

Álvaro Rodríguez Dapena\*

# LA INFLUENCIA DE LA NATURALEZA DE LAS MERCANCÍAS EN LA ECONOMÍA DEL ENTORNO PORTUARIO. UNA ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS INCENTIVOS A LAS AUTOPISTAS DEL MAR

*Se diseña y se estima una ecuación de demanda de transporte que reproduce razonablemente la competencia versus complementariedad en el Mediterráneo occidental entre carretera y autopistas del mar, en función de precios y frecuencias de servicios marítimos. El modelo señala que el ecobono italiano aplicado en 2007-2010 elevó más de un 10 por 100 los tráficos marítimos en detrimento de la carretera. Las simulaciones de nuevos incentivos reflejan afecciones superiores sobre el mercado del transporte, hasta el punto de aconsejar establecer los debidos mecanismos para garantizar el compromiso de todos los beneficiarios a asumir una sustancial reducción de sus propios costes externos.*

**Palabras clave:** transporte marítimo, modelos, tramp, línea regular, autopistas del mar.

**Clasificación JEL:** F11, L92.

## 1. Antecedentes y objetivo

El concepto total de autopista del mar fue incorporado al Libro Blanco del Transporte del año 2001 publicado por la Comisión Europea (COM 2001, 370 final) con el fin de reactivar el transporte marítimo de corta distancia, con arreglo al plan general de la red transeuropea.

Se identificó como un servicio especial de transporte marítimo de corta distancia, distinguible por poseer una mínima frecuencia (tres salidas semanales),

prestarse con buques aptos para la carga y descarga de unidades rodadas (camiones, semirremolques...), y ofrecer una buena relación calidad/precio, al menos lo suficientemente alta como para poder ser una solución competitiva en el mercado del transporte interior europeo de mercancías. Los buques de carga rodada se convierten en un soporte directo a camiones y semirremolques, con lo que son una alternativa a la carretera, vista esta como infraestructura y, a la vez, son un complemento a la carretera, vista esta como servicio. De acuerdo con las estadísticas de Lineport elaboradas por la Fundación Valenciaport, con las condiciones citadas, las autopistas del mar

---

\* Director Técnico de Puertos del Estado.

**CUADRO 1**  
**AUTOPISTAS DEL MAR EN ESPAÑA, 2016**

| Rotación                                   | Naviera  | Frecuencia por semana | Tiempo tránsito (en horas) | Nº de buques |
|--|----------|-----------------------|----------------------------|--------------|
| Vigo-Nantes/Saint Nazaire .....            | Suardiaz | 3                     | 35                         | 2            |
| Barcelona-Porto Torres-Civitavecchia ..... | Grimaldi | 6                     | 12/20                      | 2            |
| Valencia-Barcelona-Livorno-Savona .....    | Grimaldi | 6                     | 36/51 - 20/35              | 4            |
| Valencia-Cagliari-Salerno .....            | Grimaldi | 3                     | 26/45                      | 2            |

**FUENTE: LINEPORT, 2016-2017.**

hoy día en servicio con relación a España se corresponden con cuatro rotaciones (Cuadro 1) cubiertas por diez barcos que mueven anualmente casi 4.000.000 de toneladas, un 45 por 100 del total de la demanda de transporte marítimo de corta distancia de unidades rodadas que realmente es alternativo a la carretera, según el observatorio estadístico promovido por la Asociación Española de Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia. Las autopistas del mar del Mediterráneo Occidental se encuentran mucho más consolidadas que las del Atlántico. En esta última región marítima existieron dos servicios catalogables como autopistas del mar (Gijón-Nantes/Saint Nazaire prestado por GLD Atlantique y Bilbao-Zeebrugge prestado por Transfennica) que interrumpieron su actividad recientemente arguyendo problemas de inviabilidad.

Las autopistas del mar se mantuvieron como solución de conectividad marítima tanto en el programa Marco Polo —heredero del PACT y hoy ya extinto— como en las sucesivas revisiones de la red transeuropea de transporte, concretamente en la del año 2004 (catalogada entonces como la actuación número 21 de entre 30 prioritarias), y en la del año 2013, hoy día en vigor (interpretada aquí como la dimensión marítima de dicha red).

Su despliegue llevaba aparejado la posibilidad de recibir subvenciones de lanzamiento (*startup*) con

cargo a fondos europeos. Se permitió durante años destinar tal tipo de ayudas, dentro de unos límites, a cofinanciar desde infraestructuras portuarias hasta gastos de operación de buques. Las ayudas europeas podían además ser completadas con otras estatales, siempre y cuando se respetaran las reglas del juego que la Comisión Europea estableció al efecto en una serie de comunicaciones (años 2004 y 2008).

La experiencia resultante del amplio espectro de incentivos lanzados en Europa terminó siendo dispar, con algunos intentos fallidos, hasta el punto de haberse suscitado agrias críticas contra algunos programas como el ya citado Marco Polo. Ejemplo de tales críticas fue la lanzada por el Tribunal Europeo de Cuentas (Informe especial nº 3 del año 2013), cuyo eco en las instituciones europeas probablemente haya sido el causante de la desaparición de dicho programa.

En la actualidad, las instituciones europeas están rechazando ayudas de tipo *startup* dirigidas directamente a los navieros y armadores que ponen en marcha las autopistas del mar. En su lugar, se prefiere orientar las ayudas a aquellos transportistas por carretera, transitarios u operadores logísticos, que optan por hacer uso de las autopistas del mar que ya existen. Como ejemplos de este tipo de incentivos a la demanda destacan los programas italianos Ecobonus (aplicado entre los años 2007 y

2011) y el Marebonus actual, así como los de Noruega y Suecia. La razón de ser de las ayudas es el ahorro de costes externos, ya sea por favorecer un nuevo reparto modal a favor de los que menos costes producen, como por mejoras introducidas en los propios barcos (nótese que los costes externos medios unitarios de la carretera han pasado de 0,035 euros/tkm hace unos 15 años a 0,015 euros/tkm en la actualidad, aproximándose con ello a los de algunos servicios marítimos).

Sea como fuere, casi todo tipo de subvención incide directa o indirectamente en el precio de los servicios afectados con lo que, se quiera o no, su aplicación afecta al mercado. Se hace preciso por ello estudiar sus efectos en profundidad, en todos los ámbitos geográficos.

Se centra el presente trabajo en la porción sur-occidental de Europa. Se recuerda a este respecto que hoy día ya se han recuperado los niveles de congestión que existían antes de la crisis en los principales pasos de carretera por los Pirineos. Los tráfico en La Junquera/Le Perthus e Irún/Biriatou soportan de nuevo más de 8.000 vehículos pesados diarios creciendo al 3 por 100 anual. Ello reclama de nuevo la presencia activa en el mercado de buenos servicios de transporte marítimo que canalicen parte de las mercancías y contribuyan así a aliviar costes.

A diferencia de la franja atlántico-cantábrica, en la porción oeste del Mediterráneo, una red de líneas catalogables como autopistas del mar se ha venido desplegando durante más de dos décadas, contribuyendo precisamente a paliar la congestión en las carreteras. Fueron impulsadas por armadores italianos, con una tímida presencia de alguno español en su inicio. Hoy día se identifican tres rotaciones que dan lugar a cinco líneas regulares de altas prestaciones que conectan los puertos españoles de Barcelona y Valencia con los italianos de Savona, Génova, Livorno, Civitavecchia y Salerno. Esta red se halla plenamente consolidada. Da cabida a un movimiento anual de entre 150.000 y 200.000 camiones o semirremolques, captados de la Costa Azul, portando más de 3.000.000 de toneladas netas. A diferencia del área cantábrica, el principal

incentivo aplicado a la red marítima del Mediterráneo occidental se nutre del programa Ecobonus italiano antes citado. Este programa destinó un montante total de 67.000.000 de euros a las autopistas del mar entre España e Italia durante el periodo 2007-2010.

