

# **Variables explicativas de la movilidad a corta distancia en España**

**Pablo Jordá Lope**

Investigador, TRANSyT-UPM, España

**Andrés Monzón de Cáceres**

Catedrático de Transportes, TRANSyT-UPM, España

## **RESUMEN**

Debido al actual modelo de crecimiento económico, basado en la dispersión de la población y de las actividades económicas en las grandes áreas metropolitanas, se está produciendo un incremento de la movilidad, afectando negativamente al reparto modal de los viajes, ya que se favorece el uso del coche, así como la extensión del tiempo de viaje.

En este artículo se hace, en base a la encuesta Movilia 2006 del Ministerio de Fomento, y valiéndose de modelos de regresión lineal múltiple, un análisis de la movilidad en España, estudiándose las variables explicativas del uso de diferentes modos de transporte y del tiempo de viaje de la movilidad obligada y a corta distancia de las provincias españolas. Las variables socioeconómicas utilizadas se han seleccionado a partir de una revisión bibliográfica y según la disponibilidad de datos desagregadas a nivel provincial para el año 2006.

Se han obtenido modelos de regresión con coeficientes de regresión entre 0,5 y 0,7, lo que significa que, si bien las variables utilizadas son significativas, quedan aún por identificar algunas otras no incluidas en el estudio. En cuanto a la importancia de las variables, las relacionadas con la población, como son la población absoluta de la provincia o la concentración de la población en municipios superiores a 50.000 habitantes, así como la variable que representa al número de trabajadores residentes en el mismo municipio, se han mostrado determinantes a la hora de explicar los modos de transporte utilizados en los viajes o la duración de los viajes.

**Palabras clave: reparto modal de viajes, tiempo de viaje, variables explicativas de la movilidad, encuesta Movilia 2006**

## **1. MODELOS DE REGRESIÓN EN EL ANALISIS DE LA MOVILIDAD**

El objetivo del presente estudio es la identificación de variables explicativas de algunos aspectos de la movilidad en España. Su conocimiento servirá para analizar las causas y consecuencias de la movilidad cotidiana, lo que permite una mejora de la gestión de la misma, ya que se pueden implementar políticas que modifiquen o regulen aquellos aspectos más importantes sobre la movilidad que se hayan identificado.

Desde distintos ámbitos, se viene estudiando las pautas de movilidad de la población mediante el uso de una herramienta fundamental: la realización de encuestas de movilidad. La mayoría de los países desarrollados elaboran, con cierta periodicidad, encuestas nacionales de movilidad. En el caso de nuestro país, el Ministerio de Fomento ha realizado dos encuestas de movilidad de las personas residentes en España: Movilia 2000 y Movilia 2006.

Si se dispone de una amplia base de datos, como la que puede proporcionar una encuesta de movilidad, una de las técnicas más útiles para identificar relaciones entre distintas variables (causas y consecuencias) es la modelización. Los modelos matemáticos van desde los más simples, como la regresión lineal, que es la técnica utilizada en este estudio, a otros más complejos, como modelos exponenciales o modelos multinivel.

Diversos autores han utilizado una importante variedad de modelos para identificar las causas que provocan los fenómenos de la movilidad. Así, Cameron et al (2003) utilizan un modelo exponencial para estudiar el uso del coche en diversas ciudades del mundo, a partir de una serie de variables demográficas, económicas y de oferta de transporte público. Golob (1997) utiliza, por su parte, modelos lineales en los que enfrenta, por un lado, variables relacionadas con la actividad profesional, los tiempos de viaje y el uso del vehículo privado de los habitantes de Portland (EE.UU.) y por otro lado, variables sociales y económicas, con el fin de establecer relaciones entre variables que expliquen la movilidad. El mismo autor, en un estudio posterior (Golob 2000), ahonda en el modelo propuesto, incluyendo nuevas variables en ambos grupos. Por su parte, Kim (1995) utiliza modelos lineales para relacionar el uso del transporte público respecto a variables relacionadas con el número de trabajadores por hogar en el condado de Los Ángeles (EE.UU.) En una evaluación utilizando también modelos lineales, Rouwendal y Rietveld (1994) evalúan la relación entre trabajadores y la movilidad en los Países Bajos. En la misma línea, aunque introduciendo un mayor número de variables de estructura de hogar y forma urbana, Schwanen et al (2001) analiza la movilidad en los Países Bajos, tanto por motivo trabajo, como por otros, como compras y ocio. Giuliano y Narayan (2003), utilizando también modelos de regresión lineal múltiple, evalúan la generación de viajes al día, utilizando variables socioeconómicas y de forma urbana. Schwanen et al (2004), utilizan en cambio, modelos multinivel, analizando también variables de tipología de hogar y tipo ciudad, para el área central de los Países Bajos.

