

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

Clasificación Código JEL: R41, C25, C50, C81

María Feo Valero

Fundación Valenciaport

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

mfeo@fundacion.valenciaport.com, Tel : +34 96 393 94 00 Fax: +34 96 393 94 61

Leandro García Menéndez

Facultad de Económicas, Universitat de València

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

leandro.garcia@uv.es, Tel : +34 96 393 94 00 Fax: +34 96 393 94 61

El objetivo del presente trabajo es el de contribuir, a través de la modelización de la elección modal entre el transporte de mercancías íntegro por carretera y el transporte marítimo de corta distancia en el corredor de la autopista del mar de Europa occidental mediante el uso de la técnica de preferencias declaradas y un modelo logit mixto, a la definición de una política de transporte de mercancías eficaz. El análisis propuesto proporcionará a los responsables de dichas políticas la herramienta necesaria para la identificación de los puntos críticos sobre los que deberían centrarse sus futuras actuaciones públicas en torno a la potenciación del transporte marítimo de corta distancia en la fachada atlántica española. La aplicación propuesta permitirá así mismo obtener estimaciones de los valores subjetivos de los atributos de transporte –valor del tiempo, valor de la fiabilidad y valor de la frecuencia- en el transporte de mercancías, valores para los cuales apenas existe evidencia empírica a nivel nacional y cuya cuantificación constituye un parámetro clave del análisis coste beneficio llevado a cabo en la evaluación de proyectos de transporte.

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”

1. MOTIVACIÓN

Tradicionalmente la literatura económica referente al transporte se ha centrado en el de pasajeros, siendo menor la relativa a mercancías. Prueba de ello es que las clasificaciones de los modelos disponibles en el ámbito del transporte de mercancías vigentes a día de hoy datan de principios de la década de los ochenta (Winston, 1983; Kanafani, 1983). La investigación propuesta en el presente trabajo se centra en el enfoque de la utilidad aleatoria (Manski, 1977) y en la aplicación de los modelos de elección discreta que comenzaron a desarrollarse a principios de la década de los setenta (McFadden, 1974; Domencich y McFadden, 1975; Lerman and Ben-Akiva, 1975). Más concretamente, el presente trabajo se inserta en la línea de investigación que se ha venido desarrollando en Europa a lo largo de los últimos años en torno a la modelización de la demanda de transporte de mercancías y los determinantes de la elección modal en los tráficos intra-europeos (Beuthe y Bouffieux, 2008; de Jong y Ben-Akiva, 2007; Tsamboulas et al., 2007; Blauwens et al., 2006; Marcucci y Scaccia, 2004; Kurri et al. 2000) como consecuencia del enorme desequilibrio que caracteriza el actual patrón modal europeo.

En efecto, a nivel nacional e intra-europeo la mayor parte de los tráficos de mercancías se transportan por carretera y a lo largo de los últimos años la cuota de dicho modo de transporte se ha visto incrementada, agudizando la polarización del patrón modal. Tanto por problemas de contaminación como por volúmenes excesivos de tráfico soportados, el reequilibrio del patrón modal nacional y la mejora de eficiencia del sistema de transporte adquieren un carácter crucial para sentar sobre unas bases adecuadas el crecimiento económico español.

Dada la evolución histórica de la distribución modal en España a lo largo de las últimas décadas, la compatibilidad de un mayor crecimiento económico con un desarrollo sostenible del sistema de transporte va a demandar un considerable esfuerzo inversor por parte de las autoridades responsables. En efecto, el “cambio de rumbo” señalado en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (Ministerio de Fomento, 2004) va a requerir tanto de medidas que incidan sobre las actuales infraestructuras de transporte como de nuevas actuaciones orientadas a mejorar las infraestructuras de los modos alternativos y a resolver sus

principales ineficiencias, permitiendo de esta forma que constituyan una auténtica competencia para la carretera y desarrollen, en el largo plazo, todo su potencial.

Sin embargo, la creciente necesidad de compatibilizar gasto en inversión y estabilidad presupuestaria obliga a los responsables de la política nacional de infraestructuras y transporte a llevar a cabo una evaluación de proyectos cada vez más rigurosa que permita maximizar la eficiencia de los recursos asignados. La capacidad para tomar decisiones eficientes dependerá no obstante del grado de conocimiento que sobre la demanda de transporte se tenga, así como de la precisión con la que se consigan cuantificar los beneficios y costes socioeconómicos asociados a las distintas actuaciones posibles (análisis coste-beneficio, ACB).

El relativo fracaso del transporte marítimo de corta distancia (TMCD) y la reciente iniciativa europea de creación de las denominadas “Autopistas del Mar” (AdM) constituye un claro ejemplo de la elevada influencia que el grado de conocimiento previo sobre la demanda de transporte – tanto sobre las variables que determinan la elección modal como sobre la manera en que dichas variables interactúan entre sí durante el proceso de toma de decisión – tiene sobre la eficiencia relativa de las actuaciones previstas. En efecto, a pesar de los esfuerzos realizados a nivel europeo para conseguir que el TMCD desarrolle todo su potencial, dicho modo no ha sido capaz, al no ajustarse a las exigencias de la demanda, de dar lugar al transvase modal necesario para la consecución, en 2010, del objetivo comunitario de reequilibrio del patrón modal. Con la creación de las AdM, la Unión Europea y sus Estados miembros esperarían resolver los desajustes entre oferta y demanda, poniendo a disposición de los usuarios servicios marítimos puerta a puerta competitivos con la alternativa terrestre en términos de coste y de tiempo de tránsito.

El presente trabajo se inserta en esta línea de investigación, pretendiendo contribuir, en la medida de lo posible, a la definición de una política de transporte de mercancías eficaz. La modelización de la elección modal entre el transporte de mercancías íntegro por carretera y el TMCD en el corredor de la autopista del mar de Europa occidental aquí propuesta proporcionará a los responsables de dichas políticas la herramienta necesaria para la identificación de los puntos críticos sobre los que deberían centrarse sus futuras actuaciones públicas y la

cuantificación de los potenciales trasvases modales derivados de la aplicación de unas u otras estrategias de promoción del TMCD en la fachada atlántica española. La aplicación propuesta permitirá así mismo obtener estimaciones de los valores subjetivos de los atributos de transporte –valor del tiempo, valor de la fiabilidad y valor de la frecuencia- en el transporte de mercancías, valores para los cuales apenas existe evidencia empírica a nivel nacional y cuya cuantificación constituye un parámetro clave del análisis coste beneficio llevado a cabo en la evaluación de proyectos de transporte.

2. PUNTOS CRÍTICOS DE LA MODELIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

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 (de Jong y Ben-akiva, 2007; Blauwens et al., 2006; Borra y Palma, 2003; Wynter, 1995). 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 (García y Feo, 2008; Bergantino y Bolis,

2008; Vellay y de Jong, 2003; Kawamura, 2000). En el presente trabajo se ha optado por un modelo desagregado de comportamiento. Dado que una de las principales motivaciones de la estimación del modelo de demanda de transporte aquí planteado es la de contribuir, mediante el análisis exhaustivo de los determinantes de la elección del modo de transporte, a la definición de una política de transporte que dé lugar al reequilibrio del patrón modal deseado, los modelos de comportamiento resultan especialmente interesantes, puesto que permiten incorporar las distintas especificidades logísticas asociadas a los tráficos objeto de estudio y enfatizar la competencia intermodal. Los modelos de inventario fueron descartados por ser el objetivo de la presente tesis la modelización exclusiva de la elección modal, quedando las decisiones de inventario tales como la frecuencia y el tamaño del envío fuera del ámbito de estudio.

