

# Diseño de rutas de recogida de residuos sólidos urbanos en el área metropolitana de Barcelona

*Joaquín Bautista<sup>1</sup>, Jordi Pereira<sup>2</sup>, Elena Fernández<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>joaquin.bautista@upc.edu, Nissan Chair UPC, Universitat Politècnica de Catalunya

<sup>2</sup>jorge.pereira@upc.edu, Dpto Organizació d'Empreses, Universitat Politècnica de Catalunya

<sup>3</sup>e.fernandez@upc.edu, Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya

## Abstract

Los problemas asociados a la recogida de residuos sólidos urbanos son muy variados. En este trabajo se presenta el problema de diseño de itinerarios de recogida y se muestran los resultados ofrecidos por un procedimiento basado en colonias de hormigas a la recogida en un núcleo urbano del Área Metropolitana de Barcelona.

**Palabras Clave:** Recogida de residuos sólidos urbanos, itinerarios, metaheurísticas

## 1. Introducción

Durante los últimos años, la preocupación social sobre el medio ambiente ha adquirido una gran relevancia. En la Unión Europea un cuerpo creciente de directivas comunitarias basadas en el entorno de trabajo fijado por las directivas 75/442/CEE, 91/156/CEE y 94/62/CEE obliga a los miembros de la unión a recuperar y reciclar muchos productos y componentes como cobre en el caso español los decretos reales del 15 de Julio, 6/1993 y 21 de Abril 10/1998. Como el ámbito de las directivas está ampliándose, es fácil predecir que los años venideros verán la creación de nuevas empresas dedicadas al transporte, almacenamiento y distribución específicas de residuos. En el marco impuesto, la recogida selectiva de residuos urbanos se convierte en uno de los procesos más importantes del ciclo generación, transformación y eliminación de residuos, [1].

En el caso de los residuos urbanos son, por adjudicación, organizaciones privadas o municipales las encargadas de realizar la recogida selectiva de los residuos, siendo responsabilidad suya la correcta recuperación a mínimo coste.

Un factor clave para la correcta operación de estos sistemas de recogida es el diseño de rutas de recogida para cada fracción.

La naturaleza básica del problema tratado es la de un problema de itinerarios con demanda asociada a los arcos del grafo de circulación, aunque presenta diversas características que lo apartan de los modelos presentes en la literatura

[2]. Estas características especiales son, por una parte, derivadas de las señales de circulación, y por otra, de la naturaleza mixta del grafo de transporte.

El presente trabajo se centra en el diseño de rutas de recogida tal como se encuentran en el Área Metropolitana de Barcelona, donde cada tipo de residuo se recoge de forma separada con una periodicidad fija establecida por el municipio. Inicialmente se construye un modelo para el problema de itinerarios con servicio asociado a arcos en un grafo mixto, donde se tiene en cuenta las señales de circulación en el conjunto de restricciones del problema. Para su resolución se transforma el modelo original en un problema de itinerarios con demanda asociada a los vértices y se resuelve mediante dos heurísticas basadas en colonias de hormigas, [3].

La aplicación de este modelo a la recogida de residuos sólidos urbanos en la fracción de rechazo en el municipio de Sant Boi de Llobregat, genera una instancia con 220 aristas y 460 arcos con demanda, que representan los diversos puntos de recogida de residuos de unos 75000 habitantes de la población. Dicha recogida se realiza con periodicidad diaria por cinco camiones de recogida.

Comparando el resultado obtenido por los procedimientos propuestos con la solución provista por el Ayuntamiento, los algoritmos implementados obtienen un ahorro en la longitud de cada ruta de entre el 15 % y el 30 %, lo que representa un ahorro total de entre 15 y 37 kilómetros diarios. Esta reducción de longitud está directamente asociada no sólo al coste de operaciones sino también a la calidad de servicio percibida por los usuarios al reducir el tiempo al que los ciudadanos se ven sometidos a las molestias asociadas por la recogida de residuos.

## 2. Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la ayuda BEC2003-03809 del Gobierno de España.

## 3. Bibliografía

- [1] Bautista, J. (2001). *Proyecto integral de gestión de residuos urbanos en el municipio de Sant Boi de Llobregat*. CPDA.
- [2] Dror, M., editor (2000) *Arc Routing: Theory, Solutions and Applications*. Kluwer.
- [3] Bautista, J.; Pereira, J. (2004) Ant Algorithms for Urban Waste Collection Routing. *Lecture Notes in Computer Science*, 3172:302-309.