



La empresa UltraCargo Inc. se encuentra en plena expansión y modernización de su red de transporte multimodal en América del Norte, la cual conecta varias ciudades mediante rutas terrestres, ferroviarias y aéreas. Esta red ha sido recientemente actualizada debido a nuevas demandas, acuerdos internacionales y restricciones regulatorias. Sin embargo, algunos eventos recientes han afectado la operación normal de la red.

Como analista principal de logística, su tarea es optimizar las rutas de transporte considerando las condiciones actuales de la red. Su equipo dispone de los datos en el archivo Excel titulado '**Plantilla.xlsx**' en la hoja '**UltraCargo_Centros_Logísticos.xlsx**' encontrará la descripción de las ciudades y en la hoja '**UltraCargo_Rutas_Transporte.xlsx**' las rutas disponibles con la siguiente información por cada conexión entre dos ciudades:

- **Origen y Destino:** Ciudades de inicio y final de la ruta.
- **Distancia:** Longitud del trayecto en kilómetros.
- **Velocidad:** Velocidad promedio en la ruta en kilómetros por hora.
- **Frontera:** Indica si la ruta cruza una frontera internacional.
- **Alta Demanda:** Especifica si la ruta tiene una alta demanda (1), de lo contrario (0).
- **Capacidad:** Límite de carga permitido en la ruta en unidades.
- **Horario:** Hora (militar 0:00 – 23:59) límite en la que la ruta está disponible.
- **Terrestre:** Indican si la ruta es terrestre (1), de lo contrario (0).
- **Aéreo:** Indican si la ruta es aérea (1), de lo contrario (0).
- **Vuelos:** Cantidad de vuelos programados en la ruta, en el caso que la ruta no cuente con transporte aéreo el valor es 0.

De acuerdo con las políticas de la empresa, cada ruta tiene su costo calculado con la siguiente fórmula:

$$C_{ij} = 15 * d_{ij} + 200 * F_{ij} + A_{ij} \quad (\text{Fórmula 2.1})$$

donde:

- d_{ij} es la distancia de la ruta en kilómetros.
- F_{ij} es igual a 1 si la ruta cruza una frontera y 0 si no la cruza.
- A_{ij} es un costo adicional de \$150 si la ruta es considerada de alta demanda, y 0 en caso contrario.

Usted debe además calcular el tiempo de viaje de cada ruta a partir de la distancia y la velocidad de cada ruta, pues este no se encuentra previamente calculado.



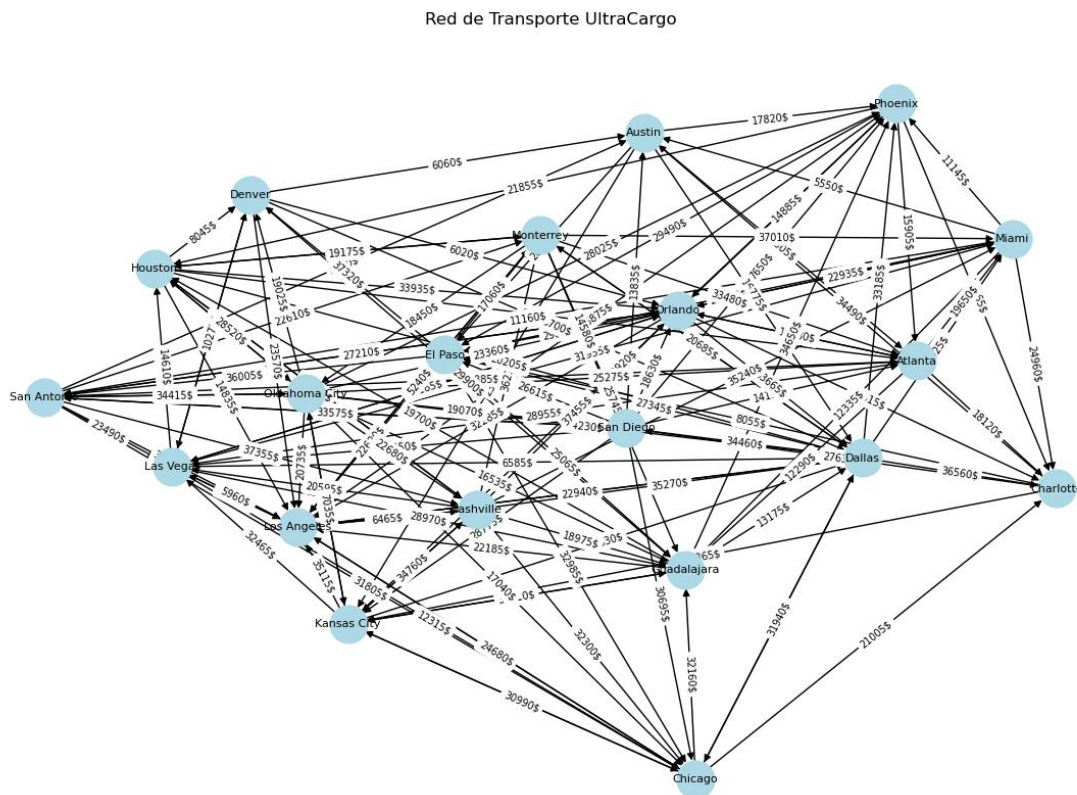
En las últimas semanas, la operación se ha visto afectada por dos problemas adicionales:

1. Algunos clientes han impuesto restricciones de horario y capacidad para ciertos envíos.
2. Una fuerte tormenta ha cerrado todas las rutas terrestres que atraviesan el estado de Texas, limitando las opciones de transporte disponibles.

Notas:

- Coloque sus respuestas en el archivo de Excel 'Plantilla.xlsx' en la hoja 'Respuestas'.

1.1 Diseñar un grafo dirigido que represente la red completa de rutas disponibles, donde las ciudades serán los nodos y las rutas los arcos. Asegúrese de que en cada arco se calcule y muestre explícitamente el costo de la ruta con la fórmula de la empresa. Insertar la imagen del grafo generado en el inciso correspondiente.



1.2 Un cliente ha solicitado el transporte de 20 toneladas de mercancía desde la ciudad de San Diego (EE.UU.) hasta Denver (EE. UU). Encuentre la ruta de menor costo. Reporte el costo total del transporte, la distancia total recorrida y el tiempo total que tomaría realizar la entrega. Para esto tenga en cuenta estas consideraciones:



- Si alguna de las rutas utilizadas supera la capacidad máxima permitida para su carga, se deberá aplicar un recargo adicional del 15% sobre el costo de esa ruta.
- **CUIDADO:** Las rutas aéreas no podrán ser utilizadas después de las 11:00 horas.

Ruta de menor costo:	['San Diego', 'Atlanta', 'Las Vegas', 'Denver']
Costo total:	\$53748.25
Distancia total:	3247.00 km
Tiempo total (horas) :	47.88 h

1.3 Un segundo cliente requiere realizar un envío importante desde Guadalajara (México) hasta Miami (EE.UU.) en un tiempo **mínimo** de 70 horas. El cliente ha solicitado que el envío no llegue antes de este tiempo para garantizar que su equipo de logística en Miami esté disponible para recibir la carga sin costos adicionales por almacenamiento o manipulación. Por lo tanto, cualquier planificación de rutas debe considerar esta restricción de tiempo mínimo.

Por otro lado, debido a la tormenta mencionada, todas las rutas terrestres que atraviesan el estado de Texas están cerradas hasta nuevo aviso, por lo que solo podrán emplearse rutas aéreas. Tenga en cuenta que los costos de las rutas aéreas ahora siguen la fórmula:

$$C_{aéreo} = 500 + 3 * d_{ij} + 50 * x_{ij} \quad \text{(fórmula 2.2)}$$

donde:

- d_{ij} es la distancia de la ruta.
- x_{ij} es el número de vuelos programados para esa ruta.
- Determine cuál es la mejor ruta que cumple la restricción de tiempo impuesta. Además, indique el costo total, la distancia total recorrida y el tiempo total de la entrega. Tenga en cuenta que en el caso de empate en costo, el criterio de elección es el de menor tiempo. En el caso de empate en tiempo, el criterio de elección es el de menor costo.

Ruta de menor costo:	Guadalajara -> Houston -> Orlando -> Atlanta -> Miami
Costo total:	\$53357.00
Distancia total:	5961.00 km
Tiempo total:	71.73 h

1.4 Desarrollar un **pseudocódigo** que modele la selección de la **mejor ruta de menor costo** entre ciudades dentro de la red de transporte de **UltraCargo Inc.**. El algoritmo debe calcular el **costo total de**



cada trayecto y determinar el **tiempo de viaje** de cada ruta. El pseudocódigo debe garantizar una selección eficiente de la mejor ruta en función del costo, respetando las restricciones (**horario y capacidad impuestas por algunos clientes y cierre de todas las rutas terrestres que cruzan Texas debido a una tormenta con desempate**) y asegurando que la solución sea adaptable para su implementación en un lenguaje de programación.