

---

# **FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN LA AUTOPISTA DEL MAR DE EUROPA SUROCCIDENTAL: UN ANÁLISIS CON PREFERENCIAS DECLARADAS DE LA ELECCIÓN MODAL DE LOS OPERADORES LOGÍSTICOS ESPAÑOLES**

Raquel Espino Espino

Dpto. de Análisis Económico Aplicado, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Edif. Dep. CC.EE. y EE., 35017 Campus de Tafira, Las Palmas (España)

Fax: +34928458183, E-mail: [respino@daea.ulpgc.es](mailto:respino@daea.ulpgc.es)

María Feo Valero

Fundación Valenciaport

Avda. del Muelle del Turia, s/n, 46024 Valencia (España),

Fax: +34963939461, E-mail: [mfeo@fundacion.valenciaport.com](mailto:mfeo@fundacion.valenciaport.com)

Leandro García Menéndez

Facultad de Económicas, Universitat de València

Campus del Tarongers, Edif. Dep. Oriental, 46022 Valencia (España),

Fax: +34963939461, E-mail: [leandro.garcia@uv.es](mailto:leandro.garcia@uv.es)

## **RESUMEN**

El trabajo propuesto tiene como objetivo general identificar y analizar la viabilidad de una cadena logística marítima en el corredor de la Autopista Marítima de Europa Suroccidental. Más concretamente, el trabajo pretende detectar, en la fachada mediterránea española, el corredor marítimo que contribuya en mayor medida a la consecución de los objetivos principales de las Autopistas del Mar de concentración de cargas en rutas logísticas basadas en el modo marítimo y de reducción de la congestión terrestre. Para ello se procederá a estimar, en base a un diseño de Preferencias Declaradas que nos permitirá considerar situaciones actualmente no existentes en el área objeto de estudio, la demanda potencial de dichas rutas y la carga trasvasable de la alternativa unimodal 100% carretera. Así mismo, se obtendrán valores subjetivos del tiempo de tránsito en transporte mercancías, del que existe muy poca evidencia empírica dada la dificultad de disponer de datos desagregados.

*Palabras clave:* autopistas del mar, preferencias declaradas, valor del tiempo en el transporte de mercancías

## **ABSTRACT**

The overall objective of this paper is to identify and analyse the viability of a maritime logistics chain in the corridor of the Motorway of the Sea of the south-west Europe. More specifically, the research seeks to identify the maritime corridor along the Spanish Mediterranean coastline that most contributes to the achievement of the main objectives of Motorways of the Sea, namely concentrating freight on logistical routes based on the maritime mode and reducing land traffic congestion. In order to achieve this, we will proceed to estimate, by means of a Stated Preference design that will enable us to consider situations that do not exist at present in the area under study, the potential demand of such routes and the freight that could be shifted from the unimodal 100% road alternative. Similarly, values of time will be obtained for freight transport, of which there is very little empirical evidence due to the difficulty involved in obtaining detailed data.

*Keywords:* motorways of the sea, stated preferences, freight transport value of time.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace años el Transporte Marítimo de Corta Distancia (TMCD) en Europa se viene beneficiando de una serie de iniciativas gubernamentales cuyo objetivo es potenciar su desarrollo. Con ello se pretende promover un patrón modal europeo más equilibrado, que permita conjugar un mayor crecimiento económico con un desarrollo sostenible del sistema de transporte desde un punto de vista económico, social y medioambiental.

Consciente del difícil reto al que se enfrenta, el 12 de septiembre de 2001 se produce la adopción por parte de la Unión Europea (UE) del Libro Blanco de Transportes *La Política Europea de Transportes de Cara al 2010: La Hora de la Verdad* que, con el objetivo general de reequilibrar los modos de transporte en Europa, redefine la Política Común de Transportes y propone un ambicioso programa de medidas entre las que se encuentra la potenciación de los modos de transporte alternativos al transporte por carretera mediante la puesta en marcha de medidas que incidan en su eficiencia y competitividad. Sin embargo, transcurridos 6 años desde la adopción del Libro Blanco parece evidente que el TMCD no ha sido capaz de ajustarse a las exigencias de la demanda de transporte de mercancías, puesto que no ha dado lugar al trasvase modal deseado. Con la creación de las Autopistas del Mar (AdM) la UE esperaba resolver dichos “desajustes” entre oferta y demanda, poniendo a disposición de los usuarios servicios marítimos puerta a puerta competitivos con la alternativa carretera en cada uno de los cuatro corredores que componen la red transeuropea de AdM (Báltico, Europa Occidental, Europa Sureste y Europa Suroccidental). La definición de este nuevo tipo de servicios intermodales requiere por tanto un exhaustivo conocimiento previo de la demanda de transporte de mercancías, de las variables que determinan la elección del modo de transporte y de los factores que han impedido a los tradicionales servicios de TMCD desarrollar todo su potencial.