Uno de los puntos críticos en relación a la modelización del transporte de mercancías es la identificación del agente decisor. En efecto, mientras que en el transporte de pasajeros la identificación del decisor suele ser directa (usuario del servicio de transporte y decisor suelen coincidir en la persona del viajero), el elevado número de agentes implicados en los envíos de bienes dificulta su identificación en el ámbito de las mercancías. En última instancia, la composición de la muestra objeto de estudio dependerá de la percepción que el equipo investigador tenga sobre quién es el decisor real del modo de transporte y del encaminamiento: la empresa productora, el destinatario, el transportista, el operador logístico, etc. En su revisión sobre el valor del tiempo en el transporte de mercancías, De Jong (2000) señala que, mientras que en lo relativo a la elección del modo de transporte la decisión suele recaer en la mayoría de los casos sobre la empresa remitente, en lo referente al encaminamiento las decisiones suelen ser tomadas por los operadores logísticos. Bergantino y Bolis (2004) abogan sin embargo por limitar la población objeto de estudio a la figura del operador logístico, puesto que, de acuerdo con la evidencia empírica obtenida al respecto en recientes estudios, más de la mitad de las decisiones relativas al transporte de mercancías recaen finalmente en el operador logístico, operador que “desde la perspectiva del remitente del envío asume el papel de transportista y desde el punto de vista del transportista asume el papel de empresa remitente” (UNESCAP, 2002). En la presente investigación se comparte, en relación a la gestión de tráficos

internacionales, la visión de Bergantino y Bolis. En efecto, dada la estructura productiva española –caracterizada por un claro predominio de la pequeña y mediana empresa que carece de un departamento de logística propio y opta por subcontratar la gestión de dichos servicios - no se puede considerar que la empresa media española disponga de información suficiente sobre la oferta de transporte internacional disponible, soliendo recaer las decisiones relativas al transporte sobre el operador logístico.

La elevada heterogeneidad que presentan los flujos de transporte sin duda constituye uno de los principales puntos críticos del análisis en el área de mercancías. Al igual que en el transporte de pasajeros, la segmentación de la muestra y/o la introducción de variables socioeconómicas interactuando con los atributos modales permite incorporar dicha heterogeneidad al modelo. Sin embargo, el elevado número de factores a tener en cuenta –distancia del envío, origen, destino, valor de la mercancía transportada, tipo de tráfico, modo de transporte, etc.- el menor tamaño relativo de la población objeto de estudio y la dificultad para obtener datos impide, en la mayoría de los casos, un análisis simultáneo de dichos factores.

La mayor parte de las aplicaciones segmentan la muestra en función del producto transportado: tipo de producto –producto acabado, materias primas, granel, etc.- y/o valor relativo de la mercancía. En su análisis sobre el valor del tiempo asociado al transporte por carretera en Holanda De Jong et al. (2004a) obtuvieron estimaciones del valor del tiempo en función de 5 segmentos: materias primas y productos semi-acabados de bajo valor, materias primas y productos semi-acabados de elevado valor, productos finales perecederos, productos finales no perecederos y contenedores, oscilando los valores obtenidos entre un mínimo de 3,49 € por hora y tonelada –materias primas y productos semi-acabados de bajo valor- y un máximo de 6,75€ por hora y tonelada en el caso de envíos de productos finales perecederos. De Jong et al. (2004b), segmentaron los flujos de transporte en Suecia y Noruega en función de 3 criterios: el tipo de tráfico (granel o mercancía general), el valor unitario (superior o inferior a los 25 SEK por kg.) y densidad del producto ($< 0,6$ kg./m³; entre 0,6 y 10 kg./m³ y superior a 1kg./m³).

A la vista de las crecientes especificidades logísticas que caracterizan el transporte de unos y otros sectores, muchos autores optan por circunscribir directamente su análisis a un determinado

producto o conjunto de productos. Así por ejemplo, Borra y Palma (2003), Zotti y Danielis (2004) y Marcucci y Scaccia (2004) optaron por centrar su análisis en torno al sector agroalimentario al de la maquinaria mecánica respectivamente.

A nivel nacional, García y Feo (2008), en su análisis sobre los determinantes de la elección modal entre transporte íntegro por carretera y TMCD en las exportaciones españolas con destino Europa abogaron por una segmentación en función del tamaño del envío: completo o consolidado. Si bien la muestra inicialmente obtenida proporcionaba información tanto sobre envíos completos como sobre envíos consolidados, los autores optaron finalmente por excluir de su análisis este último tipo de envíos. De acuerdo con la evidencia empírica obtenida, no podía considerarse que en la cadena intermodal marítima se estuviesen ofertando servicios competitivos para los envíos de reducido tamaño, siendo la carretera una alternativa dominante en muchas de las rutas consideradas. Regan y Garrido (2002) consideran igualmente que uno de los errores en los que se suele incurrir a la hora de modelizar la demanda de transporte de mercancías es el de suponer distintos tamaños de envíos como competitivos entre sí.

El valor del tiempo puede igualmente verse afectado por la distancia del envío, reduciéndose su valor relativo conforme aumenta la distancia del encaminamiento. En su análisis sobre los factores condicionantes del valor del tiempo en el transporte de mercancías por carretera en Suecia, Bergkvist (2001) obtuvo que el valor del tiempo asociado al transporte variaba considerablemente en función de la distancia, distinguiendo en su análisis dos tipos de envío: superior o inferior a las tres horas de tiempo de tránsito. Jiang y Calzada (1997) analizaron así mismo la influencia de la variable distancia sobre el valor del tiempo, obteniendo que para aquellos casos en los que la distancia se sitúa por encima de un determinado umbral incrementos adicionales en la distancia total del encaminamiento llevan aparejados reducciones en el valor del tiempo.

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/coste 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. Sobre este punto, merece la pena destacar el exhaustivo análisis de los atributos relevantes en el proceso de elección modal llevado a cabo por Cullinane y Toy (2000). De acuerdo con la metodología por ellos propuesta –*content analysis*–, el coste de transporte, la velocidad y la fiabilidad en los plazos de entrega se encontrarían a la cabeza del ranking conformado por los 15 atributos de transporte que la revisión de 75 artículos sobre elección modal les permitió identificar.

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. A diferencia de lo que ocurre en el transporte de pasajeros, donde la información sobre las tarifas aplicadas suele ser pública, en el transporte de mercancías los datos relativos al coste de transporte suelen ser confidenciales. Por ello al equipo investigador no siempre le será posible obtener información sobre determinadas variables, ya sea porque el entrevistado las considere como de interés estratégico o porque simplemente desconozca sus niveles. Una de las ventajas que presenta el uso de la técnica de preferencias declaradas es que permite obtener información sobre la valoración relativa de los distintos atributos de transporte por parte del decisor, independientemente de que el entrevistado proporcione o no datos sobre los valores absolutos de dichos atributos. Cuando la técnica empleada es la de preferencias reveladas no siempre resultará posible obtener información sobre los atributos de transporte por parte de todos los entrevistados. En dichos casos el investigador puede optar por una de las siguientes opciones: excluir de la muestra las observaciones incompletas, excluir del análisis los atributos sobre los cuales se carece de información suficiente o bien completar dicha información mediante su estimación. La primera opción tan sólo es viable cuando la muestra obtenida es suficientemente amplia y la proporción de observaciones incompletas débil. Ante la ausencia de información sobre los atributos de coste y de tiempo de tránsito, Jiang et al (1999) se decantaron por la segunda opción, restringiendo su análisis sobre los determinantes de la elección modal en Francia a las características de la demanda de transporte. Vellay y de Jong (2003) optaron sin embargo por estimar los costes de transporte y tiempos de tránsito no

proporcionados por los entrevistados en base a la fórmula proporcionada por el Instituto Nacional francés de Investigación sobre el Transporte y su Seguridad (INRETS).

3. MODELO TEÓRICO

En los modelos desagregados de comportamiento se está suponiendo que la regla de decisión que describe los mecanismos internos utilizados por el decisor para procesar la información disponible y realizar una elección es la maximización de la satisfacción esperada del uso de un determinado modo en una ruta dada. Sin embargo, dado que la utilidad no constituye una variable observable, será necesario aproximarla por el modo de transporte efectivamente elegido. De esta forma, si suponemos que un determinado decisor se enfrenta a un problema de elección entre dos alternativas, i y j , y que su comportamiento es racional –transitividad y consistencia de las preferencias –, la elección de la alternativa i implica que, dadas sus preferencias, sus características socio-económicas (vector S_n) y los atributos de las alternativas de transporte consideradas (vectores Z_{in} y Z_{jn}), la utilidad que le proporciona el uso del modo i es superior a la utilidad que le reportaría la elección de la alternativa j . Por tanto, 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 elección del modo i implicaría:

$$U_{in} > U_{jn} \rightarrow V(Z_{in}, S_n) > V(Z_{jn}, S_n) \rightarrow \beta'V_{in} > \beta'V_{jn} \quad (1)$$

donde $\beta = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k]$ es el vector de k parámetros desconocidos.