La riqueza experimental de este conjunto de autopistas del mar representa un buen campo de análisis para testar herramientas que simulen la posible continuidad a futuro de incentivos como el recién citado. Este es precisamente el objetivo del presente trabajo. Consiste en diseñar y estimar una formulación sencilla que permita predecir escenarios a futuro de desarrollo de autopistas del mar, sin y con diferentes incentivos, de manera que puedan evaluarse los impactos de estos incentivos. Con ello se atendería una necesidad demandada por algunas instituciones, totalmente justificada, de acometer análisis *a priori* con un mínimo nivel de rigor antes de aplicar cualquier tipo de ayuda a las autopistas del mar.

## 2. Diseño y estimación del modelo

### Bases de la formulación y ámbito de aplicación

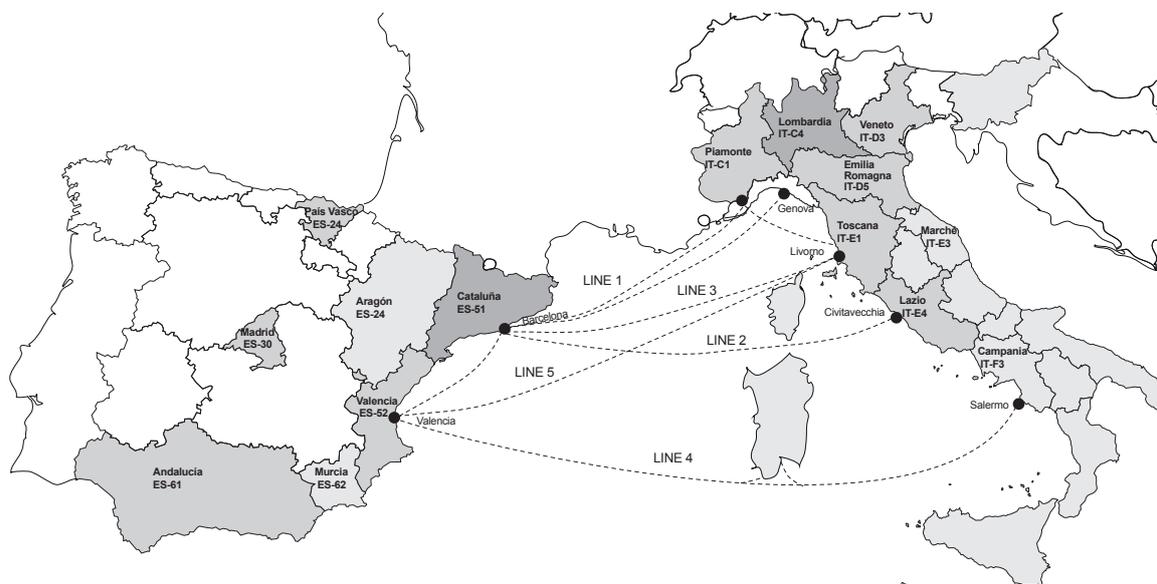
Se plantea una formulación basada en la metodología ya clásica conocida como de cuatro etapas<sup>1</sup> y apoyada en información agregada<sup>2</sup> (Ortuzar y Willumsen, 2001). En este trabajo, las dos primeras etapas se integran en una sola relativa a la movilidad total entre zonas; la tercera explica el reparto entre la carretera y las autopistas del mar; y la cuarta asigna los flujos de tráfico a la red.

El criterio básico de clasificación de viajes es el espacial. Se trabaja aquí con conjuntos de desplazamientos

<sup>1</sup> Estas etapas suelen ilustrarse desde una perspectiva «micro» como el intento de dar respuesta a las preguntas encadenadas que cada viajero o cargador se formularía al afrontar un desplazamiento: ¿voy a hacer o encargar un desplazamiento? ¿a dónde? ¿a través de qué modo o cadena? y ¿a través de qué ruta o itinerario?

<sup>2</sup> El enfoque agregado implica referir la realidad observada a conjuntos de viajes, y no a cada uno de ellos en particular. La razón por la que se opta por un enfoque agregado es que si bien se dispone de información a escala «micro» —viaje a viaje— procedente de campañas de encuestas realizadas, estas campañas se refieren a modos y tiempos distintos y, por tanto, no son fácilmente combinables a escala «micro».

FIGURA 1  
LÍNEAS MARÍTIMAS Y ZONAS CONSIDERADAS PARA SELECCIONAR  
RELACIONES ORIGEN-DESTINO



FUENTE: TRANSyT, WestMoS, WestMed Corridors.

entre zonas. Del reparto espacial se extrae la variabilidad necesaria para estimar los parámetros y aplicar la formulación. Ello conlleva la identificación previa de tales zonas con un nivel de desagregación espacial que depende del rigor perseguido y de la información disponible, generalmente escasa del lado de la demanda. A este respecto, se parte del nivel NUTS 2 empleado por Eurostat (en España, equivale a las comunidades autónomas).

Las fuentes que permiten conocer el reparto espacial entre zonas con arreglo a dicho nivel de detalle son las de la campaña TRANSyT 2010/2011 (de la que se desprende el reparto espacial de la movilidad por carretera), y las de aquellas otras realizadas en el Mediterráneo en 2007/2008 en el ámbito de los proyectos WestMoS y WestMed Corridors de la Red Transeuropea de Transporte (que permite inferir el reparto espacial de la movilidad por mar).

Se selecciona una serie de relaciones interzonales como marco de referencia para calibrar y emplear los modelos. Estas relaciones se conforman conectando las comunidades autónomas españolas de Andalucía, Aragón, Cataluña, Madrid, Murcia, País Vasco y Valencia con las regiones italianas de Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio y Campania. Son en total 56 relaciones origen-destino que cubren casi todo el tráfico atendido por las autopistas del mar en el Mediterráneo occidental (Figura 1).

Dado que la información relativa a las autopistas del mar es clave, se fija el año 2008 como de referencia o base para la estimación. Ello exige una traslación previa de los datos de carretera a ese año, respetando la estructura de distribución zonal, pero variando su volumen total con arreglo a la evolución económica registrada.

Además, se dispone de datos de cargas de tráfico de mercancías tanto en los pasos de Irún y La Junquera como en cada una de las autopistas del mar, procedentes de aforos y de operadores de transporte marítimo, y referidos a todos los años que van entre 2008 y 2014.

Se aclara finalmente que para lograr una estimación lo más rigurosa posible, lo ideal es apoyarse en campañas de encuestas diseñadas *ad hoc* de las que se pueda extraer una amplia y rica variabilidad de comportamientos, algo que se sugiere como extensión del presente trabajo.

### Movilidad

Se entiende aquí por movilidad el volumen de mercancías movidas entre cada par de zonas, la cual depende del contexto socioeconómico y de la distancia en el sistema de transporte. En relación con el contexto socioeconómico, las variables básicas a emplear son las que explican las generaciones y atracciones de desplazamientos, y su identificación dependerá del ámbito geográfico de la movilidad (urbano-metropolitano o larga distancia) y también del tipo de mercancía objeto de análisis (materia prima, semielaborada o elaborada...). Se está considerando aquí una mercancía general relativamente fraccionada y dispersa en el territorio, y, sobre todo, con un cierto valor unitario, lo que aconseja el uso de un agregado económico amplio —y también típico— como es el producto interior bruto (PIB) tanto del origen como del destino.

A la formulación que explica la movilidad se le añade, por otro lado, la distancia media entre zonas a través de la red de carreteras y líneas marítimas<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> La impedancia atribuible a la distancia es constatable en la práctica cuando se analizan desplazamientos de viajeros o de mercancía general cuyos orígenes y destinos finales se circunscriben a un continente. No lo es tanto con movimientos masivos de materia prima o de contenedor a escala global, muy independizados de la distancia por mor de diversos factores (grandes yacimientos, gigantismo de buques...). Tampoco lo es en entornos urbano-metropolitanos con zonas muy especializadas (residencial, trabajo, ocio...).

Con ello se propone, por razones de efectividad, integrar las dos primeras etapas relativas a la movilidad total, de forma que pueda ser explicada con una sola formulación «sintética» de tipo gravitatorio como la que sigue:

$$V_{ij} = K \cdot \frac{(PIB_i \times PIB_j)^\alpha}{d_{ij}^\beta}$$

Donde:

- $V_{ij}$  es el volumen de desplazamientos entre las zonas  $i$  y  $j$  (en miles de toneladas);
- $PIB_i$  es el producto interior bruto de la zona  $i$ , en millardos de euros (/10<sup>9</sup> euros);
- $d_{ij}$  es la distancia entre los centroides de las zonas  $i$  y  $j$ , en km;
- $K$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  son los parámetros a estimar.

