



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

INGENIERÍA CIVIL
EN INFORMÁTICA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Kruskal y Dijkstra

Curso: Programación 3 - INFO1126

Estudiantes: Catalina Fonseca, Carlos Huenumán y Pamela Vielma

Sección: 2

Profesor: Ignacio Lincolao

Problema 1: Optimización de la red de gasoductos

Descripción: Una compañía de energía necesita construir una red de gasoductos para conectar sus pozos de gas con las plantas de procesamiento, minimizando el costo total de instalación. Además, la red debe cumplir con restricciones de capacidad de gas y garantizar redundancia para evitar interrupciones en el suministro.

Para este problema se utilizó el algoritmo de **kruskal**

Preguntas:

1. Conexiones Elegidas:

¿Cuáles son las conexiones seleccionadas para construir la red de gasoductos minimizando el costo total de instalación? Enumera las conexiones y sus costos.

1. Las conexiones seleccionadas minimizando el costo total de instalación son las siguientes:
 - 1.1. P1 - G1 con un costo de instalación = 300, con una capacidad de: 1000 m³/día
 - 1.2. G1 - G4 con un costo de instalación = 400, con una capacidad de: 1100 m³/día
 - 1.3. P1 - G2 con un costo de instalación = 450, con una capacidad de: 1500 m³/día
 - 1.4. G2 - G5 con un costo de instalación = 450, con una capacidad de: 1250 m³/día
 - 1.5. P2 - G2 con un costo de instalación = 500, con una capacidad de: 1200 m³/día
 - 1.6. P2 - G3 con un costo de instalación = 600, con una capacidad de: 1300 m³/día
 - 1.7. G3 - G6 con un costo de instalación = 600, con una capacidad de: 1400 m³/día
 - 1.8. G4 - G7 con un costo de instalación = 650, con una capacidad de: 1500 m³/día
 - 1.9. P3 - G4 con un costo de instalación = 700, con una capacidad de: 1400 m³/día

2. Costo Total:

¿Cuál es el costo total de instalación de la red de gasoductos?

- El **costo total** de instalación de la red de gasoductos es de **4650**

3. Capacidad Total:

¿Cuál es la capacidad total de la red en términos de la suma de las capacidades de los gasoductos seleccionados?

- La **capacidad total** de la red es de **11650 m³/día**

4. Impacto de Restricciones de Capacidad:

- Si se introduce una nueva restricción que requiere que la capacidad total mínima en cualquier camino entre dos pozos de gas debe ser al menos 1200 m³/día, ¿cómo afecta esto al diseño de la red?
 - Si se introduce una restricción la cual pide que la capacidad sea al menos 1200 m³/día, el diseño de la red quedaría de la siguiente forma:
 - Aristas del MST:
 - P1 - G2 con un costo de instalación = 450, con una capacidad de: 1500 m³/día
 - G2 - G5 con un costo de instalación = 450, con una capacidad de: 1250 m³/día
 - P2 - G2 con un costo de instalación = 500, con una capacidad de: 1200 m³/día
 - P2 - G3 con un costo de instalación = 600, con una capacidad de: 1300 m³/día
 - G3 - G6 con un costo de instalación = 600, con una capacidad de: 1400 m³/día
 - G4 - G7 con un costo de instalación = 650, con una capacidad de: 1500 m³/día
 - P3 - G4 con un costo de instalación = 700, con una capacidad de: 1400 m³/día
 - G5 - G7 con un costo de instalación = 700, con una capacidad de: 1550 m³/día}
- Si se introduce una nueva restricción que requiere que la capacidad total mínima en cualquier camino entre dos pozos de gas debe ser al menos 1300 m³/día, ¿cómo afecta esto al diseño de la red?
 - Si se introduce otra restricción que sea de al menos 1300 m³/día, la red quedaría de la siguiente manera:
 - Aristas del MST:
 - P1 - G2 con un costo de instalación = 450, con una capacidad de: 1500 m³/día
 - P2 - G3 con un costo de instalación = 600, con una capacidad de: 1300 m³/día
 - G3 - G6 con un costo de instalación = 600, con una capacidad de: 1400 m³/día
 - G4 - G7 con un costo de instalación = 650, con una capacidad de: 1500 m³/día
 - P3 - G4 con un costo de instalación = 700, con una capacidad de: 1400 m³/día

