**Curso:** IDS344 - Estructura de Datos y Algoritmos II
**Nombre del Estudiante:** Samir Sayah Moammer Rodriguez
**Profesor**: Jose Ramon Romero
**Proyecto Final:** Ruta Óptima del Viajero en Mapa Interactivo (**Optimap**)

# Tabla de Contenido



# 1. Introducción

Este documento describe el desarrollo del proyecto **OptiMap**, una aplicación interactiva que permite planificar rutas óptimas entre ciudades de República Dominicana. El propósito principal es aplicar estructuras de datos avanzadas (grafos) y algoritmos clásicos (TSP y MST) dentro de una experiencia visual y didáctica.

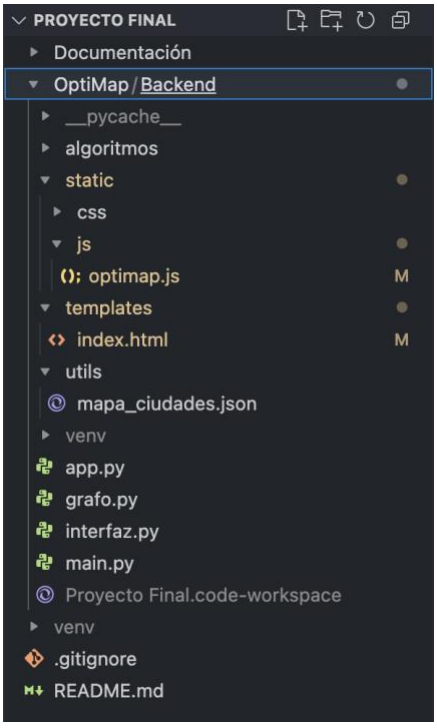
# 2. Objetivos

- Implementar estructuras de datos tipo **grafo** y aplicar algoritmos avanzados.
- Construir una interfaz visual interactiva para facilitar la comprensión del funcionamiento de los algoritmos.
- Permitir a los usuarios explorar rutas óptimas (TSP), conexiones mínimas (MST) y rutas personalizadas.
- Integrar backend (Python) y frontend (web) en un solo producto funcional.

# 3. Tecnologías Utilizadas

- **Python 3** (algoritmos y backend)
- **Flask** (API REST)
- **HTML5, CSS3, JavaScript** (Frontend web)
- **SVG** (Gráficos vectoriales para el mapa)
- **JSON** (Almacenamiento de datos de ciudades y distancias)
- **VS Code** (Desarrollo)
- **Git y GitHub** (Control de versiones)

# 4. Estructura del Proyecto




# 5. Desarrollo del Sistema

### Backend (Python + Flask)

- Se desarrolló un **API REST** con Flask.

- Las rutas `/api/tsp` y `/api/mst` permiten calcular rutas óptimas y árboles de expansión mínima a partir de los datos cargados desde `mapa_ciudades.json`.
- El backend expone los resultados en formato JSON, listos para ser consumidos por el frontend.

### Frontend (HTML5 + CSS + JS)

- Se diseñó una **SPA** (Single Page Application) usando HTML, CSS y JavaScript moderno.
- El mapa de ciudades se construyó con **SVG** para facilitar la visualización y manipulación de nodos y aristas.
- Las interacciones del usuario (selección de ciudad, cálculo de rutas, visualización de resultados) están completamente gestionadas en el frontend.

### Comunicación entre Componentes

- La comunicación se realiza a través de llamadas `fetch` a la API de Flask.
- Los resultados se procesan y se reflejan inmediatamente en la interfaz gráfica.

## 6. Explicación de los Algoritmos

### TSP (Traveling Salesman Problem)

- **Algoritmo:** Backtracking (para rutas óptimas) y Greedy (para rutas personalizadas rápidas).
- **Objetivo:** Encontrar el recorrido más corto que visite todas las ciudades una sola vez y regrese al origen.
- **Implementación:**
    - El usuario selecciona la ciudad de origen.
    - El sistema construye todas las permutaciones posibles (en el modo exhaustivo) o una solución aproximada (Greedy), calcula la distancia total y retorna la ruta óptima.