El presente artículo se inserta en esta línea de investigación y propone la modelización de la demanda de transporte de mercancías entre las respectivas áreas de influencia de la AdM objeto de estudio -*Autopista Marítima de Europa Suroccidental*- y la estimación de la carga trasvasable de la alternativa unimodal 100% carretera al transporte intermodal basado en el modo marítimo. Para ello se ha realizado una encuesta de Preferencias Declaradas (PD) con el objetivo de obtener el peso relativo de los atributos de la elección modal entre ambas alternativas.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En el capítulo 2 se realiza una revisión de la literatura sobre modelización de la demanda de transporte de mercancías y sobre la técnica de PD. En el capítulo 3 se introduce el modelo teórico utilizado en la investigación. El diseño del cuestionario y el trabajo de campo efectuado se detallan en el capítulo 4. El capítulo 5 presenta la discusión de los resultados obtenidos y finalmente, en la sección 6 se establecen las oportunas conclusiones.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

De acuerdo con la clasificación realizada por Winston (1983) el análisis de la demanda de transporte de mercancías puede abordarse desde dos enfoques diferenciados en función de la naturaleza de los datos empleados: agregado y desagregado. En última instancia tanto los modelos agregados como los desagregados se utilizan para predecir futuras cuotas de mercado,

pero mientras que en los modelos agregados la unidad básica de observación es la cuota de mercado de un determinado modo a nivel regional o nacional, en los modelos desagregados la unidad básica de observación es la elección modal realizada por el decisor. Desde un punto de vista teórico, los modelos desagregados son más atractivos que los modelos agregados puesto que los datos empleados recogen el comportamiento real del proceso de decisión del transporte de mercancías, capturan importantes características del agente decisor y permiten una mayor comprensión del grado de competencia intermodal.

Los modelos desagregados han sido clasificados a su vez como de inventario y de comportamiento (Winston, 1983). En los modelos de inventario la elección del modo de transporte se plantea como una decisión más del proceso productivo en el que el objetivo último es la maximización del beneficio. En los modelos de comportamiento sin embargo, se considera que el responsable del envío se está enfrentando a un problema de maximización de la utilidad dados el coste y la calidad del servicio derivados del uso de un determinado modo y la incertidumbre asociada a la elección de dicho modo.

En los modelos desagregados la obtención de los datos puede realizarse mediante el uso de la técnica de preferencias reveladas o *revealed preferences* (PR) o bien mediante el de las preferencias declaradas o *stated preferences* (PD). En ambos casos el objetivo último de la entrevista es obtener información sobre la valoración relativa que hace el entrevistado de los atributos de transporte, radicando la diferencia entre una y otra técnica en la manera en que se obtiene dicha información. Los cuestionarios de PR permiten obtener información sobre los comportamientos actuales de los individuos, sobre las elecciones de transporte que, dadas las características de la oferta real de servicios de transporte, realiza el agente decisor. Las preferencias declaradas sin embargo, son datos que recogen elecciones hipotéticas de los individuos ante determinadas situaciones ficticias –“opciones”- construidas por el investigador.

Entre las limitaciones que presenta la técnica de PR en el ámbito del transporte de mercancías cabe destacar las dificultades que lleva aparejada la completa identificación de las alternativas que conformaban el conjunto de elección del agente decisor en el momento de su elección y la valoración, dado su carácter confidencial, de algunos de los atributos del servicio de transporte (Bergkvist, 2001). Por otra parte, el empleo de la técnica de PD, si bien permite superar algunas de las limitaciones asociadas a los datos de PR tales como la falta de variabilidad de las observaciones, la correlación entre las variables o la imposibilidad de evaluar situaciones de mercado completamente nuevas (Ortúzar y Willumsen, 2001), al tratarse de elecciones hipotéticas, éstas pueden no darse cuando la situación hipotética exista en la realidad, esto es, no existe certeza en la elección realizada por el agente decisor. Dada la heterogeneidad de las situaciones analizadas, el diseño de los cuestionarios de PD presenta un elevado grado de complejidad, y requiere por parte del investigador un exhaustivo conocimiento previo de la oferta actual de transporte disponible.

Si bien es posible encontrar numerosos estudios referentes al transporte de pasajeros en los que se emplee la técnica de PD, los estudios de PD en el caso del transporte de mercancías son mucho menores. Entre las investigaciones sobre el transporte de mercancías en Europa que se han decantado por el uso de esta técnica, cabe destacar, entre otras, las realizadas por Golias y Yannis (1998), Gommers et al. (2000) y Rudel (2004).