En España, a modo de ejemplo, De la Hoz (2008) analiza, aplicando modelos de regresión lineal múltiple, los factores sociales en las pautas de desplazamiento y del uso del coche en la movilidad obligada en la región de Madrid, utilizando también variables sociales, como nivel de estudio, nacionalidad o tipo de hogar. Por su parte, García (2008) estudia también las variables explicativas en la movilidad al trabajo en la región de Madrid, analizando variables como las distancias entre municipios, variables socioeconómicas o variables de oferta de transporte público. Se vale también de modelos de regresión lineal.

## 2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

De los resultados que ofrece la encuesta Movilia 2006, se seleccionan aquellos que se presentan desagregados por provincias y se escoge una serie de variables (ver Tabla 1) demográficas, económicas y sociales, que se enfrentan a los resultados de Movilia 2006 mediante una regresión múltiple. Se ha incluido una columna con el código utilizado para nombrar cada una de las variables. En algunos casos, la disponibilidad de datos es complicada, ya que es necesario tener una desagregación a nivel provincial y, además, debe de estar disponible para el año 2006, por lo que el número de variables utilizadas no puede ser muy amplio. Con el fin de tener una homogeneidad en las fuentes de información, algunas variables se han obtenido de la propia encuesta Movilia 2006, pero otras se han obtenido del Instituto Nacional de Estadística (INE) y de la Dirección General de Tráfico (DGT).

En un primer paso, para cada variable a explicar, se utilizan, en el modelo de regresión, todas las variables disponibles, para, en sucesivos pasos y según el grado de significancia observado para cada variable, ir extrayendo del modelo variables, hasta que se obtiene un modelo final en el que todas las variables son significativas (menos de un 5% de probabilidad de que no lo sea), siendo, asimismo, el modelo en su globalidad significativo, con menos de un 5% de probabilidad de que no lo sea y en el que el coeficiente de regresión  $R^2$  es importante, superior al 0,5, si bien en algunos casos, se han incluido modelos con valores menores al presentar interés para el análisis.

Variable explicativa	Definición	Unidad	Código
Población provincial	se considera la población residente de la provincia a 1 de enero de 2007	habitantes	PABS
Concentración de población en municipios de más de 50.000 habitantes	se obtiene al dividir la población que reside en municipios de la provincia de más de 50.000 habitantes entre la población total de la provincia. Población a 1 de enero de 2007	%	PM50
Tasa de ocupación	se obtiene al dividir la población ocupada de la provincia entre la población total de la provincia. Ocupados, media 2006. Población, 1 de enero de 2007	%	OCUP
Renta disponible bruta	renta disponible bruta per cápita de los hogares, año 2006	€	RDB
Servicios ferroviarios metropolitanos	es una variable <i>dummy</i> que toma el valor 0 si la provincia no tiene servicios ferroviarios metropolitanos (Metro, Tranvía, ferrocarriles de vía estrecha, como FEVE o los autonómicos y servicios de cercanías de RENFE) y el valor 1 en caso contrario	adimensional	SFM
Índice de motorización	se obtiene al dividir la suma de turismos y motocicletas entre la población total de la provincia. Vehículos, año 2006. Población, 1 de enero de 2007	vehículos/1.000 habitantes	MOTO
Hogares sin coche	porcentaje de hogares de la provincia que no disponen de coche, año 2006	%	HSC
Población entre 15 y 65 años	porcentaje de la población de la provincia con edad comprendida entre los 15 y los 65 años. Este intervalo se suele considerar como población activa	%	EDAD
Familias con menores	porcentaje de la población de la provincia que reside en hogares con menores	%	MENR
Trabaja en mismo municipio residencia	porcentaje de la población de la provincia que trabaja en el mismo municipio en el que reside	%	TMMR
Estudia en mismo municipio residencia	porcentaje de la población de la provincia que estudia en el mismo municipio en el que reside	%	EMMR
Número de viajes de más de 50 km por habitante y año	se obtiene al dividir el número total de viajes a más de 50 km entre el total de la población de la provincia. Población a 1 de enero de 2007	viajes/persona	NV50

**Tabla 1 - Variables explicativas utilizadas en el estudio**

Una vez se tienen los modelos, se estudian los signos de las distintas variables, para comprobar que no se tienen modelos con comportamientos no razonables, lo que lleva a rechazar alguno de ellos o a la supresión de las variables que no se comportan lógicamente.

