→ El modelo matemático podrá escoger entre diferentes restricciones la que más convenga al modelo.

Materias prima / Cambios de máquina

Variables binarias

$Y(0,1) <$ 1: ~ / 2: ~

Hay que indicar qué significa para cada caso.

$Y(0,1)$ → LINGO → @BIN(Y)

Programación entera → Incumple divisibilidad

① $X \begin{cases} 0 \\ 5 \le X \le 12 \end{cases} \Rightarrow 5 \cdot Y \le X \le 12 \cdot Y$

0 no se produce o sino entre 5 y 12

Si nos interesa que $X=0 \rightarrow Y=0$; si queremos $5 \le X \le 12 \rightarrow Y=1$

② $X \begin{cases} 0 \\ X \ge 7 \end{cases} \Rightarrow M \cdot Y \ge X \ge 7 \cdot Y$

Valor muy grande

Si $x = M$ en SO. deberemos subir M.

NO × VARIABLES

③ F.O. MIN $Z(\text{coste}) = \dots + C_i \cdot X_i + CF_i \cdot Y_i + \dots$

$Y(0,1) <$ 1: se computa el coste fijo / 0: no

$X_i \rightarrow$ $X_i = 0 \rightarrow$ CF NO; $X_i \ne 0 \rightarrow$ CF SI $\Rightarrow$ $h \cdot Y_i \le X_i \le M \cdot Y_i$

Valor muy pequeño · Valor muy grande

SIEMPRE: No dejar una variable binaria libre

④ $X = 5 \mid 12 \mid 32$ → Puede valer sólo uno de esos valores

$X = 5 \cdot Y_5 + 12 \cdot Y_{12} + 32 \cdot Y_{32}$

$Y_5 + Y_{12} + Y_{32} = 1$

⑤ $3X_1 + 2X_2 \le 18$; $5X_1 + 4X_2 \le 16$ — Dos modelos de máquina entre los cuales debemos de elegir.

(R1) $3x_1 + 2x_2 \le 18 + M \cdot Y$

(R2) $5x_1 + 4x_2 \le 16 + M \cdot (1-Y)$

→ Cuando una restricción suma su b en un número muy grande deja de delimitar la región factible.

¡OJO! $Y(0,1) <$ 1: Usamos R2 / 0: Usamos R1

(R1) $3x_1 + 2x_2 \le 18 + M Y_1$ — $Y_1(0,1) <$ 1: NO R1 / 0: SI R1

(R2) $5x_1 + 4x_2 \le 16 + M \cdot Y_2$ — $Y_2(0,1) <$ 1: NO R2 / 0: SI R2

(R3) $3x_1 + 5x_2 \le 20 + M \cdot Y_3$ — $Y_3(0,1) <$ 1: NO R3 / 0: SI R3

$Y_1 + Y_2 + Y_3 = 2$

⑥ $f(x_1, \dots, x_n) \le 5 \mid 8 \mid 10$

→ Igual que caso ④

En una fundición se desea producir al mínimo coste 1000 Kg de una aleación especial con las características químicas de un máximo del 3 % de hierro, del 5 % de cobre, del 2 % de manganeso, del 1,5 % de magnesio, de un mínimo del 75 % de aluminio y entre el 12,5 y 15 % de silicio.

Para ello se dispone de 5 tipos de chatarra, subproductos de la misma fundición y de dos metales como el aluminio y el silicio que es preciso comprar. En la siguiente tabla se recogen las características técnicas y comerciales (precio de coste unitario y disponibilidad máxima) de estos siete componentes, de tal forma que hay un límite máximo de disponibilidad en los 5 subproductos, exigiéndose además un consumo mínimo de 200 Kg. en el subproducto 3 y de 50 Kg en el subproducto 4.

Componente	Características técnicas						Características comerciales	
	Fe	Cu	Mn	Mg	Al	Si	Coste unitario por Kg.	Disponi-bilidad máxima en Kg.
Subprod.1	0,15	0,03	0,02	0,02	0,70	0,02	0,03	100
Subprod.2	0,04	0,05	0,04	0,03	0,75	0,06	0,08	1250
Subprod.3	0,02	0,08	0,01	-	0,80	0,08	0,17	400
Subprod.4	0,04	0,02	0,02	-	0,75	0,12	0,12	350
Subprod.5	0,02	0,06	0,02	0,01	0,80	0,02	0,15	750
Aluminio	0,01	0,01	-	-	0,97	0,01	0,21 (0,13)	ilimitad
Silicio	0,03	-	-	-	-	0,97	0,38	ilimitad

a) P_i = kg de producto $i = \{sub1, sub2, sub3, sub4, sub5, al, si\}$

$$MIN\ Z = 0.03 \cdot P_{s1} + 0.08 \cdot P_{s2} + 0.17 \cdot P_{s3} + 0.12 \cdot P_{s4} + 0.15 \cdot P_{s5} + 0.21 \cdot P_{A} + 0.38 P_{Si}$$

Aleac.

$\sum P_i = 1000$

Disp.

$P_{s1} \le 100$

$P_{s2} \le 1250$

$200 \le P_{s3} \le 400$

$50 \le P_{s4} \le 350$

$P_{s5} \le 750$

Calidad

$0.15 \cdot P_{s1} + 0.04 \cdot P_{s2} + 0.02 \cdot P_{s3} + 0.04 \cdot P_{s4} + 0.02 \cdot P_{s5} + 0.01 P_A + 0.03 \cdot P_{Si} \le 0.03 \cdot 1000$

$0.03 \cdot P_{s1} + 0.05 \cdot P_{s2} + 0.08 \cdot P_{s3} + 0.02 \cdot P_{s4} + 0.06 \cdot P_{s5} + 0.01 \cdot P_A \le 0.05 \cdot 1000$

⋮

b) Aluminio → Kg básicos 100 → coste 0.21 um
→ resto de Kg → coste 0.13

Al_1 → Kg de Al a 0.21 — En rest. $Al = Al_1 + Al_2$

Al_2 → " 0.13

$100 \cdot Y \le Al_1 \le 100$ — Sólo se activan cuando $Al_1 = 100$

$Al_2 \le M \cdot Y$

c) Lo mismo pero para todas las Y

$Al_1 \le 100 \cdot (1-Y)$

$100^Y \le Al_2 \le M \cdot Y$