Sin embargo, las elecciones de los individuos no son siempre racionales, incumpléndose en ocasiones los supuestos de transitividad y consistencia anteriormente mencionados. En el caso de los modelos de elección discreta la herramienta analítica utilizada para la inclusión en el análisis de dichas inconsistencias es la teoría de la elección probabilística. En el enfoque de utilidad aleatoria, formalizado por Manski (1977), se parte del supuesto que los individuos siempre eligen aquella alternativa que maximiza su utilidad, debiéndose las inconsistencias observadas en las elecciones a deficiencias por parte del investigador. Algunas de las variables explicativas consideradas en la función de utilidad siguen por tanto un comportamiento aleatorio, por lo que la utilidad debe considerarse igualmente una variable aleatoria y el

problema de elección debe replantearse en términos probabilísticos. Retomando el problema de decisión binario anteriormente planteado, 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 .

$$P(i|C_n) = \Pr[U_{in} \geq U_{jn}] \quad (2)$$

La utilidad aleatoria de una determinada alternativa puede expresarse como la suma de dos tipos de componentes, un componente determinista (V_{in}) y un componente aleatorio (ε_{in}).

$$U_{in} = V(Z_{in}, S_n) + \varepsilon(Z_{in}, S_n) = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (3)$$

Pudiendo expresarse la probabilidad de elección de la alternativa i de la siguiente forma:

$$P(i|C_n) = \Pr[V_{in} + \varepsilon_{in} \geq V_{jn} + \varepsilon_{jn}] = \Pr[\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} \leq V_{in} - V_{jn}] = \Pr[\varepsilon_n \leq V_{in} - V_{jn}] \quad (4)$$

Dependiendo de los supuestos realizados sobre la distribución de los errores (ε_{in} y ε_{jn}), y por extensión, sobre la diferencia de dichos errores (ε_n), se obtendrá un determinado modelo de elección binaria u otro (probit, logit multinomial, logit jerárquico o logit mixto).

El modelo logit multinomial (MNL) es sin duda el más utilizado. Sin embargo, el supuesto de errores idéntica e independientemente distribuidos sobre el que se sustenta dicho modelo hace que presente ciertas limitaciones para capturar determinados patrones de comportamiento. En concreto, el MNL presenta las siguientes limitaciones:

- Variaciones aleatorias en el gusto: los modelos MNL nos permiten capturar, mediante la segmentación de mercado y/o la introducción de variables socioeconómicas interactuando con los atributos modales, variaciones sistemáticas en el gusto de los individuos, esto es, variaciones en su comportamiento directamente relacionables con características observables de la población objeto de estudio. La condición de errores idéntica e independientemente distribuidos impide sin embargo que dichos modelos recojan variaciones aleatorias en el gusto.

- Datos de panel: el MNL resulta igualmente poco adecuado para la modelización de datos de panel y de encuestas de preferencias declaradas en las que las respuestas proporcionadas por un mismo individuo a lo largo del tiempo se vean afectadas por factores no observados correlacionados a lo largo del tiempo.
- Patrones de sustitución proporcionales: *ceteris paribus*, incrementos en el nivel de servicio ofertado por una determinada alternativa llevan aparejados incrementos en su probabilidad de elección y por consiguiente, puesto que $\sum P_{ni} = 1$, reducciones en la probabilidad de elección de todas o parte de las restantes alternativas disponibles en el conjunto de elección. De qué forma y cuantía se reducen las probabilidades de elección de las restantes alternativas es lo que se denomina “patrón de sustitución”. Cada uno de los modelos de elección discreta disponibles lleva asociado un determinado patrón de sustitución entre sus alternativas. En el caso del MNL el patrón de sustitución viene dado por el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes (IIA, *independence from irrelevant alternatives*), que establece que el ratio entre las probabilidades de elección de dos alternativas es independiente del número de restantes alternativas que conformen el conjunto de elección y de la evolución de sus respectivos atributos.

$$\frac{P_{ni}}{P_{nj}} = \frac{e^{V_{ni}}}{e^{V_{nj}}} = e^{V_{ni} - V_{nj}} \quad (5)$$

El modelo logit mixto permite solventar las tres grandes del MNL arriba mencionadas. Bajo la denominación de Logit Mixto (LM), Logit Kernel (Walker y Ben-Akiva, 2002) o Logit Híbrido (Ben-Akiva y Bierlaire, 1999) se engloban todos aquellos modelos cuyas probabilidades de elección sean el resultado de integrar las funciones de probabilidad MNL sobre las funciones de densidad de los parámetros (Train, 2003):

$$P_{ni} = \int L_{ni}(\beta) f(\beta | \theta) d\beta \quad (6)$$

con $L_{ni}(\beta)$ la probabilidad MNL evaluada para el valor β de los parámetros y $f(\beta | \theta)$ la función de densidad de dichos parámetros, con θ los parámetros que describen dicha función.

$$L_{ni}(\beta) = \frac{e^{v_{ni}(\beta)}}{\sum_{j=1}^J e^{v_{nj}(\beta)}} \quad (7)$$

El modelo logit mixto puede especificarse de dos formas formalmente equivalentes pero que proporcionan diferentes interpretaciones: como componentes de error o como coeficientes aleatorios. La elección de una u otra especificación dependerá de cuál sea el aspecto sobre el cual el investigador desee hacer hincapié: los patrones de sustitución entre alternativas (componentes de error) o las variaciones en los gustos (coeficientes aleatorios).

Dado que los datos empleados en el marco de la presente investigación fueron obtenidos mediante la técnica de preferencias declaradas, en el presente trabajo se ha optado por un modelo logit mixto que considera los coeficientes variables entre individuos pero constantes para las elecciones vinculadas a una misma persona:

$$U_{nit} = \beta_n X_{nit} + \varepsilon_{nit} \quad (8)$$

Donde U_{nit} representa la utilidad que le reporta al individuo n la alternativa i en el momento t y ε_{nit} son errores Gumbel idéntica e independientemente distribuidas entre personas, alternativas y periodos. Si consideramos una secuencia de alternativas elegidas para cada periodo de tiempo, $i = \{i_1, i_2, \dots, i_T\}$, la probabilidad condicionada en β de que el individuo n opte por esta secuencia de elecciones es:

$$L_{ni}(\beta) = \prod_{t=1}^T \left[\frac{e^{\beta'_n X_{nit}}}{\sum_j e^{\beta'_n X_{njt}}} \right] \quad (9)$$

Siendo por tanto la única diferencia entre la probabilidad incondicional de un logit mixto con datos de corte transversal y la de un logit mixto con datos de panel que la integral en el segundo caso implica una multiplicación de fórmulas Logit -una para cada periodo de tiempo- en vez de una única fórmula.

$$P_{ni} = \int \left(\prod_{t=1}^T \left[\frac{e^{\beta'_n X_{nit}}}{\sum_j e^{\beta'_n X_{njt}}} \right] \right) f(\beta | \theta) d\beta \quad (10)$$

4. DATOS

Con el objetivo de construir una base de datos que permitiese la especificación y estimación del modelo de elección modal, se llevaron a cabo 45 entrevistas personales con operadores logísticos. Dichas entrevistas tuvieron lugar entre el 1 de julio y el 14 de septiembre de 2007 y se realizaron en 3 comunidades autónomas: Aragón, Madrid y País Vasco. Las entrevistas permitieron identificar 61 envíos entre España y el norte de Europa y obtener 1080 observaciones de preferencias declaradas. 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 (tamaño, localización, tipos y ámbitos de los servicios de transporte y logísticos ofertados, medios propios de transporte disponibles, etc.)- 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 el norte de Europa y recababa información sobre sus principales características (tipo de operación –exportación o importación-, tipo de envío –completo o consolidado-, principal mercancía transportada, localidad de carga/descarga en España, localidad de descarga/carga en destino, modo utilizado, tamaño del envío, tiempo de tránsito, coste, fiabilidad, etc.). Finalmente, en base a la información proporcionada sobre el envío característico en el bloque anterior se realizaba el juego o juegos de preferencias declaradas.