### 3. IDENTIFICACION DE VARIABLES EXPLICATIVAS

Las tablas utilizadas en este apartado muestran, resumidamente, los resultados de diversas regresiones y sólo recogen los signos de cada una de las variables explicativas de las variables analizadas, así como el coeficiente de regresión  $R^2$  de cada modelo.

#### **Modo empleado en los desplazamientos al trabajo, a distancia inferior a 50 km**

Analizando la Tabla 2, se comprueba cómo, el uso del transporte público, está relacionado con variables de población (absoluta y en municipios de más de 50.000 habitantes), en el sentido de que a mayor población, mayor uso. Por otro lado, también para el transporte público, la variable porcentaje de trabajadores en el mismo municipio de residencia influye, pero de modo negativo. La variable actúa lógicamente, ya que es en provincias menos habitadas donde hay una mayor proporción de población que trabaja en el mismo municipio.

Por el contrario, para los viajes a pie, la variable porcentaje de trabajadores en el mismo municipio actúa positivamente; es decir, a mayor número de trabajadores en el mismo municipio de residencia, más viajes a pie, que es lo que ocurre en las provincias menos habitadas, por lo que existe también cierta lógica, ya que las distancias a recorrer son adecuadas para que se realicen los viajes a pie.

Por último, la variable renta disponible bruta también está relacionada con la población, ya que provincias más pobladas, tienen una media de renta inferior a las menos pobladas, de ahí que actúe en positivo para los viajes a pie, y en negativo para el viaje en coche, si bien en el uso del transporte público no actúa con signo negativo, sino positivo, cuando el razonamiento indica lo contrario.

	PABS	PM50	OCUP	RDB	SFM	HSC	MENR	TMMR	$R^2$
Viajes en coche	-			-		-	+		0,64
Viajes en transporte público	+	+		+		+		-	0,78
Viajes a pie			-	+			-	+	0,38

**Tabla 2 - Modos empleados en los desplazamientos al trabajo**

Estas tendencias de las variables de población, renta y de trabajadores en el mismo municipio de residencia, se repiten a lo largo de los análisis siguientes. Otras variables como hogares sin coche, población entre 15 y 65 años, presencia de menores en el hogar... tienen un comportamiento más irregular, no pudiéndose establecer ninguna pauta clara.

### Tiempo empleado al trabajo

En la Tabla 3 se puede observar cómo el segundo caso, viajes inferiores a media hora, tiene una dependencia exclusiva de la población, de la renta y del número de trabajadores en el mismo municipio de residencia, y tiene los signos ya comentados anteriormente.

	PABS	PM50	RDB	EDAD	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viaje inferior a 15 min.	-	-	+	-	+	+	0,77
Viaje inferior a 30 min.	-		+			+	0,70

**Tabla 3 - Tiempo empleado en desplazamientos al trabajo**

### Modos empleados en los desplazamientos al centro de estudios

En la Tabla 4 se puede ver cómo la población influye positivamente en el uso del transporte público, la renta en los viajes a pie pero negativamente en los viajes en coche y la variable trabajadores en el mismo municipio de residencia lo hace con signo positivo en los viajes a pie y negativo para el coche y el transporte público, siguiendo las tres variables las pautas ya descritas.

	PABS	PM50	OCUP	RDB	SFM	MOTO	EDAD	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viajes en coche	-		+	-		+			-	0,47
Viajes en transporte público		+			-			-	-	0,51
Viajes a pie			-	+		-	+		+	0,44

**Tabla 4 - Modos empleados en desplazamientos al centro de estudio**

### Tiempo empleado al centro de estudios

De nuevo la terna de variables población, renta y trabajadores en el mismo municipio de residencia, actúa como se viene comentando.

