











La empresa EPSILON fabrica un producto para alimentación de animales de granja y lo vende en bolsas de a un kilo.

En la figura que está abajo vemos depósitos de la empresa EPSILON (con el humo y con un número debajo precedido por el signo +) y clientes (representados por un dibujo de edificios y con un número debajo precedido por un signo menos).

Los números debajo de los depósitos indican cuánto producto tienen disponible este año cada uno de esos depósitos (en toneladas). Los números debajo de los clientes indican cuánto demanda cada uno de esos clientes (en toneladas) del producto. Se debe satisfacer la demanda de todos los clientes.

Todos los depósitos están ubicados en una celda de esta cuadrícula en la cual se ha dividido el terreno, salvo el que está más a la derecha, con un signo de interrogación encima del dibujo. Se sabe que este depósito que no está ubicado aún en la cuadrícula no se puede ubicar en ninguna celda que ya tenga un depósito o un cliente. Se conoce el costo de ubicar el depósito en cada una de las celdas  $(i,j)$  en las cuales se puede colocar. Ese costo es  $COSTO_{ij}$ .

 +1000				 -500	
 -500		 -500			
		 +1500			 +1000
	 -2000			 +1000	
 +500				 -1500	

La distancia entre celdas adyacentes se supone igual a 1 kilómetro. El costo de transportar 1 tonelada de producto es de  $\$A/\text{kilómetro}$  recorrido.

¿Qué es lo mejor que se puede hacer con la información disponible?

*NOTA:  $A$ ,  $COSTO_{ij}$  son constantes conocidas*

1. Analizá este problema, planteando las hipótesis importantes. Modelizá el problema de tal manera que el modelo pueda resolverse con métodos de Programación Lineal. Si este punto no es lineal, el examen está insuficiente. NO CAMBIES LOS NOMBRES DE LAS CONSTANTES DEL ENUNCIADO.

### **Objetivo:**

Determinar donde ubicar el nuevo depósito para satisfacer la demanda de los clientes y minimizar los costos de transporte teniendo en cuenta el costo de ubicar el depósito en cada posición.

### **Hipótesis:**

- El costo de transporte es el mismo para todos los depósitos.
- La posición  $(1,1)$  será abajo izquierda (donde actualmente hay un depósito con 500ton.).
- Si un edificio se encuentra en una posición contigua a un edificio que satisface, debe pagar  $\$A$ . O sea, no importa si están “pegados” debe pagar igual.
- Un deposito puede satisfacer a más de un edificio.
- Un mismo edificio puede ser satisfecho por más de un depósito.

- Se van a satisfacer todas las demandas de forma exacta.
- No hay desperdicios de producto en el transporte, sin importar la distancia que recorra.

**Variables:**

Dij (entera bivalente): vale 1 si se ubica el nuevo deposito en la posición i,j, 0 si no.

Oij (entera bivalente): vale 1 si se encuentra ocupada la posición i,j, 0 si no.

Tij (entera): toneladas de producto en el depósito i,j disponibles para entregar.

Pij (entera): toneladas de producto en i,j que hay que cumplir de demanda.

Yij\_zk (entera bivalente): vale 1 si el deposito ij satisface al edificio zk, 0 si no.

**Restricciones:**

Lugares ya ocupados)

$$O_{11} = 1$$

$$O_{15} = 1$$

$$O_{33} = 1$$

$$O_{52} = 1$$

$$O_{22} = 1$$

$$O_{14} = 1$$

$$O_{15} = 1$$

$$O_{34} = 1$$

$$O_{55} = 1$$

Ubicación de nuevo depósito)

$$10 * D_{ij} \leq \sum_{ij} O_{ij} \leq 9 + D_{ij}$$

Para i,j desde 1 a 5.

Toneladas de producto disponible)

$$T_{11} = 500$$

$$T_{15} = 1000$$

$$T_{33} = 1500$$

$$T_{24} = 1000$$

Demanda que cumplir)

$$P14 = 500$$

$$P22 = 2000$$

$$P34 = 500$$

$$P14 = 1500$$

$$P55 = 500$$

Depósitos satisfacen a edificios)

$$P_{zk} = \sum_{ij} (T_{ij} * Y_{ij\_zk})$$

Para todo zk donde haya un edificio.

Para todo i,j desde 1 a 5.

Funcional)

$$\text{Distancia}_{ij\_zk} = \text{Raiz\_cuadrada}((z-i)^2 + (k-j)^2)$$

(creo que se calcula así, no recuerdo bien).

$$\text{Costo} = \sum_{ij\_zk} (\text{Distancia}_{ij\_zk} * Y_{ij\_zk} * \$A) + \$COSTO_{ij} * D_{ij}$$

$$Z(\text{MIN}) = \text{Costo}$$

2. Plantea una heurística de construcción para resolver el problema. Recordá que tu heurística debe tender al mejor resultado. Formulá tu heurística de acuerdo con el objetivo y las hipótesis del modelo que realizaste en el punto anterior.

La heurística la armaría de la siguiente forma (la explicare con palabras):

Recorrer posición por posición ((1,1), (1,2),..., (5,5)) ubicando el nuevo depósito donde haya un lugar disponible, calcular los costos de transporte de todos los depósitos y el de ubicar el nuevo depósito en la posición actual. Me voy guardando la posición para el nuevo edificio que me de el menor costo total. Finaliza cuando ya no tengo más posiciones para recorrer.

En caso de empate de costos menores para distintas posiciones para el nuevo depósito, me quedo con la coordenada más chica (la que se calculó primero).