPONIBILIDAD
	C1	C2	C3	C4	(MIN/MES)
Molienda.....	10	16	4	20	28000
Tamizado.....	10	-	10	12	30000
Fraccionamiento.....	20	4	4	12	40000

Características de comercialización:

RUBROS CONSIDERADOS	UNIDAD	CONDIMENTOS			
		C1	C2	C3	C4
Producción mínima.....	kg./mes	200			800
Cantidad de demanda máxima.	kg./mes	1000	500	500	2000
Margen de contribución.....	\$/kg.	200	300	650	500

Condiciones financieras:

Por razones financieras, la empresa **no desea inmovilizar** una cantidad superior a \$1.400.000, en concepto de stock de materias primas.

Las materias primas básicas de los condimentos son importadas y deben mantenerse un cierto stock de las mismas.

Se conocen los **niveles de inmovilización de materia prima**, que son los siguientes: medidos en \$/Kg. , de producto terminado:

CONDIMENTOS			
C1	C2	C3	C4

Inmovilización de materia prima..... 500 1000 1000 500

Ejercicio N°10:

Una empresa debe entregar **3 productos**: A, B, y C en una semana.

Los tiempos disponibles en los 3 sectores en los que son procesados los productos, medidos en horas/ semanas, son los siguientes

SECTOR	TURNO DIA	TURNO NOCHE
Estampado.....	30	35
Armado subconjuntos.....	25	30
Armado final.....	40	35

Standard de producción, medidos en horas/unidad:

SECTOR	TURNO DIA			TURNO NOCHE		
	A	B	C	A	B	C
Estampado	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.3
Armado subconjuntos	0.15	0.25	0.25	0.2	0.5	0.5
Armado final	0.25	0.3	0.5	0.25	0.3	0.5

El **costo honorario de cada sector**, en ambos turnos, es de \$ 1.500/horas en estampados, \$2.400/horas en armados subconjuntos y \$ 1.600/hora en armado final.

Los **costos de materia prima** y los **precios de venta** de los productos son los siguientes, medidos en \$/unidad:

PRODUCTO	COSTO MATERIA PRIMA	PRECIO DE VENTA
A	3000	3500
B	1500	3500
C	2500	4800

La adquisición de materia prima debe ser hecha antes de empezar la producción, lo que implica un problema financiero para la empresa.

La empresa sólo dispone de \$ 500.000, para la compra de la misma.

Obtener la programación de producción que haga máxima la utilidad.

Ejercicio N°11:

Una fábrica de aparatos electrónicos puede tener una producción anual de televisores de pantalla plana mínima de 3000 y máxima de 6000; en lo que se refiere a televisores led la producción fluctúa entre 2000 y 5000 unidades.

Para mantener una calidad óptima en su producto la **capacidad de producción** de cada departamento está limitada de la siguiente forma:

Estampado circuitos: puede producir 7000 TV plana ó 5200 led, por año.

Montaje: 6000 TV plana ó 7000 led, por año.

El costo de producción de un televisor de pantalla plana es de \$ 1.400. y de led es de \$ 2400.

Cada televisor de pantalla plana se vende a \$ 3000, y cada televisor led se vende a \$ 5400. La fábrica desea maximizar las utilidades.

En base a dicha información: escriba un planteamiento para resolver por programación lineal.

Ejercicio N°12:

Un fabricante de pvc está planeando diseñar un nuevo producto a partir de 3 compuestos químicos; Estos compuestos están principalmente formados por tres elementos: A, B y C. La composición y costo unitario de estos químicos se muestran en la siguiente tabla:

Compuesto Químico	1	2	3
Porcentaje A	30	20	40
Porcentaje B	20	60	30
Porcentaje C	40	15	25
Costo por kg	20	30	20

El nuevo producto consiste de 20% del elemento A, al menos 10% del elemento B y al menos 25% del elemento C. Obedeciendo a los efectos colaterales, los compuestos 1 y 3 no deben exceder 30% y 40% del contenido del nuevo producto.

Formular el problema de encontrar la forma de minimizar el costo de la mezcla como un programa lineal.