	PABS	PM50	RDB	SFM	MOTO	EDAD	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viaje inferior a 15 min.		-	+	+	-	-	+	+	0,63
Viaje inferior a 30 min.	-						+	+	0,49

**Tabla 5 - Tiempo empleado en desplazamientos al centro de estudios**

### Modo de desplazamiento para todos los motivos, motivo obligado, vuelta a casa y otros motivos

Las variables en los modelos siguientes (Tablas 6, 7, 8 y 9) se comportan también como se ha comentando: las de población favorecen a los modos de transporte público en las provincias más pobladas, mientras que perjudican los viajes a pie (provincias menos pobladas). Por otro lado, la renta es más alta en las provincias menos pobladas, y tiene signo positiva para los modelos de viaje a pie, presentando signo negativo en el caso del uso del coche. Por último, la variable de trabajadores en el mismo municipio de residencia

también es positiva para los modos de las provincias más despobladas, y negativa para los modos de las provincias más pobladas.

	PABS	PM50	OCUP	RDB	MOTO	HSC	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viajes en coche				-	+	-	+		0,52
Viajes en transporte público	+	+	+			+		-	0,67
Viajes a pie			-	+	-		-	+	0,53

**Tabla 6 - Modo de desplazamiento por todos los motivos**

	PABS	PM50	OCUP	RDB	MOTO	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viajes en coche	-		+	-	+			0,53
Viajes en transporte público	+	+	+			-		0,56
Viajes a pie			-	+	-		+	0,50

**Tabla 7 - Modo de desplazamiento por motivos obligados (trabajo y estudio)**

	PABS	PM50	OCUP	RDB	MOTO	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viajes en coche	-		+	-	+	+	-	0,57
Viajes en transporte público	+	+					-	0,50
Viajes a pie			-	+	-	-	+	0,52

**Tabla 8 - Modo de desplazamiento por motivo vuelta a casa**

	PABS	PM50	RDB	MOTO	HSC	MENR	TMMR	R <sup>2</sup>
Viajes en coche			-	+	-	+	-	0,53
Viajes en transporte público	+	+	+		+			0,52
Viajes a pie				-		-	+	0,43

**Tabla 9 - Modo de desplazamiento por otros motivos**

#### 4. CONCLUSIONES

A la hora de identificar variables explicativas de las variables de la movilidad, los modelos de regresión se han mostrado útiles, ya que, como se ha visto, muchos de ellos presentan aceptables coeficientes de regresión R<sup>2</sup>, con un buen número de variables significativas. Sin embargo, los valores de los coeficientes de regresión entre 0,5 y 0,7 están indicando que las variables utilizadas no son suficientes, ya que queda parte del comportamiento sin explicar.

En cuanto a las variables explicativas utilizadas, parece que las variables de población (absoluta y en municipios mayores de 50.000 habitantes), renta disponible bruta y porcentaje de población que trabaja en el mismo municipio de residencia son claves para explicar el comportamiento de muchas de las variables dependientes.

En referencia a los resultados de otros estudios, Cameron et al (2003) indican que tanto la cantidad de superficie urbanizada como la población inflúan en un mayor uso del coche y la longitud de los viajes. También concluyen que aumenta el uso del coche al aumentar la

prosperidad económica. Para las provincias españolas, parece que la tendencia es precisamente la contraria: un mayor uso del transporte público en provincias más pobladas pero de menor renta. En el Observatorio de la Movilidad Metropolitana (Monzón et al, 2009) puede comprobarse como son las provincias con grandes áreas metropolitanas (Madrid, Barcelona, Valencia...) las que presentan mayores porcentajes de viajes en transporte público. La explicación puede deberse a que en España, la oferta de transporte público es mayor, precisamente, en las ciudades más habitadas (provincias más habitadas), que cuentan con servicios de metro, tranvía o cercanías, frente a provincias con menor población, donde ciudades más pequeñas no disponen de servicios de transporte público tan amplios, ya que ciudades de menos de 50.000 habitantes no están obligadas a prestar dichos servicios. Por otro lado, las mayores tasas de empleo, parecen influir positivamente en los viajes en coche y en transporte, hecho que algunos autores (Rouwendal y Rietveld, 1994; Cervero 1996) ya habían constatado. En los trabajos de Cervero (1995 y 1996), el autor obtiene como resultado que, en las ciudades con un equilibrio de trabajo y residentes, se observa un mayor uso del transporte público. En el caso español, dicho fenómeno se traslada a los viajes a pie, en perjuicio, precisamente del transporte público y no del coche: la población va andando a su destino si tiene posibilidad de hacerlo.