El juego de preferencias declaradas tiene en cuenta tres variables genéricas para ambas alternativas de transporte: tiempo de tránsito, coste de transporte y fiabilidad en los plazos de entrega. Así mismo, en el juego se incluye la variable frecuencia ofertada en la alternativa intermodal marítima (véase Tabla 1).

Tabla 1. Atributos y niveles considerados en los experimentos de PD

VARIABLE	ALTERNATIVA	UNIDAD	NIVELES EXPERIMENTO ENVÍOS DE RELATIVO ALTO VALOR	NIVELES EXPERIMENTO DE RELATIVO BAJO VALOR
----------	-------------	--------	---	--

TIEMPO DE TRÁNSITO	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
COSTE DE TRANSPORTE	Carretera	€/Envío	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Intermodal marítimo	€/Envío	1/ 90% del coste tpte. carretera 2/ 85% del coste tpte. carretera 3/ 75% del coste tpte. carretera	1/ 95% del coste tpte. carretera 2/ 90% del coste tpte. carretera 3/ 80% del coste tpte. carretera
FIABILIDAD	Carretera	%	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Intermodal marítimo	%	1/ Nivel carretera -2% 2/ Nivel carretera -5%	1/ Nivel carretera -2% 2/ Nivel carretera -5%
FRECUENCIA	Intermodal marítimo	Nº salidas semanales	1/ 2 salidas semanales 2/ 6 salidas semanales	1/ 2 salidas semanales 2/ 6 salidas semanales

De acuerdo con el diseño planteado, 2 variables a 3 niveles (coste y tiempo de tránsito) y 2 variables a 2 niveles (frecuencia y fiabilidad), 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, *master plan 3*, columnas 1, 2, 7, y 8; Louviere et al. 2000 para más detalle). 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. La información relativa a la oferta actual de servicios de transporte por carretera entre España y los países situados en el hinterland o área de influencia de la AdM objeto de estudio –Polonia, Noruega, Suecia, Dinamarca, Lituania, Letonia, Estonia y Alemania- se obtuvo mediante trabajo de campo telefónico con 40 empresas de transporte internacional por carretera. El cuestionario realizado a los transportistas permitió obtener información referente a las características de la empresa y de los envíos (consolidación, control de temperatura, retorno del envío, número de conductores, etc.) y datos sobre el coste y el tiempo de tránsito de los servicios con los destinos considerados.

El análisis de la oferta actual de servicios de transporte marítimo entre las áreas objeto de estudio se realizó en base a la información proporcionada por la base de datos *LinePort*. Dicha base de datos, desarrollada por la Fundación Valenciaport, recoge información, desde enero de 2004, sobre la oferta de servicios de TMCD existentes desde los principales puertos españoles, sobre las características de las líneas (tipo de tráfico –Ro-Ro, Ro-Pax, Lo-Lo, porta vehículos, graneles- tipo de servicio –directo o mediante trasbordo- rotación, frecuencia, número de

buques incorporados al servicio, tiempo de tránsito) y sobre las características de los buques empleados (arqueo bruto, velocidad, año de construcción, capacidad máxima de carga en contenedores, plataformas, vehículos o metros lineales). Los resultados obtenidos muestran que la oferta de servicios marítimos entre la fachada atlántica española y los países objeto de estudio es muy limitada, puesto que sólo existen tres servicios que unan de forma directa un puerto del atlántico español con puertos de dicha área. De las tres líneas regulares identificadas, dos están destinadas al tráfico de contenedores y una al tráfico rodado. Además, cabe señalar que, pese a la importancia creciente de los flujos comerciales entre España y Polonia desde su adhesión, los servicios marítimos directos identificados tan sólo permiten conectar el norte peninsular español con los países escandinavos, no habiéndose podido identificar ninguna conexión marítima directa entre los puertos de la fachada atlántica española y los puertos polacos o bálticos. Cabe destacar igualmente la concentración de los servicios de TMCD analizados en el puerto de Bilbao, puesto que los tres servicios identificados incluyen el puerto vasco en su rotación y tan sólo uno de ellos incluye un segundo puerto español, Gijón.

El análisis de las características actuales del transporte por carretera y del TMCD 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 por el equipo de investigación sobre el sector del transporte de mercancías intra-europeo y el proceso de decisión modal a lo largo de sesiones de trabajo con un grupo focal de informantes cualificados y trabajos de campo anteriores.

En la ilustración 1 se muestran las características medias de los envíos identificados durante el trabajo de campo y de los servicios de transporte por carretera actualmente empleados.

El gráfico 1 muestra la importancia media –con 1 muy baja, 2 baja, 3 media, 4 alta y 5 muy alta- que otorgan los operadores logísticos entrevistados a los distintos atributos del servicio de transporte en el proceso de elección modal: coste de transporte, tiempo de tránsito, frecuencia, fiabilidad en los plazos de entrega, fiabilidad en las condiciones de entrega, sencillez del

proceso documental y administrativo asociado al envío, flexibilidad del servicio de transporte y minimización de las rupturas de carga.

Ilustración 1. Características medias de los envíos identificados

CARACTERÍSTICAS MEDIAS DE LOS ENVÍOS IDENTIFICADOS			
<u>FLUJO DE COMERCIO</u>			<u>FRECUENCIA</u>
■ Cuota exportación:	54%		■ N° medio de envíos semanales:
■ Cuota importación:	46%		3
<u>INCOTERM</u>			<u>DISTANCIA</u>
■ Grupo E:	26%		■ Distancia por carretera, km:
■ Grupo F:	13%		2200
■ Grupo C:	11%		<u>PATRÓN MODAL</u>
■ Grupo D:	49%		■ Cuota carretera:
			96%
			■ Cuota marítimo:
			3%
<u>VALOR DE LA MERCANCÍA</u>			<u>PATRÓN MODAL</u>
■ Índice de valor unitario, €/kg.	52		■ Coste carretera, €/envío:
:			1567
			■ Coste carretera, €/ envío y Km:
			0,73
<u>TIPO DE ENVÍO</u>			■ Tiempo de tránsito, días:
■ Cuota completos:	48%		3,5
■ Cuota consolidados:	52%		■ Velocidad, Km/hora:
			27
■ Tamaño medio completo (Tn):	23		■ % envíos que sufren retrasos:
■ Tamaño medio consolidado (Tn):	8		4%
			■ Magnitud de los retrasos, horas:
			18

De acuerdo con los resultados obtenidos, el criterio más relevante a la hora de decidir el modo de transporte en los envíos con destino Europa del Norte es, con una puntuación media de 4,4 sobre 5, la fiabilidad en los plazos de entrega. La fiabilidad en las condiciones de entrega (ausencia de pérdidas y roturas), el coste de transporte, el tiempo de tránsito y la frecuencia constituyen igualmente importantes condicionantes de la elección modal, siendo la importancia media concedida por los entrevistados a dichos atributos “alta”. La sencillez del proceso documental y administrativo asociado al envío, si bien se considera tiene cierta influencia sobre la elección modal, se le concede una importancia baja.

