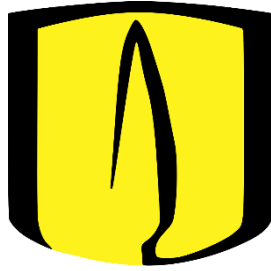


Proyecto SenecaLibre
Entrega 3 – Optimización



Integrantes (Grupo 4 - Sección 2)

Daniel Felipe Diaz Moreno – 202210773

Sara Sofía Cárdenas Rodríguez - 202214907

Universidad de Los Andes
Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación
Modelado, Optimización y Simulación - ISIS 3302
Bogotá D.C., Colombia
2024

Tabla de contenido

1. Análisis de resultados	3
1.1. Caso 1 – Escenario base.....	3
1.1.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas	3
1.1.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado.....	3
1.1.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros	3
1.2. Caso 2 – Evaluación por costos	4
1.2.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas	4
1.2.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado.....	5
1.2.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros	5
1.3. Caso 3 – Gestión de oferta	5
1.3.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas	5
1.3.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado.....	5
1.3.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros	6
1.4. Caso 4 – Manejo de productos	6
1.4.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas	6
1.4.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado.....	7
1.4.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros	7
1.5. Caso 5 – Caso especial de nodos de recarga	7
1.5.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas	7
1.5.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado.....	8
1.5.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros	8
1.6. Caso 6 – Caso especial de algoritmos genéticos	9
1.6.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas	9
1.6.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado.....	10
1.6.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros	10

1. Análisis de resultados

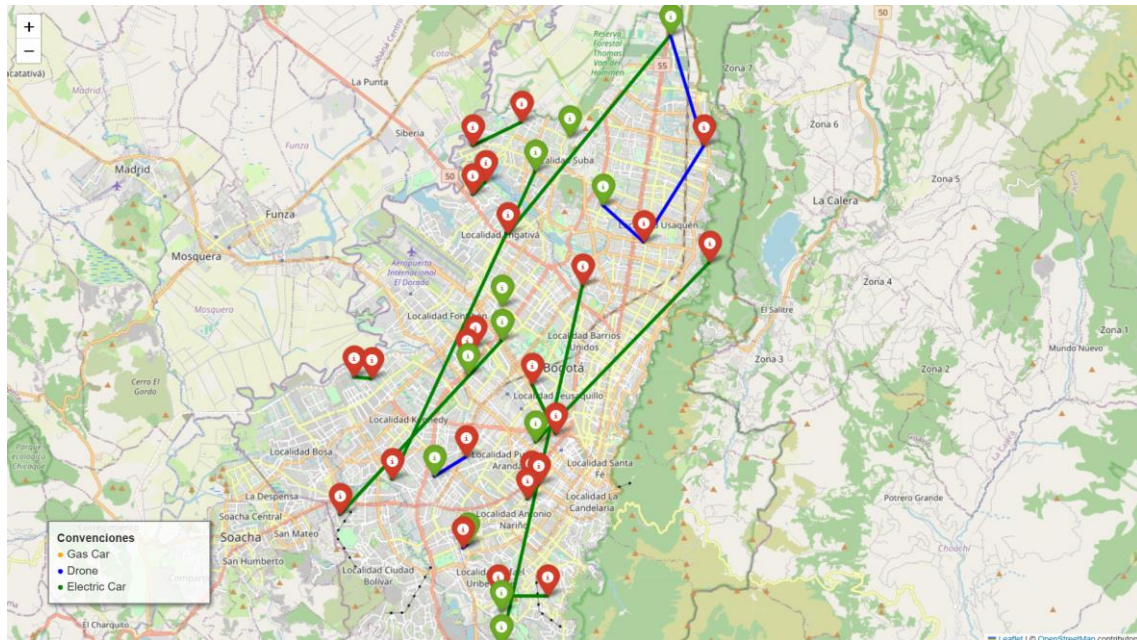
Cabe resaltar que durante las pruebas se utilizaron varios solvers, como SCIP, IPOPT, Couenne, Couenne2, CBC y Bonmin