Ejercicio N°13:

Una **pequeña refinería** mezcla **5 tipos de combustible** para producir **2 naftas**: A y B.

El **numero de barriles**, por día, de cada materia prima disponible, el **número de octanos** y el **costo por barril**, se indican en la siguiente tabla:

Materia Prima	NRO. OCTANOS	BARRIL/DÍA	COSTO C/BARRIL
1	70	2 000	800
2	80	4 000	900
3	85	4 000	950
4	90	5 000	1.150
5	99	3 000	2.000

El **número de octanos** de la nafta A debe ser al menos 95 y el de B al menos 85.

Existe un contrato que obliga a entregar diariamente 8000 barriles de nafta B.

La nafta A se vende a 3.780 \$/ barril, y la de B a 2.850 \$/ barril.

Todos los sobrantes no utilizados en las mezclas con un octanaje superior a 85, pueden venderse a 2.750 \$/barril y las de un octanaje menor a 90 se venden a 1.250 \$/barril.

¿Cuál será el programa diario que arroje el máximo beneficio para la refinería?

Ejercicio N°14:

Ejemplo de política bancaria de préstamos:

Banco Gane está desarrollando una política de préstamo por un máximo de \$12 millones. La tabla siguiente muestra los datos pertinentes acerca de los distintos tipos de préstamos.

Tipo préstamo	Tasa de interés	% de deuda impagable
Personal	0.140	0.10
Automóvil	0.130	0.07
Casa	0.120	0.03
Agrícola	0.125	0.05
Comercial	0.100	0.02

Las deudas impagables no se recuperan y no producen ingresos por intereses.

Para competir con otras instituciones financieras se necesita que el banco asigne un mínimo de 40 % de los fondos a préstamos agrícolas y comerciales. Para ayudar a la industria de la construcción de su región, los préstamos familiares deben ser iguales, cuando menos, al 50% de los préstamos personales para automóvil y para casa.

El banco tiene una política explícita que no permite que la relación general de préstamos impagables entre todos los préstamos sea mayor que 4 por ciento.

Ejercicio N°15:

Desarrollos Alfa posee 800 acres* de terreno en un lago escénico en el corazón de una sierra. Antes se aplicaban pocos o ningún reglamento a los nuevos desarrollos en torno al lago. Las orillas del mismo están hoy pobladas con casas de campo, y debido a la carencia de servicios de alcantarillado, hay muchas fosas sépticas, en su mayor parte mal instaladas. A través de los años, la filtración de las fosas sépticas ha ocasionado un grave problema de contaminación de agua.

Para mitigar el degradamiento de la calidad del agua, las autoridades municipales aprobaron reglamentos estrictos para todos los desarrollos en el futuro.

1. Sólo se pueden construir casas para una, dos y tres familias, y las casas unifamiliares deben ser al menos el 50% del total.
2. Para limitar la cantidad de fosas sépticas, se requieren tamaños mínimos de lote de 2, 3 y 4 acres para las casas con una, dos y tres familias, respectivamente.
3. Se deben establecer áreas de recreo de 1 acre cada una, en una proporción de una por 200 familias.
4. Para preservar la ecología del lago, no se debe bombear agua subterránea para uso doméstico ni de riego.

Se estima que el 15% del terreno deberá destinarse a la apertura de calles y vías de acceso. El costo de la conexión de agua es proporcional al número de unidades que se construyan, pero la comunidad estipula que deben colectarse al menos \$100 000 para que el proyecto sea económicamente factible. Además, la expansión del sistema acuífero más allá de su capacidad actual está limitada a 200 000 galones/día.

