Actividad 3

Nombre: Angel Azahel Ramirez Cabello **Matricula: A01383328**

Nombre: Luis Angel López Chávez **Matricula: A01571000**

Nombre: Franco Mendoza Muraira **Matricula: A01383399**

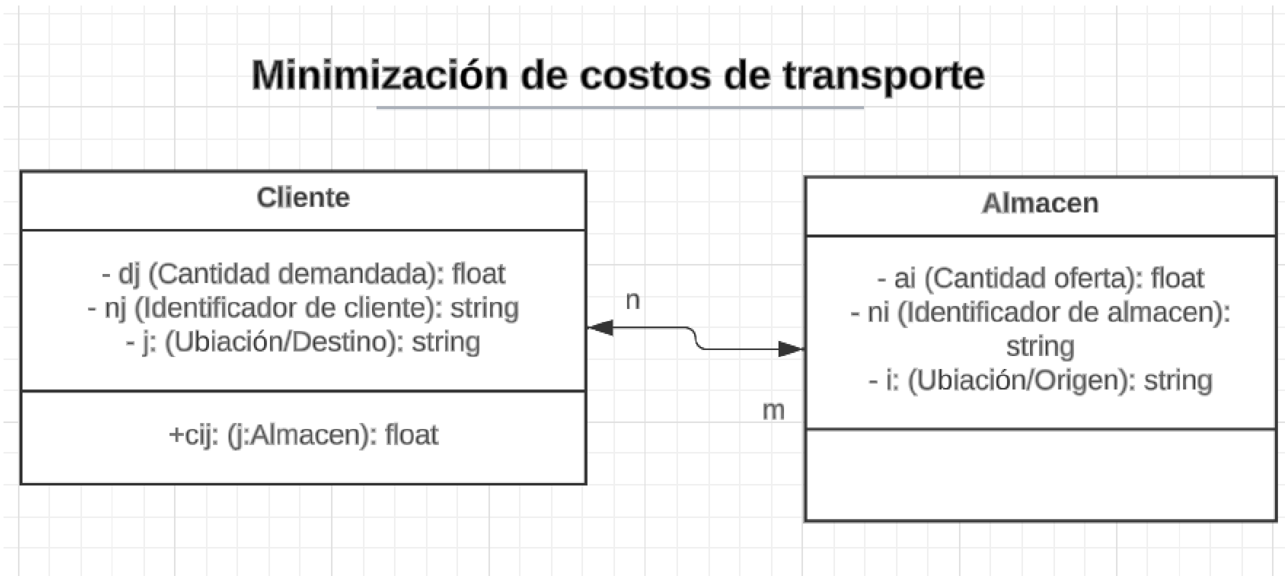
Nombre: Alexis Daniel Leyva Yáñez **Matrícula: A01770308**

Instrucciones: *Resuelve completa y correctamente cada uno de los siguientes puntos. Se evalúa el procedimiento. Resultado sin procedimiento no tiene puntaje alguno.*

Supongamos que tenemos m almacenes que tienen que suministrar a n clientes un determinado producto. Se sabe que la capacidad de oferta de cada origen (almacén) i es ai mientras que la demanda de cada destino (cliente) j es dj. Además, el costo por enviar una unidad de producto del almacén i al destino j es cij. El problema consiste en determinar la cantidad de producto que debe enviarse desde el origen i al destino j de forma que se minimicen los costos de envío garantizando la demanda de los destinos sin exceder la capacidad de los orígenes oferta, oi.

- **Plantea la formulación del problema. (30 puntos)**

El problema principal se encuentra en el costo de envío ya que mientras la oferta y la demanda son constantes, el costo de envío puede variar dependiendo de la ubicación del cliente, entre más lejos se encuentre un cliente de un almacén requerirá mayor tiempo/combustible/costo; es decir que quizás el almacén 1 sea el de menor costo para el cliente 5 mientras que para el cliente 1 el de menor costo puede ser el almacén 3 (es relativo). Por otra parte se debe de cumplir con toda la demanda de los clientes; sin embargo no hay ninguna restricción que nos impida que un cliente pueda recibir el producto de 2 almacenes diferentes, a la par un almacén puede abastecer a diferentes clientes. La información de este párrafo puede ser observada en el siguiente diagrama de clases:



Variables:

Las ya dadas explícitamente en el problema:

m=Cantidad de almacenes

n=Número de clientes

i=origen (Almacén)

j=Destino (Cliente)

ai = Capacidad de oferta/Almacén

dj=Demanda (cantidad de producto solicitado) por cliente

cij=Costo de envío (distancia del almacén al cliente)

Definiremos Xij= Cantidad del producto enviado desde i hasta j

Objetivo: Mínimizar el costo total de envío (Z): Z= cij1+cij2+…cijn=

$$Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} * x_{ij}$$

Restricciones:

Xijn<=ain: La cantidad enviada desde un almacén debe ser menor o igual a la cantidad de oferta del almacén

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq a_i$$

xijn=djn: La cantidad enviada debe ser igual a la demanda del cliente, podría ser también mayor que pero en este caso se decidió solamente tomar la restricción para que sea igual a la demanda.

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_j$$

xij >=0: Solamente se pueden enviar cantidades positivas.

$$x_{ij} \geq 0$$

Si dj es igual a ai entonces el problema se encuentra balanceado y se puede resolver sin mayor complicación mediante programación lineal, pero si estas dos cantidades difieren se tendrá que generar un nodo “fantasma” en cualquiera de los dos lados para balancear el excedente.

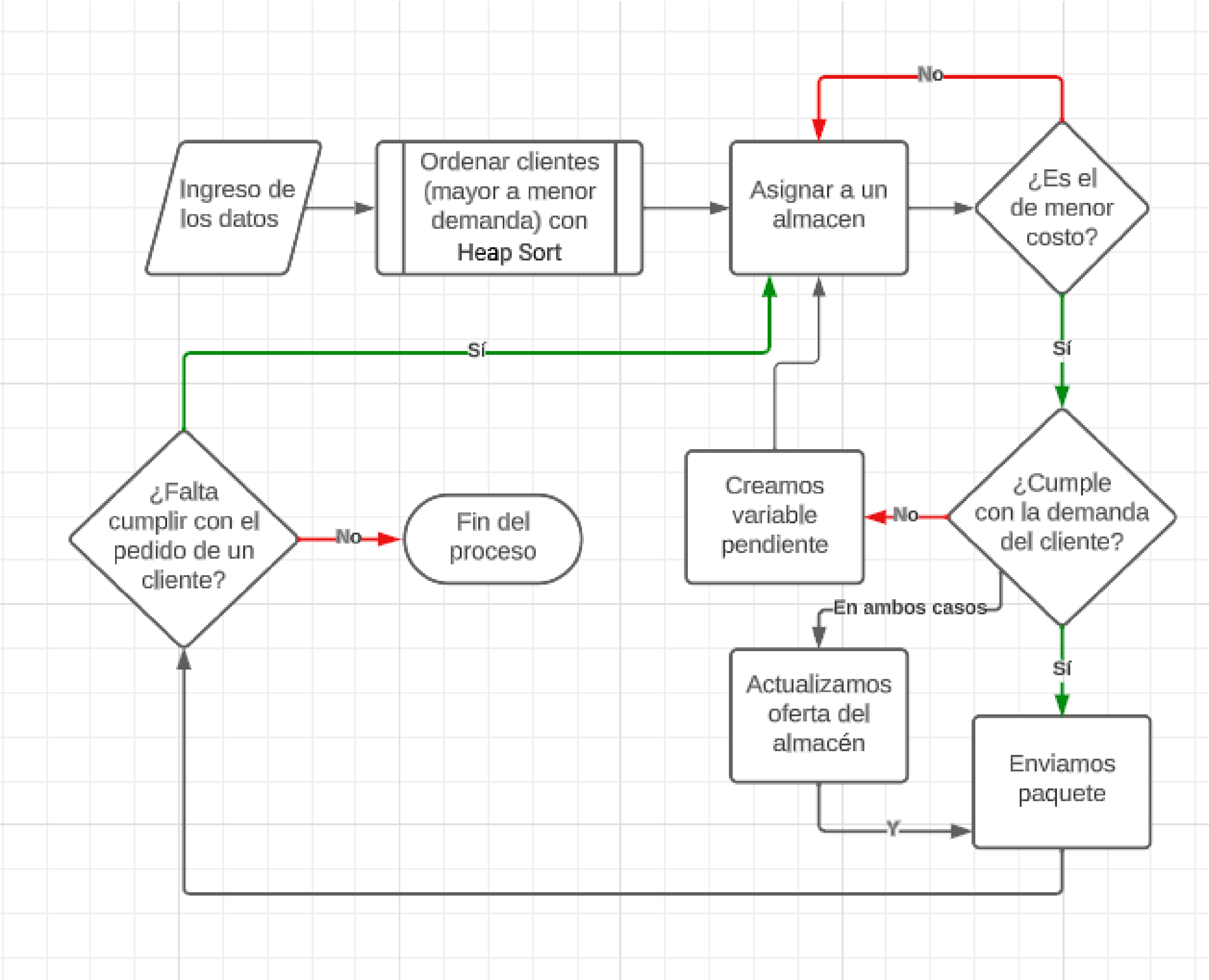
- **Argumenta sobre la complejidad del problema y el uso de heurísticos. (20 puntos)**

