

# ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE PROYECTOS PORTUARIOS

Ginés DE RUS

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Universidad Carlos III de Madrid*

Ofelia BETANCOR

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y FEDEA*

## Resumen

Los proyectos portuarios producen beneficios y costes sociales que una vez identificados y cuantificados permiten obtener una cifra de rentabilidad social o un rango en el que dicha rentabilidad puede oscilar con sus probabilidades correspondientes. En este trabajo se presentan los elementos básicos del análisis coste-beneficio de una inversión portuaria real. El objetivo no es determinar si dicho proyecto, la ampliación del puerto de Sagunto, es socialmente rentable, sino ilustrar la metodología utilizando los datos disponibles y explicando los supuestos y los pasos que hay que dar para obtener el beneficio social neto del proyecto.

*Palabras clave:* análisis coste-beneficio, puertos, inversiones.

## Abstract

Investment in port projects generates social benefits and costs that, once identified and quantified, allow obtaining an estimate of their social profitability or a range within which such profitability may vary with its corresponding probabilities. In this work the basic elements of cost-benefit analysis for an actual real port investment are presented. The aim is not to determine whether this project, the enlargement of Sagunto Port, is socially profitable, but to illustrate the methodology by using available data and explaining the assumptions and different steps that are needed to obtain the project net social benefit.

*Key words:* cost-benefits analysis, ports, investments.

*JEL classification:* H43, L92, L97.

## I. INTRODUCCIÓN

La metodología de evaluación económica de proyectos portuarios no difiere, en lo esencial, de la que se emplea en el análisis de otras infraestructuras de transporte. Igual que en las carreteras o en los aeropuertos, la demanda de servicios portuarios para buques y mercancías es, en general, una demanda derivada. La actividad portuaria es la consecuencia del desplazamiento de mercancías del lugar de producción al de consumo, o al de producción cuando se trata de un producto intermedio, o al de transbordo como ocurre con gran parte del tráfico de contenedores. La ventaja de la demanda de transporte (derivada) es que agrega mucha información permitiendo estimar los beneficios de una reducción de los costes generalizados de transporte (tiempo, calidad, seguridad, etc.) de una manera relativamente sencilla.

Evaluación económica no es sinónimo de análisis coste-beneficio y el análisis multicriterio o el coste-efectividad son otras alternativas, aunque el análisis coste-beneficio es el método más generalizado de evaluación y quizás el más ambicioso al tratar de expresar en una única cifra la contribución del proyecto al bienestar social. Este trabajo muestra cómo aplicar el análisis coste-beneficio en infraestructuras portuarias mediante la evaluación del proyecto de ampliación del puerto de Sagunto (1).

Este trabajo no pretende enjuiciar si la ampliación del puerto de Sagunto es o no es un buen proyecto. El objetivo es mucho más modesto. Con datos reales facilitados por Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de Valencia se muestra cómo puede realizarse la evaluación económica de un proyecto de inversión en puertos explicando los supuestos, las simplificaciones y los retos de este tipo de análisis. Al no incluir los impactos medioambientales y un modelo de congestión durante la vida del proyecto es previsible que los beneficios sean inferiores a los que aparecen en este trabajo.

El puerto de Sagunto está situado a 22 kilómetros al norte de Valencia y se encuentra integrado desde 1985 en la Autoridad Portuaria de Valencia, que también gestiona el puerto de Gandía. La zona en la que se sitúa el puerto posee un importante tejido industrial formado por empresas pertenecientes a diversos sectores entre los que destaca el siderúrgico.

En el plan estratégico de la Autoridad Portuaria de Valencia de 2002 se recoge un principio de especialización de los puertos de Valencia y Sagunto, tal que cada puerto se debería concentrar en tráfico homogéneos frente a la alternativa multifuncional. De esta manera, el puerto de Valencia orienta actualmente su actividad principal hacia el tráfico de contenedores, mientras que el puerto de Sagunto se especializa en tráfico complementarios (mer-

cancia general no contenerizada, graneles líquidos y sólidos, automóviles, etc.), sin excluir una eventual aplicación al tráfico de contenedores.

En la actualidad, el puerto de Sagunto se encuentra sometido a un proceso de expansión mediante la construcción de una segunda dársena (dársena Sur). El muelle sur de la misma ya se ha finalizado, y el de costa o muelle centro y norte se encuentran en fase de construcción. Estos trabajos de ampliación de capacidad se enmarcan en un proceso de inversión a más largo plazo, tal como se recoge en el *Plan Director del puerto de Sagunto* (Autoridad Portuaria de Valencia, 2004).

Con la ampliación se estima que el puerto de Sagunto deberá estar en disposición de poder atender los siguientes tráficos:

— Crecimiento de tráficos propios.

— Colaborar en la reordenación de tráficos del puerto de Valencia y acoger la mayoría de los tráficos *ro-ro*, liberando espacio para que Valencia pueda acoger un mayor número de contenedores.