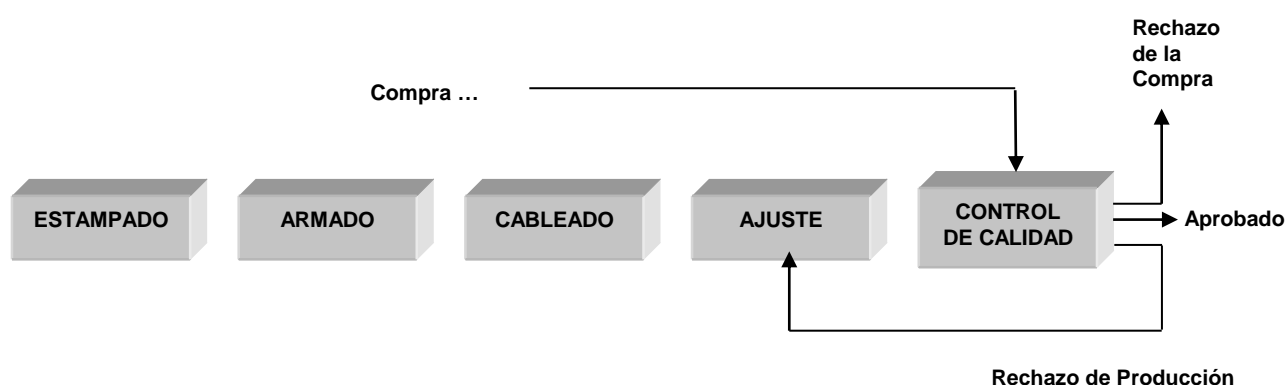
De acuerdo a los datos que siguen, ¿qué sugiere?

Unidad Habitacional	Ingreso Neto (\$)	Costo conexión de agua (\$/unidad)	Consumo de agua (gal/unidad)
Sencilla	10000	1000	400
Doble	15000	1200	640
Triple	20000	1400	840
Recreo	-	800	450

Ejercicio N°16:

Una **fábrica de automotores** cuenta con un taller propio para la producción de **tableros** de los vehículos que fabrica, tarea que también puede encomendarse a proveedores.

El proceso de **fabricación de los tableros** es el siguiente, para cualquier tipo de tablero:



Los **tableros comprados** pasan también por el mismo sector de Control de Calidad.

La fábrica necesita 4 tipos de tableros: A, B, C, D, para los que se cuenta con los datos de la siguiente tabla en cuanto a tiempo de proceso en horas/tablero:

TABLERO	TIEMPOS DE					
	Estam- pado	Armado	Cableado	Ajuste	CONTROL DE CALIDAD	
					Producción	Compra
A.....	0.05	0.10	0.20	0.08	0.02	0.03
B.....	0.05	0.12	0.25	0.10	0.03	0.05
C.....	0.05	0.14	0.30	0.06	0.03	0.04
D.....	0.05	0.18	0.25	0.10	0.03	0.04
Disponibilidad de Horas	1 200	3 600	5 000	3 000	3 000	

En la tabla se ha agregado la disponibilidad de horas de los sectores y el tiempo de Control de Calidad de los tableros comprados.

La fábrica necesita 4.000 tableros A, 3.000 tableros B, 8.000 tableros C, y 5.000 tableros D. Los **costos de producción y compra** son los siguientes, datos en \$/unidad:

T A B L E R O S				
	A	B	C	D
Producción.....	5 000	6 000	12 000	10.000
Compra.....	8 000	7 500	18 000	8.000

Un registro de estadística de Control, indica que un 80 % de los tableros comprados es aprobado y el resto es reintegrado por el proveedor.

Con respecto a los tableros producidos por la fábrica, el 90 % es aprobado y el resto debe repetir la operación de ajuste y su posterior Control de Calidad.

Para un tablero reajustado, el porcentaje de aprobación es el mismo indicado.

Se desea: Definir las cantidades a producir y comprar de cada tablero para hacer mínimo el costo total de la operación.

Nota: Si considera más hipótesis para el planteo de este problema, debe escribirlas.