Obsérvese la similitud, en términos estructurales, entre la formulación aquí expuesta y la que aportó Newton en 1687 para la gravitación universal. Este tipo de ecuación viene aplicándose desde hace más de un siglo para el transporte de viajeros, utilizándose como masa atractora la población y en lugar de la distancia una función disuasoria relacionada con el coste generalizado del transporte. Dos referencias que exponen bien sus posibles formatos son las de A.G. Wilson (1980) y Ortúzar (1994). Se opta aquí por una formulación sencilla en la que las elasticidades de la demanda con respecto al producto  $PIB_i \times PIB_j$  y a la distancia son constantes y precisamente iguales a  $\alpha$  y  $\beta$  respectivamente. Además, al manejarse como variable el producto  $PIB_i \times PIB_j$  y admitirse que  $d_{ij} = d_{ji}$  (algo factible en el ámbito interurbano; no así en el urbano-metropolitano), entonces  $V_{ij} = V_{ji}$ , es decir, la matriz  $V = \{V_{ij}\}$  resulta ser simétrica. Por último, no hay que olvidar que el modelo es de corte estático, con lo que su fuerza predictiva solo puede ejercerse de una manera exógena, a través de la proyección a futuro de las variables explicativas, fundamentalmente el PIB<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Para incorporar la variable tiempo en un modelo gravitatorio —y con ello inocular por ejemplo patrones de memoria o autorregresivos—, se requieren paneles de información disponible correspondiente a series cronológicas amplias, hoy inexistentes en lo que atañe a la demanda, por requerir amplias y costosas encuestas.

**CUADRO 2**  
**RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE MOVILIDAD**

| Variable  | Parámetro | Valor estimado | Error estándar |
|---|-----------|----------------|----------------|
| Producto de PIB (PIB <sub>i</sub> ·PIB <sub>j</sub> ) ..... | $\alpha$  | 0,8576         | 0,1161         |
| Distancia (d <sub>ij</sub> ) .....                          | $\beta$   | -3,7073        | 0,5733         |
| Constante .....   | Lnk       | 23,5882        | 4,5285         |

**FUENTE:** Elaboración propia.

Ya se ha indicado que los volúmenes de mercancías en 2008 proceden de los proyectos TRANSyT (carretera) y WestMoS y WestMed Corridors (marítimo). Los valores del PIB de cada zona, también referidos al año 2008, se extraen de Eurostat. Por último, la distancia entre zonas se valora como media de la de la carretera (dada por programas de cálculo de caminos de tiempo/coste mínimo) y la de la autopista del mar (función a su vez de las longitudes de las líneas marítimas implicadas)<sup>5</sup>.

Al conocerse los valores de la variable explicada y las explicativas en un año base, es posible estimar los parámetros  $K$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  por medio de una técnica de regresión lineal utilizando programas econométricos al uso. Los resultados de la estimación se muestran en el Cuadro 2.

El coeficiente de correlación  $R^2$  se aproxima a 0,7, lo cual resulta admisible.

El escaso tamaño muestral (56 observaciones) provoca una cierta sensibilidad de los valores estimados frente a variaciones de la muestra, siendo más robusta la estimación del parámetro  $\alpha$  asociado a los PIB que la del  $\beta$  asociada a la distancia. Esta última variable guarda una apreciable dependencia con respecto al centro de gravedad elegido para cada zona, de forma que, a mayor tamaño de zonas, menor es la variabilidad de esta variable en la muestra y peor es, en consecuencia, la calidad de

la estimación. Por el contrario, si se reduce el tamaño de las zonas por debajo del criterio de NUTS 2 con el fin de afinar el análisis, es probable entonces que las muestras empleadas para el reparto zonal de la demanda se queden escasas y el PIB pierda validez como indicador de generaciones y atracciones de desplazamientos. Se entiende que el tamaño zonal elegido se queda en un terreno óptimo entre ambas situaciones. De las estimaciones realizadas se desprende que no hay multicolinealidad. Las variables explicativas no guardan relación lineal entre sí. Además, cada una de ellas por separado no alcanza a explicar suficientemente por sí misma la variabilidad de la variable explicada (los coeficientes de correlación en tal caso se quedan por debajo de 0,5).

Los valores estimados para  $\alpha$  y  $\beta$  se consideran igualmente razonables, sobre todo el primero de ellos, que es el que realmente se empleará para predecir la movilidad total<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Nótese que, entre Italia y España, la carretera representa un arco y la autopista del mar su secante. Las medias se ponderan según el tráfico de cada opción (carretera o autopista del mar; y líneas marítimas).

<sup>6</sup> Un valor de  $\alpha$  igual a 1 equivale a asumir que la demanda de transporte entre dos zonas evoluciona con arreglo a una tasa de crecimiento que es algo superior a la suma de las tasas de los PIB de las zonas implicadas. Este ritmo acelerado de la demanda podría corresponderse con un mercado del transporte-logística-comercio en fase de expansión, como fue el que disfrutaron España y Portugal con el resto de socios europeos desde que se hicieron efectivos los respectivos tratados de adhesión en enero de 1986 hasta los años de crisis 2008-2009. Lo esperable es que, sin embargo, tras alcanzar el mercado una cierta madurez, los valores de  $\alpha$  se reduzcan e incluso se detecten síntomas de desacoplamiento del transporte con respecto al PIB. Es posible que esto ya esté ocurriendo en las relaciones comerciales entre España e Italia, aunque esto último todavía no puede corroborarse. Se asume aquí que el valor  $\alpha = 0,8576$  se mantiene constante en el

### Elección entre opciones de transporte

Una vez caracterizada la movilidad total entre zonas, la siguiente etapa —tercera en el modelo secuencial— consiste en explicar su reparto entre dos opciones de transporte:

- Solo carretera.
- Autopista del mar, que implica considerar una cadena de transporte multimodal: carretera + puerto + autopista del mar + puerto + carretera.

Para modelizar las preferencias de los transportistas por carretera u otros agentes acerca de estas dos opciones, habría que tener en cuenta una amplia colección de variables<sup>7</sup>. En esta ocasión, sin embargo, por no disponerse de información «micro» en cantidad suficiente, la aproximación es de corte «macro» o agregado, y se dirige a valorar la proporción de cada opción en función de dos variables principales susceptibles de ser estimadas en gabinete:

- El precio del transporte «puerta a puerta» que supone cada opción.
- La frecuencia de servicios ofrecida por la opción «autopista del mar».

Las restantes variables se consideran recogidas en una constante específica que se deja abierta para la

---

tiempo. El valor estimado del parámetro  $\beta$  que afecta a la distancia es mucho más acusado que el de corte gravitacional (-2), lo cual refleja una caída anormalmente alta del volumen de mercancías intercambiadas cuando las zonas se alejan entre sí (por ejemplo, relaciones sur de España-sur de Italia). Ello puede ser atribuido al escaso tamaño de la muestra, incapaz de reproducir los volúmenes movidos realmente entre zonas muy alejadas de los puntos de encuesta. Una forma de corregir esto sería reforzar los trabajos de campo y añadir más zonas al análisis trascendiendo el área considerada, lo cual se deja para futuros desarrollos. En cualquier caso, se admite inalterable la distancia, de manera que esta no sea causa de variaciones de movilidad.

<sup>7</sup> Las hay relacionadas con el perfil de los decisores (tipo y tamaño de la empresa...), con el desplazamiento que han de atender (naturaleza y valor de la mercancía, regularidad, frecuencia y volumen de envíos, transporte acompañado o no...), y, sobre todo, con su percepción acerca de lo que realmente les reporta cada una de las opciones (precio, tiempo, frecuencia...). Lo ideal para recoger estas variables es acogerse a una aproximación micro y ejecutar una generosa campaña de encuestas de preferencias reveladas, susceptible de ser completada con la detección de preferencias declaradas relacionadas con los escenarios que se pretende modelizar. Se reconoce en la muestra este tipo de limitación, a superar con futuros desarrollos.

opción «autopista del mar», prefijándose un valor nulo para la carretera.