En lo que se refiere a los atributos de los modos de transporte considerados por el agente decisor en el proceso de toma de decisión, parece existir consenso entre los distintos investigadores, siendo las variables más comúnmente consideradas el precio del transporte, el tiempo de tránsito, la frecuencia, la flexibilidad, y la fiabilidad, tanto en términos de tiempo como en términos de pérdidas y roturas (Zotti y Danielis, 2004; Marcucci y Scaccia, 2004; Bergantino y Bolis 2004; Feo et al., 2003; Kurri et al., 2000). La inclusión en el modelo considerado de un mayor o menor número de dichas variables dependerá en última instancia de la cantidad y calidad de los datos finalmente obtenidos, dadas las restricciones presupuestarias y la reticencia de los cargadores a proporcionar información relativa al coste de transporte.

### 3. MODELO TEÓRICO Y ESPECIFICACIÓN

En la presente investigación se ha optado por un modelo desagregado de comportamiento basado en la teoría de la Utilidad Aleatoria (Manski, 1977; Ortúzar y Willumsen, 2001), según la cual la utilidad de la alternativa de transporte  $i$  ( $U_{in}$ ) puede expresarse como la suma de dos tipos de componentes, un componente determinista ( $V_{in}$ ) -conformado por los atributos del modo considerado (vector  $Z_{in}$ ) y por las características socioeconómicas del agente decisor (vector  $S_n$ )- y un componente aleatorio (vector  $\varepsilon_{in}$ ).

$$U_{in} = V(Z_{in}, S_n) + \varepsilon_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

Si denominamos  $U_{in}$  la utilidad que le reporta a la empresa  $n$  el uso del modo de transporte  $i$  y  $U_{jn}$  la utilidad que le confiere el uso del modo  $j$ , la probabilidad de elección de la alternativa  $i$  por parte de la empresa  $n$  será igual a la probabilidad de que la utilidad asociada a la alternativa  $i$  sea superior o igual a la utilidad asociada a la alternativa  $j$ .

$$P(i|C_n) = \Pr[V_{in} + \varepsilon_{in} \geq V_{jn} + \varepsilon_{jn}] = \Pr[\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} \leq V_{in} - V_{jn}] = \Pr[\varepsilon_n \leq V_{in} - V_{jn}] \quad (2)$$

Dependiendo de los supuestos realizados sobre la distribución de los errores ( $\varepsilon_{in}$  y  $\varepsilon_{jn}$ ), y por extensión, sobre la diferencia de dichos errores ( $\varepsilon_n$ ), se obtendrá un determinado modelo de elección binaria u otro. En nuestra estimación se ha empleado un modelo Logit Simple. Dicho modelo se deriva de suponer que  $\varepsilon_{in}$  y  $\varepsilon_{jn}$  se distribuyen idéntica e independientemente según una distribución Gumbel. Dado que la diferencia de dos distribuciones Gumbel es una distribución Logística, la probabilidad de elección de la alternativa  $i$  vendrá dada por la siguiente expresión (McFadden, 1974):

$$P_n(i) = \Pr(U_{in} \geq U_{jn}) = \frac{1}{1 + e^{-\beta(V_{in} - V_{jn})}} = \frac{e^{\beta V_{in}}}{e^{\beta V_{in}} + e^{\beta V_{jn}}} \quad (3)$$

Donde  $\beta > 0$  es el parámetro escala.

#### 4. DATOS

Con el objeto de construir una base de datos que permitiese la especificación y estimación del modelo de elección modal, se condujeron 45 entrevistas personales con operadores logísticos de 5 comunidades autónomas –Aragón, Cataluña, Comunidad Valenciana, Madrid y Murcia-. Sobre este punto cabe señalar que, si bien en el marco de trabajos anteriores se consideró que la población objeto de estudio en el análisis de la elección modal entre España y Europa se componía tanto de las empresas productoras que realizan envíos a estos mercados como de los operadores logísticos que gestionan dichos envíos, en esta ocasión, y tras la experiencia acumulada al respecto, se optó por limitar la población objeto de estudio a la figura del operador logístico. En efecto, dada la estructura productiva de la región analizada –caracterizada por un claro predominio de la pequeña y mediana empresa que carece de un departamento de logística propio y opta por subcontratar dichos servicios a transportistas o transitarios- no se puede considerar que la empresa media española disponga de información suficiente sobre la oferta de transporte de mercancías disponible, soliendo recaer la decisión del modo de transporte sobre el operador logístico. Es por este motivo que se decidió focalizar el trabajo de campo en los operadores logísticos y no en las empresas productoras.

Las entrevistas, realizadas entre marzo y abril de 2006, permitieron identificar 75 envíos entre España y el área de Europa objeto de estudio, y obtener 1341 observaciones de PD, 675 del juego de *alto valor* y 666 del de *bajo valor*. El menor número de observaciones obtenidas en el juego de bajo valor se debe a que uno de los operadores logísticos tan sólo tuvo tiempo de realizar el juego de alto valor.

