

## LABORATORIO 2: Optimización de Redes - Creación de rutas inalámbricas

**Objetivo del Laboratorio:** El objetivo del laboratorio es explorar como se pueden abordar distintos problemas de optimización de redes y transporte. Este laboratorio ayudara a construir las bases fundamentales que se necesitan para el proyecto de Seneca Libre.

### Problema 1: Redes de Transporte

**Descripción:** La temporada navideña es uno de los periodos de mayor actividad comercial en Colombia. Durante este tiempo, la demanda de productos como juguetes, ropa, electrodomésticos, y alimentos tradicionales aumenta considerablemente en diversas regiones del país. Dos de las principales ciudades distribuidoras, Bogotá y Medellín, se preparan para abastecer a otras ciudades importantes como Cali, Barranquilla, Pasto, Tunja, Chía y Manizales.

Cada ciudad de destino tiene una demanda específica de productos para satisfacer las necesidades de sus habitantes durante la temporada. Mientras, Bogotá y Medellín tienen una oferta limitada de productos por las restricciones en la cadena de suministro. La eficiencia en la distribución es crucial para garantizar que todos los productos lleguen a tiempo y se minimicen los costos de transporte.

#### Entregables:

- a. Plantee el modelo matematico del problema, Defina:
  - Conjutos
  - Parametros
  - Variable de Desición
  - Función Objetivo
  - Restricciones
- b. Realize una implementación en PYOMO o en el software de su gusto
- c. Realize un análisis de Sensibilidad de las ciudades de destino y las ciudades de origen.
- d. Mueva 50 toneladas de oferta de medellin a bogota y repita el analisis de sensibilidad. ¿Que ha cambiado? Recomendaria este cambio or que otro cambio puede proponer?

Ciudad Destino/Ciudad Origen	Bogota[\$USD/ton]	Medellín [\$ /ton]	Demanda [tons]
Cali	-	2.5	125
Barranquilla	2.5	-	175
Pasto	1.6	2.0	225
Tunja	1.4	1.0	250
Chía	0.8	1.0	225
Manizales	1.4	0.8	200
Oferta [tons]	550 tons	700 tons	

## Problema 2: Rutas Óptimas para equipos de Inspección de Infraestructura en Colombia

**Descripción:** La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) de Colombia ha lanzado un nuevo programa para inspeccionar y evaluar el estado de las carreteras y puentes del país. Para evaluarlas se asignaron varios equipos de inspección, cada uno compuesto por ingenieros y técnicos especializados, por la gran extensión de la red vial colombiana y la necesidad de mantenerla en óptimas condiciones.

Cada equipo tiene la responsabilidad de visitar una lista específica de localidades repartidas por diferentes regiones del país. Sin embargo, para optimizar recursos y tiempo, es fundamental que cada equipo planifique su ruta de manera que minimice los costos totales de desplazamiento, teniendo en cuenta factores como la distancia, el tiempo de viaje, y las condiciones de las vías. Asuma que todos los equipos comienzan desde una misma localidad.

### Objetivo:

Desarrollar un plan de rutas para cada equipo de inspección, para que todos los sitios asignados se visiten y minimizan los costos de desplazamiento. Se le proporcionará un archivo con la matriz de costos que incluye las distancias de viaje entre todas las localidades relevantes.

### Requerimientos:

1. Leer el archivo de costos proporcionado que contiene la información sobre las distancias y tiempos de viaje entre las localidades que cada equipo debe inspeccionar.

2. Formular y resolver el problema utilizando técnicas de optimización para determinar la ruta óptima que cada equipo debe seguir.
3. Asegurarse de que todas las localidades asignadas a cada equipo sean visitadas una sola vez, y que cada equipo regrese a su punto de partida al finalizar la inspección.
4. Presentar las rutas óptimas para cada equipo de inspección, incluyendo el costo total de desplazamiento.