El formato que se elige para relacionar la variable explicada (proporción o cuota de cada modo de transporte) con las explicativas (precio, frecuencia y constante específica) es el correspondiente a un *logit* binario (con dos opciones: solo carretera y autopista del mar) y se expresa de la siguiente manera:

$$P_1 = \frac{e^{V_1}}{e^{V_1} + e^{V_2}} = \frac{1}{1 + e^{V_2 - V_1}} \quad P_2 = 1 - P_1$$

$$V_1 = \beta_p p_1 \quad V_2 = \beta_o + \beta_p p_2 + \beta_f f$$

Donde:

- $P_1$  y  $P_2$  son las proporciones (en tanto por uno) de la carretera (opción 1) y de la autopista del mar (opción 2), medidas sobre el total de mercancías movidas;

- $V_1$  y  $V_2$  representan las utilidades correspondientes a las opciones carretera y autopista del mar, respectivamente;

- $p_1$  y  $p_2$  son los precios (en euros) por trayecto «puerta a puerta» correspondientes a las opciones de carretera y autopista del mar, respectivamente;

- $f$  es la frecuencia atribuible a la opción genérica «autopista del mar» (medida en número de salidas por semana y sentido);

- $\beta_o$ ,  $\beta_p$  y  $\beta_f$  son los parámetros a estimar.

En general, la formulación *logit* implica un reparto no lineal entre opciones, avalado por una amplia experiencia de aplicaciones, si bien referidas en su mayoría al ámbito de los viajeros. La referencia a Ben-Akiva y Lerman (1985) da buena cuenta de los fundamentos de esta formulación, encajada en la serie de modelos conocidos como de elección discreta. Las primeras formulaciones para explicar las preferencias entre dos opciones se encuentran en la primera mitad del Siglo XX en los campos de la psicometría y biometría. Su traslación al campo del transporte fue hecha en los años sesenta y su formalización definitiva con

**CUADRO 3**  
**RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE ELECCIÓN MODAL**

| Variable                   | Parámetro | Valor estimado | Error estándar |
|----------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Constante específica ..... | $\beta_o$ | -1,70871       | 0,15522        |
| Precios (p) .....          | $\beta_p$ | -0,00186       | 0,00010        |
| Frecuencia (f) .....       | $\beta_f$ | 0,08613        | 0,01794        |

**FUENTE:** Elaboración propia.

más de dos opciones y estructuras complejas se debe a Daniel McFadden, cuyas aportaciones en este campo le hicieron merecedor del premio Nobel en el año 2000. Cuenta el *logit* con la ventaja frente a otros (*probit...*) de exhibir una expresión analítica sencilla y manejable, y también —muy importante— de admitir, para calcular el valor de los parámetros, el uso del estimador máximo-verosímil<sup>8</sup> que combina rigor estadístico con facilidad de cálculo.

El estimador se aplica a una muestra referida al año 2008 que tiene 56 observaciones, representando cada una conjuntos de desplazamientos de mercancías entre cada par de zonas, repartidos según opciones de transporte con arreglo a unos valores medios de precios y un valor de la frecuencia (solo para la opción marítima).

Los valores muestrales de los precios de la carretera se obtienen afectando a las distancias entre zonas de los costes unitarios (euros por km), dados por el observatorio de costes por carretera del Ministerio

de Fomento y convertidos en precio según la coyuntura económica. Los precios de la autopista del mar se evalúan como media ponderada de los correspondientes a las distintas líneas. En este último caso, cada precio resulta de sumar los del acceso y dispersión terrestre con el ofertado por el naviero o armador para la correspondiente línea (precio marítimo o flete).

A su vez, la frecuencia de la autopista del mar, vista desde la perspectiva de la demanda de transporte entre cada par de zonas, se determina agregando las de todas las líneas posibles, afectándolas de pesos decrecientes, desde un peso igual a 1 para aquella que resulta preferida hasta un peso nulo si la correspondiente línea apenas tiene cuota en la relación interzonal.

Conocidas, pues, la variable explicada (reparto modal) y las explicativas (costes y frecuencias), el estimador máximo-verosímil, referido a un conjunto muestral de 56 observaciones, arroja los resultados volcados en el Cuadro 3.

La estimación de los parámetros  $\beta_p$  y  $\beta_f$  responde a la realidad esperada tanto en lo tocante al signo ( $\beta_p < 0$  y  $\beta_f > 0$ ) como en valor, habida cuenta de las unidades en que se miden las variables afectadas. A raíz de los valores que alcanza la prueba de t-Student, ambos parámetros poseen capacidad suficiente para explicar la variabilidad del reparto modal, si bien es el precio quien detenta la mayor parte de esa capacidad. De hecho, el escaso tamaño muestral hace que

<sup>8</sup> Este estimador se plantea como aquel que oscila en torno a unos valores de parámetros que maximizan la función de probabilidad de ocurrencia de la muestra (función verosímil), construida en este caso conforme al modelo *logit*. El problema del máximo de la función verosímil es equivalente al problema del máximo de la función *log*-verosímil, lo que facilita mucho el cálculo. El estimador cuenta con buenas propiedades estadísticas —es centrado, consistente y asintóticamente eficiente—. Además, la solución al problema que plantea existe y es única (ocurre en general con el *logit* multinomial clásico). Desde un punto de vista operativo, se ha recurrido a una técnica de aproximación de segundo orden, el cual implica descender a segundas derivadas.

el parámetro relativo a la frecuencia sufra cierta inestabilidad. De la matriz de covarianzas se detecta cierta autocorrelación entre esta variable y la constante específica  $\beta_o$ . Estas deficiencias probablemente se corregirían si se pudiera abordar una campaña de encuestas amplia sobre la cual poder estimar un modelo *logit* desagregado, algo que se deja como sugerencia para futuros desarrollos.

Por su parte, el hecho de ser  $\beta_o < 0$  refleja una preferencia generalizada por la carretera a igualdad de costes entre ambas opciones y con las frecuencias del servicio marítimo hoy existentes. La conclusión aquí es que la carretera destaca por su mayor simplicidad y flexibilidad, circunstancia que obliga a la autopista del mar a una lucha permanente por posicionarse bien en el mercado. Con arreglo al modelo estimado, solo si ésta lograra ofrecer las tres salidas diarias —pretensión muy alejada de la realidad a la fecha— se pondría en igualdad de condiciones para competir en precio con la carretera.

El resultado alcanzado con la presente estimación es equiparable en cierta medida a los que se derivan de los trabajos de investigación promovidos por la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, a raíz de sucesivas convocatorias lanzadas en 2002 y 2005. Todos estos trabajos recogen en su ámbito de aplicación la movilidad de mercancías que se registra en el Mediterráneo occidental, por lo que es factible su comparación con el que aquí se expone. El trabajo titulado «Potenciación del transporte marítimo de corta distancia. Argumentos clave para la determinación de una estrategia» muestra unos reparos de demanda entre opciones que son coherentes con los que arroja el modelo aquí estimado al aplicarse a escenarios similares. Por su parte, de la aproximación micro contenida en el trabajo «Autopistas del mar: un análisis de viabilidad», se deriva un valor de -0,008474 para el parámetro ligado al precio, el cual resulta ser más acusado que el obtenido en el presente trabajo, si bien los necesarios procesos de agregación de preferencias reveladas para deducir cuotas de mercado suelen tender a su atenuación, acercándolo

entonces al aquí obtenido desde una perspectiva ya agregada. También se detecta cierta concordancia con las estimaciones de cuotas de las autopistas del mar volcadas en el proyecto de la Red Transeuropea de Transporte denominado WestMoS (2008).