El diseño y posterior ejecución del cuestionario se realizó con el *software* especializado WinMINT 2.1, programa que permite adaptar el cuestionario a la situación de cada operador logístico entrevistado. La entrevista se estructuraba en tres bloques. El primer bloque tenía por objetivo la obtención de información general sobre las características de la empresa y sobre su percepción respecto de la calidad de los servicios de transporte ofertados con Europa por los dos modos analizados. A continuación el entrevistador identificaba los envíos más representativos con Europa y recababa información sobre sus principales características. Finalmente, en base a la información proporcionada sobre el envío característico en el bloque anterior se realizaban los juegos de preferencias declaradas.

Como comentamos anteriormente, el cuestionario de PD constaba de dos juegos, uno dirigido a los envíos de mercancías de relativo alto valor y otro dirigido a los envíos de relativo bajo valor. Dado que a lo largo de trabajos de campo realizados anteriormente con la técnica de PR (Feo et. al., 2003) se obtuvo evidencia empírica sobre la distinta valoración relativa de los atributos de transporte, y en especial de los atributos coste y tiempo de tránsito, en función de la naturaleza y las especificidades logísticas de la mercancía transportada se optó por el diseño de dos juegos. La única diferencia entre uno y otro juego (véase Tabla 1) se encuentra en los niveles definidos para la variable coste de transporte. El rango de variación del coste de transporte de la alternativa intermodal marítima en el juego de alto valor es superior al rango de variación contemplado en el juego de bajo valor, de tal forma que, mientras en el juego de alto valor el *trade-off* analizado abarca desde 1€por hora y envío hasta 10,5€por hora y envío, en el de bajo valor el intervalo de variación considerado varía entre 0,5 y 8€ por hora y envío.

Los niveles de los atributos se fijaron en base a la información obtenida mediante un análisis detallado de la oferta actual de servicios de transporte -por carretera y marítimos- entre las áreas consideradas (García et al., 2007). Este análisis nos permitió fijar con un elevado grado de precisión el escenario actual de la oferta de transporte entre las áreas objeto de estudio. Los niveles de los atributos en los juegos de PD se fijaron a partir de dicho escenario y de los conocimientos adquiridos previamente sobre el sector del transporte de mercancías intra-europeo y el proceso de decisión modal a lo largo de trabajos de campo anteriores y de sesiones de trabajo con un grupo focal de informantes cualificados pertenecientes a la comunidad portuaria y al sector del transporte por carretera específicamente creado para asegurar una correcta definición del cuestionario. El piloto llevado a cabo con 10 operadores logísticos situados en la provincia de Valencia nos permitió validar el diseño del cuestionario, corroborando la existencia de trade-offs en la valoración de los atributos y la ausencia de comportamientos de tipo dominante o lexicográfico por parte de los entrevistados.

De acuerdo con el diseño planteado, 2 variables a 3 niveles y 2 variables a 2 niveles, el diseño factorial completo implicaría la evaluación por parte del entrevistado de 36 escenarios. Se utilizó por tanto un diseño factorial fraccional que permitió reducir el número de escenarios planteados al entrevistado de 36 a 9 (Kocur et al., 1982; Louviere et al., 2000 para más detalle).

**Tabla 1. Diseño de los Juegos de Preferencias Declaradas**

VARIABLE	ALTERNATIVA	UNIDAD	JUEGO ALTO VALOR	JUEGO BAJO VALOR
<b>TIEMPO TRÁNSITO</b>	Carretera	Días	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Intermodal Marítimo	Días	1/ Tiempo carretera + 1 día 2/ Tiempo carretera + 2,5 días 3/ Tiempo carretera + 4 días	1/ Tiempo carretera + 1 día 2/ Tiempo carretera + 2,5 días 3/ Tiempo carretera + 4 días
<b>COSTE TRANSPORTE</b>	Carretera	€/Envío	1/ Nivel actual	1. Nivel actual
	Intermodal Marítimo	€/Envío	1/ 90% del coste carretera 2/ 85% del coste carretera 3/ 75% del coste carretera	1/ 95% del coste carretera 2/ 90% del coste carretera 3/ 80% del coste carretera
<b>FIABILIDAD</b>	Carretera	%	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Intermodal Marítimo	%	1/ Nivel carretera + 5% 2/ Nivel carretera + 10%	1/ Nivel carretera + 5% 2/ Nivel carretera + 10%
<b>FRECUENCIA</b>	Intermodal marítimo	Nº salidas semanales	1/ 2 salidas semanales 2/ 6 salidas semanales	1/ 2 salidas semanales 2/ 6 salidas semanales

## 5. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Dado que se diseñaron dos juegos distintos –uno dirigido a los envíos de mercancías de relativo alto valor y otro dirigido a los envíos de relativo bajo valor- se procedió, en primer lugar, a estimar para cada juego un modelo logit binomial donde la función de utilidad se especificó lineal en los parámetros y en las variables, siendo éstas las definidas en el juego: *tiempo de tránsito*, *coste de transporte*, *fiabilidad* y *frecuencia* del transporte marítimo. Con estas estimaciones se comprobó que los parámetros de los juegos resultaron con el signo esperado y significativos al 95%.