Las percepciones sobre la calidad de los actuales servicios de transporte por carretera y marítimos se comparan en el Gráfico 2. En relación con el TMCD, resalta la mala percepción que los operadores logísticos entrevistados tienen sobre la calidad de los servicios actualmente ofertados entre el norte de España y el norte de Europa: tan sólo para tres de los ocho atributos analizados la valoración media obtenida supera los tres puntos. Los resultados muestran que el aspecto mejor valorado es el coste de transporte mientras que el peor valorado es el proceso documental asociado al envío. Tal y como se puede apreciar en el gráfico, los operadores logísticos entrevistados consideran que la carretera ofrece mejores niveles de servicio para

todos los atributos de transporte salvo en lo referente al coste de transporte, aspecto para el cual consideran que la calidad del servicio ofertado es superior en el TMCD que en el transporte por carretera. Finalmente, señalar que la mayor diferencia en la valoración de la calidad ofertada por uno y otro modo se produce en la “sencillez del proceso documental y administrativo” puesto que, mientras que en el caso de la carretera dicho aspecto se considera entre regular y bueno, en el caso del marítimo los entrevistados calificaron el proceso documental y administrativo asociado de “malo”. La percepción entre la calidad ofertada por la carretera y por el TMCD en términos de frecuencia y en términos de tiempo de tránsito difieren también sustancialmente: los niveles de frecuencia y de tiempo de tránsito ofertados por la carretera son considerados como “regulares/buenos” mientras que los niveles de del marítimo se califican entre “malos” y “regulares”. Estos resultados concuerdan con las grandes líneas de actuación en materia de SSS y AdM emprendidas por los responsables europeos en relación a los trámites documentales y administrativos asociados al SSS (Guide to Customs Procedures for Short Sea Shipping y creación de la figura del Servicio Regular Autorizado) y a las AdM (establecimiento de unos elevados niveles de frecuencia y de unos reducidos tiempos de tránsito como elementos diferenciadores de las AdM respecto de los tradicionales servicios de SSS).

Gráfico 1. Valoración general de los atributos de transporte en la elección modal

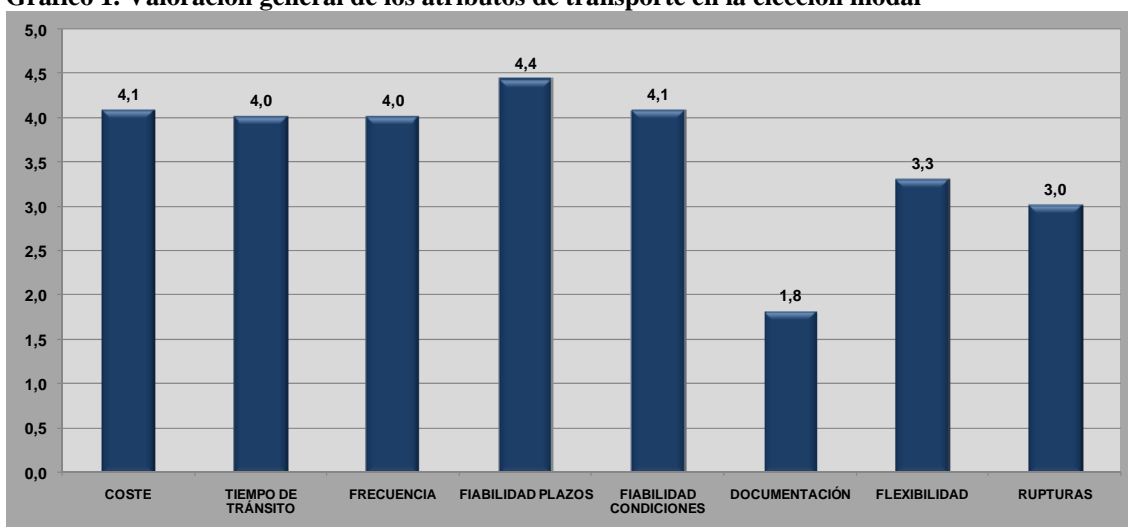
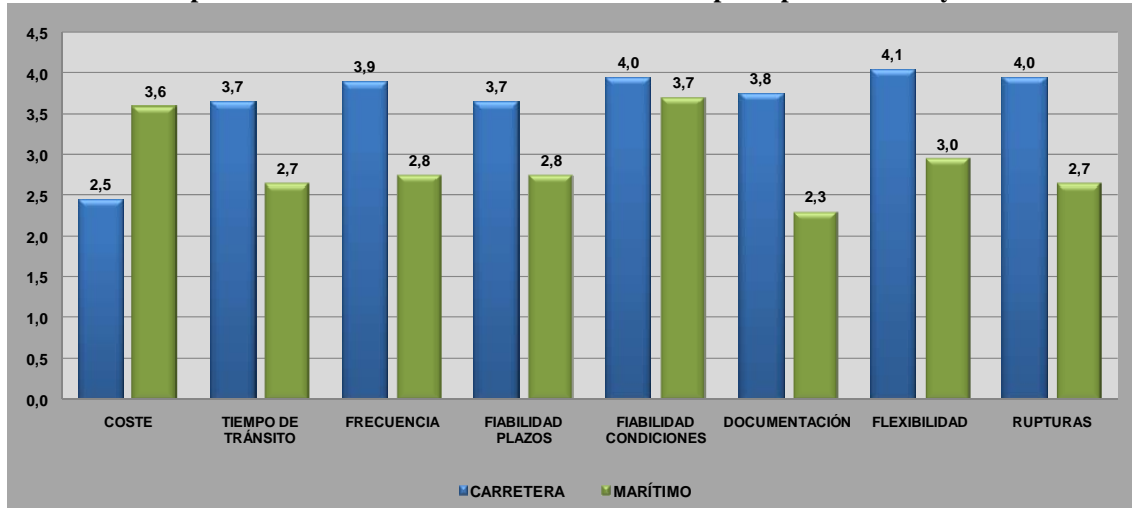


Gráfico 2. Percepción sobre la calidad de los servicios de transporte por carretera y TMCD



5. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Para la estimación de los modelos se utilizó la versión 1.7. del software BIOGEME Bierlaire's Optimization Toolbox for General Extreme Value Model Estimation (Bierlaire 2003 y 2008). Dicha aplicación ha sido expresamente diseñada para la estimación mediante el método de máxima verosimilitud.

Partiendo de un modelo sencillo en el que solo se consideraban las variables definidas en el juego de preferencias declaradas, se probaron otras especificaciones que incluían variables características del tipo de empresa o del tipo de envío realizado. El mejor modelo encontrado presenta la siguiente especificación:

$$\begin{aligned}
 U_{nc} &= (\beta_1 + \beta_2 \text{MAR}) \text{COST}_c + (\beta_3 + \beta_4 \text{MAR}) \text{TIME}_c + (\beta_5 + \beta_6 \text{RETIME}) \text{FIAB}_c + \beta_7 \text{TAM_M3} + \beta_8 \text{INTERM} + \mu_n + \varepsilon_{nc} \\
 U_{nm} &= (\beta_1 + \beta_2 \text{MAR}) \text{COST}_m + (\beta_3 + \beta_4 \text{MAR}) \text{TIME}_m + (\beta_5 + \beta_6 \text{RETIME}) \text{FIAB}_m + (\beta_9 + \beta_{10} \text{MAR}) \text{FREC}_m + \varepsilon_{nm}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Donde ε_{ni} es el componente aleatorio Gumbel idéntica e independientemente distribuido y μ_n es un vector de errores aleatorios con media cero y desviación estándar σ que permite captar la correlación entre las elecciones de un mismo individuo.

Dado que los datos empleados en la presente aplicación fueron obtenidos mediante la técnica de preferencias declaradas, se optó por la utilización de una especificación del modelo logit mixto como componentes de error. La elevada significatividad de la variable σ confirma la mayor adecuación del modelo de componentes de error sobre el multinomial.

En la tabla siguiente se muestran las variables explicativas incorporadas en la especificación y su signo esperado.

Tabla 2. Variables explicativas consideradas en la aplicación atlántica

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	SIGNO ESPERADO
Coste de transporte (COST _i)	Coste total de transporte, en euros por envío	Continua	-
Tiempo de tránsito (TIME _i)	Tiempo de tránsito total, en horas	Continua	-
Fiabilidad (FIAB _i)	Porcentaje de envíos que cumplen las condiciones de entrega inicialmente previstas	Porcentaje	+
Frecuencia Marítimo (FREC _i)	Frecuencia ofertada en la cadena intermodal marítima, nº de salidas semanales ofertadas	Entero, 2 o 6	+
MAR (MAR)	Variable que indica si el operador logístico recurrió con anterioridad al TMCD para el transporte de los productos analizados en la ruta de referencia	MAR = 1 si anteriormente utilizó el TMCD	¿?
Restricción Tiempo (RESTIME)	Variable que indica si existe alguna restricción explícita por parte del cliente sobre el tiempo de tránsito máximo del envío	RESTIME = 1 si que existe restricción explícita	¿?
Tamaño del envío (TAM_M3)	Variable que recoge el tamaño medio del envío, en metros cúbicos	Continua	+
Intermodalidad (INTERM)	Variable ficticia que indica si el operador logístico consultado ofrece la gestión de servicios de transporte intermodales	1 = operador multimodal	¿?

