

# Contenido

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción del Problema de Investigación	2
1.2.1 Vehicle Routing Problem (VRP)	3
1.2.2 Bin-Packing Problem (BPP)	3
1.2.3 Routing-Scheduling-Loading Problem (RoSLoP)	4
1.3 Hipótesis	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Justificación	5
1.6 Organización del Documento	6
Capítulo 2. Marco Teórico	8
2.1 El Problema de la Asignación de Rutas a Vehículos (VRP)	8
2.2 Variantes VRP	9
2.2.1 VRP Capacitado	9
2.2.2 VRP Abierto	9
2.2.3 VRP con más de un Almacén	9
2.2.4 VRP con Múltiple uso de Vehículos	10
2.2.5 VRP con Flotilla Heterogénea	10
2.2.6 VRP Periódico	10
2.2.7 VRP con Entrega y Devolución de Bienes	11
2.2.8 VRP con Ventanas de Tiempo	11
2.2.9 VRP con Partición y Entrega	12
2.2.10 VRP con Dependencia de Sitio	12
2.2.11 VRP Dinámico	12
2.2.12 VRP Estocástico	12
2.3 El Problema de Transporte	13
2.4 El Problema de Transporte en una Embotelladora de Productos	16
2.4.1 Definición y Asignación de Rutas en una Embotelladora de Productos	16
2.4.2 Asignación de Horarios en una Embotelladora de Productos	21
2.4.3 La Distribución de Carga en una Embotelladora de Productos	22
2.5 Complejidad del Problema de Transporte	28
2.5.1 Teoría de NP-Completez	28
2.5.2 Complejidad del Enrutamiento	29
2.5.3 Complejidad de la Programación de Horarios y Carga de Vehículos	30
Capítulo 3. Estado del Arte	32
3.1 Problemas de Optimización involucrados	32
3.2 Trabajos relacionados con VRP	33
3.3 Software Comercial Afín	34
3.4 Análisis de Trabajos Relacionados	36

Capítulo 4. Modelo de Programación Lineal Entera para Asignación de Rutas	38
4.1 Trabajos Relacionados	38
4.2 Agentes y Eventos	39
4.3 Parámetros y Variables	40
4.4 Función Objetivo	42
4.5 Restricciones	42
Capítulo 5. Metodología de Solución	49
5.1 Fases de la Metodología de Solución	49
5.2 Sistema de Colonia de Hormigas (ACS)	51
5.2.1 Análisis del Problema BPVRP resuelto por ACS	52
5.2.2 Algoritmo	56
5.2.3 El proceso de Construcción de Soluciones	58
5.3 Algoritmo DiPro	60
5.4 Conversión de Horario	62
Capítulo 6. Experimentación	64
6.1 Descripción de la Cama de Prueba	64
6.1.1 Sistema de Transportación	64
6.1.2 Implantación del Sistema de Transportación	66
6.1.3 Descripción General de Casos de Prueba y su Complejidad	67
6.1.4 Casos de Prueba del Sistema de Transportación	69
6.1.5 Obtención de Casos de Prueba	70
6.1.5.1 Descripción de la Base de Datos de una Embotelladora	70
6.1.5.2 Descripción del Archivo Plano de Entrada	78
6.1.6 Descripción de la Salida del Sistema	81
6.2 Experimento 1: Comparación del Sistema de Transporte Basado en Heurísticos contra el algoritmo del Vecino más Cercano	82
6.2.1 Hipótesis	82
6.2.2 Casos de Prueba	83
6.2.3 Condiciones del Experimento	84
6.2.4 Resultados Experimentales	84
6.2.5 Análisis de Resultados	86
6.3 Experimento 2: Comparación del Sistema de Transporte Basado en Heurísticos contra la Solución Manual.	88
6.3.1 Hipótesis	88
6.3.2 Casos de Prueba	89
6.3.3 Condiciones del Experimento	89
6.3.4 Resultados Experimentales	89
6.3.5 Análisis de Resultados	89
Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros	91
7.1 Conclusiones	91
7.2 Trabajos Futuros	94
Anexo A	95
Anexo B	101
Referencias Bibliográficas	117

