

Optimización de la producción y despacho de hormigón para una empresa en Santiago de Chile

Cristián E. Cortés, Mauricio Cerda, Pablo A. Rey

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,
Universidad de Chile, Santiago, Chile

Email: ccortes@ing.uchile.cl, mauricio.cerda.jer@gmail.com,
pablo.rey.cl@gmail.com

Zdenko Koscina

Dux Partners
Santiago, Chile

Email: zkoscina@duxpartners.com

En este trabajo proponemos un enfoque basados en modelos de optimización para resolver los problemas de programación de la producción, despacho y transporte en la Región Metropolitana de Santiago (Chile) para una de las mayores empresas en el rubro en país.

Problemas asociados a esta industria han sido estudiados en la literatura de operaciones desde hace más de 50 años [1]. En particular, el problema enfrentado en este trabajo es una variante del problema conocido en la literatura en inglés como el *concrete delivery problem* [2] para el que se han propuesto tanto enfoques heurísticos [3], [4], [5] como basados en optimización, especialmente, programación entera [6], [7] y técnicas de descomposición [8], [9], [10].

El proceso de decisión considerado integra la programación de la producción con una versión práctica de un problema de ruteo con múltiples viajes y sincronización entre los vehículos y los puntos de carga. Se presenta una descripción detallada de los procesos asociados a los pedidos incluyendo la generación de las órdenes y confirmación de las solicitudes por los clientes, la programación de la elaboración del hormigón y el despacho desde diferentes plantas de producción en la ciudad. Dadas las características del producto, este debe ser cargado en los camiones inmediatamente luego de ser producido y se dispone de un tiempo limitado para hacer la entrega en la obra del cliente final.

Dentro del enfoque definimos modelos de optimización para las etapas de asignación y programación de la producción de pedidos en plantas y para la asignación dinámica de camiones a los despachos. Analizamos la interacción de estas etapas y el efecto de distintos esquemas de descomposición del proceso.

El objetivo principal es mejorar la puntualidad en las entregas aumentando de esta manera la calidad del servicio ofrecido a los clientes. Un aspecto esencial es la sincronización de todos los recursos, tarea de por sí compleja considerando sólo el tamaño de la flota y la diversidad de los clientes, que se ve

dificultada más por las diferentes fuentes de incertidumbre presentes en el sistema como por ejemplo los tiempos de viaje y descarga y las cancelaciones a última hora.

REFERENCES

- [1] M. L. Balinski and R. E. Quandt, "On an integer program for a delivery problem," *Operations Research*, vol. 12, no. 2, pp. 300–304, 1964.
- [2] J. Kinable, T. Wauters, and G. V. Berghe, "The concrete delivery problem," *Computers & Operations Research*, vol. 48, pp. 53–68, 2014.
- [3] D. Naso, M. Surico, B. Turchiano, and U. Kaymak, "Genetic algorithms for supply-chain scheduling: A case study in the distribution of ready-mixed concrete," *European Journal of Operational Research*, vol. 177, no. 3, pp. 2069–2099, 2007.
- [4] V. Schmid, K. F. Doerner, R. F. Hartl, M. W. Savelsbergh, and W. Stoecher, "A hybrid solution approach for ready-mixed concrete delivery," *Transportation Science*, vol. 43, no. 1, pp. 70–85, 2009.
- [5] K. F. Doerner and V. Schmid, "Survey: matheuristics for rich vehicle routing problems," in *International Workshop on Hybrid Metaheuristics*. Springer, 2010, pp. 206–221.
- [6] L. Asbach, U. Dorndorf, and E. Pesch, "Analysis, modeling and solution of the concrete delivery problem," *European journal of operational research*, vol. 193, no. 3, pp. 820–835, 2009.
- [7] A. Hertz, M. Uldry, and M. Widmer, "Integer linear programming models for a cement delivery problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 222, no. 3, pp. 623–631, 2012.
- [8] M. Maghrebi, V. Periaraj, S. T. Waller, and C. Sammut, "Using benders decomposition for solving ready mixed concrete dispatching problems," in *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, vol. 31. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property, 2014, p. 1.
- [9] P. K. Narayanan, D. Rey, M. Maghrebi, and S. T. Waller, "Using lagrangian relaxation to solve ready mixed concrete dispatching problems," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, no. 2498, pp. 84–90, 2015.
- [10] M. Maghrebi, V. Periaraj, S. T. Waller, and C. Sammut, "Column generation-based approach for solving large-scale ready mixed concrete delivery dispatching problems," *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, vol. 31, no. 2, pp. 145–159, 2016.