Ejercicio N°17:

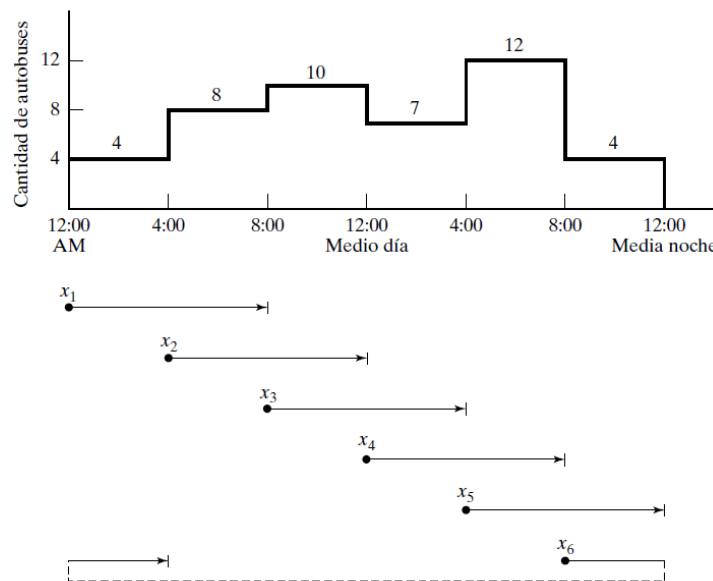


FIGURA 2.21
Cantidad de autobuses en
función de la hora del día

La ciudad de Progreso estudia la factibilidad de un sistema de autobuses para transportación masiva que reduzca el transporte urbano en coche y en consecuencia alivie el problema del smog. El estudio busca determinar la cantidad mínima de autobuses que satisfaga las necesidades de transporte. Después de reunir la información necesaria, el ingeniero de tránsito observa que la cantidad mínima de autobuses varía con la hora del día, y que la cantidad necesaria de vehículos se puede aproximar con valores constantes durante intervalos consecutivos de 4 horas. La figura anterior resume las determinaciones del ingeniero.

Para hacer el mantenimiento diario a cada autobús, este puede trabajar 8 horas sucesivas diariamente.

Determinar la cantidad de autobuses en funcionamiento durante cada turno que satisfaga la demanda mínima y minimice al mismo tiempo la cantidad de autobuses en operación.

II. Resolver los siguientes ejercicios por el **Método Simplex**.

Ejercicio N°1:

$$\begin{aligned} x_1 &\leq 3 \\ x_2 &\leq 6 \\ 6x_1 + 6x_2 &\leq 36 \\ z = 8x_1 + 3x_2 &\rightarrow \text{MAX} \end{aligned}$$

Ejercicio N°2:

$$\begin{aligned} -2x_1 + x_2 &\leq 2 \\ x_1 - x_2 &\leq 3 \\ x_1 + x_2 &\leq 5 \\ z = 5x_1 + 4x_2 &\rightarrow \text{MAX} \end{aligned}$$

Ejercicio N°3:

$$\begin{aligned} x_2 &\leq 3 \\ 4x_1 + 6x_2 &\leq 24 \\ 2x_1 + 2x_2 &\geq 0 \\ z = -2x_1 + 4x_2 &\rightarrow \text{MAX} \end{aligned}$$

Ejercicio N°4:

$$\begin{aligned} x_2 &\geq 2 \\ 4x_1 + 2x_2 &\geq 24 \\ 10x_1 - 30x_2 &\geq 50 \\ z = x_1 + 8x_2 &\rightarrow \text{MAX} \end{aligned}$$

Ejercicio N°5:

Problema de la dieta:

Un establecimiento para el engorde de animales de granja compra 2 tipos de alimento para cubrir sus objetivos que tienen las características de la siguiente tabla:

		Alimento tipo		Requerimiento mínimo (kg animal/día)
		I	II	
Componente nutritivo	CN1 (kg/kg)	0.1	0	0.4
	CN2 (kg/kg)	0	0.1	0.6
	CN3 (kg/kg)	0.1	0.2	2
	CN4 (kg/kg)	0.2	0.1	1.7
Precio (\$/kg)		10	4	

¿Cuántos kg de cada uno de los alimentos conviene comprar para minimizar los costos?

III. Tipos de soluciones

¿Cómo reconocer todos los casos que pueden darse en la resolución de un PL?