1.1. Caso 1 – Escenario base

1.1.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas

Evidenciamos que cuando no existían restricciones de subtoures, todos los clientes eran alcanzados una única vez y se respetaban las rutas desde y hasta un almacén en todos los vehículos que salieron, es decir 8 de 12 vehículos

Vemos que la mayoría de las rutas son tomadas por vehículos a paneles solares (de color verde), seguidos de una cantidad pequeña cubierta por drones (de color azul). No se usan vehículos a gas y cada almacén siempre cubre primero a sus clientes más cercanos



1.1.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado

El desafío fue la adaptación de todas las restricciones a una implementación en un entorno de optimización. Adicionalmente, las opciones y los tipos de solver fueron complicados de identificar y colocar, ya que los resultados variaban abruptamente o simplemente no variaban. Algo similar pasó con el tiempo de ejecución y las soluciones factibles

1.1.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros

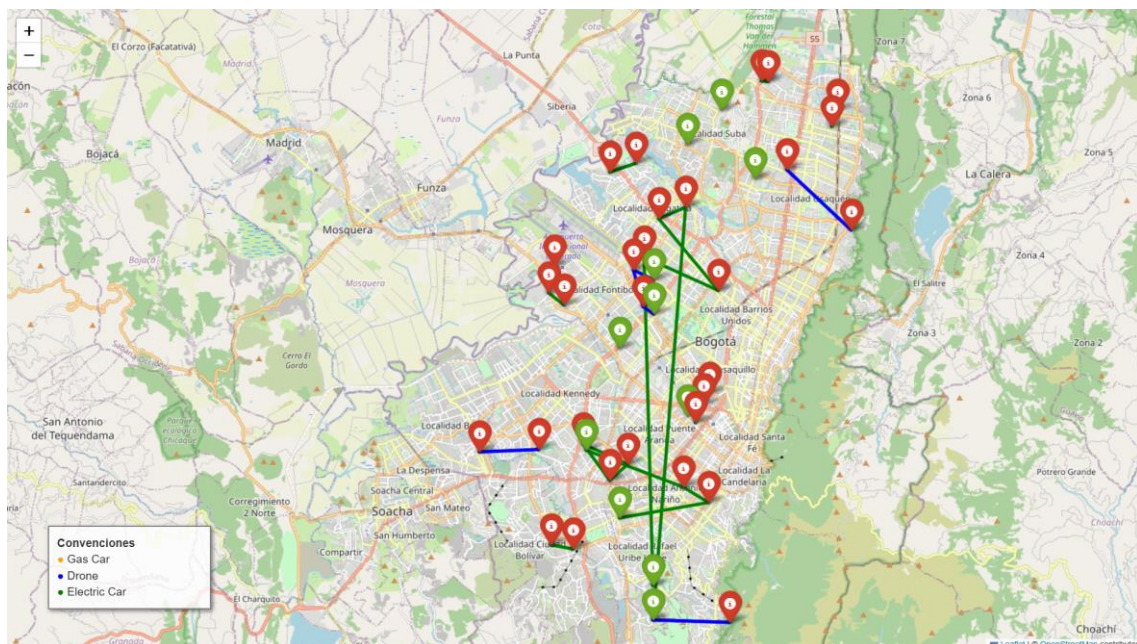
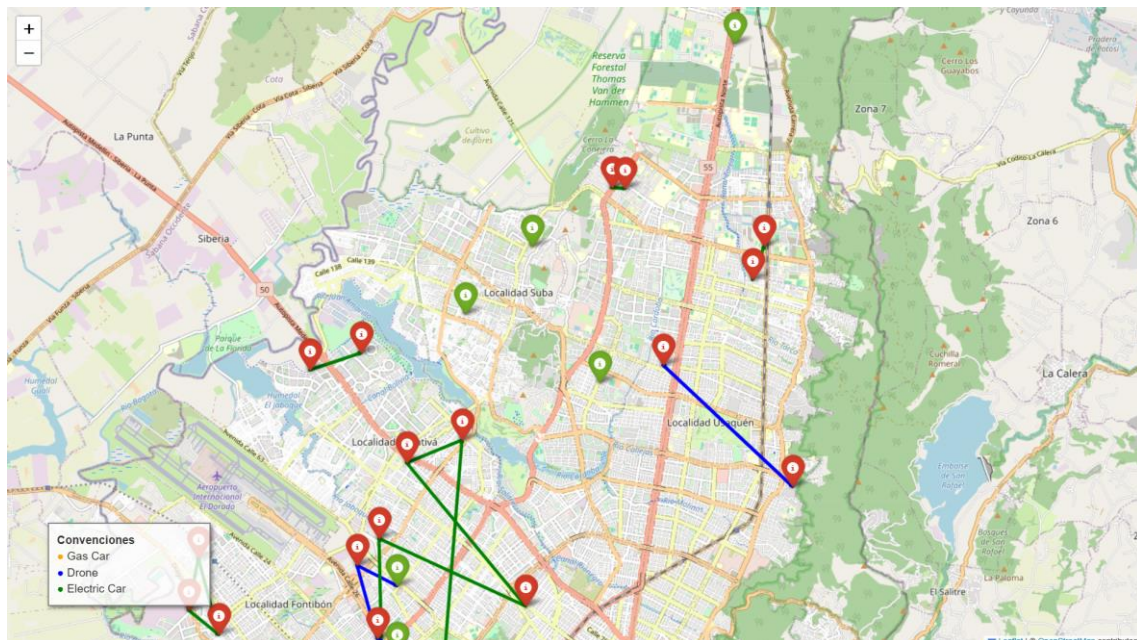
Si bien creemos que nuestras restricciones de subtoures son correctas, demoran más de 2 horas en implementarse. Por ello, deben encontrarse solvers u otras