- G5 - G7 con un costo de instalación = 700, con una capacidad de: 1550 m³/día
- G6 - G7 con un costo de instalación = 750, con una capacidad de: 1600 m³/día

Problema 2: Optimización de Rutas de Distribución de Medicamentos

Descripción: Una cadena de farmacias necesita optimizar las rutas de distribución de medicamentos desde su centro de distribución principal en Santiago a varias farmacias en diferentes ciudades, minimizando el tiempo total de viaje y el costo de combustible

Para este problema se utilizó el algoritmo de **Dijkstra**.

Preguntas:

1. Rutas Más Cortas:

¿Cuál es la ruta más corta (en distancia) desde Santiago a cada una de las farmacias: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9?

- **La distancia más corta (en distancia) desde el centro de distribución(Santiago) hasta la farmacia:**
 - F1 es de 50 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 1
 - F2 es de 100 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 2
 - F3 es de 150 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 3
 - F4 es de 150 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 1 a Farmacia 4
 - F5 es de 250 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 2 a Farmacia 5
 - F6 es de 300 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 2 a Farmacia 6
 - F7 es de 400 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 3 a Farmacia 7
 - F8 es de 350 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 1 a Farmacia 4 a Farmacia 8
 - F9 es de 500 kilómetros recorriendo desde Santiago a Farmacia 3 a Farmacia 7 a Farmacia 9

2. Distancia y Tiempo a una Farmacia Específica:

¿Cuál es la distancia más corta y el tiempo estimado de viaje desde Santiago a F9?

- **La distancia más corta desde Santiago a F9 es de 500 kilómetros y el tiempo estimado de viaje es de 360 minutos.**

3. Cantidad de Combustible Necesaria:

Calcula la cantidad de combustible necesaria para viajar desde Santiago a F9, asumiendo un consumo de 10 kilómetros por litro.

- La **cantidad de combustible necesaria** para viajar desde Santiago a F9 es de **50 litros** asumiendo un consumo de 10 kilómetros por litro.

4. Costo Total en Combustible:

Si el costo del combustible es de 1432 pesos chilenos por litro, ¿cuál es el costo total del combustible necesario para el viaje desde Santiago a F9?

- El **costo total del combustible** necesaria para viajar desde Santiago a F9 es de **71.600 pesos chilenos** asumiendo que el costo del combustible es de 1432 pesos chilenos

5. Optimización del Tiempo de Entrega:

¿Cuál es la ruta más rápida (menor tiempo) desde Santiago a cada una de las farmacias: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9?

- La ruta más rápida (menor tiempo) desde el centro de distribución(Santiago) hasta la farmacia:
 - F1 es de 150 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 1
 - F2 es de 200 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 2
 - F3 es de 100 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 3
 - F4 es de 235 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 1 a Farmacia 4
 - F5 es de 540 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 2 a Farmacia 5
 - F6 es de 720 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 2 a Farmacia 6
 - F7 es de 300 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 3 a Farmacia 7
 - F8 es de 395 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 1 a Farmacia 4 a Farmacia 8
 - F9 es de 360 minutos recorriendo desde Santiago a Farmacia 3 a Farmacia 7 a Farmacia 9

Problema 3: Optimización de Rutas de Distribución de Productos

Descripción: Una empresa de distribución de productos está optimizando sus rutas de entrega desde un almacén central en Santiago a varias tiendas en diferentes ciudades, minimizando el tiempo total de viaje y el costo de combustible.

