

ALNS para el problema de ruteo con máxima cobertura y tiempo límite

Lic. Brenda Yaneth Sotelo Benítez, Dra. María Angélica Salazar Aguilar

brenda.sotelobn@uanl.edu.mx, maria.salazaragl@uanl.edu.mx



1. Introducción

Los problemas de ruteo de máxima cobertura tienen gran importancia en escenarios reales, cuando no es posible visitar a todas las instalaciones debido a que se tiene una cantidad limitada de recursos y lo que se busca es que se cubra a la mayor cantidad de clientes.



Figura 1: Áreas de aplicación

2. Descripción del problema

Se presenta un problema de ruteo de vehículos con máxima cobertura, también conocido en la literatura como *Time Constrained Maximal Covering Routing Problem* (TCMCRP). En la Figura 2 se muestra una instancia del TCMCRP.

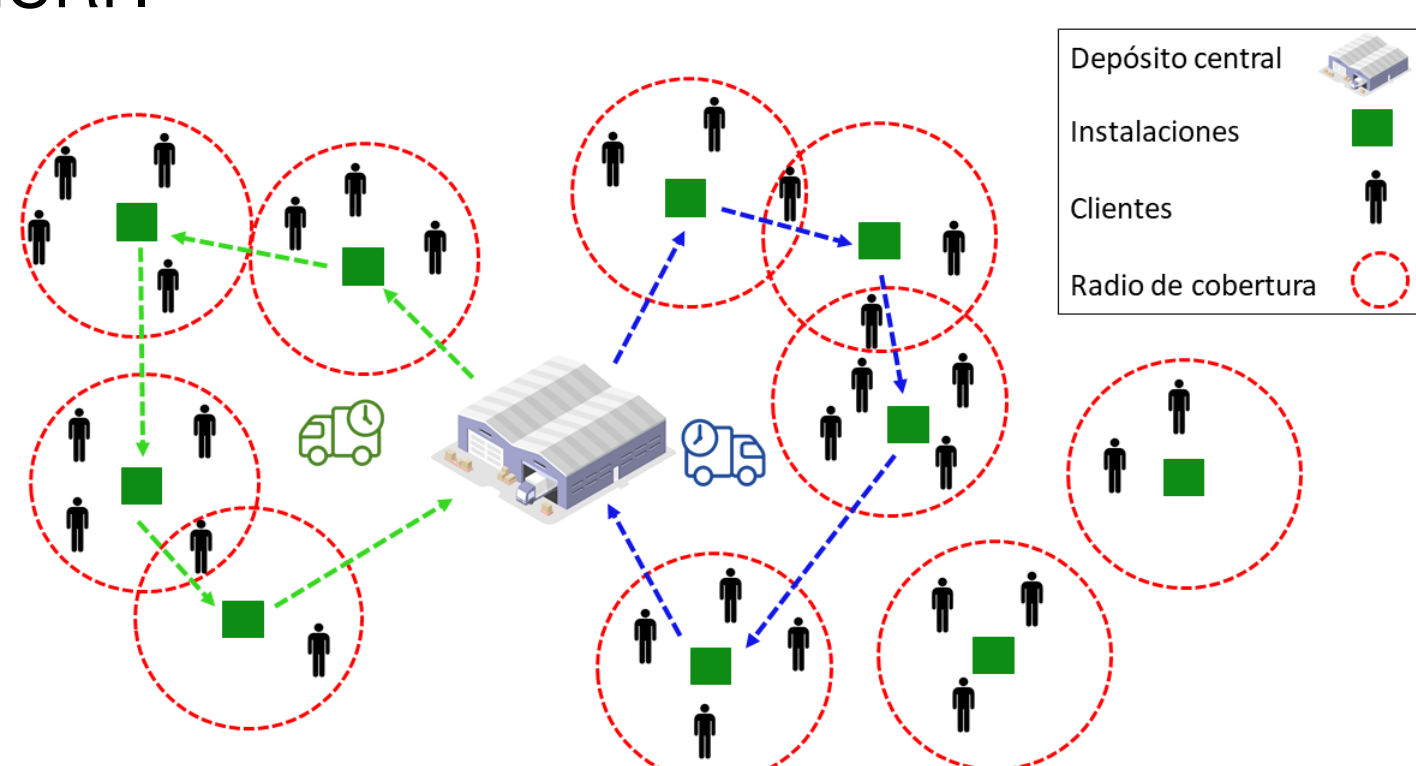


Figura 2: Ejemplo ilustrativo de instancia con 10 localidades, 2 vehículos y 30 clientes