opciones que permitan una solución factible como la actual, pero respetando la ausencia de subtours

1.2. Caso 2 – Evaluación por costos

1.2.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas

Se evidencian las mismas características de factibilidad del escenario anterior. Vemos que se siguen conservando una cantidad considerable de rutas cubiertas por vehículos a luz solar, pero más rutas cubiertas por drones. Vemos que los clientes se organizan más en filas o en únicos recorridos de un vehículo



1.2.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado

El desafío fue la adaptación de todas las restricciones a una implementación en un entorno de optimización. Adicionalmente, las opciones y los tipos de solver fueron complicados de identificar y colocar, ya que los resultados variaban abruptamente o simplemente no variaban. Algo similar pasó con el tiempo de ejecución y las soluciones factibles

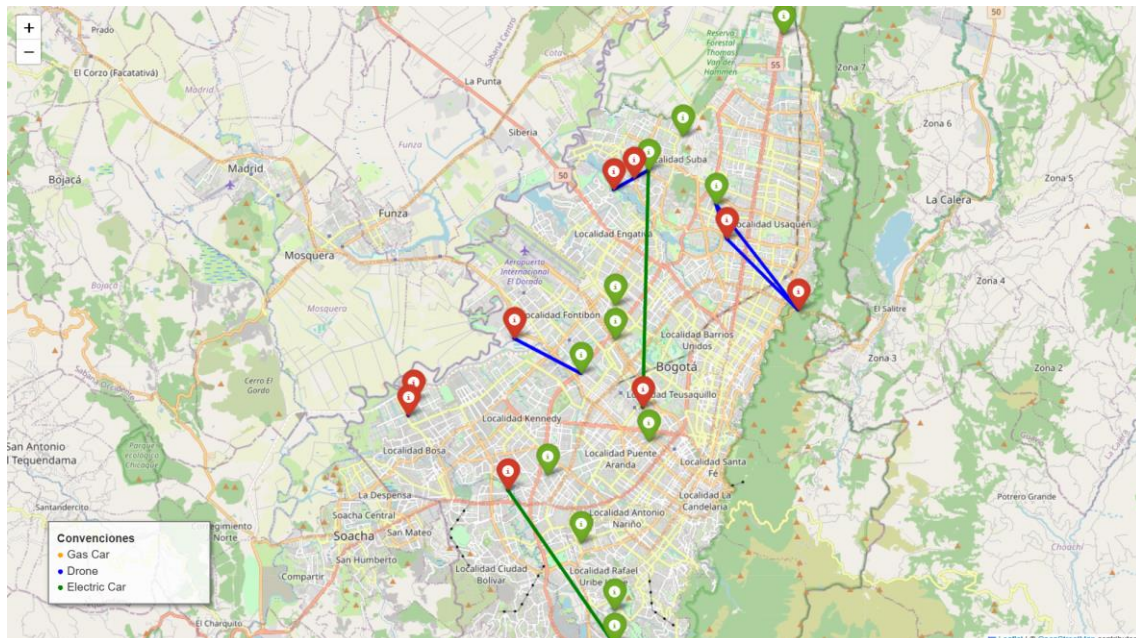
1.2.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros

Si bien creemos que nuestras restricciones de subtoures son correctas, demoran más de 2 horas en implementarse. Por ello, deben encontrarse solvers u otras opciones que permitan una solución factible como la actual, pero respetando la ausencia de subtoures

1.3. Caso 3 – Gestión de oferta

1.3.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas

Se evidencian las mismas características de factibilidad del escenario anterior. Como los clientes están más dispersos, se siguen usando vehículos solares y algunas veces los drones. Vemos que cada almacén se especializa en pocos clientes, claramente los más cercanos. Se evidencia un ciclo típico de los subtours, pero respetando las demás restricciones



1.3.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado

El desafío fue la aparición de una restricción no lineal, mayoritariamente cuadrática entre un binario y un entero no negativo. Linealizar la expresión fue

posible pero no otorgó buenos resultados, haciendo que varias soluciones que tenían solución fueran marcadas como infeasibles.

Luego, se intentó con otros solvers más robustos, pero los resultados no fueron convincentes o no se acercaban a soluciones óptimas en términos de costos

Por ello, las opciones y los tipos de solver fueron complicados de identificar y colocar, ya que los resultados variaban abruptamente o simplemente no variaban. Algo similar pasó con el tiempo de ejecución y las soluciones factibles

1.3.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros

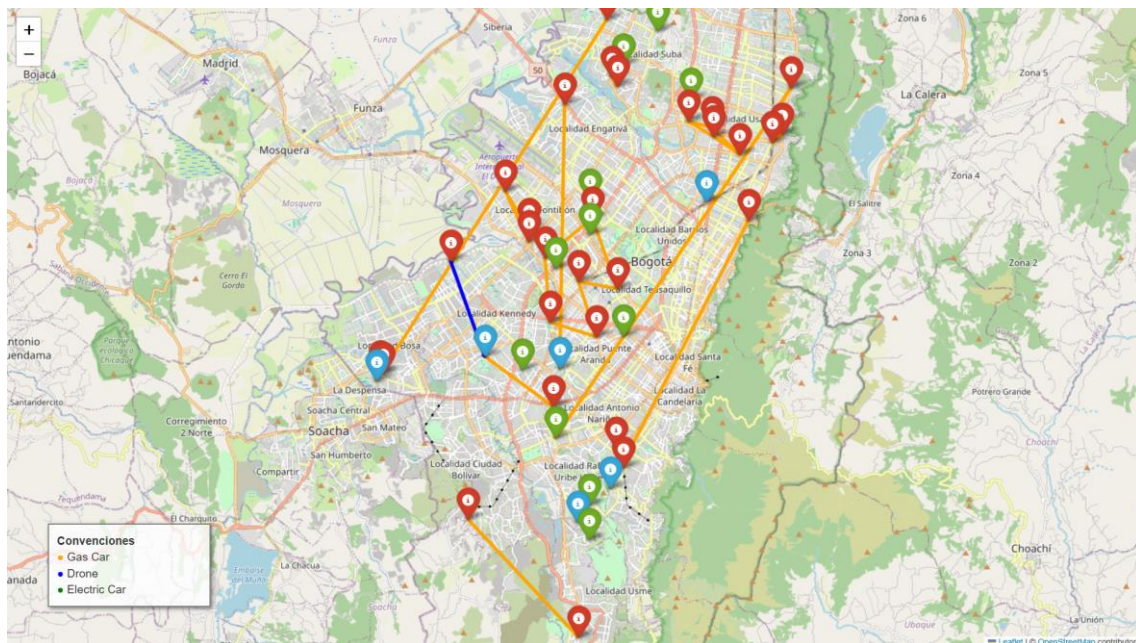
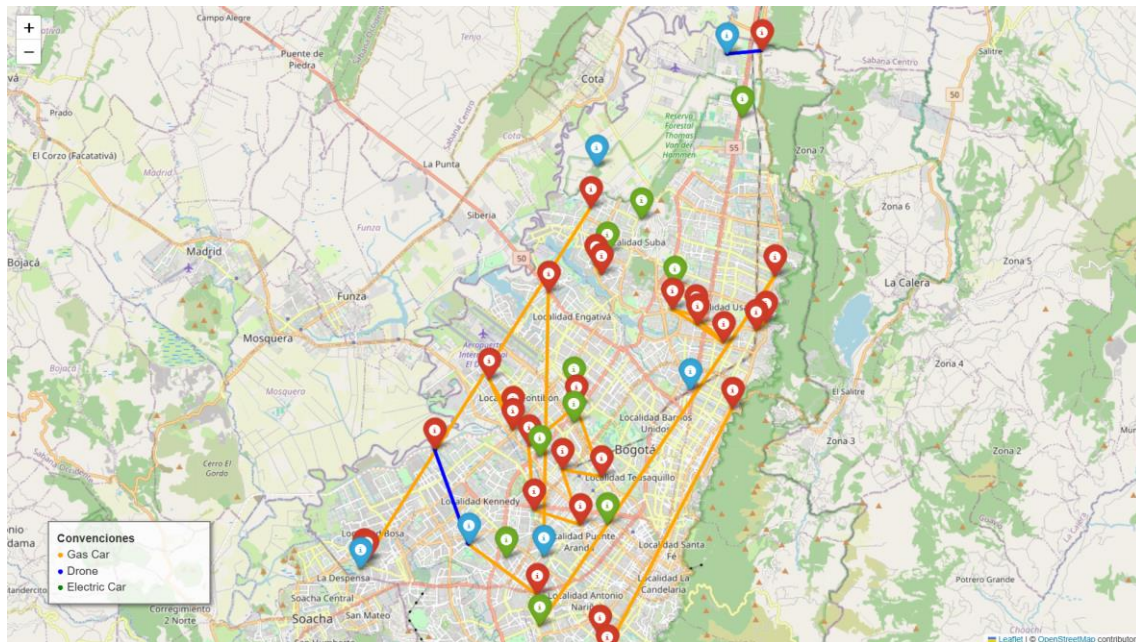
Pueden encontrarse otras formas de linealización de esta restricción. Adicionalmente, incluso cuando no hay restricciones de la capacidad en otros casos y se implementa la restricción original sin linealizar, los tiempos se ven incrementados en hasta 10 veces

