

INVESTIGACIÓN OPERATIVA. Práctica 1

Para los siguientes problemas, se pide:

1. Identificar el objetivo del decisor y las variables de decisión.
2. Plantear el correspondiente modelo.
3. Resolver el modelo con ayuda del Solver de Excel.

1. Una refinería de petróleo va a producir un nuevo tipo de gasolina mezclando los 4 tipos de gasolina disponibles actualmente, que se han obtenido procesando diferentes tipos de crudo. Los crudos de origen son cuatro y tienen distinta composición. Para simplificar el problema se supone que cada tipo de gasolina tiene un porcentaje distinto de los aditivos A, B y C. La tabla siguiente indica estos porcentajes y el precio unitario para los cuatro tipos de gasolina:

		ADITIVOS			PRECIO TIPOS GAS.
		A	B	C	
TIPOS GASOLINA	1	80	10	10	43
	2	30	30	40	31
	3	70	10	20	47
	4	40	50	10	37

Las exigencias del mercado imponen que la gasolina que se va a producir debe tener al menos el 20 % del aditivo A, al menos un 30 % del B y al menos un 20 % del C. Además, no puede contener más de un 30 % de la gasolina de tipo 1 ni más de un 40 % de la gasolina de tipo 2.

Determinar la forma menos costosa de producir gasolina con estas especificaciones.

2. Una empresa dedicada a construir puertas y ventanas dispone de 3 plantas de fabricación, cada una especializada en distintos componentes. En la primera fabrican marcos de aluminio y herrería; en la segunda marcos de madera, y en la tercera se hace el vidrio y el montaje. Con el fin de mejorar sus ganancias decide dejar de fabricar ciertos productos e incorporar 1 ó 2 posibles productos nuevos, P1 y P2: puertas con marcos de aluminio (P1) y ventanas con marco de madera (P2). La capacidad de producción liberada (en tiempo) en las tres plantas es 4, 12 y 18 unidades. En la tabla adjunta se indica el tiempo de cada una de las plantas que requiere la fabricación de una unidad de P1 o de P2, y el beneficio final neto por unidad producida:

Planta-producción	P1	P2	Cap.disp
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Utili.monetaria	3	5	

3. Una empresa elabora un cierto alimento refinando diferentes tipos de aceite y mezclándolos. Los tipos de aceite se clasifican en dos categorías: vegetales (VEG1 y VEG2) y no vegetales (OIL1, OIL2 y OIL3). Dependiendo del tipo de aceite, vegetal o no vegetal, se requieren diferentes líneas de producción para el refinado del aceite. Así, en un mes, la máxima cantidad de cada uno de ellos que puede refinarse es de 200 toneladas de aceite vegetal y 250 de no vegetal. Se puede asumir que el coste de refinado es nulo y que durante el proceso no se producen pérdidas de peso. Por otro lado, existen restricciones tecnológicas que imponen cotas (inferior y superior) a la dureza del producto final, de 3 y 6 unidades respectivamente. Se puede asumir que la dureza se mezcla linealmente; la dureza (por tonelada) de cada uno de los aceites, así como su coste (por tonelada) de producción, son los que aparecen en la siguiente tabla

	VEG1	VEG2	OIL1	OIL2	OIL3
Coste	110	120	130	110	115
Dureza	8.8	6.1	2.0	4.2	5.0

Cada tonelada de producto final se vende a un precio de 150 u.m. Plantear y resolver el problema de programación lineal continua al que se enfrenta la empresa para determinar cómo ha de hacer su producción de manera que obtenga el mayor beneficio neto posible.

4. Un vendedor conoce cuál es la demanda de un determinado producto en los próximos cuatro meses. Tiene que adquirir dicho producto a un almacén y el precio de compra por el que lo adquiere varía con el mes según se indica en la tabla adjunta:

MES	DEMANDA	PR.COMPRA
1	400	1.7
2	300	1.5
3	300	1.8
4	800	1.4

Para simplificar el problema, se supone que las adquisiciones y ventas se realizan al principio de cada mes y que no se puede almacenar más de 500 unidades por falta de espacio.

Si al final del cuarto mes debe haber 100 unidades del producto en el almacén, plantear el problema de optimización que resulta si la demanda debe ser satisfecha al menor coste posible en los dos casos siguientes:

- a) Las unidades almacenadas no implican ningún coste adicional.
- b) El coste de almacenamiento por cada unidad de producto y mes es 0,05.