### Elección entre líneas marítimas

Queda por cubrir la cuarta etapa del modelo secuencial, la cual se dirige en esta ocasión a explicar el reparto de flujos de mercancías entre las líneas que componen la opción «autopistas del mar», a la luz de su proliferación en las últimas dos décadas en el Mediterráneo occidental. De nuevo se acude a una formulación *logit* para explicar este tipo de reparto, ahora entre las siguientes líneas: Barcelona-Génova, Barcelona-Civitavecchia, Barcelona-Livorno, Valencia-Salerno y Valencia-Livorno. La ecuación queda entonces así:

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j=1}^5 e^{V_j}}$$

$$V_j = \beta_{oj} + \beta_p p_j + \beta_f f_j \quad \beta_{o5} = 0$$

Donde, para cada relación origen-destino:

- $P_i$  es la proporción (en tanto por uno) de la línea  $i$  de autopista del mar, medida sobre el volumen de mercancías movidas por todas las líneas;
- $V_i$  representa la utilidad de la línea  $i$  de autopista del mar;
- $p_j$  es el precio (en euros) por trayecto «puerta a puerta» de la opción de transporte apoyada en la línea  $i$  de autopista del mar;
- $f_j$  es la frecuencia del servicio marítimo (en número de salidas por semana y por sentido) asociado a la línea  $i$  de autopista del mar;
- $\beta_{o1}$ ,  $\beta_{o2}$ ,  $\beta_{o3}$ ,  $\beta_{o4}$ ,  $\beta_p$  y  $\beta_f$  son los parámetros a estimar.

Se ha optado por asignar a cada línea  $i$  una constante específica —dada por el valor que adquiera el correspondiente parámetro  $\beta_{oj}$ —, la cual reflejará su

CUADRO 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO DE ELECCIÓN DE LÍNEAS MARÍTIMAS

| Variable                                     | Parámetro    | Valor estimado año 2008 | Valor estimado año 2014 |
|--|--------------|-------------------------|-------------------------|
| Constante específica Línea BCN-GEN .....     | $\beta_{o1}$ | 0,86                    | -2,50                   |
| Constante específica Línea BCN-CIV .....     | $\beta_{o2}$ | 0,86                    | 1,10                    |
| Constante específica Línea BCN-LIV/SAV ..... | $\beta_{o3}$ | 0,31                    | -0,20                   |
| Constante específica Línea VAL-SAL.....      | $\beta_{o4}$ | 0,63                    | 0,50                    |
| Constante específica Línea VAL-LIV/SAV ..... | $\beta_{o5}$ | 0,00                    | 0,00                    |
| Precios (p) .....                            | $\beta_p$    | -0,00186                | -0,00186                |
| Frecuencia (f) .....                         | $\beta_f$    | 0,08613                 | 0,08613                 |

FUENTE: Elaboración propia.

atractivo en relación con las restantes líneas (más allá del precio y la frecuencia). El atractivo de cada línea depende, entre otros factores, de la eficacia con la que se comercialice la propia línea. Los valores de  $\beta_o$  se interpretan sabiendo que se ha prefijado un valor nulo para la opción 5 ( $\beta_{o5} = 0$ ).

Se recuerda que la cuarta etapa del modelo secuencial es la que suele abordar la cuestión de la congestión derivada de la restricción de capacidad que sufren por lo general casi todas las redes de transporte, aunque sea ocasionalmente en momentos punta. A este respecto se aclara que, además de considerarse los fenómenos de congestión en pasos como los de Irún o La Junquera, y también en el entorno urbano de los puertos, se ha buscado la manera de superar los potenciales problemas de sobreocupación que puedan acusar los buques, una vez estimadas sus demandas y preestablecidas sus capacidades y rotaciones<sup>9</sup>.

A diferencia de la etapa anterior, en esta no se dispone de información suficiente como para poder aplicar

un estimador estadístico reglado que permita inferir el valor de los parámetros. Solo se cuenta con las cargas de tráfico de las líneas marítimas, y de ellas no es posible extraer la deseable pluralidad de preferencias. En consecuencia, para resolver la calibración se asume, en primer lugar, que los parámetros que afectan al precio y a la frecuencia de las líneas ( $\beta_p$  y  $\beta_f$ ) son iguales a los de la etapa anterior. El resto de parámetros (constantes específicas de las líneas) son calculados por tanteos, buscándose minimizar las diferencias entre las cargas de tráfico de cada línea observadas y estimadas. Se admite aquí que estos últimos parámetros varían durante el periodo 2008-2014 de forma tal que el modelo pueda ser capaz de reproducir los tráficos observados año a año en ese mismo período. Conforme a ello, los resultados de la calibración son los mostrados en el Cuadro 4. Este tipo de procesos de ajuste a la realidad son típicos de la cuarta etapa del modelo secuencial de transporte consistente en la asignación de desplazamientos a una red.

Al dejarse libres las constantes específicas, se está reconociendo que los precios y frecuencias no son capaces de explicar por sí mismos toda la variabilidad intertemporal inherente en el reparto del tráfico por líneas. Se dejan abiertas tales constantes justamente

<sup>9</sup> Tanto el precio como la frecuencia —junto a la capacidad unitaria de los buques— están en relación directa con la congestión, hecho que obliga a asumir un proceso recursivo para la calibración y empleo del modelo.

para que contribuyan a recoger las causas que faltan para explicar debidamente las preferencias de los agentes enfrentados a ellas. Entre tales causas destaca la mayor o menor proactividad de los operadores marítimos a la hora de comercializarlas, pues se detectan en la realidad observada señales cambiantes de la oferta en este sentido que influyen sustancialmente sobre la evolución de las cuotas de demanda de cada una de las líneas.

Un caso sintomático es la línea Barcelona-Génova, que pasó de ser la de mayor tráfico, con diferencia, a no tener casi presencia en el conjunto, fruto de su reorientación a flujos comerciales con Tánger casi de manera exclusiva, pese a mantener un servicio «abierto» entre Barcelona y Génova (de ahí que su parámetro pase de un valor 0,86 a otro mucho más reducido de -2,5). Por su parte, la línea Barcelona-Civitavecchia muestra un gran dinamismo en lo que respecta a su comercialización (se admite aquí una constante específica que evoluciona desde 0,86 a 1,10), siendo la única línea hoy día que combina con éxito tráfico acompañado con el no acompañado (incluyendo coches nuevos). Su tráfico continúa siendo mayoritario en el contexto del Mediterráneo occidental. Las líneas que unen los puertos de Barcelona y Valencia con los de Livorno —y hoy día también Savona— se muestran muy activas, lo que probablemente exija la revisión al alza de sus constantes específicas a futuro.

### 3. Aplicación del modelo. Medición de efectos

#### Realidad observada. Efecto del ecobono italiano

En los Cuadros 5A y 5B se ilustran respectivamente valores observados procedentes de las fuentes disponibles, y valores estimados por el modelo recién diseñado y estimado. Son valores que se corresponden en ambos casos con los tráficos de mercancías —medidos en miles de toneladas— repartidos entre el modo carretera y el modo autopista del mar, y dentro

de este último modo, repartidos igualmente entre las cinco líneas que conectan puertos españoles con italianos.

El modelo parte del tráfico total observado en 2008, cifrado en 9.000.000 de toneladas, y asigna ese mismo año 5.700.000 toneladas a la opción «solo carretera» y 3.300.000 toneladas a la autopista del mar, valores que son casi coincidentes con la realidad. Sin embargo, según ilustran los Cuadros 5A y 5B, el reparto estimado entre líneas marítimas de los 3.300.000 toneladas de la autopista del mar revela ciertas diferencias con el mundo real, las cuales se acentúan a medida que se reduce la cuota de la línea. Así, por ejemplo, se aprecia en 2008 una sobrevaloración de los tráficos de la línea Valencia-Livorno, si bien, con el paso de los años, esa alteración se va corrigiendo e incluso pasando a ser contraria. Se trata de desviaciones normales, que aflorarían igualmente si se descendiera a una comparativa más detallada por relaciones entre zonas. Con todo, un chequeo general de resultados lleva a la conclusión de que el modelo muestra signos evidentes de acercarse suficientemente a la realidad observada dentro de un marco de análisis «macro».

También se detecta en el modelo una nítida capacidad para reproducir crisis profundas como la de 2009, pues en ese año arroja una caída de la movilidad general del 7 por 100 (se pasa de 9.000.000 a 8.400.000 toneladas). Las correspondientes tasas de los PIB de las zonas implicadas de España e Italia bajaron entonces entre el 3,3 por 100 y el 3,6 por 100. De estos valores se deduce que la tasa de reducción de la movilidad sería equivalente a la suma de las tasas de los PIB. Esta dinámica de la movilidad en función de los PIB no es más que la consecuencia de adoptar el valor  $\alpha = 0,86$  resultante de la calibración del modelo gravitatorio.

