

# MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS TURÍSTICAS

Mónica Isabel Casillas Rodríguez  
Samantha Brito Ozuna  
Isis Yaneth Malfavón Díaz  
Alejandro Adriaensens Martínez  
Agradecimiento especial al Dr. Fernando Elizalde Ramirez.

## Introducción

El turismo es una actividad económica significativa que requiere una planificación eficiente para maximizar la satisfacción del turista y optimizar los recursos disponibles. La complejidad de la planificación de viajes involucra la selección de destinos, rutas de viaje, asignación de presupuesto y tiempo, todo ello mientras se consideran las preferencias del viajero y las restricciones impuestas por los recursos disponibles.

## Objetivo

Una propuesta de optimización de rutas turísticas basadas en la satisfacción de los usuarios y sujeto al presupuesto y tiempo disponible. El modelo fue planteado como un problema de programación lineal, teniendo como función objetivo la maximización de la suma de la satisfacción de los lugares visitados, mientras que se aplican restricciones relacionadas con el tiempo y presupuesto disponibles, así como relacionadas con el ruteo.

## Metodología

### Parámetros

$n \in N$ : Número de posibles lugares a visitar.  
 $c_{ij}$ : Costo de traslado de ir de  $i$  a  $j$ .  
 $C_i$ : Costo de actividad  $i$ .  
 $t_{ij}$ : Tiempo de traslado de  $i$  a  $j$ .  
 $T_i$ : Tiempo de actividad  $i$ .  
 $S_i$ : Nivel de satisfacción de visitar  $i$ .  
 $P$ : Presupuesto Total.  
 $J$ : Tiempo disponible en una jornada.

### Variables

$x_i$ : Variable binaria que toma el valor de 1 si el lugar  $i$  es visitado y 0 en otro caso.  
 $y_{ij}$ : Variable binaria que toma el valor de 1 si se va del lugar  $i$  al lugar  $j$  y 0 en otro caso.  
 $u_i \in \{0, 1, \dots, n\}$ : Variable de posición. Indica en qué momento va a ser visitado el lugar  $i$  dentro de la ruta.