El problema de optimización tiene el objetivo de maximizar el número de clientes cubiertos y considera las siguientes restricciones:

- Duración máxima de cada ruta.
- Todos los vehículos inician y finalizan su ruta en un depósito central.
- Cada localidad puede ser visitada a lo más por un vehículo.
- Cada cliente puede ser asignado a lo más a una localidad visitada.
- Eliminación de sub-tours.

3. Objetivo

Proponer e implementar una metaheurística ALNS para resolver el problema de ruteo con máxima cobertura y tiempo límite.

4. Revisión de literatura

En la Tabla 1 se muestra un resumen de los artículos relacionados y su método de solución.

Tabla 1: Estado del arte relacionado al TCMCRP

Autores	Número de rutas	Capacidad	Visitas obligatorias	Tiempo límite	Método de solución
Chao <i>et al.</i> (1996)	Múltiples	No	No	Si	LS
Ha <i>et al.</i> (2013)	Múltiples	No	No	Si	Branch and bound y ELS
Schittkat <i>et al.</i> (2013)	Múltiples	Si	No	No	GRASP
Naji-Azimi y Salari (2014)	Una	Si	No	No	LS
Shaelaie <i>et al.</i> (2014)	Una	No	No	No	MA y VNS
Kammoun <i>et al.</i> (2015)	Múltiples	Si	No	Si	VNS
Ozbaygin <i>et al.</i> (2016)	Una	Si	No	Si	Branch and cut
Amiri y Salari (2018)	Múltiples	No	No	Si	ILS, TS y VNS
Sinnl (2019)	Múltiples	No	No	Si	Branch and cut

5. Método de solución

La búsqueda adaptativa de grandes vecindarios (ALNS) es una metaheurística propuesta por Ropke y Pisinger (2006) que permite el uso de múltiples operadores de destrucción y reparación. En la Figura 3 se describe de manera general el ALNS.



Figura 3: Descripción general del ALNS

6. Experimentación

Se cuenta con un conjunto de 80 instancias pequeñas, 53 medianas y 135 grandes que fueron proporcionadas por Amiri y Salari (2018). En la Figura 4 se muestra la solución de una instancia obtenida con el constructivo, posteriormente mejorada con el ALNS y la solución óptima encontrada con CPLEX.

Tabla 2: Resumen de resultados obtenidos

Instancias	Gap (%)			Óptimos	
	Min	Prom	Max	CPLEX	ALNS vs CPLEX
Pequeñas	0.00	0.30	7.41	77/80	73/77
Medianas	-7.14	-0.38	4.29	37/53	36/37
Grandes	-6.40	-0.11	0.00	89/135	89/89
Total				198/203	

