

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
OPTIMIZACIÓN LINEAL - CORTE 1  
Formulación explícita y método gráfico

**PROBLEMA 1. ALMACENES ESCOLARES**

Con el comienzo del curso se va a lanzar unas ofertas de material escolar. Unos almacenes quieren ofrecer el inventario que tienen disponible de cuadernos, carpetas y bolígrafos en dos tipos de paquetes promocionales. El inventario consta de 600 cuadernos, 500 carpetas y 400 bolígrafos. El primer tipo de paquete promocional consta de 2 cuadernos, 1 carpeta y 2 bolígrafos y; el segundo tipo de paquete consta de 3 cuadernos, 1 carpeta y 1 bolígrafo. Los precios de cada paquete serán 6.5 y 7 €, respectivamente. ¿Cuántos paquetes le conviene poner de cada tipo para obtener el máximo beneficio?

**Respuesta parcial:  $Z=1675$  euros,  $X_1=150$  paquetes 1,  $X_2=100$  paquetes 2**

**PROBLEMA 2. OFERTAZOS**

Unos grandes almacenes tienen en existencias para liquidar 200 camisas y 100 pantalones de la temporada anterior. Para ello lanzan, dos ofertas, A y B. La oferta A consiste en un lote de una camisa y un pantalón, que se venden a 30 €; la oferta B consiste en un lote de tres camisas y un pantalón, que se vende a 50 €. No se desea ofrecer menos de 20 lotes de la oferta A ni menos de 10 de la B. ¿Cuántos lotes ha de vender de cada tipo para maximizar la ganancia?

**Respuesta parcial:  $Z=4000$  euros,  $X_1=50$  ofertas A,  $X_2=50$  ofertas B**

**PROBLEMA 3. FARMACOS**

Se dispone de 600 g de un determinado fármaco para elaborar pastillas grandes y pequeñas. Las grandes pesan 40 g y las pequeñas 30 g. Se necesitan al menos tres pastillas grandes, y al menos el doble de pastillas pequeñas que de las grandes. Cada pastilla grande proporciona un beneficio de 2 € y la pequeña de 1 €. ¿Cuántas pastillas se han de elaborar de cada clase para que el beneficio sea máximo?

**Respuesta parcial:  $Z=24$  euros,  $X_1=6$  pastillas grandes,  $X_2=12$  pastillas pequeñas**

**PROBLEMA 4. EXCURSIÓN**

Una escuela prepara una excursión para 400 alumnos. La empresa de transporte tiene 8 autobuses de 40 plazas y 10 de 50 plazas, pero sólo dispone de 9 conductores. El alquiler de un autocar grande cuesta 800 € y el de uno pequeño 600 €. Calcular cuántos autobuses de cada tipo hay que utilizar para que la excursión resulte lo más económica posible para la escuela.

**Respuesta parcial:  $Z=6200$  euros,  $X_1=4$  autobuses grandes,  $X_2=5$  autobuses pequeños**

**PROBLEMA 5. HEAVYMAC INC**

HeavyMAC Inc. produce dos líneas de maquinaria pesada. Una de sus líneas de productos, llamada equipo de excavación, se utiliza de manera primordial en aplicaciones de construcción. La otra línea, denominada equipo para la silvicultura, está destinada a la industria maderera. Tanto la máquina más grande de la línea de equipo de excavación (la E-9), como la mayor de toda la línea de equipo para la silvicultura (la F-9) son fabricadas en los mismos departamentos y con el mismo equipo.

Empleando las proyecciones económicas correspondientes al siguiente mes, el gerente de mercadotecnia de HeavyMAC ha considerado que durante ese periodo será posible vender todas las E-9 y F-9 que la compañía sea capaz de producir. La gerencia tiene que recomendar ahora una meta

de producción para el mes próximo. Es decir, ¿cuántas E-9 y F-9 deberán fabricar si la dirección de HeavyMAC desea maximizar la contribución del mes entrante a las ganancias (es decir, el margen de contribución, definido como los ingresos menos los costos variables)?

La toma de esta decisión requiere la consideración de los siguientes factores importantes:

1. El margen de contribución unitaria de HeavyMAC es de \$5000 por cada E-9 vendida y de \$4000 por cada F-9.
2. Cada producto pasa por las operaciones de maquinado, tanto en el departamento A como en el B.
3. Para la producción correspondiente al mes próximo, estos dos departamentos tienen tiempos disponibles de 150 y 160 horas, respectivamente. La fabricación de cada E-9 requiere 10 horas de maquinado en el departamento A y 20 horas en el departamento B, mientras que la de cada F-9 requiere 15 horas en el departamento A y 10 en el B.
4. Cada E-9 es sometida a pruebas durante 30 horas y cada F-9 durante 10 y las horas destinadas a las pruebas no pueden ser menores que 135. Estas pruebas se llevan a cabo en un tercer departamento y no tienen nada que ver con las actividades de los departamentos A y B.
5. Con el fin de mantener su posición actual en el mercado, la alta gerencia ha decretado como política operativa que: deberá construirse cuando menos una F-9 por cada tres E-9 que sean fabricadas.
6. Uno de los principales distribuidores ha ordenado un total de cuando menos cinco E-9 y F-9 (en cualquier combinación) para el próximo mes.

