

## Ejercicio 1: Modelo básico

En primer lugar, con el objetivo de minimizar los costos de distribución relacionados con la apertura de centrales para abastecer a las oficinas y las distancias de conexión, se planteó el siguiente modelo básico.

### Conjuntos:

$C = \{1, 2, \dots, 10\}$  = Conjunto de centrales operativas extraído de "centrales.txt"

$O = \{1, 2, \dots, 56\}$  = Conjunto de oficinas extraído de "oficinas.txt"

### Variables:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la oficina } i \text{ está conectada a la central } j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1 & \text{si la central } j \text{ está abierta} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

### Función objetivo:

Minimizar:

$$\sum_{j \in C} \text{costo\_central} \cdot y_j + \sum_{i \in O} \sum_{j \in C} d_{ij} \cdot \text{costo\_cable} \cdot x_{ij}$$

Siendo que el costo de abrir una central de operaciones es de 5700 y que el costo de 1 metro de cable es de 17/1000, la función objetivo en efecto es la siguiente:

$$\sum_{j \in C} 5700 \cdot y_j + \sum_{i \in O} \sum_{j \in C} d_{ij} \cdot 17/1000 \cdot x_{ij}$$

### Restricciones:

- Cada oficina debe estar conectada a una única central operativa:

$$\sum_{j \in C} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in O$$

- Si una oficina está asignada a una central, esa central debe estar abierta:

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i \in O, \forall j \in C$$

- La suma de las demandas de las oficinas conectadas a una central no debe exceder la capacidad máxima ( $M = 15000$ ):

$$\sum_{i \in O} x_{ij} \cdot \text{demanda}_i \leq M \quad \forall j \in C$$

## Ejercicio 2: Restricción adicional

Se puede agregar una restricción adicional al modelo para que en la solución se considere que una central no pueda atender a más de 10 oficinas, como una manera de hacer las distribuciones más equitativas y no permitir la sobrecarga de una central particular más allá de que pueda cumplir con las restricciones de demanda.

- Cada central no puede atender a más de 10 oficinas:

$$\sum_{i \in O} x_{ij} \leq 10 \quad \forall j \in C$$

### Ejercicio 3: Parámetro adicional

$$\text{capacidad\_mínima} = \frac{\sum_{i \in O} \text{demanda}_i}{10}$$