Una vez obtenidas las estimaciones para cada juego, se representaron los parámetros del juego de alto valor frente a los parámetros de bajo valor, resultando que todos los parámetros se encuentran en una nube de puntos que se aproxima a una línea recta, lo que permite, según Louviere et al. (2000), combinar ambas bases de datos para la estimación con datos mixtos y definición de parámetros comunes. Una vez realizada la estimación mixta, siguiendo la metodología propuesta por Ben-Akiva y Morikawa (1990), se comprobó que no existía diferencia entre ambos tipos de datos, siendo por tanto mejor la estimación conjunta con ambas fuentes de datos<sup>1</sup>.

En la Tabla 2 (en el apéndice) se presentan las variables obtenidas del trabajo de campo y el signo esperado. Se estudiaron diferentes especificaciones para la función de utilidad de los dos modos de transporte, partiendo de un modelo sencillo donde sólo se consideraban las variables definidas en el juego de PD a otras especificaciones que incluían otras variables características del tipo de empresa o del tipo de envío realizado. El mejor modelo estimado presenta la siguiente especificación utilizada para las funciones de los dos modos de transporte:

$$\begin{aligned}
 U_{Carretera} &= (\theta_t + \theta_{BCN}BCN + \theta_{MAD}MAD + \theta_{MU}MU)t + \theta_C C + \theta_{fb}fb + \theta_{EXPORT}EXPORT \\
 &+ \theta_{FREC}FREC + \theta_{IVU}IVU + \theta_{DPTOPTA}DPTOPTA + \theta_{DIST}DIST \\
 U_{Marítimo} &= (\theta_t + \theta_{BCN}BCN + \theta_{MAD}MAD + \theta_{MU}MU)t + \theta_C C + \theta_{fb}fb + \theta_{Fr}Fr
 \end{aligned} \tag{4}$$

Se han considerado las variables ficticias de las provincias interactuando con el tiempo de tránsito, de manera que se especifica un parámetro base para el tiempo de viaje y otra para la variable ficticia de la provincia por el tiempo de tránsito. De esta forma se pueden obtener valores subjetivos del tiempo de tránsito que varían según la provincia en la que esté localizado el operador logístico responsable del envío. Se tomó como referencia la provincia de Valencia. La variable ficticia para la provincia de Zaragoza no resultó significativa.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en la estimación del modelo considerado. Los modelos se estimaron con el software Alogit 3.2 (Daly, 1992). La alternativa de referencia es la carretera.

Los atributos del modo, *coste de transporte*, *tiempo de tránsito* y *frecuencia* del servicio marítimo son significativos a un nivel del 2% y presentan el signo esperado: negativo en el caso del *coste* y el *tiempo de tránsito* y positivo en el caso de la *frecuencia* del modo marítimo. El coeficiente de la variable *falta de fiabilidad*, si bien presenta el signo esperado, no es estadísticamente significativa.

En el modelo especificado se ha introducido igualmente una variable ficticia, *frecuencia del envío*, que toma valor 1 si la frecuencia de envío del producto analizado en la ruta considerada es elevada –superior o igual a 2 envíos semanales- y 0 en caso contrario. El signo positivo obtenido confirma la baja calidad de servicio ofertada actualmente por los servicios marítimos en términos de frecuencia en relación con los niveles ofertados en el transporte por carretera, ratificando por

<sup>1</sup> Las mejores estimaciones se dan con los modelos estimados conjuntamente (mejor verosimilitud, mayor significatividad de los parámetros y mejor rho cuadrado).

tanto lo acertado de la inclusión, entre los criterios de calidad de servicio que caracterizarán las futuras AdM, de elevados niveles de frecuencia.

**Tabla 3. Resultados de la Estimación**

VARIABLE	COEFICIENTE	T-TEST
Tiempo de tránsito	-0,04404	-13,1
Coste de transporte	-0,008474	-11,2
Falta de Fiabilidad	-0,04483	-1,5
Frecuencia	0,2159	5,4
Barcelona	-0,01295	-3,3
Madrid	-0,02539	-4,9
Murcia	-0,08551	-5,8
Exportación	-0,6134	-3,1
Frecuencia del envío	0,7597	3,7
Índice de valor unitario	0,006435	4,1
Distancia puerto-puerta	-0,471	-2,6
Distancia carretera	-0,3844	-2,1
Nº de observaciones: 1341		
Log Verosimilitud: -511,91		
$\rho^2 = 0,3603$		