Los resultados obtenidos en la estimación del modelo considerado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 3. Resultados de la estimación aplicación atlántica

VARIABLE	VALOR	T-TEST
Coste de transporte	-0,006	-3,39
Tiempo de tránsito	-0,069	-9,80
Fiabilidad	-0,0258	-0,33
Fiabilidad x RESTIME	+0,351	+2,77
Frecuencia marítimo	+0,254	+4,79
Mar x Coste de transporte	-0,006	-5,10
Mar x Tiempo de tránsito	+0,0234	+3,03
Mar x Frecuencia marítimo	+0,481	+4,66
Intermodalidad	-1,37	-3,85
Tamaño del envío en m ³	+0,024	+3,29

Sigma	+0,973	+5,39
N.Obs = 1080	Rho ² = 0,53	
Log.L = -349,193	Rho ² ajustado= 0,52	
L. Ratio test = 798,811	Extracciones = 1000	

La existencia de variaciones sistemáticas en el gusto de los individuos se analizó mediante la especificación de las variables socioeconómicas indicativas del tipo de servicios de transporte gestionados por el operador logístico –variable *mar*- y del tipo de envío –sujeto o no sujeto a restricciones sobre el tiempo de tránsito máximo del envío- interactuando con las variables modales. De todas las interacciones analizadas, resultaron significativas las interacciones entre la variable *mar* y los atributos modales coste, tiempo y frecuencia y la interacción entre la variable *restricción tiempo* y fiabilidad.

Así mismo, con el fin de capturar posibles variaciones aleatorias en el gusto se especifico un modelo logit mixto análogo al aquí detallado pero en el que los coeficientes de los atributos modales fueron introducidos como coeficientes aleatorios con función de densidad normal. Las desviaciones estándar obtenidas para dichos coeficientes resultaron no significativas en todos los casos, por lo que en el marco de la presente aplicación puede considerarse que las valoraciones relativas de los distintos atributos de transporte realizada por los integrantes de la muestra son homogéneas.

Los atributos del modo, coste de transporte, tiempo de tránsito y frecuencia del modo marítimo son significativos y presentan el signo esperado: negativo en el caso del coste y del tiempo de tránsito y positivo en el caso de la frecuencia ofertada en el modo marítimo.

Los coeficientes de los atributos modales se han introducido en el modelo como coeficientes genéricos, es decir, se supone que la valoración relativa del decisor de los distintos atributos modales es independiente de la alternativa considerada y por tanto $\beta_{car} = \beta_{mar}$. En efecto, al contrario que en el transporte de pasajeros, donde es posible que la valoración relativa del tiempo de tránsito varíe en función del modo considerado, en el transporte de mercancías no existe, a priori, ningún motivo que nos lleve a pensar que la valoración relativa de dicho atributo no sea independiente de la alternativa considerada. Con el fin de poder contrastar la validez

estadística de dicha restricción se ha realizado el test de la razón de verosimilitud. Bajo la hipótesis nula de que el modelo restringido -modelo en el que los coeficientes de los atributos son genéricos- es una especificación correcta, el estadístico $-2(L(\beta_R)-L(\beta_{SR}))$ sigue una distribución χ^2 con k grados de libertad. Donde $L(\beta_R)$ y $L(\beta_{SR})$ denotan respectivamente la log-verosimilitud en convergencia del modelo restringido y del modelo sin restringir y k el número de restricciones lineales. Dado que para la muestra y especificación empleadas el valor de dicho estadístico, 1,45¹, es inferior al valor de $\chi^2_{(95,2)}$, no podemos rechazar la hipótesis nula y debemos por tanto concluir que los coeficientes del coste de transporte y del tiempo de tránsito son genéricos para ambos modos.

En términos de fiabilidad, tan sólo el coeficiente de la interacción resultó significativo. Por tanto, de acuerdo con los resultados proporcionados por el modelo estimado, la fiabilidad tan sólo constituiría un factor determinante de la elección modal en los envíos sujetos a restricciones explícitas sobre el plazo de entrega máximo asumible por parte del cliente.

Si bien la significatividad del coeficiente de la variable *restricción tiempo x fiabilidad* y el signo positivo obtenido cuadran con lo esperado (Patterson et al., 2007) –esto es, que en aquellos casos en los que existe un imperativo en el plazo de entrega, el peso concedido a la variable fiabilidad se incrementa respecto del otorgado en la elección modal de los encaminamientos no sujetos a restricciones de tiempo- la no significatividad del coeficiente de la fiabilidad no se ajusta a la evidencia disponible al respecto. Desde un punto de vista empírico resulta bastante improbable que la fiabilidad en términos de plazos y condiciones de entrega no constituya un factor determinante de la elección modal. Al contrario, las estimaciones obtenidas al respecto (Kurri et al. 2000, Bergantino y Bolis 2008, Brooks y Trifts 2008) y el análisis descriptivo de los resultados del trabajo de campo realizado (véase Gráfico 1), muestran que la fiabilidad constituye un factor muy relevante de la elección modal, siendo en algunas ocasiones la importancia atribuida a este factor incluso superior a la concedida al tiempo de tránsito (Bergantino y Bolis, 2004). Uno de los posibles factores explicativos de la no significatividad

¹ $-2(L(\beta_R)-L(\beta_{SR})) = -2(-349,193 + 348,468) = 1,45 < \chi^2_{(95,2)} = 5,99$

de dicha variable podría ser la inadecuada definición de sus niveles en el ejercicio de preferencias declaradas. Desde esta perspectiva, el porcentaje de envíos que no cumplen las condiciones de entrega inicialmente previstas se situaría, incluso tras el incremento de 5 puntos porcentuales respecto de la situación actual, por debajo del nivel máximo asumible por el decisor². Este resultado estaría en línea con el obtenido por Marcucci y Scaccia (2004) en relación con la imposición de *cutoffs* en los niveles de los atributos durante el proceso de decisión: siempre y cuando los niveles de estos atributos se sitúen dentro los límites máximos asumibles por parte del agente decisor (*cutoffs*), su papel en la elección modal será insignificante.

A raíz de los resultados obtenidos podríamos concluir que mientras que en el caso de los envíos sujetos a restricciones de tiempo los niveles de retrasos máximos asumibles por el decisor se situarían por debajo del nivel de fiabilidad actualmente ofertado por el transporte por carretera minorado en 5 puntos porcentuales, en el caso de los envíos *estándares* el *cutoff* en el nivel de la fiabilidad se encontraría por encima de dicho nivel.

De las interacciones entre la variable ficticia *mar* y los atributos modales, tan sólo la correspondiente a la fiabilidad no resultó significativa, siendo las restantes interacciones analizadas -coste, tiempo de tránsito y frecuencia del modo marítimo- determinantes de la elección modal. Los signos obtenidos indican que los operadores que han recurrido con anterioridad al transporte marítimo de corta distancia para el transporte de los productos analizados en la ruta de referencia, conceden más peso en el proceso de elección modal a los atributos coste de transporte -signo negativo- y frecuencia del servicio marítimo -signo positivo-, y menos al tiempo de tránsito -signo positivo-. El resultado obtenido muestra por tanto que la manera en la que los operadores logísticos ponderan unos y otros atributos en el proceso de elección modal se ve afectado por su conocimiento previo sobre la oferta de transporte intermodal, acrecentándose en los casos en los que el operador logístico dispone de experiencias marítimas previas la importancia concedida al atributo en el que la alternativa intermodal

² Lo cual a su vez es indicativo del buen nivel de servicio en términos de fiabilidad ofertado actualmente por la alternativa de transporte íntegro por carretera.