**Datos:**

- **Equipos de inspección:** Múltiples equipos con distintos puntos de partida.
- **Localidades para inspeccionar:** Varias localidades asignadas a cada equipo.
- **Matriz de costos:** Proporcionada en un archivo que incluye las distancias y tiempos de viaje entre todas las localidades.

**Entregables:**

- Plantee el modelo matemático del problema, Defina:
  - Conjuntos
  - Parámetros
  - Variable de Decisión
  - Función Objetivo
  - Restricciones
- Realice una implementación en PYOMO o en el software de su gusto y evalúe los siguientes casos:
  - Cantidad de equipos: 1, 2, 3, 5, 8
  - Utilice la librería de su gusto para generar una visualización de las rutas.

## Problema 3: Optimización de Sensores en Ciudades Inteligentes



- Dispositivos que se pueden colocar en diferentes ubicaciones para monitorearlas. Cada sensor tiene costos asociados en términos de consumo de energía y comunicación.
  - Ejemplo: ['Sensor1', 'Sensor2', 'Sensor3']
  - **Cobertura de Sensores (sensor\_coverage):**
    - Define si un sensor puede cubrir una ubicación específica. Si un sensor puede cubrir una ubicación, el valor es 1; de lo contrario, es 0.
    - Ejemplo: `sensor_coverage(['Sensor1', 'Loc1']) = 1` indica que el Sensor1 puede cubrir la Loc1.
  - **Cobertura de Zonas (zone\_coverage):**
    - Define si una zona está adyacente a otra. Si una zona es adyacente a otra, el valor es 1; de lo contrario, es 0.
    - Ejemplo: `zone_coverage(['Loc1', 'Loc2']) = 1` indica que la Loc2 está adyacente a la Loc1, y viceversa.
- Nota:** Este parámetro se basa en un mapa que muestra la proximidad de las zonas.
- **Consumo de Energía (energy\_consumption):**
    - Costo del consumo de energía de cada sensor, expresado en unidades monetarias.
    - Ejemplo: `energy_consumption['Sensor1'] = 2` indica que el Sensor1 consume 2 unidades monetarias de energía.
  - **Costo de Comunicación (communication\_cost):**
    - Costo asociado con la comunicación entre cada sensor y la puerta de enlace central. Este costo se expresa en unidades monetarias.
    - Ejemplo: `communication_cost['Sensor1'] = 1` indica que el costo de comunicación entre el Sensor1 y la puerta de enlace es de 1 unidad monetaria.
  - **Costo de instalación de sensor en una zona (instalation\_cost):**
    - Costo de instalación asociado con cada zona. Para instalar cualquier tipo de sensor en la zona se tiene un costo asociado a la instalación de este sensor. No importa si son multiples sensores instalados en la misma zona el costo permanece igual sin importar de la cantidad.

El proyecto busca optimizar la colocación de sensores en Smartville de manera que no solo se logre una cobertura efectiva de las zonas críticas, sino que también se maximicen la utilidad recursos disponibles. Que los sensores puedan cubrir zonas adyacentes amplía las posibilidades de diseño, permitiendo reducir el número de

sensores necesarios. Esto también reduce los costos operativos, ya que se minimizaría el consumo de energía y la necesidad de comunicaciones redundantes.

La estrategia final deberá equilibrar el beneficio de cobertura con los costos asociados, garantizando que Smartville continúe avanzando hacia un modelo de ciudad inteligente, eficiente y sostenible.

**Datos:**

- sensors.csv
- locations.csv
- sensor\_converage.csv
- energy\_consuption.csv
- communication\_cost.csv
- Instalation\_cost.csv

**Entregables:**

- Plantee el modelo matematico del problema, Defina:
  - Conjutos
  - Parametros
  - Variable de Desición
  - Función Objetivo
  - Restricciones
- Realize una implementación en PYOMO o en el software de su gusto y evalúe los siguientes casos:
  - Corra el modelo sin modificaciones, evalúe los resultados
  - Corra el modelo unicamente teniendo en cuenta el costo de instalación en la función objetivo. ¿Como cambia la solución?