

Análisis territorial mediante modelación de viajes

Caso de estudio Orbital B-40 de Barcelona

Mónica SUÁREZ¹, Jorge CERDA¹ y Josep ROCA¹

¹ Centro de Política de Suelo y Vivienda CPSV, Universidad Politécnica de Catalunya
Av/Diagonal 649 4ª planta, CP 08028, Barcelona España
msuarez_pradilla@yahoo.es, jorge.francisco.cerda@upc.edu, josep.roca@upc.edu

Palabras clave: Autovías orbitales, modelo gravitacional, probabilidad al destino,

INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico en los medios de transporte ha modificado la red urbana de las ciudades. Así las regiones metropolitanas han pasado de tener un modelo territorial monocéntrico caracterizado por la concentración de actividades en la ciudad central, a un modelo policéntrico en donde el incremento demográfico y económico es producto de la mejora en accesibilidad.

En esta comunicación nos referiremos al efecto que produce la implementación de una autopista orbital en una región metropolitana, donde además de equilibrar los niveles de congestión modifica las pautas de movilidad [1], causando impactos directos en el tráfico y en la estructura espacial de las actividades. Entre los estudios empíricos consultados encontramos el de Hall P [2] que revisa las estrategias adoptadas a nivel de políticas de planificación sobre las autopistas orbitales en el Reino Unido, el trabajo publicado por Linneker y Spence [3] que estudia los efectos del cambio en la accesibilidad producidos por la autopista M25 de Londres, el artículo de Giuliano G [4] donde se examina concretamente los efectos de las circunvalaciones en las áreas metropolitanas de EE.UU. Finalmente en la publicación de Bruinsma, Pepping and Rietveld [5] se revisan los efectos relativos al tráfico y se hace un análisis sobre el impacto en el coste de los alquileres, puntualmente las oficinas para el área metropolitana de Ámsterdam después de construida la orbital del mismo nombre.

Esta ponencia hace parte de la Tesis Doctoral “Efectos de la implementación de la orbital B-40 y de sus obras anexas en el equilibrio territorial de Catalunya” en desarrollo actualmente. **El objetivo** específico de esta comunicación es presentar la metodología desarrollada para determinar una estructura de modelación acotada a origen, que prediga proporciones de llegada, y sea sensible al cambio en los atractivos de los destinos y al cambio en la función de fricción, además que se pueda calibrar con una matriz observada. Para ello se desarrolla un modelo gravitacional de proporciones que calcula la “probabilidad de **destino de viaje al trabajo** LTL (lugares de trabajo localizados) de los municipios de la RMB y re-direcciona los viajes en función de cambios en la matriz de costos”. El análisis se realiza para dos escenarios diferentes: el primero considera la situación actual sin proyecto y en el segundo considera el proyecto ya implementado, teniendo en cuenta los cuatro (4) diferentes trazados contemplados en el Plan Territorial Metropolitano de Barcelona aprobado en abril de 2010. La implementación del modelo nos permite

apreciar los cambios en distancia que se producen entre los municipios de la segunda corona metropolitana de Barcelona y la modificación en las pautas de localización de las actividades.

Los modelos se utilizan principalmente para representar problemas de interacción espacial de territorios y a nivel de ingeniería de transportes su aplicación más importante es el análisis de distribución de viajes. El modelo más conocido y utilizado es el doblemente acotado representado por la ecuación (1), en el que se resuelve el problema de distribuir viajes (al interior de la matriz), conociendo el total de viajes que sale de cada zona, y el total de viajes que llega.

(1)

$$V_{ij} = A_i O_i B_j D_j e^{-(\beta * d_{ij})}$$

V_{ij}	: viajes de i a j
O_i	: total de viajes que salen de i
D_j	: total de viajes que llegan a j
d_{ij}	: medida de separación entre i y j
A_i, B_j	: factores de balanceo, que se calculan internamente
β	: coeficiente de fricción de la función e

En esta ecuación se observan que existen dos factores de balanceo, con los cuales siempre se logra cumplir las restricciones de totales originados y atraídos por zonas. Pero existe un solo coeficiente que se debe calibrar con una matriz observada, que corresponde al coeficiente que participa en la función de fricción del espacio (β). La función de fricción antes mencionada ha tenido una evolución en el tiempo, pasando de funciones de potencia inversa de la distancia, a funciones exponenciales de costo generalizado de viaje. Existen otras versiones más simples de este modelo, que corresponde a los modelos simplemente acotados ecuación (2), en los que solo se saben o los viajes que salen o los viajes que llegan

(2)

$$V_{ij} = O_i B_j e^{-(\beta * d_{ij})}$$

En algunos casos de análisis territorial, no se busca predecir el número absoluto de viajes que deben llegar a una zona, sino una proporción de estos. Este “**comportamiento**” de la proporción es independiente del total de viajes que salgan de la zona, y se puede interpretar como una probabilidad de destino (espacial) que rige a cualquier viajero que salga de dicha zona. Se estudia la proporción en destino y no en origen porque lo que se quiere visualizar es la potenciación de los lugares de trabajo localizados específicamente en los municipios de la segunda corona metropolitana de Barcelona.