La variable *índice de valor unitario* es significativa y presenta signo positivo. El signo obtenido cuadra con la evidencia empírica obtenida al respecto (García et al., 2004), indicando que incrementos en el valor relativo de la mercancía transportada incrementan la probabilidad de elección de la carretera en detrimento de la del transporte intermodal marítimo. Este resultado tiene notables implicaciones en términos de la carga potencial que podrían atraer las AdM y de su estrategia de implementación a desarrollar: una elevada presencia de sectores de relativo alto valor exigirá una estrategia de competencia con la carretera basada en aspectos cualitativos mientras que en los casos de estructuras productivas caracterizadas por sectores de relativo bajo valor las estrategias de captación de tráfico basadas en costes resultarán más efectivas.

La variable *distancia* es significativa y de signo negativo, indicando que la alternativa intermodal marítima presenta una ventaja comparativa respecto de la carretera en los envíos con distancias superiores a los 1.000 Km. Se ha incluido igualmente en la especificación del modelo una variable indicativa de la distancia relativa entre el puerto de descarga y el punto de destino final del envío, la cual resulta significativa. El signo negativo obtenido cuadra con lo esperado, puesto que el tramo terrestre de la cadena intermodal constituye sin duda alguna un importante condicionante de su competitividad relativa.

La variable *exportación* presenta signo negativo, indicando que la probabilidad de optar por el transporte intermodal marítimo es superior en los envíos de exportación que en los envíos de importación. Si analizamos el peso relativo de los distintos términos comerciales internacionales (*International Commercial Terms*, INCOTERM) empleados tanto en las transacciones de exportación como de importación identificadas observamos que, mientras que en el caso de las exportaciones españolas es el receptor de la mercancía el que asume en la mayoría de los casos la responsabilidad del transporte de la mercancía -en un 53% de las operaciones de exportación



identificadas-, el INCOTERM mayoritariamente utilizado en las importaciones españolas procedentes de los países objeto de estudio pertenece al grupo E o F, y, por tanto, es el comprador español quién asume la gestión del transporte de la mercancía (International Chamber of Commerce, 2000). Desde esta perspectiva, el signo negativo de la variable exportación podría considerarse un reflejo de la menor madurez logística del operador español en relación con la de sus homólogos europeos y la existencia de un sesgo histórico por el uso de la carretera derivado del proceso de integración vertical que ha tenido lugar en el sector.

Finalmente, como comentamos anteriormente, se han introducido en el modelo variables ficticias provinciales con el objeto de captar el efecto que sobre la elección modal pueda tener el hecho de estar ubicado en una u otra región. Dichas variables se han introducido multiplicando el tiempo de tránsito, siendo la provincia de referencia Valencia. Salvo la variable de Zaragoza, todas las variables provinciales introducidas son significativas y presentan signo negativo. Los operadores de Barcelona, Madrid y Murcia otorgan por tanto un mayor peso relativo en su elección modal al tiempo de tránsito que los situados en las provincias de Valencia y Zaragoza. En promedio, las empresas españolas del hinterland objeto de estudio estarían dispuestas a pagar 7,06 euros por envío por reducir una hora el tiempo de tránsito (véase Tabla 4).

El elevado valor subjetivo que otorgan los operadores logísticos situados en Murcia al tiempo se deriva, muy probablemente, del elevado peso que en las exportaciones de la región tienen los productos perecederos –del total de toneladas exportadas por la región de Murcia a los países objeto de estudio en 2005 el 67% fueron exportaciones de frutas y hortalizas-, productos para los cuales el tiempo de tránsito es un parámetro crítico. La mayor valoración relativa del tiempo de tránsito de los operadores de Madrid y Barcelona podría deberse al mayor valor relativo de los flujos originados desde dichas provincias (los índices de valor unitario medios de Madrid y Barcelona se sitúan un 81% y un 38% por encima del índice medio del conjunto de la muestra analizada).

**Tabla 4. Valores Subjetivos del Tiempo**

Valores subjetivos del tiempo (€/hora/envío)	
Valencia-Zaragoza	5,20
Barcelona	6,73
Madrid	8,19
Murcia	15,29
Promedio	7,05

Finalmente, se ha calculado el porcentaje de variación de la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima frente a variaciones, tanto propias como cruzadas, en el coste y en el tiempo de tránsito (véase Tabla 5). Tal y como se puede apreciar, las políticas de coste son las que mayores efectos tendrán sobre la probabilidad de elección de la alternativa marítima. Cabe destacar, sin embargo, el mayor efecto que sobre la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima tiene un incremento del coste de transporte de la carretera en comparación con el derivado de mejoras en el propio coste del modo marítimo.