- **Solución única:** En el último *tableau*, los costes reducidos de las variables no básicas son estrictamente negativos (minimización) o estrictamente positivos (maximización)
- **Soluciones alternativas:** En el último *tableau*, alguno de los costes reducidos de las variables no básicas es igual a cero.
- **Solución no acotada:** Si al efectuar el test de salida de la base, todos los coeficientes de la columna correspondiente a la variable entrante son no positivos.
- **Problema infactible:** Se reconoce porque alguna variable artificial queda en la base en el *tableau* final.

Identifique en las siguientes tablas si es óptimo o el no. Describa el caso que se presenta justificando su elección.

Ejercicio Nº 1

Maximizar $Z = 2X_1 + X_2$

Sujeto a:

$$x_1 - x_2 \leq 10$$

$$2x_1 - x_2 \leq 40$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

V. Básica	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Solución
Z	1	-2	-1	0	0	0
S ₁	0	1	-1	1	0	10
S ₂	0	2	-1	0	1	40

V. Básica	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Solución
Z	1	0	0	-4	3	80
X ₁	0	1	0	-1	1	30
X ₂	0	0	1	-2	1	20

Ejercicio Nº 2

$Z = 4X_1 + 14X_2 \rightarrow \text{MAX}$

Sujeto a

$$2X_1 + 7X_2 \leq 21$$

$$7X_1 + 2X_2 \leq 21$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

V. Básica	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Solución
Z	1	-4	-14	0	0	0
S ₁	0	2	7	1	0	21
S ₂	0	7	2	0	1	21

V. Básica	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	Solución
Z	1	0	0	2	0	42
X ₂	0	0	1	7/45	-2/45	7/3
X ₁	0	1	0	-2/45	7/45	7/3

Ejercicio Nº 3

$$\text{Max } Z = 5X_1 + 2X_2$$

Sujeto a:

$$6X_1 + 10X_2 \leq 30$$

$$10X_1 + 4X_2 \leq 20$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X _k	B	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Z	10	0	0	0	0,5
X ₃	18	0	7,6	1	-0,6
X ₁	2	1	0,4	0	0,1

Ejercicio Nº 4

$$Z = 2X_1 + 2X_2 + X_3 \rightarrow \text{Maximizar}$$

Sujeto a

$$X_1 + 2X_2 + 3X_3 \geq 10$$

$$X_1 - X_2 \geq 5$$

$$X_1 \leq 1$$

V. Básica	C _k	X ₁	X ₂	X ₃	S ₁	S ₂	S ₃	h ₁	h ₂	Solución
X ₃	1	0	0,667	1	-0,33	0	-0,33	0,33	0	3
h ₂	-M	0	-1	0	0	-1	-1	0	1	4
X ₁	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1
C _{ij} - Z _j		0	1,33	0	-0,33	1	1,667	0,33	0	5

Ejercicio Nº 5

$$\begin{array}{rclcl} x_1 & + & 2x_2 & \geq & 8 \\ -x_1 & + & 2x_2 & \leq & 4 \\ x_1 & & & \leq & 2 \end{array}$$

$$Z = x_1 - x_2 \rightarrow \text{MAX}$$

V. Básica	C _k	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	Solución
X ₁	1	1	0	0	0	1	2
X ₂	1	0	1	-0,5	0	-0,5	3
S ₂	0	0	0	1	1	2	0
C _{ij} - Z _j		0	0	0,5	0	1,5	-1

Ejercicios Complementarios

Ejercicio N°1:

Una empresa de transportes tiene dos tipos de camiones, los del tipo A con un espacio refrigerado de 20 m³ y un espacio no refrigerado de 40 m³. Los del tipo B, con igual cubicaje total, al 50% de refrigerado y no refrigerado. La contratan para el transporte de 3 000 m³ de producto que necesita refrigeración y 4 000 m³ de otro que no la necesita. El coste por kilómetro de un camión del tipo A es de 30 euros y el B de 40 euros. ¿Cuántos camiones de cada tipo a de utilizar para que el coste total sea mínimo?