El retroceso real de 2009 fue sin embargo todavía mayor al anteriormente referido, en concreto del orden del 10 por 100, hecho que se correspondería con valores de  $\alpha > 1$ . No es lógico, sin embargo, asumir para el futuro valores de  $\alpha$  tan altos puesto que en tiempos de

CUADRO 5A

**VOLÚMENES DE TRÁFICO (2008-2014)**  
(Valores observados en miles de toneladas)

| Años | Total | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|------|-------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2008 | 9.047 | 5.757          | 3.290             | 1.124         | 881           | 588           | 524           | 173           |
| 2009 | –     | –              | 2.699             | 473           | 1.097         | 492           | 394           | 242           |
| 2010 | 8.327 | 5.631          | 2.696             | 342           | 1.197         | 451           | 445           | 262           |
| 2011 | –     | –              | 3.296             | 437           | 1.133         | 635           | 425           | 665           |
| 2012 | –     | –              | 2.776             | 181           | 1.017         | 505           | 363           | 710           |
| 2013 | –     | –              | 2.811             | 67            | 1.196         | 395           | 398           | 756           |
| 2014 | –     | –              | 3.173             | 29            | 1.289         | 473           | 540           | 842           |

FUENTE: RAM/PwC; WestMoS; WestMed Corridors; TRANSyT; SPC Spain; Lineport.

CUADRO 5B

**VOLÚMENES DE TRÁFICO (2008-2014)**  
(Valores estimados en miles de toneladas)

| Años | Total | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|------|-------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2008 | 9.047 | 5.754          | 3.294             | 1.138         | 856           | 514           | 444           | 341           |
| 2009 | 8.428 | 5.717          | 2.711             | 445           | 997           | 582           | 368           | 319           |
| 2010 | 8.664 | 5.877          | 2.787             | 387           | 1.181         | 513           | 377           | 329           |
| 2011 | 8.754 | 5.760          | 2.995             | 436           | 1.084         | 668           | 338           | 469           |
| 2012 | 8.412 | 5.669          | 2.742             | 183           | 1.104         | 537           | 376           | 542           |
| 2013 | 8.323 | 5.504          | 2.819             | 92            | 1.224         | 541           | 414           | 548           |
| 2014 | 8.561 | 5.471          | 3.091             | 36            | 1.334         | 582           | 509           | 629           |

FUENTE: Elaboración propia.

bonanza económica llevarían consigo un crecimiento de la movilidad mucho mayor que el esperable desde la perspectiva actual, sobre todo en mercados con un avanzado grado de maduración como los que involucran a España e Italia. Por tanto, se considera que el valor de  $\alpha = 0,86$  se mantiene inalterable en escenarios futuros.

Hay que resaltar que los tráficos que emanan del modelo para los años que discurren entre 2008 y 2014 dependen tanto de los PIB registrados por todas las zonas en esos años como de los precios de transporte y de las frecuencias de los servicios marítimos. En este sentido, no solo la coyuntura económica ha oscilado fuertemente. Los precios del transporte también

**CUADRO 6**  
**VOLÚMENES DE TRÁFICO EN LA SITUACIÓN SIN ECOBONO (2008-2010)**  
 (Valores estimados en miles de toneladas)

| Años | Total | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|------|-------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2008 | 9.047 | 6.131          | 2.917             | 1.098         | 695           | 446           | 356           | 321           |
| 2009 | 8.428 | 6.025          | 2.403             | 448           | 837           | 502           | 307           | 310           |
| 2010 | 8.664 | 6.276          | 2.388             | 381           | 987           | 424           | 304           | 293           |

**FUENTE:** Elaboración propia.

se han comportado de forma muy errática y no solo por mor de la propia coyuntura. Las fuertes sacudidas experimentadas por los precios del petróleo han tenido también mucho que ver. Basta recordar a este respecto los máximos históricos alcanzados por estos precios entre los años 2011-2014 y su derrumbe posterior. Ni la carretera ni las autopistas del mar son capaces hoy día de sustraerse del efecto casi instantáneo sobre sus respectivos costes, de los vaivenes del mercado global de los derivados del petróleo. Aun así, la forma en que trasladan estas oscilaciones a sus propios precios viene siendo distinta en los últimos años, lo cual redundará en sus propias cuotas de mercado.

Con todo, lo que sí resultó ser una circunstancia diferencial claramente apreciable fue la puesta en marcha del ecobono italiano durante el periodo 2008-2010. Es por tal motivo por lo que interesa estudiar aquí su efecto. Con los datos proporcionados por la Administración italiana, se ha podido averiguar con un cierto grado de certidumbre cuáles fueron las rebajas de los precios marítimos disfrutadas por los transportistas por carretera beneficiarios del ecobono. En concreto, referenciadas a los precios oficiales ofertados por los armadores, tales rebajas se cifran en casi el 20 por 100 en las líneas Barcelona-Civitavecchia, Barcelona-Livorno y

Valencia-Salerno, alrededor de un 15 por 100 en la línea Valencia-Livorno, e inferior al 10 por 100 en la línea Barcelona-Génova<sup>10</sup>.

Conforme al modelo que se está manejando, la consideración de un hipotético escenario sin el ecobono italiano hubiera dado lugar a los volúmenes de tráfico volcados en el Cuadro 6.

De este cuadro se desprende que, con carácter general, el ecobono supuso una elevación del tráfico de las autopistas del mar del orden de un 12,5 por 100 (las estimaciones van desde el 11,4 por 100 en 2008 y al

<sup>10</sup> De acuerdo con el Decreto-ley publicado en Italia el 8 de agosto de 2008, los límites del ecobono eran justamente del 20 por 100 en las líneas Barcelona-Civitavecchia, Barcelona-Livorno y Valencia-Salerno; del 15 por 100 para la línea Valencia-Livorno y del 10 por 100 para la línea Barcelona-Génova. El mínimo para acceder a la aplicación de este incentivo fue de 80 viajes. Además, a partir de 1.600 viajes acreditados, tales límites podían elevarse al 25 por 100, 18,75 por 100 y 12,5 por 100 respectivamente. Nótese que el ecobono se materializa como reembolso al cabo de un tiempo y no como rebaja aplicada directamente sobre el precio del transporte en el momento de contratarse, hecho que sería preciso tener en cuenta a la hora de caracterizar el comportamiento del sector. Esta forma de aplicación retroactiva del incentivo permitió precisamente que se pudiera extender su aplicación a viajes realizados en el año 2007 (obsérvese que el Real Decreto se aprueba en agosto de 2018), posibilidad que así fue contemplada por la decisión previa de la Comisión Europea autorizando la ayuda estatal. Se aclara por último que en esta Decisión se puso como condición que los precios de referencia sobre los que se aplicara el ecobono no fueran indexados al IPC o sufrieran variaciones al alza injustificadas, a fin de que no fuera el naviero quien absorbiera directamente la subvención.

14,3 por 100 en 2010), en detrimento de la carretera. Si se entra más en detalle, se podrá apreciar un efecto dispar entre líneas, debido justamente a las diferencias de reducción del precio que llevó aparejada su puesta a disposición. Así, el tráfico de la línea Barcelona-Civitavecchia subió entre el 16 y el 19 por 100, mientras que el de la línea Barcelona-Génova apenas sufrió variación. En esta última línea, la captación de la carretera se ha visto mermada por la competencia de otras líneas más favorecidas por el ecobono.

Curiosamente, de los datos disponibles del año 2011, coincidente con el final de las ayudas del ecobono, se desprende un hecho difícilmente predecible: las autopistas del mar logran a partir de ese año posecobono no solo preservar su posición en el mercado, sino incluso elevar su cuota con respecto a la de la carretera. Ello es debido básicamente a las diferencias encontradas en las políticas de precios en un momento de fuerte repunte del precio del combustible. Según las estadísticas de índices de variación de costes de transporte por carretera, estos subieron casi un 10 por 100 entre los años 2010 y 2011, hecho que fue trasladado casi íntegramente a los precios de este mismo modo de transporte. Sin embargo, el repunte del precio del combustible marino pudo ser amortiguado, al menos en parte, en virtud de una sólida concentración de tráfico lograda en torno a nuevas formas de transporte marítimo de unidades no acompañadas. Con ello se estuvo en condiciones de ofrecer precios mejorados, incluso dotados de bonus comerciales muy competitivos, sin que por ello se haya visto comprometida la viabilidad de los servicios marítimos de alta frecuencia. Con las estimaciones de precios empleadas, las ecuaciones de reparto reproducen este hecho no esperable *a priori*, si bien es verdad que no con la contundencia de los datos estadísticos.