Por otra parte, la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima es, sin embargo, más sensible a mejoras en su propio tiempo de tránsito que a posibles deterioros en el tiempo de

tránsito del modo alternativo. A la vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que, mientras que en lo referente al parámetro del coste, el modo intermodal marítimo depende de cómo evolucione el coste del modo alternativo, en el caso del parámetro del tiempo su probabilidad va a depender de su propio comportamiento, debiendo por tanto emprenderse políticas pro-activas en este ámbito que permitan obtener sustanciales mejoras respecto de la situación actual.

**Tabla 5. Variaciones en la Probabilidad de Elección AdM**

<b>Variación en la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima</b>	
↑ 1% el coste de la carretera	1,149
↑ 1% del coste del marítimo	-0,977
↑ 1% del tiempo tránsito carretera	0,523
↑ 1% del tiempo tránsito marítimo	-0,849

## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado la viabilidad de una cadena logística marítima en el corredor de la Autopista Marítima de Europa Suroccidental. Para ello, se realizó una encuesta de PD donde se consideraron dos alternativas de transporte de mercancías: la alternativa unimodal 100% carretera y la alternativa intermodal marítima. En esta encuesta se presentó una alternativa intermodal marítima mejorada que permitiera captar parte del transporte de mercancías que actualmente opta por la alternativa unimodal 100% carretera.

La encuesta de PD consideró tres variables genéricas para ambas alternativas: tiempo de tránsito, coste de transporte y fiabilidad de los plazos de entrega. Además se consideró como variable específica para el transporte intermodal marítimo la frecuencia, definida como número de salidas semanales. Esto nos permitió obtener la valoración de dichas variables para el transporte de mercancías. En este sentido, es importante destacar que son pocos los estudios de transporte de mercancías que bien utilicen datos desagregados o bien técnicas de PD, siendo éste un estudio que aporta evidencia empírica en este campo.

En cuanto a los resultados, comentar que todos los parámetros estimados resultan significativos y con el signo esperado, con la excepción de la fiabilidad para el transporte intermodal marítimo, cuya significatividad es baja. Además, se consideraron variables adicionales a las definidas en la encuesta de PD tanto sobre las características de la empresa como del envío. Entre ellas, destaca la consideración de la localización del operador logístico mediante la especificación de la variable provincia interactuando con el tiempo de tránsito. Esta especificación permite obtener una valoración del tiempo de tránsito en función de la provincia en la que se encuentra situada la empresa que realiza el envío, así como valores subjetivos del tiempo diferenciados por provincias. Los valores subjetivos del tiempo obtenidos muestran que existe una elevada relación entre el valor del tiempo y la estructura productiva de la región. Respecto a la sensibilidad de la demanda de la alternativa intermodal marítima ante variaciones, tanto propias como cruzadas, del coste y del tiempo de tránsito, tenemos que la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima es mayor ante variaciones del coste de la alternativa unimodal 100%

carretera que ante variaciones de su propio coste. Con respecto al tiempo de tránsito, la probabilidad de elegir la alternativa intermodal marítima es mayor ante las reducciones del tiempo de tránsito en marítimo que ante incrementos de igual magnitud en carretera. Podemos afirmar, por tanto, que mientras que en lo referente al parámetro coste el modo intermodal marítimo depende de cómo evolucione el coste del modo alternativo, en el caso del parámetro tiempo su probabilidad de elección va a depender de su propio comportamiento, debiendo por tanto emprenderse políticas pro-activas en este ámbito que permitan obtener sustanciales mejoras respecto de la situación actual.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo recibido por la CICYT en el proyecto TRA2006-09939/TMAR “Desarrollo del Transporte Marítimo de Corta Distancia: Soluciones para la Creación de Autopistas del Mar”.

## REFERENCIAS

Ben-Akiva, M.E. y T. Morikawa (1990) Estimation of travel demand models from multiple data sources, **Proceedings 11<sup>th</sup> International Symposium on Transportation and Traffic Theory**, Yokohama, Japón.

Bergantino, A y S. Bolis (2004) An analysis of maritime ro-ro freight transport service attributes through adaptive stated preference: an application to a sample of freight forwarders, **European Transport**, 25|26, 33-51.

Bergkvist, Erik. (2001) The value of time and forecasting of flows in freight transportation, **41<sup>st</sup> ERSA Congress**, 29 de agosto -1 de septiembre 2001, Zagreb.

Comisión Europea COM (2001) 270 La Política Europea de Transportes de Cara al 2010: La Hora de la Verdad, **Libro Blanco de Transportes**.

Daly, A. (1992) **ALOGIT 3.2 User's Guide**, Hague Consulting Group, La Haya.

Feo, M., L. García, I. Martínez y E. Pérez (2003) Determinants of modal choice for freight transport: consequences for the development of short-sea shipping between Spain and Europe, **Maritime Transport II. Second International Conference on Maritime Transport and Maritime History**, Volume I.