Ejercicio N°2:

En un taller metalúrgico se fabrican **dos tipos de piezas**: A y B las que deben seguir los siguientes procesos: Estampado en hojas metálicas, Soldado y 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**, para la realización de cada una de las operaciones (expresados en segundos por pieza), son los siguientes:

OPERACIÓN	A	B	TIEMPO DISPON (SEG/SEM)
Estampado de cada parte	3	8	48000
Soldado	12	6	42000
Pintado	9	9	36000

La **utilidad** unitaria de cada pieza es de **4 \$ para A**, y de **3 \$ para B**.

Establecer un programa semanal que maximice las ganancias.

Ejercicio N°3:

Una fábrica debe programar la elaboración de **3 productos** que son procesados en los siguientes sectores: **fundición, maquinado, armado y acondicionado**.

La fundición para los productos 1 y 2 puede ser contratada a otros, pero el producto 3 requiere hoyos (moldes de cerámica) especiales que solamente pueden producirse en la misma fábrica.

Los **costos** de los respectivos procesos en \$/ unidad, son los siguientes:

SECTORES Y PROCESOS	PRODUCTOS		
	1	2	3
Fundición fábrica.....	3.000	5.000	4.000
Fundición contratada.....	5.000	6.000	
Maquinado.....	2.000	1.000	2.700
Armado y acondicionado.....	3.000	2.000	2.000

Los **precios de venta** de los productos son: 15.000, 18.000 y 19.000 \$/unidad, respectivamente.

Los **Standard de producción** en minutos/unidad y la **capacidad de producción** de los sectores, en minutos, son los siguientes:

SECTORES Y PROCESOS	PRODUCTOS			CAPACIDAD
	1	2	3	
Fundición.....	6	10	3	8.000
Maquinado.....	6	3	8	12.000
Armado y acondicionado.	3	2	2	10.000

El **producto 1** tiene una cantidad de **demanda máxima** de 400 unidades.

Se desea establecer el programa de producción que maximice la utilidad bruta de la empresa.

Ejercicio N°4:

Una empresa se dedica al **pintado y montaje de heladeras**, lanzando al mercado tres tipos diferentes: A, B, y C.

Existen **distintos proveedores** para las diversas partes de las heladeras: **motor, circuitos eléctricos, elementos plásticos, gabinete**, etc.

Pueden comprarse gabinetes sin pintar o pintados, estos últimos con un recargo de 2300 \$/gabinete, para heladeras C.

Los talleres de la empresa pueden montar 100 unidades de A u 80 unidades de B ó 40 unidades de C por mes. Tienen **una capacidad de pintura** de 60 heladeras mes, independientemente del tipo de la misma.

Los **costos de pintura** son:

1800 \$/gabinete de A.

2000 \$/gabinete de B.

3000 \$/gabinete de C.

Existen contratos firmados para entregar mensualmente 30 unidades de A y 20 unidades de B.

Así mismo se conoce la cantidad de **demanda máxima** de heladeras C: que es de 10 unidades por mes.

La **utilidad** que tiene la empresa por tipo de heladera, cuando realiza el proceso de pintura en sus talleres, es de 15000 \$/heladera A, 2000 \$/heladera B, y 35000 \$/heladera C.

Se desea determinar el plan de producción que maximice el beneficio.

Ejercicio N°5:

Un **fraccionador de whisky** importa el **licor** en tres distintas producciones: A, B y C.

Mediante la mezcla de éstos, de acuerdo a sus fórmulas, se obtienen los whisky de calidad comerciable: **ESCOSES, KILT y TARTAN**.

Las citadas fórmulas especifican las siguientes relaciones entre los elementos a mezclar:

MARCA	ESPECIFICACION	PRECIO DE VENTA (\$/LITRO)
Escocés	No menos del 60 % de A No más del 50 % de C	680
Kilt	No más del 60 % de C No menos del 15 % de A	670
Tartán	No más del 50 % de C	450

Se conocen las **disponibilidades** y **precios de los licores** A, B, y C, que indican en el siguiente cuadro:

MARCA	LITROS DISPONIBLES	PRECIO DE COSTO (\$/LITRO)
A	2000	700
B	2500	500
C	1200	400

Se desea definir la composición que haga máximo el beneficio total.