### **Realidad simulada futura.**

#### **Efecto de nuevos incentivos**

Se analizan dos casuísticas con vistas a evaluar la capacidad del modelo para cuantificar los efectos de

incentivos en escenarios futuros muy diferenciados. Por una parte, se estiman los efectos de un ecobono orientado exclusivamente a los usuarios de una sola línea (Barcelona-Civitavecchia), lo que supondría una reducción de su flete (valorada en un 20 por 100), en detrimento de las restantes líneas, que conservarían sus actuales precios de referencia. Por otro lado, se realiza una simulación del ecobono aplicado por igual a todas las líneas (20 por 100) con el fin de conocer no solo los efectos sobre la demanda, sino de determinar el máximo importe total de pagos que exigiría un programa de esta naturaleza en un caso de empleo generalizado. En ambos casos, se considera que el incentivo funciona durante todo el período 2021-2025.

El escenario de referencia —situación sin ecobono— para ambas simulaciones se muestra en el Cuadro 7. Se corresponde este escenario con unas tasas interanuales de los PIB que pasan del 3 por 100 actual, variando según zonas, a un 2 por 100 fijado por igual para todas las zonas. Además, se supone que los precios de la carretera y de las autopistas del mar permanecen similares a los del último año conocido, de la misma forma que los valores de las constantes específicas de las líneas marítimas. La única variable que cambia ligeramente al alza es la frecuencia y solo en la línea Barcelona-Civitavecchia a partir de 2020. La razón de esta variación se debe a que en ese año el grado de ocupación medio anual de los buques destinados a esta línea supera el 70 por 100, lo que aconseja a su vez, caso de no cambiarse los buques por otros de mayor capacidad, elevar la frecuencia desde seis a ocho salidas semanales, hipótesis que se adopta a futuro.

El escenario de referencia refleja un crecimiento de la movilidad total, claramente superior al de la suma del PIB de todas las zonas implicadas (50 por 100 frente al 25 por 100 en todo el período), con un reparto entre modos casi constante (65 por 100 carretera – 35 por 100 autopista del mar) si bien en los últimos años la opción «autopista del mar» eleva ligeramente su cuota debido al aumento ya citado de la frecuencia de la línea Barcelona-Civitavecchia. La línea Barcelona-Génova

**CUADRO 7**  
**VOLÚMENES DE TRÁFICO EN LA SITUACIÓN SIN ECOBONO (2014-2025)**  
**(Valores estimados en miles de toneladas)**

| Años | Total  | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|------|--------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2015 | 8.957  | 5.867          | 3.089             | 36            | 1.334         | 579           | 509           | 631           |
| 2016 | 9.357  | 6.261          | 3.096             | 36            | 1.338         | 578           | 510           | 634           |
| 2017 | 9.762  | 6.504          | 3.258             | 41            | 1.407         | 607           | 536           | 667           |
| 2018 | 10.099 | 6.685          | 3.414             | 47            | 1.473         | 636           | 560           | 699           |
| 2019 | 10.448 | 6.909          | 3.539             | 52            | 1.525         | 658           | 580           | 724           |
| 2020 | 10.809 | 7.060          | 3.749             | 54            | 1.664         | 682           | 598           | 750           |
| 2021 | 11.183 | 7.214          | 3.968             | 56            | 1.813         | 706           | 617           | 776           |
| 2022 | 11.569 | 7.463          | 4.106             | 58            | 1.876         | 730           | 639           | 803           |
| 2023 | 11.969 | 7.721          | 4.247             | 60            | 1.941         | 755           | 661           | 831           |
| 2024 | 12.382 | 7.988          | 4.394             | 62            | 2.008         | 781           | 683           | 859           |
| 2025 | 12.810 | 8.264          | 4.546             | 64            | 2.077         | 808           | 707           | 889           |

**FUENTE:** Elaboración propia.

continúa con escaso tráfico al haberse proyectado a futuro una situación similar a la actual en todo lo referente a la comercialización de los servicios marítimos.

El resultado de la simulación de un ecobono dirigido solo a la demanda de la línea Barcelona-Civitaveccia, se muestra en el Cuadro 8A, mientras que sus diferencias con respecto a la situación sin dicho ecobono se ilustran en el Cuadro 8B. Los valores de este último Cuadro son muy elocuentes. A raíz de una rebaja del 20 por 100 del flete de la línea Barcelona-Civitaveccia, esta incrementa su tráfico en casi un 18 por 100. Este tráfico procede a partes iguales de la carretera (que pierde un 2,3 por 100 de sus propios tráficos) y del resto de líneas marítimas (con pérdidas que rondan el 10 por 100). Es lógico esperar en este caso que las restantes líneas reaccionen para defender sus tráficos, bien con precios más competitivos, bien intensificando su acción comercial, hecho que habría que tener en cuenta. Sin este tipo de reacción, el montante

de ayudas a esta línea se cifraría en unos 78.000.000 de euros para todo el período.

Por su parte, la simulación de un ecobono masivo, abierto a la demanda de todas las líneas, conduce a los valores de los Cuadros 9A y 9B. En este tipo de escenario, caracterizado por una rebaja generalizada del 20 por 100 del precio marítimo, la demanda de la opción «autopista del mar» se eleva un 15 por 100. El montante total que se desplegaría en forma de pagos en concepto de ecobono para todo el período 2021-2025 rondaría los 165.000.000 de euros.

#### 4. Conclusiones

Los incentivos dirigidos a un fin social pero que, a la vez, pueden alterar un mercado, exigen el empleo previo de modelos que permitan inferir con una mínima fiabilidad cómo reacciona dicho mercado. En el transporte, tal fin puede ser la consecución de una movilidad sostenible

CUADRO 8A

**VOLÚMENES DE TRÁFICO EN LA SITUACIÓN CON ECOBONO EN LA LÍNEA BCN-CIV (2021-2025)**  
(Valores estimados en miles de toneladas)

| Años         | Total         | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|--------------|---------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2021         | 11.183        | 7.020          | 4.163             | 51            | 2.204         | 643           | 560           | 704           |
| 2022         | 11.569        | 7.262          | 4.307             | 53            | 2.280         | 665           | 580           | 728           |
| 2023         | 11.969        | 7.513          | 4.455             | 55            | 2.359         | 688           | 600           | 754           |
| 2024         | 12.382        | 7.773          | 4.609             | 57            | 2.440         | 712           | 621           | 780           |
| 2025         | 12.810        | 8.041          | 4.769             | 59            | 2.525         | 737           | 642           | 807           |
| <b>Total</b> | <b>59.912</b> | <b>37.609</b>  | <b>22.303</b>     | <b>274</b>    | <b>11.808</b> | <b>3.446</b>  | <b>3.002</b>  | <b>3.772</b>  |

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 8B

**DIFERENCIAS SITUACIONES SIN Y CON ECOBONO EN LA LÍNEA BCN-CIV (2021-2025)**  
(Valores estimados en miles de toneladas)

| Años         | Total    | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|--------------|----------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2021         | 0        | -194           | 194               | -5            | 391           | -63           | -57           | -72           |
| 2022         | 0        | -201           | 201               | -5            | 404           | -65           | -59           | -75           |
| 2023         | 0        | -208           | 208               | -5            | 418           | -67           | -61           | -77           |
| 2024         | 0        | -215           | 215               | -5            | 433           | -69           | -63           | -80           |
| 2025         | 0        | -223           | 223               | -6            | 447           | -72           | -65           | -83           |
| <b>Total</b> | <b>0</b> | <b>-1.041</b>  | <b>1.041</b>      | <b>-26</b>    | <b>2.093</b>  | <b>-335</b>   | <b>-305</b>   | <b>-386</b>   |

FUENTE: Elaboración propia.

a través del ahorro de costes externos, y el incentivo una ayuda a todo aquel que contribuya a tal fin. Coste externo e incentivo se pondrían en común por medio de una formulación que proporciona los cambios en la demanda.