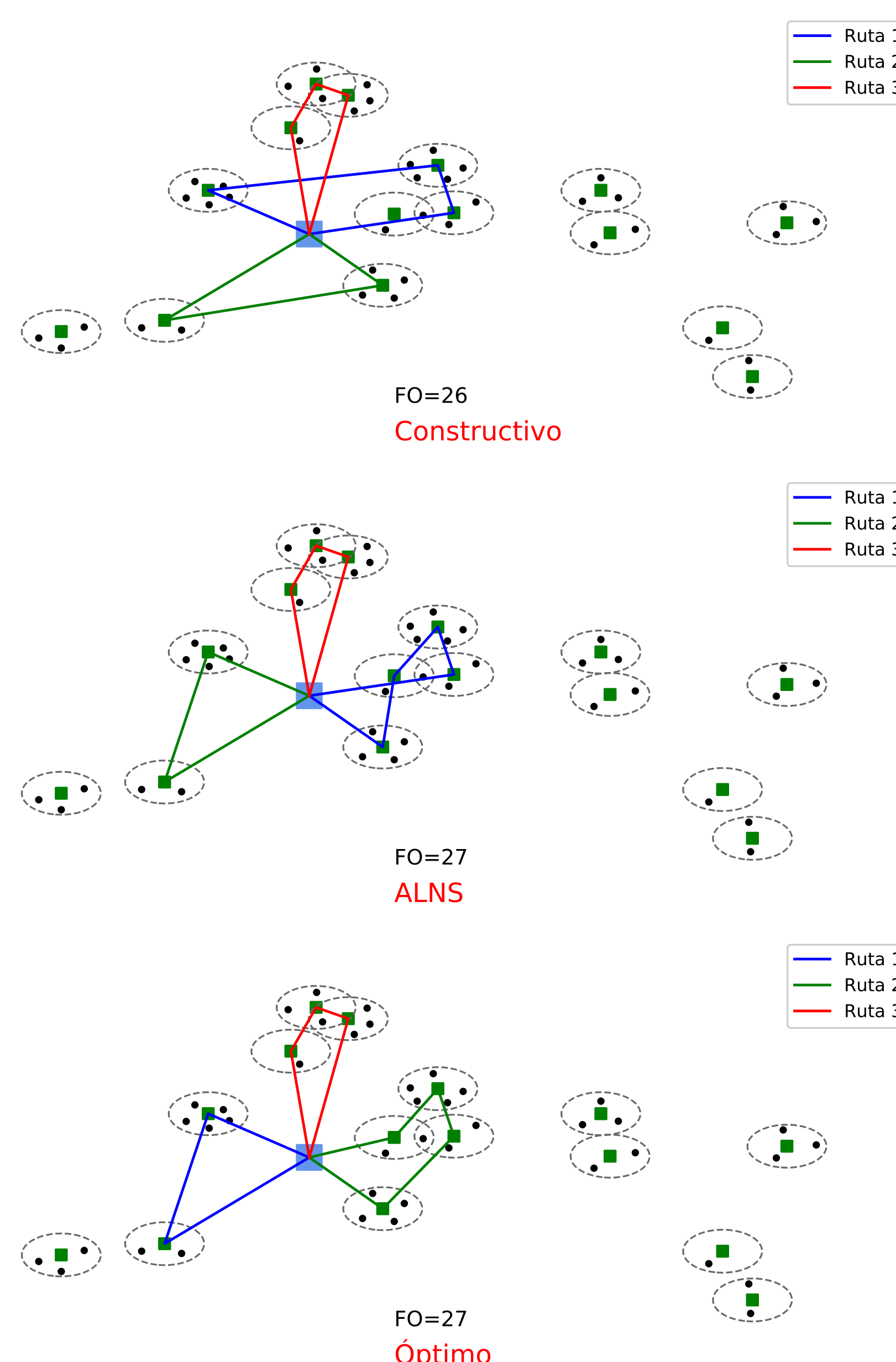


Figura 4: Solución de una instancia con 15 localidades, 3 vehículos y 41 clientes

En las Figuras 5-7 se muestra el rendimiento individual de cada uno de los operadores por conjunto de instancias.