METODOLOGÍA

A partir de la estructura del modelo acotado a origen, se puede construir un modelo que entregue como resultado la proporción de viajes que salen de una zona, y que llegan a todas las zonas, ecuación (3).

(3)

$$P_{ij} = \frac{V_{ij}}{O_i} = B_j e^{-(\beta * d_{ij})}$$

P_{ij}	: proporción de viajes que sale de i y llegan a j
V_{ij}	: viajes que van de i a j
O_i	: total de viajes que salen de i
d_{ij}	: medida de separación entre i y j
B_j	: atractivo de j
β	: coeficiente de la función de fricción espacial

El modelo anterior, permite calcular las proporciones y alteraciones en el variable de atractivo o en la variable de distancia entre las zonas, pero impide calibrar un parámetro para el atractivo (cosa que si hace para la fricción), además no asegura que la suma de todas las proporciones que salen de una zona sea **1**. Debido a ello, se desarrolla la siguiente estructura de gravitación (de tipo potencial estandarizado) ecuación (4),

(4).

$$P_{ij} = \frac{B_j^{\alpha_j} * e^{-(\beta * d_{ij})}}{\sum_k B_k^{\alpha_k} * e^{-(\beta * d_{ik})}}$$

P_{ij}	: proporción de viajes que sale de i y llegan a j
B_j	: atractivo de la zona j
d_{ij}	: medida de separación entre i y j
α_j	: coeficiente del atractivo de j
β	: coeficiente de la función de fricción espacial

La anterior expresión asegura que la suma de las proporciones, para una zona determinada, es **1**, además permite calibrar el coeficiente de la función de fricción espacial β (único para todas las zonas) y de los diferentes coeficientes de atractivo de la zona de destino B_j (que hace referencia al peso propio de cada destino). Este modelo se aplicó a nivel de municipios en la región metropolitana de Barcelona utilizando la matriz de movilidad obligada del censo 2001 (POR-LTL), y se ajusto el error mediante el método de mínimos cuadrados. Los valores de atractivo de las zonas fueron los lugares de trabajo localizados totales LTL, y los costes de interacción se representarán por una matriz de tiempos de viajes obtenida de la

Autoridad Metropolitana del Transporte (ATM) a partir del modelo SIMCAT (Sistema de modelización de transporte de Catalunya), para el año 2001. El método para medir el ajuste de los modelos de distribución, en general presenta muchos problemas, ya que las diferencias que se produce en una celda específica no son detectadas, pues los métodos (por ejemplo el de Hymann ampliamente usado en transporte) generan indicadores agregados de error, con lo que se compensan los valores de las celdas. En este estudio se aplicaron tres métodos de medición del ajuste que son: error cuadrático total, coeficiente de correlación lineal entre los valores celda a celda de la matriz observada y la matriz modelada y coeficiente de determinación, coeficiente de regresión, y error estándar de una regresión univariada, sin intercepto, donde los valores (celda a celda) de la matriz observada es la variable dependiente (y), y los valores de la matriz modelada son las variables independiente (x).

RESULTADOS

Se presentaran los resultados de la calibración del modelo y la interpretación espacial de los parámetros obtenidos.

REFERENCIAS

- [1] **Gutiérrez Puebla J. García Palomares J C.** (2008) “Movilidad metropolitana y modelo territorial: el caso de Madrid. *Revista del Instituto de Estudios Económicos* 4-2008, 23-51.
- [2] **Hall, P.** (1990), Keynote address on orbital motorways, in: D. Bayliss (ed.), *Orbital Motorways*, Thomas Telford, London, pp 1-31.
- [3] **Linneker, B. J., & Spence, N.A** (1992), An accessibility analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain, *regional studies*, Vol. 26, pp. 31-47
- [4] **Giuliano, G.** (1986), Land use impacts of transportation investments: Highway and transit, in: S. Hanson (ed.), *The geography of urban transportation*. The Guildford press, New York, pp. 247-279
- [5] **Bruinsma, Pepping and Rietveld** (1993), *Infrastructure and Urban Development: The case of the Amsterdam Orbital Motorway*, pp. 1-24