Se presenta aquí una ecuación de demanda muy sencilla capaz de reproducir la movilidad observada a escala macro con un mínimo rigor, la cual resulta útil para simular los efectos de un incentivo del tipo ecobono dirigido a la demanda de las autopistas del mar. Las simulaciones efectuadas en el Mediterráneo occidental,

tanto en situaciones ya pasadas (ecobono italiano de 2007-2010) como en distintos escenarios futuros, traen como conclusión que, frente a reducciones del precio del servicio marítimo de un 20 por 100, la demanda de la autopista del mar, vista en su conjunto, se elevaría entre un 12 por 100 y un 18 por 100, según los casos.

Por otro lado, los resultados de las simulaciones permiten inferir los montantes de ayudas necesarias en un período de aplicación determinado. Así, una reducción generalizada del 20 por 100 del flete de todas las líneas

## CUADRO 9A

VOLÚMENES DE TRÁFICO EN LA SITUACIÓN CON ECOBONO EN TODAS LAS LÍNEAS (2021-2025)  
(Valores estimados en miles de toneladas)

| Años         | Total         | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|--------------|---------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2021         | 11.183        | 6.512          | 4.671             | 68            | 2.131         | 824           | 714           | 933           |
| 2022         | 11.569        | 6.737          | 4.832             | 70            | 2.205         | 853           | 738           | 965           |
| 2023         | 11.969        | 6.970          | 4.999             | 73            | 2.281         | 882           | 764           | 999           |
| 2024         | 12.382        | 7.210          | 5.172             | 75            | 2.360         | 913           | 790           | 1.033         |
| 2025         | 12.810        | 7.460          | 5.350             | 78            | 2.442         | 944           | 818           | 1.069         |
| <b>Total</b> | <b>59.912</b> | <b>34.888</b>  | <b>25.024</b>     | <b>364</b>    | <b>11.419</b> | <b>4.417</b>  | <b>3.824</b>  | <b>5.000</b>  |

FUENTE: Elaboración propia.

## CUADRO 9B

DIFERENCIAS SITUACIONES SIN Y CON ECOBONO EN TODAS LAS LÍNEAS (2021-2025)  
(Valores estimados en miles de toneladas)

| Años         | Total    | Solo carretera | Autopista del mar | Línea BCN-GEN | Línea BCN-CIV | Línea BCN-LIV | Línea VAL-SAL | Línea VAL-LIV |
|--------------|----------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2021         | 0        | -702           | 702               | 12            | 318           | 119           | 97            | 157           |
| 2022         | 0        | -726           | 726               | 12            | 329           | 123           | 100           | 162           |
| 2023         | 0        | -752           | 752               | 13            | 340           | 127           | 103           | 168           |
| 2024         | 0        | -778           | 778               | 13            | 352           | 131           | 107           | 174           |
| 2025         | 0        | -804           | 804               | 14            | 364           | 136           | 111           | 180           |
| <b>Total</b> | <b>0</b> | <b>-3.762</b>  | <b>3.762</b>      | <b>63</b>     | <b>1.704</b>  | <b>636</b>    | <b>517</b>    | <b>842</b>    |

FUENTE: Elaboración propia.

existentes entre España e Italia exigiría un desembolso acumulado, tras cinco años de aplicación del incentivo, de más de 150.000.000 de euros. Pese a ser un máximo, este montante aconseja montar un mecanismo multilateral, con participación conjunta de los Estados implicados (España, Francia e Italia) y de las instituciones europeas (Comisión Europea a través del mecanismo CEF de la Red Transeuropea de Transporte o similar). Por otro lado, si el criterio es lograr un ahorro sustancial de costes externos, este debe ser superior a la cantidad citada y

debe ser provocado no solo por la transferencia de tráfico hacia los modos más sostenibles, sino como consecuencia del esfuerzo previo acreditado por todos los operadores por reducir sus propios costes externos.

Por último, se hace notar que estos resultados deben ser contrastados con nuevas estimaciones a ser realizadas con los resultados de campañas de encuestas que combinen preferencias reveladas y declaradas, diseñadas justamente conforme a los incentivos que se pretenden aplicar.

## Referencias bibliográficas

- [1] ASOCIACION ESPAÑOLA DE PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE MARÍTIMO DE CORTA DISTANCIA (2016). *Observatorio Estadístico 2009-2015*.
- [2] BEN-AKIVA, M. y LERMAN, S.R. (1985). *Discrete Choice Analysis Theory and Application to Travel Demand*. Boston. Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- [3] BORRA MARCOS, C. (2004). *La estimación de la demanda de transportes de mercancías. Una aplicación para Andalucía*. Universidad de Sevilla.
- [4] COMISIÓN EUROPEA (2001). «La política de transporte de cara al 2010: la hora de la verdad». *Libro Blanco del Transporte de la Unión Europea*, COM (2001) 370 final.
- [5] COMISIÓN EUROPEA (2004). *Directrices comunitarias sobre ayudas de Estado al transporte marítimo*. COM (2004) 43.
- [6] COMISIÓN EUROPEA (2008). *Orientación sobre ayudas estatales que completan la financiación comunitaria para el lanzamiento de las autopistas del mar*. COM (2008) 317.
- [7] COMISIÓN EUROPEA (2011). «Hoja de ruta hacia un espacio europeo único de transporte: por una política de transporte competitiva y sostenible». *Libro Blanco del Transporte de la Unión Europea*. COM (2011) 144 final.
- [8] FEO VALERO, M.; ESPINO ESPINO, V. y GARCÍA MENÉNDEZ, L. (2007). *Estimación de un modelo de elección modal en el Mediterráneo Occidental: análisis con preferencias declaradas*. Fundación Valenciaport.
- [9] LINEPORT (2016). *Boletín semestral*. Años 2009-2016. Editado por la Fundación Valenciaport.
- [10] MARTÍN HERNÁNDEZ, J. C. y ROMÁN GARCÍA, C. (1999). *La demanda de transporte de mercancías en España: factores determinantes y un análisis de la evolución de los flujos de tráfico en el ámbito de la Unión Europea*. Documento nº 4. Servilab. Alcalá de Henares.
- [11] MCFADDEN, D. y REID, F.A. (1975). «Aggregate Travel Demand Forecasting from Dissaggregated Behavioral Models». *Transportation Research Record*, 534.
- [12] MCFADDEN, D. (1981). *Econometric Models of Probabilistic Choice. Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*. En MANSKI y MCFADDEN. MIT Press. Cambridge Massachusetts.
- [13] MINISTERIO DE FOMENTO (2006). *Potenciación del transporte marítimo de corta distancia. Argumentos clave para la determinación de una estrategia*. Trabajo de investigación dirigido por Leandro GARCÍA MENÉNDEZ. Secretaría de Estado de Infraestructuras (2002-2005). Madrid.
- [14] MINISTERIO DE FOMENTO (2007). *Autopistas del mar: un análisis de viabilidad*. Trabajo de investigación dirigido por Leandro GARCÍA MENÉNDEZ. Secretaría de Estado de Infraestructuras (2005-2006). Madrid.
- [15] OPPENHEIM, N. (1995). *Urban Travel Demand Modelling. From Individual Choices to General Equilibrium*. John Wiley and Sons.
- [16] ORTÚZAR SALAS, J.D. (1994). *Modelos de demanda de transporte*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- [17] ORTÚZAR, J.D. y WILLUMSEN, L.G. (2001). *Modelling Transport*. John Wiley and Sons.
- [18] TRIBUNAL DE CUENTAS EUROPEO (2013). *¿Han sido eficaces los programas Marco Polo para desviar el tráfico de las carreteras? Informe Especial nº 3*.
- [19] WESTMOS PROJECT (2008); WESTMED CORRIDORS (2010) y MED ATLANTIC ECOBONUS (en ejecución en la actualidad). Proyectos de la Red Transeuropea de Transporte.
- [20] WILSON, A. G. (1980). *Geografía y planeamiento urbano y regional*. Colección Urbanismo. Oikos-Tau.