Otras variables, como porcentaje de población entre 15 y 65 años, presencia de menores en el hogar, hogares sin coche y el índice de motorización aparecen también en muchos de los modelos, sobre todo en los modelos que estudia la duración del viaje, pero no tienen un comportamiento tan claro como las variables anteriores. Los trabajos de Vilhemson (1999), Golob (2000), Schwanen et al (2001), De la Hoz (2008) y Monzón et al (2008) también concluyen que dichas variables, o variables similares, resultan importantes para explicar el número de viajes y la distancia recorrida.

Por último, algunas variables como presencia de servicios ferroviarios metropolitanos y número de viajes de más de 50 km, apenas si aparecen en algunos de los modelos, y en muchos casos, se han tenido que desechar por no tener un comportamiento lógico. Parece, por tanto, que el uso de estas variables no es determinante. Dichas variables no habían sido usadas en ninguno de los trabajos analizados en la revisión bibliográfica, lo cual refuerza que no se haya obtenido resultados claros.

*Nota: Este artículo recoge los principales resultados de un trabajo tutelado del primer autor, dirigido por el segundo autor en el marco de un programa de doctorado de la UPM.*

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

CAMERON, I., KENWORTHY, J.R., LYONS, T.J. (2003). Understanding and predicting private motorised urban mobility. *Transportation Research Part D* 8, pp 267-283, 2003

CERVERO, R. (1995). Planned communities, self-containment and commuting: a cross national perspective. *Urban Studies*, Vol.32, No 7, pp 1135-1161, 1995

- CERVERO, R. (1996). Jobs-housing balance revisited. *Journal of the American Planning Association* Autumn 96, Vol. 62, Issue 4, p492
- DE LA HOZ, D. (2008). Factores sociales en las pautas de desplazamiento y uso del coche de la movilidad obligada de Madrid. *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, 2008; (4), pp 53-78
- DGT. Dirección General de Tráfico. Página web: [www.dgt.es](http://www.dgt.es)
- GARCÍA, J.C. (2008). Los desplazamientos al trabajo en la comunidad de Madrid. *Fundación Sindical de estudios*, Madrid, 2008
- GIULIANO, G., NARAYAN, D. (2003). Another look at travel patterns and urban form: The US and Great Britain. *Urban Studies*, Vol. 40, No 11, pp 2295-2312, 2003
- GOLOB, T.F. (1997). A model of household demand for activity participation and mobility. *UCTC* No 35, May 1996, rev. February 1997
- GOLOB, T.F. (2000). A simultaneous model of household activity participation and trip chain generation. *Transportation Research Part B* 34, pp 355-376, 2000
- INE. Instituto Nacional de Estadística. Página web: [www.ine.es](http://www.ine.es)
- KIM, S. (1995). Excess commuting for two-worker households in Los Angeles metropolitan area. *Journal of Urban Economics* 38, pp 166-182, 1995
- MONZÓN, A., VALDÉS, C., XUE, G. (2008). Movilidad sostenible: una cuestión de lugar y género. *Anuario de la Movilidad 2008*, Fundación RACC, pp 45-56, 2008
- MONZÓN, A., CASCAJO, R., JORDÁ, P., PÉREZ, P. (2009). Informe del Observatorio de la Movilidad Metropolitana 2007. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Ministerio de Fomento, 2009
- MOVILIA 2006. Encuesta de Movilidad de las personas residentes en España, Movilia 2006/2007. Ministerio de Fomento
- ROUWENDAL, J., RIETVELD, P. (1994). Changes in commuting distances of Dutch households. *Urban Studies* Nov 94, Vol. 31, Issue 9
- SCHWANEN, T., DIELEMAN, F.M.,DIJST, M. (2001). Travel behavior in Dutch monocentric and polycentric urban systems. *Journal of Transport Geography* 9, pp 173-186, 2001
- SCHWANEN, T., DIJST, M., DIELEMAN, F.M. (2004). Policies for urban form and their impact in travel: The Netherlands experience. *Urban Studies*, Vol. 41, No 3, pp 579-603, 2004
- VILHEMSON, B. (1999). Daily mobility and the use of time for different activities. The case of Sweden. *GeoJournal* 48, 1999, pp 177-185