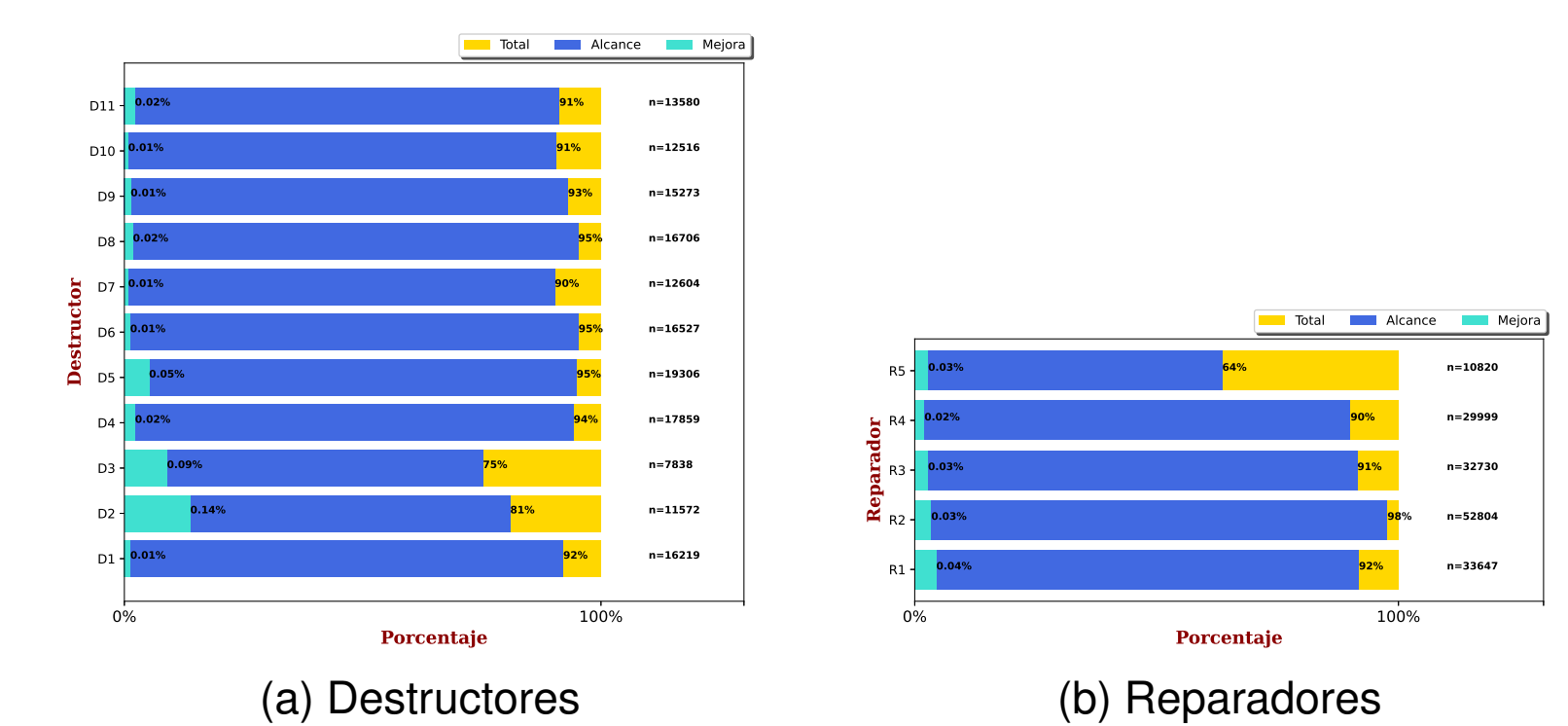


Figura 5: Instancias pequeñas

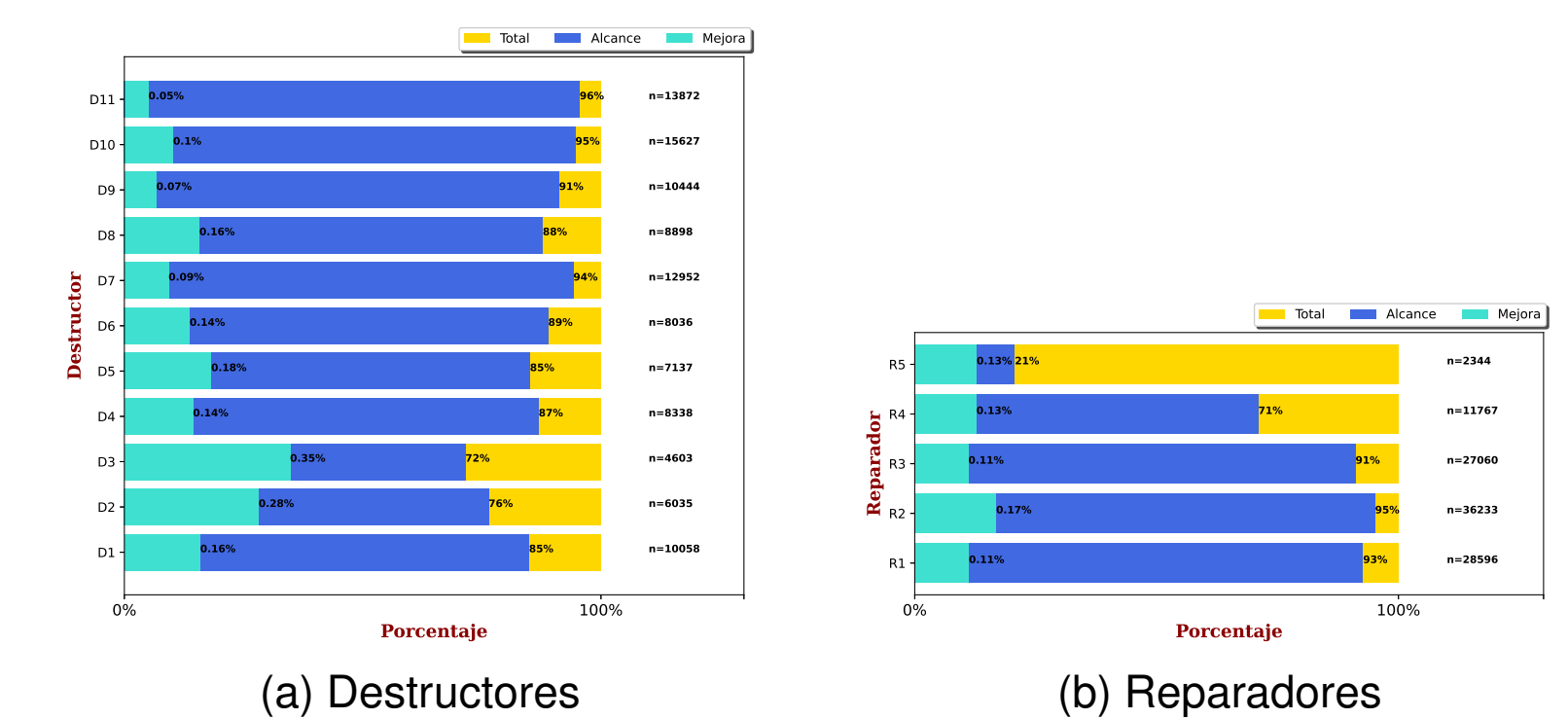


Figura 6: Instancias medianas

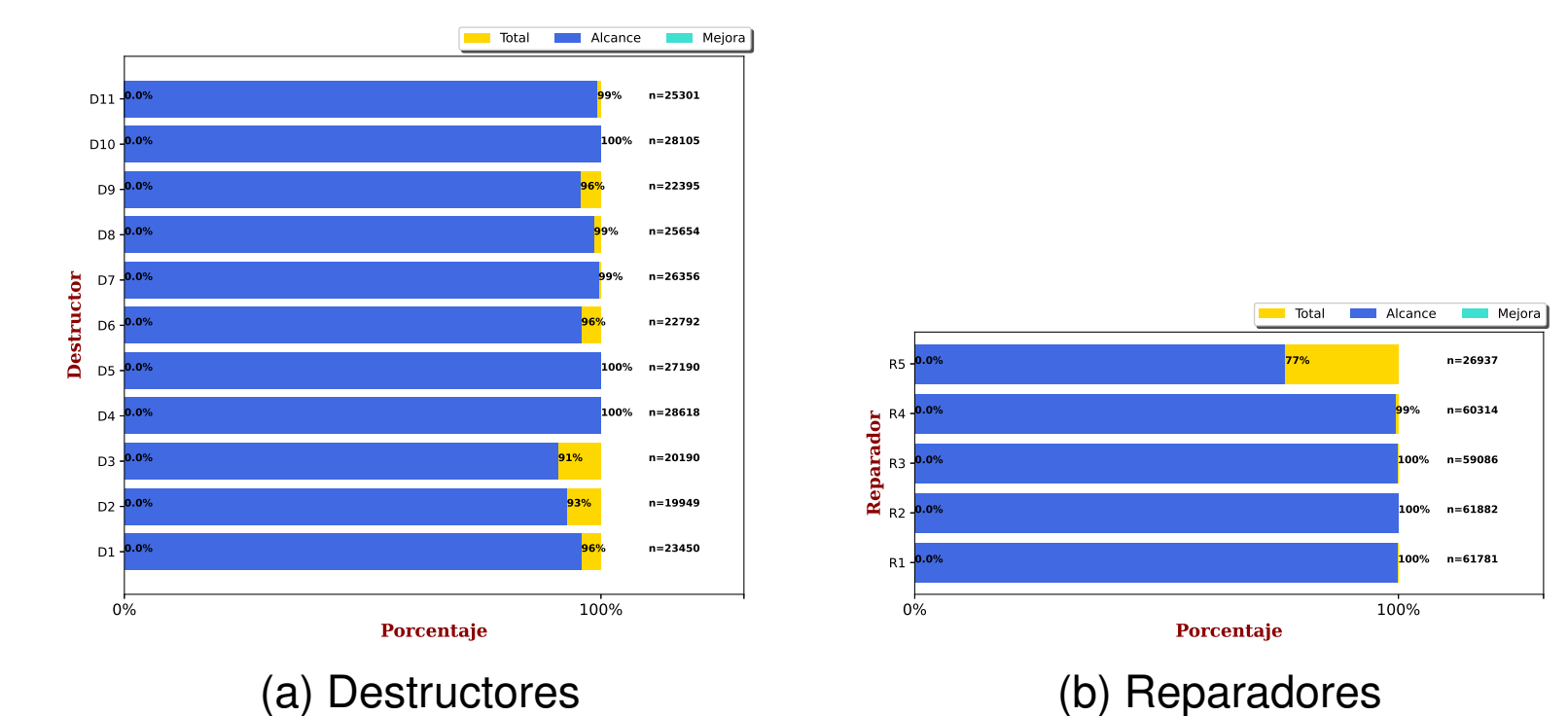


Figura 7: Instancias grandes

7. Discusión y conclusión

El mejor desempeño de la metaheurística se alcanza en las instancias grandes, donde el ALNS encontró todas las soluciones óptimas conocidas, además de mejorar una solución entera factible reportada por CPLEX en un 6.40 %. En las instancias medianas se tiene una máxima mejora del 7.14 %. La peor solución encontrada por el ALNS se aleja un 7.41 % de lo reportado por el optimizador y corresponde a una instancia del conjunto de instancias pequeñas.