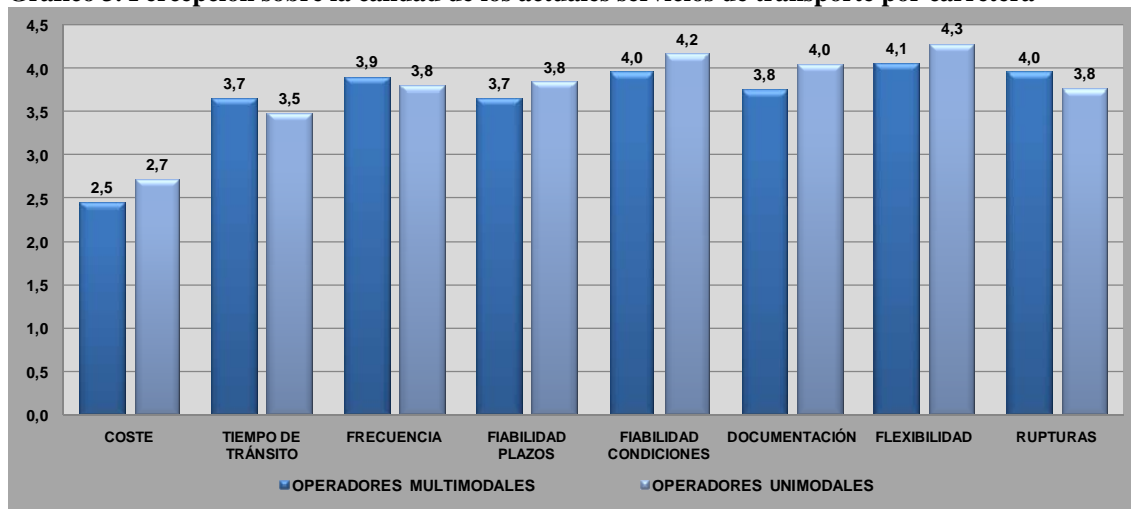
dispone de una ventaja comparativa respecto de la carretera –el coste-, y reduciéndose la otorgada al atributo para el cual es la alternativa de transporte puro por carretera la que dispone de una ventaja comparativa –el tiempo de tránsito-. El incremento de la importancia concedida a la frecuencia del modo marítimo confirma el papel crucial que dicho atributo juega en la competitividad relativa de los modos alternativos a la carretera (Chiara et al., 2008) y ratifica lo acertado de la inclusión, entre los criterios de calidad de servicio que caracterizarán las futuras autopistas del mar, de elevados niveles de frecuencia. En efecto, entre los criterios de calidad enumerados por la Comisión Europea en su Vademécum sobre AdM (Comisión Europea, 2005) se encuentra el de un elevado nivel de frecuencia. Más concretamente, entre los criterios de calidad del proyecto establecidos por los gobiernos español y francés en su convocatoria de concurso público para la selección de proyectos relativos al establecimiento y explotación de una o varias Autopistas del Mar entre España y Francia en la Fachada Atlántica-la Mancha-Mar del Norte de abril de 2007 (Comisión Intergubernamental Hispano-Francesa, 2007), se especifica el de una frecuencia mínima de servicio de 4 salidas por semana y por sentido durante los dos primeros años de explotación y de 7 salidas por semana y por sentido a partir de entonces.

El signo negativo obtenido para la variable *intermodalidad* concuerda con lo esperado: los operadores logísticos *intermodales* presentan una mayor probabilidad de elegir TMCD que los operadores “unimodales-carretera”. Sobre este punto, merece la pena señalar la mejor percepción que sobre la calidad ofertada por los actuales servicios de transporte por carretera tienen los operadores unimodales respecto de los multimodales (véase gráfico 3).

A la vista de los resultados obtenidos en relación a las variables *mar* e *intermodalidad*, podemos concluir que las políticas de promoción del TMCD y de las AdM adquieren una importancia crucial en el reequilibrio del patrón modal europeo. En efecto, los resultados obtenidos indican que la imagen de modo anticuado y poco adaptado a las necesidades de la demanda de transporte que rodea al transporte marítimo no siempre está fundada. La puesta en marcha de políticas de promoción tales como la creación de los Centros de Promoción del Transporte

Marítimo de Corta Distancia³ o la *Escola Europea de Short Sea Shipping*⁴ debería contribuir a incrementar el conocimiento real de los operadores de transporte sobre el TMCD y con ello las probabilidades de elección del transporte intermodal marítimo en los envíos intra-europeos.

Gráfico 3. Percepción sobre la calidad de los actuales servicios de transporte por carretera



El coeficiente del tamaño medio del envío, expresado en metros cúbicos, es significativo y tiene signo positivo. Cabe señalar que, si bien disponíamos igualmente de información sobre el tamaño del envío en toneladas, el coeficiente de dicha variable no resultó significativo. Este resultado confirma la mayor competitividad relativa del transporte íntegro por carretera en términos de capacidad de carga –en concreto, en términos de volumen transportado⁵- y ratifica lo oportuno de la propuesta de creación por parte de la Comisión Europea de la Unidad de Carga Intermodal (EILU), unidad de carga utilizable tanto por el modo terrestre como por el TMCD y cuya capacidad de carga es equivalente a la del modo terrestre. Jiang y Calzada (1997) obtienen un resultado similar en su análisis sobre los determinantes de la elección modal entre transporte íntegro por carretera y ferrocarril en Francia. De acuerdo con sus estimaciones,

³ Los centros de promoción del TMCD son centros de promoción específicos creados a instancias de la Comisión Europea en los diferentes Estados miembros para facilitar el desarrollo del TMCD y cuyo objetivo es cambiar la imagen negativa de este modo y sustituirla por la de un modo competitivo y eficiente.

⁴ La Escola Europea del SSS es una institución de ámbito europeo dedicada a dar a conocer entre los operadores, los responsables de las cadenas logísticas europeas y los estudiantes, las ventajas del TMCD mediante cursos organizados a bordo de los servicios de línea regular de TMCD entre Barcelona e Italia.

⁵ La restricción de capacidad en el transporte marítimo viene dada en términos de volumen, puesto que mientras que la caja móvil de un camión de transporte internacional tiene una capacidad de carga de 83 metros cúbicos y 25 toneladas, la capacidad de carga del contenedor de 40 pies es de 63 metros cúbicos y 25 toneladas.

en los envíos de menos de 40 toneladas incrementos en el tamaño del envío llevan aparejados incrementos en la probabilidad de elegir la carretera, mientras que en los envíos superiores a las 40 toneladas la probabilidad de elegir dicho modo disminuye a medida que aumenta el tamaño del envío.

El modelo especificado nos ha permitido obtener valores subjetivos de los atributos modales, valores sobre los cuales se dispone de muy poca evidencia empírica en España. El valor del tiempo obtenido es de 11,28 euros por hora y envío, siendo el valor concedido al tiempo de tránsito en los encaminamientos en los que el operador logístico recurrió con anterioridad al modo intermodal marítimo para el transporte de los productos analizados en la ruta de referencia muy inferior -3,65 euros por hora y envío- debido a la menor valoración relativo de dicho atributo por parte de los operadores logísticos. Los valores aquí obtenidos están en línea con los hallados por Fridstrom y Madslie (1995) y por Kurri et al. (2000) en sus modelizaciones de la elección modal en Noruega y Finlandia respectivamente.

En la presente aplicación tan sólo contamos con una estimación del valor de la fiabilidad para los envíos sujetos a restricciones en el tiempo de tránsito puesto que el coeficiente del atributo fiabilidad resultó no significativo. El elevado valor subjetivo obtenido para dicho atributo -57 euros por reducir los retrasos en un 1% respecto del nivel actualmente ofertado por la carretera- confirma el papel determinante de dicha variable en los envíos sujetos a exigencias firmes respecto del plazo de entrega.