### MST (Minimum Spanning Tree, Prim)

- **Algoritmo:** Prim (Greedy).
- **Objetivo:** Encontrar el conjunto mínimo de conexiones que unan todas las ciudades al menor costo posible (sin ciclos).
- **Implementación:**
    - El usuario puede ver cómo quedarían conectadas todas las ciudades si solo importara el costo total de las conexiones.

## 7. Diseño de la Interfaz

- **Justificación Estética:**
  Se eligió un diseño minimalista, con colores suaves y elementos visuales claros, para resaltar los algoritmos y los resultados.
- **Mapa Interactivo (SVG):**
  - Cada ciudad es un nodo que puede ser seleccionado.
  - Las conexiones (aristas) se dibujan dinámicamente según los datos y las rutas calculadas.
  - Las rutas óptimas, MST y rutas personalizadas se resaltan con diferentes colores y estilos.
  - El usuario puede seleccionar ciudades, activar/desactivar destinos y ver visualmente cómo cambian las rutas.

# 8. Pruebas y Resultados

- Se probaron todos los algoritmos con diferentes combinaciones de ciudades.
- Los resultados fueron verificados tanto visualmente en la interfaz como mediante impresión en consola en el backend.
- Se realizaron pruebas de carga y de validación de datos para evitar errores comunes de entrada del usuario.

# 9. Conclusiones y Recomendaciones

- El proyecto cumple su objetivo didáctico y funcional.
- La integración de backend y frontend proporciona una experiencia fluida y atractiva.
- Para trabajos futuros, se podría:
  - Agregar más ciudades y rutas automáticamente desde el backend.
  - Permitir edición dinámica de datos desde la interfaz.
  - Incluir mapas geográficos reales como fondo SVG.
  - Mejorar la eficiencia del algoritmo TSP para escalabilidad.

