

Tabla de contenido

1	Introducción	1
2	Revisión Bibliográfica	3
2.1	Comercio electrónico.....	3
2.2	Problema de ruteo de vehículos.....	4
2.2.1	Algoritmos exactos	4
2.2.3	Metaheurísticas.....	8
2.3	Algoritmos para problemas de ruteo de vehículos con múltiples viajes y ventanas de tiempo.....	9
2.3.1	Algoritmos Exactos.....	9
2.3.2	Heurísticas.....	10
2.3.3	Metodologías híbridas.....	12
2.4	Manejo de colas en problemas de ruteo	12
3	Metodología híbrida para ruteo de vehículos	14
3.1	Introducción	14
3.2	Problema a resolver	15
3.3	Heurística, generador de columnas	18
3.3.1	Introducción	18
3.3.2	Heurística de construcción.....	18
3.3.2.1	Determinación de cliente a insertar	18
3.3.2.2	Tipos de inserción	22
3.3.2.3	Cálculo de tiempos de viaje dependiente del tiempo	23
3.3.2.4	Algoritmo <i>greedy</i> : ruteo de vehículos con ventanas de tiempo y tiempos de viaje dependientes de hora de inicio	26
3.3.3	Procedimientos de diversificación e intensificación	28
3.4	Modelo exacto, problema maestro.....	33
3.4.1	Modelo con bodega única y máximo de 2 viajes por vehículo	33
3.4.2	Modelo generalizado con múltiples bodegas y múltiples viajes por vehículo	39
3.5	Modelo de generación de columnas.....	47
3.5.1	Formulación subproblema.....	48
3.5.2	Estrategia de ejecución	52
4	Estrategia de solución y resultados.....	53
4.1	Introducción	53

4.2 Procedimiento de ejecución	53
4.3 Calibración de parámetros	55
4.3.1 Número de semillas.....	56
4.3.2 Partición de rutas.....	59
4.3.3 Sub conjuntos de clientes	60
4.4 Resultados de algoritmo Generación de columnas.....	61
4.5 Comparación metodología híbrida con heurística pura	67
4.5.1 Resultados.....	67
4.6 Simulación.....	78
4.6.1 Esquema de simulación	79
4.6.2 Resultados ilustrativos de la simulación	82
5 Conclusiones y líneas futuras de investigación	85
Bibliografía	88
Anexos	90

Índice de tablas

Tabla 1: Rutas heurística partición	32
Tabla 2: Características computador empleado.....	56
Tabla 3: Resultados metodología híbrida, variación número de semillas	57
Tabla 4: Semillas según tipo de demanda	57
Tabla 5: Resumen de resultados sin heurística de diversificación inter-ruta.....	59
Tabla 6: Ahorro anual heurística de diversificación	59
Tabla 7: Resumen resultados partición de rutas.....	60
Tabla 8: Resumen resultados heurística sub conjuntos.....	60
Tabla 9: Resultados Generación de Columnas.....	62
Tabla 10: Variación en costo según tipo de ventana (V2H y V3H)	63
Tabla 11: Resultados Metodología híbrida.....	64
Tabla 12: Resumen resultados instancia 12 pedidos	65
Tabla 13: Resumen resultados instancia 13 pedidos.....	65
Tabla 14: Resumen resultados problema entero	66
Tabla 15: Resumen de tiempos problema entero	66
Tabla 16: Resultados instancia 104 clientes, metodología híbrida, configuración 1	67
Tabla 17: Resultados instancia 104 clientes, metodología híbrida, configuración 2	68
Tabla 18: Resultados instancia 104 clientes.....	69
Tabla 19: Resultados instancia 229 clientes.....	71
Tabla 20: Resumen resultados instancia 34 clientes	75
Tabla 21: Resumen resultados instancia 34 clientes, generación de columnas.....	76
Tabla 22: Resumen GAP para cada enfoque, instancia 34 clientes.....	78
Tabla 23: Distribuciones para simulación de la velocidad	81
Tabla 24: Simulaciones instancia de 229 clientes, Promedio de pedidos atrasados, 100 simulaciones.....	83
Tabla 25: Simulaciones instancia 229 clientes, porcentaje de atrasos	83
Tabla 26: Simulaciones instancia 34 cliente, pedidos atrasados	84
Tabla 27: Simulación instancia 34 clientes, porcentaje de atrasos.....	84

Índice de figuras

Figura 1: Esquema metodología híbrida.....	15
Figura 2: Ventanas de tiempo cliente u y j	19
Figura 3: Cliente u antes de j, caso factible	19
Figura 4: Cliente j antes de u, caso factible	20
Figura 5: Cliente u antes de j, caso infactible	20
Figura 6: Cliente j antes de u, caso infactible	20
Figura 7: Adelantar pedidos previos.....	22
Figura 8: Retrasar pedidos posteriores.....	23
Figura 9: Adelantar pedidos previos y retrasar pedidos posteriores.....	23
Figura 10: Desigualdad triangular en tiempos de viaje	25
Figura 11: Intersección espacial de rectángulos	30
Figura 12: Zonificación Santiago	31
Figura 13: Cola en sitios de carga	38
Figura 14: Cola en sitios de carga de bodega d, modelo generalizado.....	45
Figura 15: Instancia M2.....	58
Figura 16: Instancia M1	58
Figura 17: M10, metodología híbrida	68
Figura 18: M10+I, metodología híbrida	69
Figura 19: Solución instancia 104 clientes, heurística.....	70
Figura 20: Solución instancia 229 clientes, metodología híbrida.....	72
Figura 21: Solución instancia 229 clientes, heurística.....	73
Figura 22: Solución instancia 34 clientes, metodología híbrida, 2 viajes	75
Figura 23: Solución instancia 34 clientes, metodología híbrida, múltiples viajes.....	76
Figura 24: Solución instancia 34 clientes, generación de columnas.....	77
Figura 25: Resumen resultados instancia 34 clientes	77
Figura 26: Ejemplo de ruta con 8 clientes	90