Con respecto a la frecuencia, los resultados obtenidos indican que los operadores logísticos entrevistados estarían dispuestos a pagar 41 euros por término medio y hasta 59 euros en el caso de los operadores familiarizados con el uso del transporte marítimo de corta distancia en las rutas objeto de análisis.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado la viabilidad de una cadena logística marítima en el corredor de la Autopista del Mar de Europa Occidental. 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 los envíos no sujetos a restricciones explícitas sobre el plazo de entrega máximo. 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 del conocimiento previo del operador logístico sobre la actual oferta de TMCD mediante la especificación de la variable *mar* interactuando con los atributos coste, tiempo y frecuencia. Esta especificación permite constatar la distinta valoración de los atributos de transporte de los operadores logísticos multimodales respecto de los unimodales-carretera y ratifica la importancia de las políticas de promoción del TMCD como medio para superar el elevado coste de entrada que presenta el modo marítimo.

BIBLIOGRAFÍA

Ben-Akiva, M. y Bierlaire, M. (1999). Discrete choice methods and their application to short term travel decisions. En Hall, R. (ed.), *Handbook of Transportation Science*. International Series in Operations Research and Management Science, Vol. 23. Kluwer.

Bergantino, A. y Bolis, S. (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.

Bergantino, A y Bolis, S. (2008). Monetary value of transport service attributes: land versus maritime ro-ro transport. An application using adaptive stated preferences. *Maritime Policy and Management* 35(2), 159-174.

Bergkvist, E. (2001). The value of time and forecasting of flows in freight transportation. *41st ERSA Congress, Zagreb, 29 agosto – 1 septiembre*, Disponible en <http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa01/papers/full/271.pdf>

Beuthe, M. y Bouffloux, Ch. (2008). Analysing qualitative attributes of freight transport from stated orders of preference experiment. *Journal of Transport Economics and Policy* 42, 105-128.

Bierlaire, M. (2003). BIOGEME. A free package for the estimation of discrete choice models. *Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference*, Ascona, Suiza.

Bierlaire, M. (2008). An introduction to BIOGEME Version 1.7. Disponible en <http://transport2.epfl.ch/biogeme/doc/tutorialv17.pdf>

Blauwens, G., Vandaele, N., Van de Voorde, E., Vernimmen, B. y Witlox, F. (2006). Towards a modal shift in freight transport? A business logistics analysis of some policy measures. *Transport Reviews* 26(2), 239–251.

Borra, C., Palma, L. (2003). Estimating the demand for freight transport the private versus public trade-off andalusian food industry. *VI Encuentro de Economía Aplicada*, Granada, España, 5-7 de junio.

Brooks, M.R. y Trifts, V. (2008). Short sea shipping in North America: understanding the requirements of Atlantic Canadian shippers. *Maritime Policy and Management* 35(2), 145-158.

Comisión Europea (2005). Motorways of the sea art. 12a of the TEN-T guidelines: a vademecum issued in conjunction with the call for proposals TEN-T 2005. Disponible en http://ec.europa.eu/transport/intermodality/motorways_sea/doc/2005_03_21_projecs_call2005_en.pdf

Comisión Intergubernamental Hispano-Francesa CIG (2007). Autopista/s del mar entre España y Francia en la fachada Atlántico-Mancha-Mar del Norte. Bases reguladoras. Disponible en <http://www.puertos.es/export/download/puertos/1176722550259.pdf>.

Cullinane, K. y Toy, N. (2000). Identifying influential attributes in freight route/mode choice decisions: a content analysis. *Transportation Research Part E* 36(1), 41-53.

Chiara, B.D., Deflorio, F.P. y Spione, D. (2008). The rolling road between the Italian and French Alps: modeling the modal split. *Transportation Research Part E* 44, 1162-1174.

De Jong, G. (2000). Value of freight travel-time savings. En Hensher, D. y Button, K. (eds.), *Handbook of Transport Modelling*, Elsevier Ltd., Oxford, 553-563.

de Jong, G., Bakker, S. y Pieters, M. (2004a). Main survey into the value of time in freight transport by road. Disponible en http://www.rand.org/pubs/technical_reports/2005/RAND_TR110.pdf

de Jong, G., Ben-Akiva, M., Bexelius, S., Rahman, A., Van de Voort, M., Florian, M., Baker, M., Gibbs, P., Hester, U., Lingbrant, L. y Lunqvist, C. (2004b). The specification of logistics in the Norwegian and Swedish national freight model systems. TR-225-SIKA Project 04074. Disponible en http://www.sika-institute.se/Doclib/2006/pm_0411.pdf, 68-69.

de Jong, G. y Ben-Akiva, M. (2007). A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice. *Transportation Research B* 41, 950-965.

Domencich, T.A. y McFadden, D. (1975). *Urban Travel Demand. A Behavioral Analysis*. North Holland, Amsterdam.

Fridstrom, L. y Madslie, A. (1995) A stated preference analysis of wholesalers' freight choice. TOI Report 299/1995

García, L. y Feo, M. (2008). European common transport policy and short-sea shipping: empirical evidence based on modal choice models. *Transport Reviews*. Aceptado el 21/07/2008 y pendiente de publicación.

Jiang, F. y Calzada, C. (1997). Modeling the influences of the characteristics of freight transport on the value of time and the mode choice. *Proceedings of the 25th European Transport Forum*, Seminar E, 113-124.

Jiang, F., Johnson, P. y Calzada, C., (1999). Freight demand characteristics and mode choice: an analysis of the results of modeling with disaggregate revealed preference data. *Journal of Transportation and Statistics* 2, 150-158.

Kanafani, A. (1983). *Transportation Demand Analysis*. Mc Graw-Hill Book.Co, New York.

Kawamura, K. (2000). Perceived value of time for truck operators. Transportation Research Board 79th annual meeting, Washington, Estados Unidos.

Kurri, J., Sirkia, A. y Mikola, J. (2000). Value of time in freight transport in Finland. *Transportation Research Record* 1725, 26–30.

Lerman, S. y Ben-Akiva, M. (1975). A Disaggregate behavioral model of automobile ownership. *Transportation Research Record* 569, 43-51.

Manski, C. (1977). The structure of random utility models. *Theory and Decision* 8, 229-254.

Marcucci, E. y Scaccia, L. (2004). Mode choice models with attribute cutoffs analysis: the case of freight transport in the Marche región. *European Transport* 25/26, 21–32.

McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics* 3, 303-328.

Ministerio de Fomento (2004). Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020. Disponible en <http://peit.cedex.es/>

Patterson, Z., Ewing, G.O. y Haider, M. (2007). Mode and carrier choice in the Quebec city - Windsor corridor: a random parameters approach. *The 6th Triennial Symposium on Transportation Analysis (TRISTAN VI)*, 10-15 de junio.

Regan, A.C. y Garrido, R. (2002). Modelling freight demand and shipper behavior: state of the art, futures directions. En D. Hensher (ed.), *Travel Behaviour Research: the Leading Edge*, Pergamon Press, Oxford.

Tsamboulas, D., Vrenken, H. y Lekka, A.M. (2007). Assessment of a transport policy potential for intermodal mode shift on a European scale. *Transportation Research A* 41, 715-733.

Train, K. (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, Cambridge.

UNESCAP Secretariat, (2000). Report on Major Issues in Transport, Communications, Tourism and Infrastructure Development. *Developments in Multimodal Transport and Logistics*, Bangkok, Tailandia.

Vellay, C. y de Jong, G. (2003). *Analyse Conjointe SP/RP du Choix du Mode de Transport de Marchandises dans la Région Nord-Pas de Calais*. Rand (Ed.), Santa Monica, Estados Unidos.

Walker, J. y Ben-Akiva, M. (2002). Generalised random utility model. *RU2000 Special Issue of Mathematical Social Sciences*. Disponible en http://people.bu.edu/joanw/JW_GRUM.pdf

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

Wynter, L. (1995). Stated preference survey for calculating values of time of road freight transport in France. *Transportation Research Record* 1477, 1-6.

Zotti, J. y Danielis, R. (2004). Freight transport demand in the mechanics' sector of Friuli Venezia Giulia: the choice between intermodal and road transport. *European Transport* 25-26, 9-12.