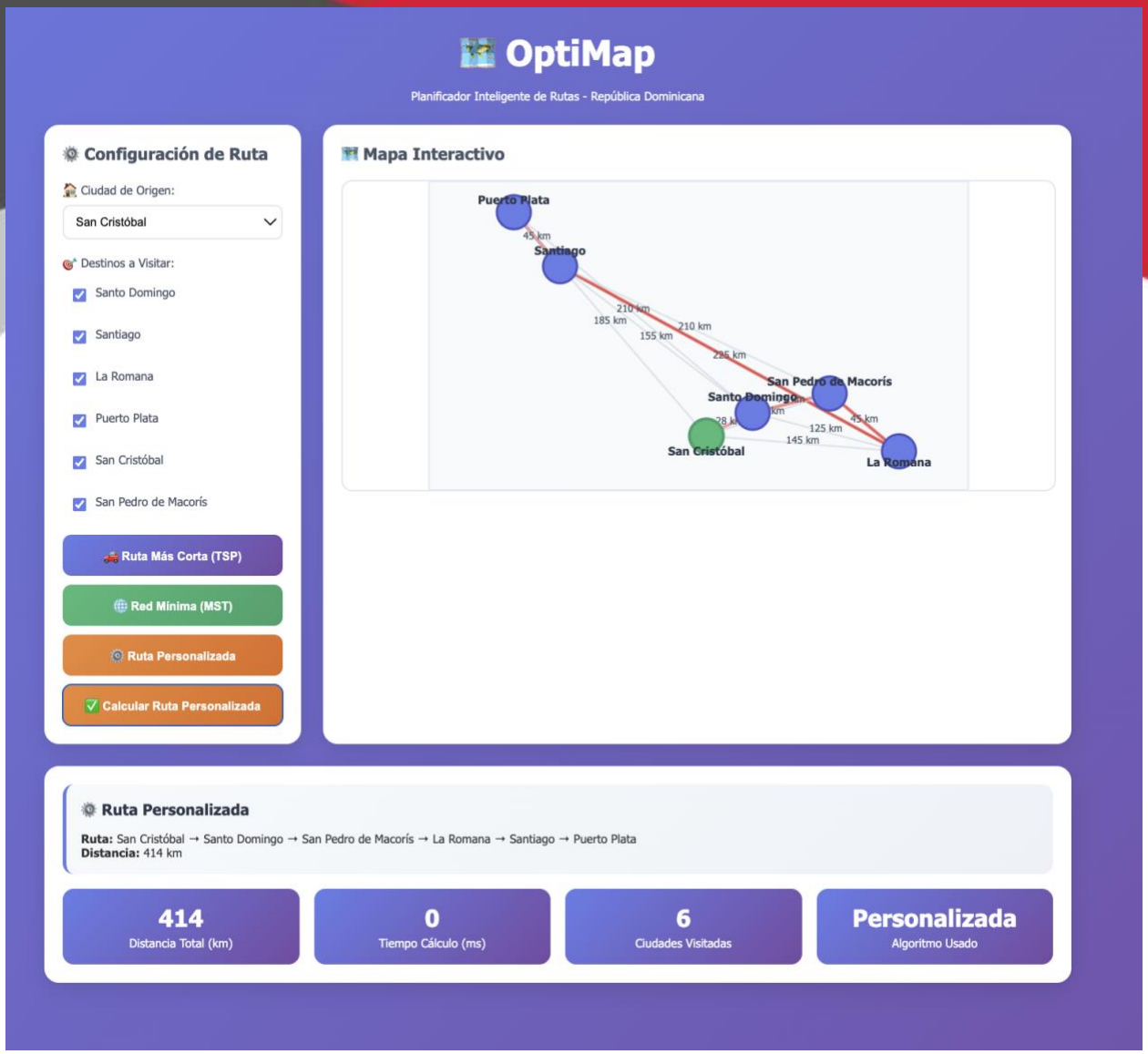
# 10. Anexos

grafo.py 1 ●

OptiMap > Backend > grafo.py > ...

```python
import json
import networkx as nx

class GrafoCiudades:
    def __init__(self, archivo_json):
        self.archivo_json = archivo_json
        self.grafo = nx.Graph()
        self.ciudades = []

    def cargar_datos(self):
        with open(self.archivo_json, 'r') as f:
            datos = json.load(f)

        self.ciudades = datos["ciudades"]
        distancias = datos["distancias"]

        # Crear nodos
        for ciudad in self.ciudades:
            self.grafo.add_node(ciudad)

        # Crear aristas con pesos
        for origen, destinos in distancias.items():
            for destino, peso in destinos.items():
                self.grafo.add_edge(origen, destino, weight=peso)

    def obtener_grafo(self):
        return self.grafo

    def obtener_ciudades(self):
        return self.ciudades

```

- **Capturas de pantalla de la aplicación**




- **Estructura JSON utilizada**

```
{
  "ciudades": [
    "Santo Domingo",
    "Santiago",
    "La Romana",
    "Puerto Plata",
    "San Cristóbal",
    "San Pedro de Macorís"
  ],
  "distancias": {
    "Santo Domingo": {
      "Santiago": 155,
      "La Romana": 125,
      "Puerto Plata": 210,
      "San Cristóbal": 28,
      "San Pedro de Macorís": 71
    },
    "Santiago": {
      "Santo Domingo": 155,
      "Puerto Plata": 45,
      "La Romana": 225,
      "San Pedro de Macorís": 210
    },
    "La Romana": {
      "Santo Domingo": 125,
      "Santiago": 225,
      "San Pedro de Macorís": 45,
      "San Cristóbal": 145
    },
    "Puerto Plata": {
      "Santo Domingo": 210,
      "Santiago": 45,
      "San Cristóbal": 185
    },
    "San Cristóbal": {
      "Santo Domingo": 28,
      "La Romana": 145,
      "Puerto Plata": 185,
      "San Pedro de Macorís": 105
    },
    "San Pedro de Macorís": {
      "Santo Domingo": 71,
      "Santiago": 210,
      "La Romana": 45,
      "San Cristóbal": 105
    }
  }
}
```