Ejercicio N°6:

OilCo construye una refinería para elaborar tres productos: diesel, gasolina, y lubricantes. Las demandas en barriles por día de estos productos son 14000, 30000 y 10000 unidades respectivamente.

Irán y Dubái tienen contrato para enviar crudo a OilCo. Debido a las cuotas de producción que especifica la OPEP la nueva refinería puede recibir al menos el 40% de su crudo de Irán y el resto de Dubai.

OilCo pronostica que estas cuotas de demanda y de crudo permanecerán estables durante los diez años siguientes.

Las distintas especificaciones de los dos crudos determinan dos proporciones distintas de productos: un barril de crudo de Irán rinde 0,2 barril de diesel, 0,25 barril de gasolina, 0,1 barril de lubricante. Los rendimientos correspondientes de crudo de Dubái son: 0,1, 0,6, y 0,15 respectivamente.

Determinar la capacidad mínima de la refinería en barriles de crudo por día.

Ejercicio N°6:

Plantear el siguiente problema:

Un **productor de alimentos para ganado** debe preparar **2 alimentos** A y B que cumplen determinadas restricciones respecto a 2 nutrientes: 1 y 2.

Para formar los alimentos mencionados, puede comprar: pasto fresco, avena y cebada a los siguientes precios en \$/kg.: 3, 15 y 17, respectivamente. El precio de venta de los alimentos es de: 120 \$/kg. para A y 100 \$/kg. para B.

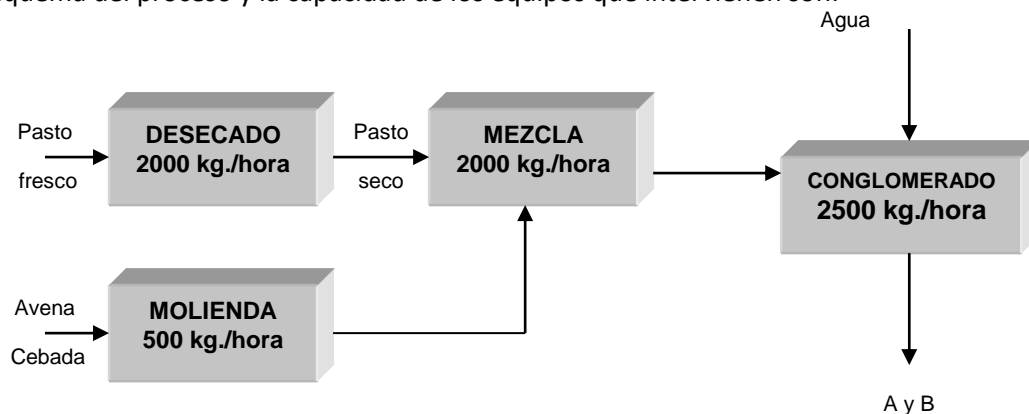
1 kg. de A debe tener: 200 unidades de nutriente 1 y por lo menos 20 unidades del nutriente 2;

1 kg. de B debe tener: a lo sumo 500 unidades de nutriente 1 y entre 40 y 60 unidades del nutriente 2.

En el siguiente cuadro, se encuentran las **unidades de nutriente 1 y 2** por kg. de **pasto seco, avena y cebada**:

MATERIA PRIMA	NUTRIENTE 1	NUTRIENTE 2
Pasto fresco	500	70
Avena	200	20
Cebada	150	18

El esquema del proceso y la capacidad de los equipos que intervienen son:



En el proceso de **secado el pasto** pierde el 45 % de su peso.

En el proceso de **molienda** se pierde el 3 % que se vende a 1 \$/kg.

Cada equipo (Desecado, Molienda, Mezcla, Conglomerado) puede trabajar a lo sumo 8 horas diarias.

Las **horas sobrante de desecado**, se venden a 5 000 \$/hora.

El **conglomerado final** se forma agregando un 10 % de agua.

Definir el programa diario que maximice el beneficio total.

Ejercicio N°7:

Una empresa fabrica y vende **2 productos**: A y B, cuyo diagrama de proceso es el siguiente:

El **producto A** puede seguir cualquiera de los procesos alternativos de producción, mientras que el **producto B** tiene un único proceso de producción.