5. **Control de la contaminación del aire** (Hillier y Lieberman, 2001) La NORI & LEET CO., una de las mayores productoras de acero del mundo occidental, está localizada en la ciudad de Steeltown y es la única empresa grande de la localidad. Steeltown ha crecido y prosperado junto con la compañía, que de momento emplea a cerca de 50.000 residentes. La actitud de los residentes ha sido siempre favorable a la compañía; sin embargo, esta actitud está cambiando, ya que la contaminación no controlada del aire debida a los altos hornos de la planta está en camino de arruinar la apariencia de la ciudad y de poner en peligro la salud de sus habitantes.

Como resultado, después de una revuelta de los accionistas se eligió un nuevo consejo directivo más responsable. Los nuevos directores han decidido seguir políticas de responsabilidad social y realizar consultas con las autoridades de la ciudad y con grupos de ciudadanos para tomar medidas respecto a la contaminación ambiental. Juntos han establecido estándares rigurosos de calidad del aire para la ciudad.

Los tres tipos principales de contaminantes son partículas de materia, óxidos de azufre e hidrocarburos. Los nuevos estándares requieren que la compañía reduzca su emisión anual de estos contaminantes en las siguientes cantidades:

Contaminante	Reducción requerida en la tasa de emisión anual (millones de libras)
Partículas	60
Óxidos de azufre	150
Hidrocarburos	125

El consejo directivo ha dado instrucciones a la gerencia para que el personal de ingeniería determine cómo lograr estas reducciones en la forma más económica.

La fabricación de acero tiene 2 fuentes principales de contaminación, los altos hornos para fabricar el arrabio y los hornos de hogar abierto para transformar el hierro en acero. En ambos casos, los ingenieros determinaron que los métodos de abatimiento más efectivos son:

1. aumentar la altura de las chimeneas¹,
2. usar filtros (con trampas de gas) en las chimeneas e
3. incluir limpiadores de alto grado en los combustibles de los hornos.

Todos estos métodos tienen limitaciones tecnológicas en cuanto al nivel en que pueden usarse (por ejemplo, un incremento factible máximo en la altura de las chimeneas), pero también existe una gran flexibilidad para usar el método en cualquier nivel fraccionario de su límite tecnológico.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de emisión (en millones de libras anuales) que se puede eliminar de cada tipo de horno usando el método de abatimiento al máximo límite tecnológico. Para fines de análisis, se supone que cada método se puede usar a un nivel menor para lograr cualquier fracción en las reducciones de las tasas de emisión mostradas en la tabla. Además, para cualquiera de los hornos, el uso simultáneo de otro método no afecta de manera significativa la reducción de emisiones que alcanza cada uno de ellos.

Contaminante	Chimeneas más altas		Filtros		Mejores combustibles	
	Altos hornos	Hornos de hogar abierto	Altos hornos	Hornos de hogar abierto	Altos hornos	Hornos de hogar abierto
Partículas	12	9	25	20	17	13
Óxidos de azufre	35	42	18	31	56	49
Hidrocarburos	37	53	28	24	29	20

Se llevó a cabo un análisis para estimar el costo total anual de cada método de abatimiento. Dicho coste incluye el aumento en los gastos de operación y mantenimiento, al igual que la reducción en los ingresos debida a cualquier pérdida de eficiencia en el proceso de producción que pudiera resultar por el uso del correspondiente método. Otro coste importante que se debe tener en cuenta es el capital inicial requerido para instalar el método. Para conseguir que este coste fijo fuera conmensurable con los costes anuales, se empleó el valor del dinero en el tiempo para calcular el gasto anual (sobre el tiempo esperado de vida del método) que sería equivalente a este coste fijo inicial. Las estimaciones de los costes anuales totales (en millones de dólares) que se obtuvieron fueron los siguientes:

Método de abatimiento	Altos hornos	Hornos de hogar abierto
Chimeneas más altas	8	10
Filtros	7	6
Mejores combustibles	11	9

Si el coste anual se computa proporcionalmente, formular un problema de programación lineal para obtener la solución al problema planteado al personal de ingeniería.

¹Un tiempo después de realizar este estudio, este método se convirtió en materia de controversia. Al reducir la contaminación del suelo esparciendo emisiones a una distancia mayor, los grupos ecologistas sostienen que crea más lluvia ácida al mantener los óxidos de azufre más tiempo en el aire. Como consecuencia de esto, en 1985, la *U.S. Environmental Protection Agency* adoptó nuevas reglas para eliminar los incentivos sobre el uso de chimeneas más altas.