García, L., I. Martínez y D. Piñero (2004) Determinants of mode choice (road-shipping) for freight transport: evidence for four Spanish exporting sectors, **Journal Transport Economic and Policy**, volumen 38 parte III.

García, L., L. Sáez, M. Feo, R. Espino y I. Navascues (2007) Autopistas del Mar: un Análisis de Viabilidad, **Estudios de Construcción y Transportes**, nº 106, aceptado y pendiente de publicación.

Golias J. y G. Yannis (1998) Determinants of combined transport's market share, **Transport Logistics**, volumen 1, 251-264.

Gommers, M., G.C. de Jong y J. Klooster (2000) Time valuation in freight transport: method and results, en Ortúzar, J de D. (ed.) **Stated Preferences Modelling Techniques**, 231-242.

International Chamber of Commerce (2000) **Incoterms 2000: ICC Official Rules for the Interpretation of Trade Terms International**, publicación de la Cámara de Comercio Internacional nº 560.

Kocur, G., T. Adler, W. Hyman y B. Aunet (1982) **Guide to forecasting Travel Demand with Direct Utility Assessment**, Technical Report. U.S. Department of Transportation. UMTA-NH-11-0001-82-1.

Kurri, J., A. Sirkia y J. Mikola (2000) Value of Time in Freight Transport in Finland, **Transportation Research Record 1725**, 26-30

Louviere, J.J., D.A. Hensher y J.D. Swait (2000) **Stated Choice Methods: Analysis and Application**, Cambridge University Press, Cambridge.

Manski, C. (1977) The structure of random utility models, **Theory and Decision**, 229-254.

McFadden, D. (1974) The measurement of urban travel demand, **Journal of Public Economics**, nº3, 303-328.

Marcucci, E. y L. Scaccia (2004) Mode choice models with attribute cutoffs analysis: the case of freight transport in the Marche region. **European Transport**, nº25-26, 21-32.

Ortúzar, J. de D. y L.G. Willumsen (2001) **Modelling Transport**, 3ª edición, John Wiley & Sons, Chichester.

Rudel, R. (2004) Evaluation of quality attributes in the freight transport market. Stated preference experiments in Switzerland, **European Transport**, nº 25-26, 52-60.

Winston, C. (1983) The demand for freight transportation: models and applications, **Transportation Research A**, volumen 17A, 419-427.

Zotti, J. y R. Danielis (2004) Freight transport demand in the mechanics' sector of Friuli Venezia Giulia: the choice between intermodal and road transport, **European Transport**, 25|26, 9-20.

**Tabla 2: Variables Explicativas y Signo Esperado**

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	SIGNO ESPERADO
<b>BARCELONA (BCN)</b>	Localización del OL en la provincia de Barcelona	1 = E <sup>a</sup> en Barcelona 0 = Otros	¿?
<b>MADRID (MAD)</b>	Localización del OL en la provincia de Madrid	1 = E <sup>a</sup> en Madrid 0 = Otros	¿?
<b>MURCIA (MU)</b>	Localización del OL en la provincia de Murcia	1 = E <sup>a</sup> en Murcia 0 = Otros	¿?
<b>VALENCIA (VLCIA)</b>	Localización del OL en la provincia de Valencia	1 = E <sup>a</sup> en Valencia 0 = Otros	¿?
<b>ZARAGOZA (ZAR)</b>	Localización del OL en la provincia de Zaragoza	1 = E <sup>a</sup> en Zaragoza 0 = Otros	¿?
<b>EXPORTACIÓN (EXPORT)</b>	Tipo de operación de comercio exterior	1 = Exportación 0 = Importación	¿?
<b>IVU (IVU)</b>	Índice de valor unitario de la mercancía transportado	€/por Kg.	+
<b>DISTANCIA (DIST)</b>	Distancia recorrida por la alternativa carretera	1 > 1.000 Km 0 < 1.000 Km	-
<b>FRECUENCIA (FREQ)</b>	Frecuencia de los envíos por parte del OL	1 > 2 envíos/semana 0 < 2 envíos/semana	+
<b>DISTANCIA PTO - PTA (DPTOPTA)</b>	Distancia por carretera entre el puerto de entrada de la cadena intermodal y el destino final de la mercancía	1 < 150 Km 0 > 150 Km	-
<b>TIEMPO DE TRÁNSITO (t)</b>	Tiempo de tránsito total	Horas	-
<b>COSTE DE TRANSPORTE (c)</b>	Coste de transporte total	€/por envío	-
<b>FALTA DE FIABILIDAD (fb)</b>	% de envíos en los que no se cumplen las condiciones de transporte inicialmente previstas	Porcentaje	-
<b>FRECUENCIA MARÍTIMA (Fr)</b>	Frecuencia ofertada por la cadena de transporte intermodal marítima, n° de salidas semanales	2 o 6	+