### Modelo Matemático

$$\max z = \sum_i S_i x_i$$

$$S.A. \quad \sum_{i,j} C_{ij} y_{ij} + \sum_i C_i x_i \leq P$$

$$\sum_{i,j} t_{ij} y_{ij} + \sum_i T_i x_i \leq J$$

$$x_i \geq y_{ki} \quad \forall i, k$$

$$x_i \geq y_{ji} \quad \forall i, j$$

$$\sum_j y_{ij} \geq x_i \quad \forall i$$

$$\sum_j y_{ij} \leq 1 \quad \forall i$$

$$\sum_i y_{ij} \leq 1 \quad \forall j$$

$$u_i - u_j + L y_{ij} \leq L + u_i \leq n x_i$$

## Resultados

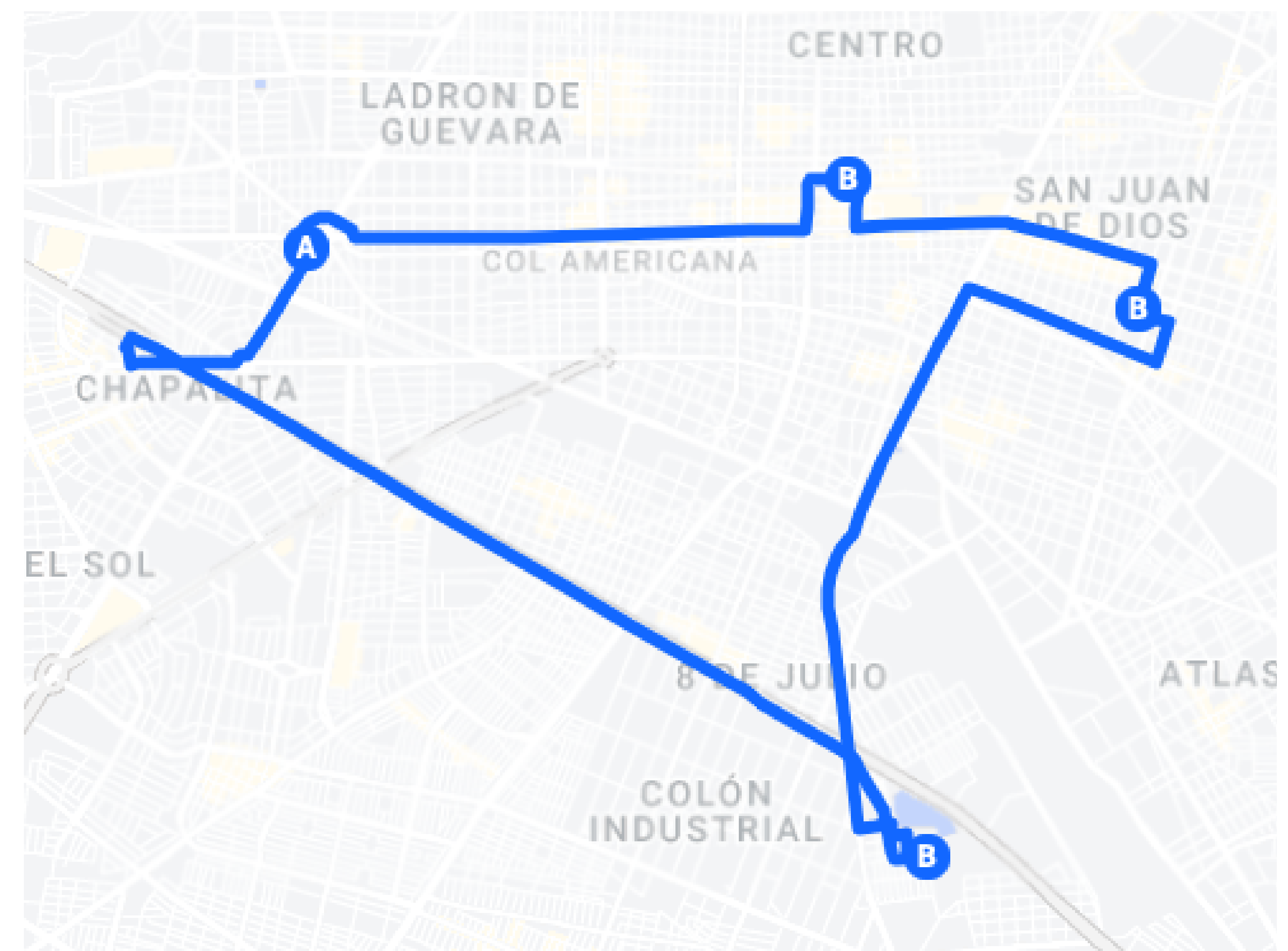


Figura 1: Ruta generada por el algoritmo de optimización para el caso de prueba de 4 nodos para el primer día.

Número de puntos de visita considerados	Calidad de solución (satisfacción)	Tiempo de procesamiento (segundos)	Costos totales (MXN)	Tiempos totales (min)
14	81.7	27.5	15902.0	1372.0
13	77.7	27.4	15598.0	1469.0
14	80.5	27.8	15336.0	1444.0
15	86.2	27.9	15569.0	1520.0
15	84.5	28.3	15280.0	1419.0

Cuadro 3: Resultados problema tamaño grande.

## Conclusiones

- El modelo matemático logra **optimizar la satisfacción** del usuario para **cada día** del itinerario respetando los tiempos y recursos disponibles
- Da **flexibilidad** al usuario de ingresar la **cantidad de lugares** que quieren visitar y los días en que quiere hacerlo.
- Para futuras versiones modificaríamos al **parámetro satisfacción** donde preguntemos al usuario por sus preferencias y se tenga una experiencia personalizada.