Preguntas:

1. Rutas Más Cortas:

- ¿Cuál es la ruta más corta (en Kilómetros) desde Santiago a cada una de las siguientes ciudades: Valparaíso, Concepción, La Serena, Antofagasta, Temuco, Punta Arenas, Iquique, Puerto Montt, y Copiapó?
- Para responder esta pregunta se mostrarán las iteraciones y posteriormente las distancias más cortas:
 - Iteración 1:
 - Nodo actual: Santiago
 - Distancia actual: 0 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0}
 - Visitados: set()
 - Iteración 2:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115}
 - Visitados: {'Santiago'}
 - Iteración 3:
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500}
 - Visitados: {'Santiago'}
 - Iteración 4:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471}
 - Visitados: {'Santiago'}
 - Iteración 5:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471}
 - Visitados: {'Santiago'}

- Iteración 6:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'Santiago'}
- Iteración 7:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'Santiago'}
- Iteración 8:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'La Serena', 'Santiago'}
- Iteración 9:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'La Serena', 'Santiago'}
- Iteración 10:
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1471, 'Antofagasta'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'La Serena', 'Santiago'}
- Iteración 11:
 - Nodo actual: Temuco

- Distancia actual: 721 km
- Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721}
- Visitados: {'Valparaíso', 'Concepción', 'La Serena', 'Santiago'}
- Iteración 12:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'Concepción', 'La Serena', 'Santiago'}
- Iteración 13:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1471, 'Antofagasta'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500}
 - Visitados: {'Valparaíso', 'Concepción', 'La Serena', 'Santiago'}
- Iteración 14:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1021, 'Puerto Montt'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Puerto Montt': 1021}
 - Visitados: {'Concepción', 'Temuco', 'La Serena', 'Valparaíso', 'Santiago'}
- Iteración 15:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1471, 'Antofagasta'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]

- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Puerto Montt': 1021}
- Visitados: {'Concepción', 'Temuco', 'La Serena', 'Valparaíso', 'Santiago'}
- Iteración 16:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Puerto Montt': 1021}
 - Visitados: {'Concepción', 'Temuco', 'La Serena', 'Valparaíso', 'Puerto Montt', 'Santiago'}
- Iteración 17:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Puerto Montt': 1021}
 - Visitados: {'Concepción', 'Temuco', 'La Serena', 'Valparaíso', 'Antofagasta', 'Puerto Montt', 'Santiago'}
- Iteración 18:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Puerto Montt': 1021}
 - Visitados: {'Concepción', 'Temuco', 'La Serena', 'Valparaíso', 'Antofagasta', 'Puerto Montt', 'Santiago'}
- Iteración 19:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Iquique': 1921, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Puerto Montt': 1021}

- Visitados: {'La Serena', 'Valparaíso', 'Antofagasta', 'Puerto Montt', 'Concepción', 'Temuco', 'Iquique', 'Santiago'}
- Distancias mínimas desde Santiago:
 - Santiago: 0 km
 - Valparaíso: 115 km
 - Concepción: 500 km
 - La Serena: 471 km
 - Antofagasta: 1471 km
 - Iquique: 1921 km
 - Temuco: 721 km
 - Punta Arenas: 2500 km
 - Puerto Montt: 1021 km

2. Distancia a una ciudad específica:

- ¿Cuál es la distancia más corta estimada de viaje desde Santiago a Copiapó?
- En primer lugar se mostrarán las iteraciones para finalmente mostrar la respuesta:
 - Iteración 1:
 - Nodo actual: Santiago
 - Distancia actual: 0 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': inf, 'Concepción': inf, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
 - Iteración 2:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': inf, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
 - Iteración 3:
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
 - Iteración 4:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km

- Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 5:
 - Nodo actual: Copiapó
 - Distancia actual: 806 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 6:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 7:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 8:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 9:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1471, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta')]

- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 10:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1471, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 11:
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 12:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (806, 'Copiapó'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 13:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (806, 'Copiapó'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 14:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km

- Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 15:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1021, 'Puerto Montt'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 16:
 - Nodo actual: Copiapó
 - Distancia actual: 806 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1021, 'Puerto Montt'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 17:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1471, 'Antofagasta'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 18:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 19:
 - Nodo actual: Antofagasta

- Distancia actual: 1491 km
- Cola de prioridad (MinHeap): [(1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 20:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 21:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Por lo que la distancia más corta desde Santiago a Copiapó es de 806 km.