En general, de un total de 203 óptimos reportados por CPLEX, el método propuesto logró alcanzar 198 en tiempos aceptables.

8. Trabajo futuro

- Evaluar el rendimiento de la metaheurística en otro conjunto de instancias.
- Incorporar aspectos ambientales al modelo.

Referencias

- Amiri, A. y M. Salari (2018), *Time-constrained maximal covering routing problem*, OR Spectrum, págs 1-54.
- Kammoun, M., H. Derbel, M. Ratli y B. Jarboui (2015), *A variable neighborhood search for solving the multi-vehicle covering tour problem*, Electronic Notes in Discrete Mathematics, 47, págs. 285-292.
- Naji-Azimi, Z. y M. Salari (2014), *The time constrained maximal covering salesman problem*, Applied Mathematical Modelling, 38(15-16), págs. 3945-3957.
- Ozbaygin, G., H. Yaman y O. E. Karasan (2016), *Time constrained maximal covering salesman problem with weighted demands and partial coverage*, Computers & Operations Research, 76, págs. 226-237.
- Shaelaie, M. H., M. Salari y Z. Naji-Azimi (2014), *The generalized covering traveling salesman problem*, Applied Soft Computing, 24, págs. 867-878.
- Ropke, S., y Pisinger, D. (2016), *An adaptive large neighborhood search heuristic for the pickup and delivery problem with time windows*, Transportation science, 40(4), 455-472.
- Sinnl, M. (2019), *Mixed-Integer Programming Approaches for the Time Constrained Maximal Covering Routing Problem*.

Agradecimientos