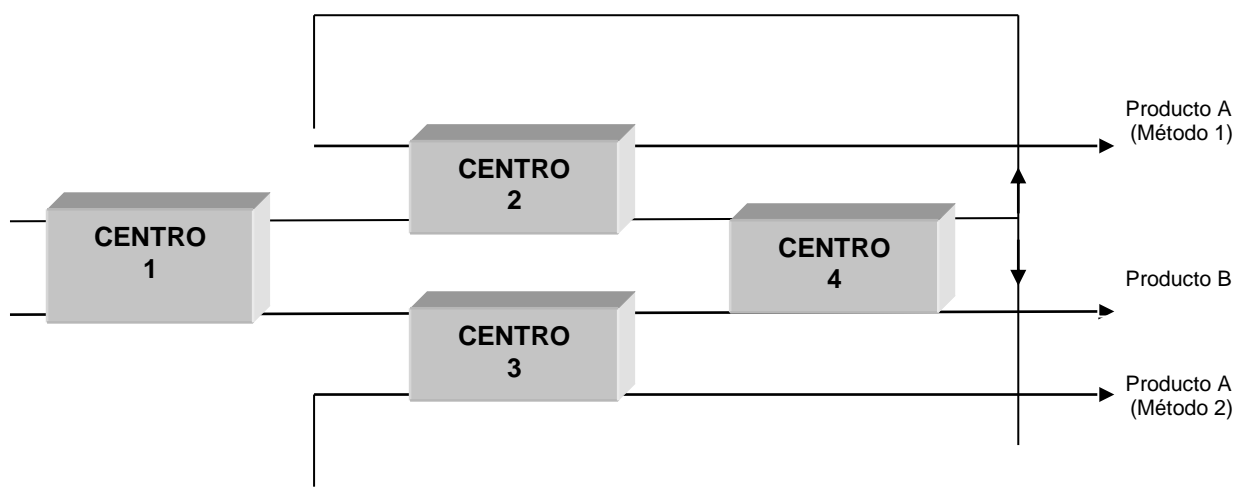


Figura 14

Se dispone de los **elementos de producción**, y se conocen las características de **rendimiento de los productos**, según sus procesos:

PRODUCTO	COSTO	VELOCIDAD DE ENTRADA: en litros/horas	RENDIMIENTO %	COSTO DE PROCESO: en \$/hora
A	1	300	90	1.500
	2 (1ra.vez)	450	95	2.000
	4	250	85	1.800
	2 (2da.vez)	400	80	2.200
	3	350	75	2.500
B	1	500	90	3.000
	3	480	85	2.500
	4	400	80	2.400

A continuación, el **costo de la materia prima**, el **precio de venta** y la **demanda máxima**

PRODUCTO	COSTO DE LA MATERIA PRIMA en \$/litro	PRECIO DE VENTA en \$/litro	DEMANDA MAXIMA en litro/día
A	50	200	1.750
B	60	180	1.500

•**Disponibilidad de equipos:**

Al realizarse el estudio, se verifico que los Centros: 1 y 4, pueden funcionar como máximo 16 horas netas por día y los **Centros**: 3 y 2, solamente 12 horas netas por día.

•**Distribución:**

Los medios de despacho de la empresa están limitados a una capacidad conjunta para A y B de 2 500 litros diarios.

•**Objetivos:**

Se pide determinar la mezcla de ventas que maximice el margen de beneficios.

•**Observación:**

Se sugiere plantear el problema adoptando como incógnitas las cantidades de cada producto obtenida al final del proceso (ejemplo: X_k litros de materia prima de B).

I) Se pide repetir el planteo adoptando como incógnitas las cantidades materias prima que ingresan para producir cada producto (ejemplo: X_k litros de materia prima de B).

II) **Análisis Complementarios:**

II.1. Se pide analizar las modificaciones que introducirán en el planteo la siguiente modificación: Posibilidad de recuperar las pérdidas de materia prima B, vendiéndolas a 5 \$/litro.