**Respuesta parcial:  $Z = \$50500$ ,  $X_1 = 4.5$  unidades de E-9,  $X_2 = 7$  unidades de F-9**

#### **PROBLEMA 6. CARBÓN [Tomado de Taha, 2012]**

Se pulverizan y mezclan tres tipos de carbón, C1, C2 y C3 para producir mínimo 50 toneladas por hora necesarias para accionar una planta generadora de electricidad. La combustión del carbón emite óxido de azufre (en partes por millón) la cual debe satisfacer las especificaciones de EPA (por sus siglas en inglés) de un máximo de 2000 partes por millón. La siguiente tabla resume los datos de la situación:

	C1	C2	C3
Azufre (partes por millón)	2500	1500	1600
Capacidad del pulverizador (ton/h)	30	30	30
Costo por tonelada (\$/ton)	30	35	33

Determine la mezcla óptima de los de los carbones.

**Respuesta parcial:  $Z = \$1583.33/h$ . Se deben mezclar 22.22 ton/h de C1 con 27.78 ton/h de C3**

#### **PROBLEMA 7. AEROLÍNEA FAST**

La línea aérea "Fast" realiza la ruta Santiago (Chile) a Bogotá (Colombia) con escala en Lima (Perú). Para dicha ruta se quiere conocer la configuración de clases de un avión con capacidad total de 100 pasajeros. El departamento de ventas ha estimado los precios de mercado (en dólares) para las combinaciones de origen destino de 3 tipos de tarifas que actualmente ofrece la empresa: "Tarifa Y" (primera clase) y "Tarifa B" (estándar). Adicionalmente, según información histórica de esta ruta, la línea aérea ha estimado el número máximo de pasajes que los clientes demandarán por cada combinación de tarifa en un tramo del vuelo. Por ejemplo, la demanda máxima esperada para el tramo

Santiago (SCL) a Bogotá (BOG) en la Tarifa B es de **55** tickets. La información se presenta en la tabla.

*Tabla 8. Tarifas por clase por vuelo y máximo de tickets disponibles*

CLASE	US\$/TICKET			MAXIMO DE TICKETS		
	SCL-LIM	LIM-BOG	SCL-BOG	SCL-LIM	LIM-BOG	SCL-BOG
Y	650	510	820	56	51	59
B	400	280	520	66	60	<b>55</b>

También por políticas de la compañía en vuelo directo de Santiago de Chile a Bogotá deben viajar mínimo 20 personas.

Con esta información la línea aérea desea determinar cómo asignar la configuración del avión de modo de ofrecer un determinado número de pasajes para cada tipo de tarifa en un tramo del vuelo.

RESPUESTAS (se colocan sólo algunas como verificación)

La función objetivo es 99890

56 pasajes clase Y en el trayecto SCL-LIM

0 pasajes clase B en el trayecto SCL-LIM

51 pasajes clase Y en el trayecto LIM-BOG

5 pasajes clase B en el trayecto LIM-BOG

44 pasajes clase Y en el trayecto SCL-BOG

0 pasajes clase B en el trayecto SCL-BOG

## PROBLEMA 8. PARCELAS

Usted es contratado como administrador de 2 parcelas. El rendimiento agrícola de cada parcela está limitado por la cantidad de tierra cultivable como por la cantidad de agua asignada para regadío de la parcela por la comisión de aguas. Los datos proporcionados por este organismo son los siguientes:

Parcela	Tierra Cultivable [ha]	Asignación de agua [m <sup>3</sup> ]
1	800	1200
2	1200	1600

Las especies disponibles para el cultivo son la arroz, maíz y trigo, pero el ministerio de agricultura ha establecido un número máximo de hectáreas que pueden dedicarse a cada uno de estos cultivos en las dos parcelas en conjunto, como se muestra a continuación:

Especie	Consumo de Agua [m <sup>3</sup> / ha]	Número Máximo de [ha]	Ganancia Neta [\$ / ha]
Arroz	6	1200	2000
Maíz	4	1000	1500
Trigo	2	650	500

Se puede cultivarse cualquier combinación en cualquiera de las parcelas. Usted como Administrador debe plantear un modelo de PL para determinar cuántas hectáreas se deben dedicar al cultivo de las distintas especies en cada parcela maximizando la ganancia neta total.

RESPUESTAS (se colocan sólo algunas como verificación)

La función objetivo es 1050000

Sembrar 300 ha de maíz en la parcela 1

Sembrar 400 ha de maíz en la parcela 2

### PROBLEMA 9. PRODUCCIÓN DE LLAVES INGLESAS Y CINCELES [Modificado de Taha, 2012]

AutoMate contrató a ToolCo para que abastezca sus tiendas de descuento automotrices con llaves inglesas y cinces. La demanda semanal de AutoMate consiste en por lo menos 1500 llaves inglesas y 1200 cinces. ToolCo no puede fabricar todas las unidades solicitadas con su capacidad actual de un turno y debe utilizar tiempo extra y posiblemente subcontratar a otras fábricas de herramientas. El resultado es un incremento del costo de producción por unidad, como se muestra en la siguiente tabla. La demanda del mercado limita la proporción entre cinces y llaves inglesas a por lo menos 2:1.

Herramienta	Tipo de producción	Máximo de producción semanal (unidades)	Costo unitario (\$/unidad)
Llaves inglesas	Regular	550	2
	Tiempo extra	250	2.8
	Subcontratación	Cualquier cantidad	3
Cincales	Regular	620	2.1
	Tiempo extra	280	3.2
	Subcontratación	Cualquier cantidad	4.2

Formule el problema como un programa lineal, y determine el programa de producción óptimo para cada herramienta.

### RESULTADOS

los costos totales son 14918

producir 550 de llaves inglesas por producción en horario normal

producir 250 de llaves inglesas por producción en horas extra

producir 700 de llaves inglesas por subcontratación

producir 620 de cincales por producción en horario normal

producir 280 de cincales por producción en horas extra

producir 2100 de cincales por subcontratación