3. Cantidad de combustible necesario:

- Calcula la cantidad de combustible necesaria para viajar desde Santiago a Copiapó, asumiendo un consumo de 10 kilómetros por litro.
- Nuevamente se mostrarán las iteraciones y la respuesta final a la pregunta:
 - Iteración 1:
 - Nodo actual: Santiago
 - Distancia actual: 0 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': inf, 'Concepción': inf, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
 - Iteración 2:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': inf, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
 - Iteración 3:

- Nodo actual: Concepción
- Distancia actual: 500 km
- Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 4:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 5:
 - Nodo actual: Copiapó
 - Distancia actual: 806 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 6:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 7:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 8:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km

- Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 9:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1471, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 10:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1471, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 11
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 12:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (806, 'Copiapó'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 13:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km

- Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (806, 'Copiapó'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 14:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 15:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1021, 'Puerto Montt'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 16:
 - Nodo actual: Copiapó
 - Distancia actual: 806 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1021, 'Puerto Montt'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 17:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1471, 'Antofagasta'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 18:

- Nodo actual: Antofagasta
- Distancia actual: 1471 km
- Cola de prioridad (MinHeap): [(1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 19:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 20:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 21:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- La Cantidad de combustible necesaria para viajar desde Santiago a Copiapó es de 80.60 litros

4. Costo Total de Combustible:

- Si el costo del combustible es de 1632 pesos chilenos por litro, ¿cuál es el costo total del combustible necesario para el viaje desde Santiago a Copiapó?
- Finalmente se mostrarán las iteraciones y la respuesta a la pregunta:
 - Iteración 1:
 - Nodo actual: Santiago
 - Distancia actual: 0 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': inf, 'Concepción': inf, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}

- Iteración 2:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': inf, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 3:
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': inf, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 4:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': inf, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 5:
 - Nodo actual: Copiapó
 - Distancia actual: 806 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(115, 'Valparaíso'), (500, 'Concepción'), (471, 'La Serena'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 6:
 - Nodo actual: Valparaíso
 - Distancia actual: 115 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': inf, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 7:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km

- Cola de prioridad (MinHeap): [(471, 'La Serena'), (500, 'Concepción'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 8:
 - Nodo actual: La Serena
 - Distancia actual: 471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1491, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1491, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 9:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1471, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': inf, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 10:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(500, 'Concepción'), (1471, 'Antofagasta'), (806, 'Copiapó'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 11:
 - Nodo actual: Concepción
 - Distancia actual: 500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': inf, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 12:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km

- Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (806, 'Copiapó'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': inf, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 13:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(721, 'Temuco'), (806, 'Copiapó'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (1471, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 14:
 - Nodo actual: Temuco
 - Distancia actual: 721 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': inf}
- Iteración 15:
 - Nodo actual: Puerto Montt
 - Distancia actual: 1021 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(806, 'Copiapó'), (1471, 'Antofagasta'), (1021, 'Puerto Montt'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 16:
 - Nodo actual: Copiapó
 - Distancia actual: 806 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1021, 'Puerto Montt'), (1471, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 17:

- Nodo actual: Puerto Montt
- Distancia actual: 1021 km
- Cola de prioridad (MinHeap): [(1471, 'Antofagasta'), (1491, 'Antofagasta'), (1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
- Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 18:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1471 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1491, 'Antofagasta'), (2500, 'Punta Arenas'), (1921, 'Iquique')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 19:
 - Nodo actual: Antofagasta
 - Distancia actual: 1491 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(1921, 'Iquique'), (2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 20:
 - Nodo actual: Iquique
 - Distancia actual: 1921 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): [(2500, 'Punta Arenas')]
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- Iteración 21:
 - Nodo actual: Punta Arenas
 - Distancia actual: 2500 km
 - Cola de prioridad (MinHeap): []
 - Distancias: {'Santiago': 0, 'Valparaíso': 115, 'Concepción': 500, 'La Serena': 471, 'Antofagasta': 1471, 'Temuco': 721, 'Punta Arenas': 2500, 'Copiapó': 806, 'Iquique': 1921, 'Puerto Montt': 1021}
- La cantidad de combustible necesaria para viajar desde Santiago a Copiapó es de 80.60 litros por lo que el Costo total del combustible necesario para el viaje desde Santiago a Copiapó es de 131.539,20 pesos chilenos.