En este caso se busca encontrar una matriz (xij) que logre minimizar el costo del envío, por lo que, si tomamos en cuenta que se tiene la misma cantidad de nodos de demanda como de oferta y que esta cantidad de nodos la podemos denotar como **n**, entonces solamente se tendría que buscar el valor mínimo para cada almacén cuidando que se cumplan las restricciones, sin embargo, si esta operación se hiciera mediante el método simplex, que nos obtendría el valor óptimo del costo, entonces la complejidad se volvería exponencial para encontrar el mínimo sin descuidar las restricciones, pero si solamente se usara un heurístico para hallar el mínimo en cada conexión sin importar que se halle o no el óptimo, entonces la complejidad solamente sería de $O(n^2)$, ya que se necesitaría recorrer cada almacén por cada cliente, en caso de que el número de clientes no sea igual al de almacenes la operación solamente cambiaría a $O(n * m)$, donde n sería el número de almacenes y m la cantidad de clientes clientes.

- **Elabora un algoritmo heurístico para obtener una solución factible al problema, se debe realizar lo siguiente:**
  - **Idea del algoritmo. Responder ¿Qué hace? ¿Cómo se hace?**

Este problema es semejante al problema de la mochila solo que ahora hay una variable más involucrada el costo; por lo tanto el algoritmo a grandes rasgos lo que realizará será ordenar la ordenar a los clientes de mayor a menor demanda, posteriormente se asignará al cliente con la mayor demanda al almacenamiento de menor costo y en caso de que este no cuente con la oferta suficiente, mandará la oferta que tenga y seguirá el segundo almacén con menor costo,y así sucesivamente; una vez que ya se hay cumplido con el cliente de mayor demanda pasará el segundo con mayor demanda y se repetirá el proceso sucesivamente hasta abastecer al cliente con menor demanda.

- Pseudocódigo o diagrama de flujo.



- ¿Cuántas operaciones realiza su algoritmo propuesto?

Como el algoritmo propuesto solamente asigna cada n cliente a un almacén si es el menor costo, entonces se está adaptando el heurístico del Vecino Más Cercano para el problema del transporte, por lo que, para encontrar el costo mínimo de entrega para cada cliente, habría que recorrer cada almacén, lo que resulta en que se debe hacer esta búsqueda para n clientes cada m almacenes, en caso de que sean distintas cantidades, pero si por otra parte son el mismo número de destinos como de orígenes de los productos, entonces se tendría que recorrer n^2 cantidad de veces, porque se recorre cada nodo buscando su n destino más barato.

- ¿Cuál es la complejidad de su algoritmo propuesto?

La complejidad del algoritmo si se trata de la misma cantidad de clientes y almacenes sería de $O(n^2)$, pero si hubiera n clientes y m almacenes, entonces la complejidad sería de $O(n * m)$, lo que resulta en un tiempo computacional mucho menor al garantizado por el método simplex, que es exponencial, pero no se asegura encontrar el costo mínimo.