**Ejemplo 2**

Una empresa que fabrica objetos de papelería, que en el ejercicio económico que se cierra ha obtenido un excedente de $10’000.000 COP; se plantea invertir esta cantidad (o parte de ella) en algunos productos, teniendo en cuenta que los beneficios son:

* Lápices de colores con un beneficio de $11’000.000 COP.
* Borradores con un beneficio de $9’000.000 COP.
* Carboncillos con un beneficio de $1’000.000 COP.

Por otra parte, los costes son:

* Coste de las instalaciones para fabricar lápices de colores: $10’000.000 COP.
* Coste de las instalaciones para fabricar borradores: $6’000.000 COP.
* Coste de las instalaciones para fabricar carboncillos: $4’000.000 COP.

Queremos elegir alguno (o varios) de los productos anteriores. Parece lógico tener en cuenta la relación b/c, en el que consideramos los beneficios y los costes a la vez (algoritmos voraces):

En nuestro ejemplo, si calculamos esta ratio, obtenemos:

* Lápices de colores: 11’000.000/10’000.000 = 1.1
* Borradores: 9’000.000/6’000.000 = 1.5
* Carboncillos: 1’000.000/4’000.000 = 0.25

De forma que elegiríamos primero "Borradores" pues su ratio es el mayor (con un coste de $6’000.000 COP); la siguiente ratio (1.1) sobrepasa el peso de la mochila máximo, por lo que elegimos "carboncillos" (con un coste de $4’000.000 COP), no pudiendo elegir más, ya que nuestro presupuesto era de $10’000.000 COP.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lápices** | **Borradores** | **Carboncillos** | **Coste** | **Beneficio** | **Admisibles** |
| 1 | Si | Si | Si | $20’000.000 | $21’000.000 | No |
| 2 | Si | Si | No | $16’000.000 | $20’000.000 | No |
| 3 | Si | No | Si | $14’000.000 | $12’000.000 | No |
| 4 | No | Si | Si | $10’000.000 | $10’000.000 | Si |
| 5 | Si | No | No | $10’000.000 | $11’000.000 | Si |
| 6 | No | Si | No | $6’000.000 | $9’000.000 | Si |
| 7 | No | No | Si | $4’000.000 | $1’000.000 | Si |
| 8 | No | No | No | $0 | $0 | Si |

**Mediante Programación Lineal:**

X1 lápices de colores, X2: borradores, X3: carboncillos

Objetivo: Maximizar 11’000.000 X1 +9’000.000 X2 +1’000.000 X3

Restricciones: 10’000.000 X1 +6’000.000 X2 + 4’000.000 X3 ≤ 10’000.000

X1, X2, X3 € [0,1]

X1, X2, X3 € Z

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Beneficio** | **Coste** |
| **Lápices** | $11’000.000 | $10’000.000 |
| **Borradores** | $9’000.000 | $6’000.000 |
| **Carboncillos** | $1’000.000 | $4’000.000 |

**Respuestas: Lápices de colores con un beneficio de $11’000.000 COP.**

**Ejemplo 3**

El Club Real Madrid quiere contratar uno o varios jugadores nuevos; para ello, ha sondeado el mercado y ha encontrado a 5 jugadores, sabiendo que el club dispone de un presupuesto máximo de 5’000.000 € mes. En la siguiente tabla aparece una relación de los candidatos a ser fichados junto con su aportación esperada y el sueldo que percibirían:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Sueldo** | **Aportación** |
| **Jugador 1 (James Rodríguez)** | 5’000.000 | 15 |
| **Jugador 2 (Cristiano Ronaldo** | 2’520.000 | 8 |
| **Jugador 3 (Mario Gotze)** | 3’600.000 | 15 |
| **Jugador 4 (Neymar)** | 4’700.000 | 17 |
| **Jugador 5 (Reus)** | 1’200.000 | 7 |

Obtenemos que sería rentable la contratación de los jugadores 3 y 5 con un coste de 3’600.000+1’200.000=4’800.000€/mes, menor que la permitida de 5’000.000€/mes

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Jugador 1** | **Jugador 2** | **Jugador 3** | **Jugador 4** | **Jugador 5** | **Sueldo** | **Aporte** | **Optimo** |
| 1 | Si | No | No | No | No | 5’000.000 | 15 | Si |
| 2 | No | Si | No | No | Si | 3’720.000 | 15 | Si |
| 3 | No | No | Si | No | Si | 4’800.000 | 22 | Si |
| 4 | No | No | No | Si | No | 4’700.000 | 7 | Si |
| 5 | Si | Si | Si | Si | Si | 19’420.000 | 62 | No |
| 6 | Si | Si | Si | Si | No | 18’220.000 | 55 | No |
| 7 | Si | Si | No | No | No | 8’720.000 | 23 | No |
| 8 | Si | No | No | No | No | 5’000.000 | 15 | Si |
| 9 | No | Si | Si | Si | Si | 14’420.000 | 47 | No |
| 10 | No | Si | Si | Si | No | 13’220.000 | 40 | No |
| 11 | No | Si | Si | No | No | 8’520.000 | 23 | No |
| 12 | No | Si | No | No | No | 4’920.000 | 8 | Si |
| 13 | No | No | Si | Si | Si | 9’500.000 | 39 | No |
| 14 | No | No | Si | Si | No | 8’300.000 | 32 | No |
| 15 | No | No | Si | No | No | 3’600.000 | 15 | Si |
| 16 | No | No | No | Si | Si | 5’900.000 | 24 | No |
| 17 | No | No | No | No | Si | 1’200.000 | 7 | Si |
| 18 | No | No | No | No | No | 0 | 0 | Si |
| 19 | Si | No | No | No | Si | 7’200.000 | 22 | No |
| 20 | No | Si | No | Si | No | 7’220.000 | 2554 | No |
| 21 | Si | Si | No | Si | Si | 13’420.000 | 47 | No |
| 22 | No | Si | Si | Si | No | 10’820.000 | 40 | No |
| 23 | Si | No | Si | Si | Si | 14’500.000 | 54 | No |
| 24 | Si | Si | Si | No | Si | 12’320.000 | 45 | No |

Podríamos escoger como criterio la ratio "Aportación/Sueldo", ya que tenemos en cuenta ambos factores en la decisión: cuanto más alto sea esta ratio, preferible será contratar a este jugador. Reconsideraremos el sueldo, dividiéndolo por 100.000 para hacer el ratio más operativo:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Sueldo** | **Aportación** | **Aportación / Sueldo** |
| **Jugador 1 (James Rodríguez)** | 50 | 15 | 0,3000 |
| **Jugador 2 (Cristiano Ronaldo** | 25,2 | 8 | 0,3175 |
| **Jugador 3 (Mario Gotze)** | 36 | 15 | 0,4167 |
| **Jugador 4 (Neymar)** | 47 | 17 | 0,3617 |
| **Jugador 5 (Reus)** | 12 | 7 | 0,5833 |

**Respuestas: Contratar al jugador 3 y 5 con un sueldo de 4’800.000€/mes y una aportación de 22.**