Si bien creemos que nuestras restricciones de subtours son correctas, demoran más de 2 horas en implementarse. Por ello, deben encontrarse solvers u otras opciones que permitan una solución factible como la actual, pero respetando la ausencia de subtours

1.4. Caso 4 – Manejo de productos

1.4.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas

Se evidencian las mismas características de factibilidad del escenario anterior. Se visualizan accesos lejanos, como en la ruta predominante de color verde de la siguiente imagen. Adicionalmente, todas las rutas son para vehículos solares, siendo unas cuentas con drones. Vemos que se acceden los clientes optimizando la distancia y los tiempos desde los almacenes mayoritariamente



1.5.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado

El desafío fue la adaptación de todas las restricciones a una implementación en un entorno de optimización. Adicionalmente, las opciones y los tipos de solver fueron complicados de identificar y colocar, ya que los resultados variaban abruptamente o simplemente no variaban. Algo similar pasó con el tiempo de ejecución y las soluciones factibles

1.5.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros

Si bien creemos que nuestras restricciones de subtours son correctas, demoran más de 2 horas en implementarse. Por ello, deben encontrarse solvers u otras

opciones que permitan una solución factible como la actual, pero respetando la ausencia de subtours

Con esto resuelto, se puede activar la restricción comentada de `M.rangoVehiculoRecargas`, evidenciando su buen funcionamiento para el aumento de rango de los vehículos cuando pasan por una estación de recarga.

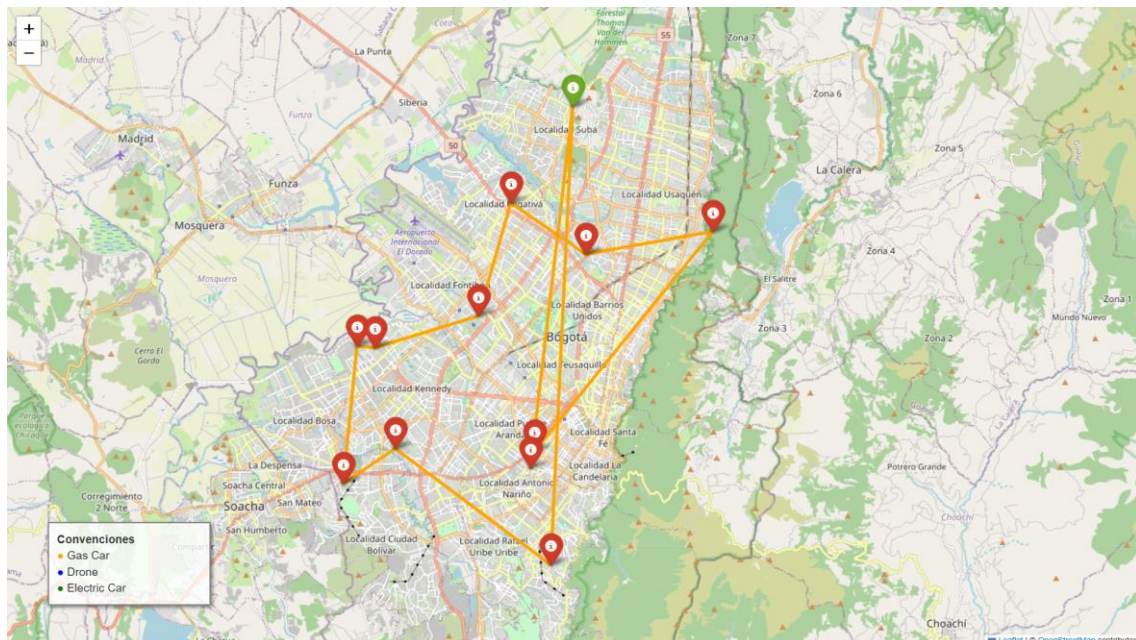
Sin embargo, pueden existir otras formas de modelar este aumento en el rango o el efecto de recargar energía, haciendo que no se necesite hacer una recarga completa cada vez que el vehículo sale de una estación o un almacén

1.6. Caso 6 – Caso especial de algoritmos genéticos

1.6.1. Identificación de patrones o tendencias observadas en las rutas

Se evidencian las mismas características de factibilidad del escenario anterior. Se decidió manejar un escenario con un único almacén y vehículo, en ausencia de estaciones de carga, ya que era posible simplificar el modelo. Se encontraron soluciones factibles y relativamente óptimas en un menor tiempo, a comparación de la optimización tradicional

Evidenciamos que el vehículo escogido es a gas, dado que se necesita recorrer una larga distancia. La forma se asemeja a un anillo, con unas rutas más largas en el centro que le permiten volver a su almacén de origen.



1.6.2. Problemas o desafíos encontrados en el modelado

El desafío fue el establecimiento de los operadores genéticos, en especial la función de crossover donde se usó AEX (Alternating Edges Crossover) y la de recompensa, ya que de ellas depende el cumplimiento de las restricciones y el acercamiento a una solución óptima

1.6.3. Mejoras potenciales y sugerencias para ajustes futuros

Con estos resultados positivos para un modelo simplificado, se puede aumentar la complejidad del modelo paulatinamente. Por ello, se podría adecuar para múltiples depósitos, varios vehículos, varios tipos de vehículo e incluso nodos de recarga. No obstante, esto debe hacerse con cuidado, ya que el acercamiento con heurísticas puede ser más demandante cuando se aumenta la complejidad del modelo