— Tráficos asociados al desarrollo del parque logístico y empresarial *Parc Sagunt*. Este parque se ubica cercano al puerto y dispondrá de 15 millones de metros cuadrados.

El trabajo está organizado de la siguiente manera: en el apartado II se aborda el problema de la comparación de la situación *sin proyecto* y *con proyecto*, lo que implica un ejercicio de predicción complejo sobre lo que hubiera ocurrido en la economía en el llamado «caso base», es decir, en la situación *sin proyecto*, y posteriormente lo que ocurriría si el proyecto se lleva a cabo. La predicción de la demanda en distintos escenarios para este ejercicio de comparación es el contenido del apartado III. En el apartado IV se presenta el procedimiento de suma de excedentes de los agentes afectados y los supuestos simplificadores que se utilizan en la evaluación. Los resultados y las conclusiones son el contenido de los dos últimos apartados.

## II. SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO. EL CASO BASE

El análisis coste-beneficio de un proyecto requiere comparar con un contrafactual, es decir, con lo que hubiese ocurrido en un mundo sin el proyecto. Se trata de comparar la situación que se correspon-

de con la realización del proyecto evaluado (situación *con proyecto*) con lo que habría ocurrido si el mundo hubiese seguido su evolución sin realizar el proyecto o caso base (situación *sin proyecto*), identificándose y cuantificándose cambios en los costes y beneficios a lo largo del tiempo.

En el proyecto de ampliación del puerto de Sagunto realizamos un análisis coste-beneficio de la alternativa de inversión seleccionada previamente por la Autoridad Portuaria de Valencia. En la medida en que lo que pretendemos es ilustrar la metodología de evaluación, se prescinde del análisis de otras alternativas que resuelven el mismo problema, fase esencial en la evaluación económica de proyectos. Un valor actual neto (VAN) positivo no es una condición suficiente para ejecutar el proyecto. Puede que otra alternativa mutuamente excluyente con la anterior tenga un VAN mayor y, por tanto, sea socialmente superior.

El principal problema a resolver es la congestión del puerto de Valencia y la necesidad de liberar espacio en el mismo para acomodar el crecimiento del tráfico de contenedores. Los tráficos que antes iban a Valencia se desviarían a Sagunto. Al mismo tiempo se plantean otros objetivos, como la necesidad de atender el crecimiento de tráficos propios de Sagunto y los asociados al desarrollo del parque empresarial *Parc Sagunt*. Necesariamente los agentes implicados y los principales efectos que hay que considerar se localizan inicialmente en el puerto de Sagunto y en el de Valencia.

La situación *sin proyecto* se refiere, por tanto, a la situación de la economía antes de la ampliación de Sagunto, es decir, a aquella situación asociada a la disposición de una única dársena (dársena 1). Las características físicas de la misma se recogen en el cuadro n.º 1. Los datos de tráficos y la estructura de los mismos para el puerto de Sagunto, por tipo de presentación de la mercancía, con anterioridad a la ampliación, se muestran en el cuadro n.º 2. La ampliación se pone en operación en 2006 con el inicio de actividades por parte de la planta regasificadora.

Durante 2005 se movieron aproximadamente 3,7 millones de toneladas. Como puede observarse en el cuadro n.º 2, los mayores tráficos se correspondían con la mercancía general convencional (77 por 100), seguida, a bastante distancia, por los graneles sólidos (9 por 100), el contenedor (7 por 100) y el granel líquido (7 por 100). Las principales mercancías generales que no requieren contenedor son productos siderúrgicos. El tráfico de graneles sólidos se refiere en

CUADRO N.º 1

**PUERTO DE SAGUNTO. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS «SIN PROYECTO». DÁRSENA 1**

	Longitud (m)	Calado (m)	Uso
Muelle Norte .....	489	9 (*)	Mercancía general, graneles sólidos y <i>ro-ro</i>
Muelle Centro .....	620	11,25 (**)	Mercancía general y <i>ro-ro</i>
Muelle Sur .....	580	10 (***)	Graneles líquidos y mercancía general
Pantalán .....	270	14	
Astillero varadero .....	240		Astillero, varadero

## Notas:

(\*) Máximo calado de seguridad 7,60 m; (\*\*) Máximo calado de seguridad 9,75 m; (\*\*\*) Máximo calado de seguridad 9,50 m.

Fuente: Puertos del Estado.

CUADRO N.º 2

**PUERTO DE SAGUNTO. TRÁFICOS POR TIPO DE PRESENTACIÓN. SITUACIÓN SIN PROYECTO  
(En toneladas)**

	Granel líquido	Granel sólido	M. general convencional	M. general contenedor	Total
1989 .....	192.294	609.867	907.515	0	1.709.676
1990 .....	204.513	536.935	842.923	0	1.584.371
1991 .....	236.253	436.813	978.091	75	1.651.232
1992 .....	188.534	567.009	1.019.692	1.033	1.776.268
1993 .....	136.670	228.083	1.051.962	13.856	1.430.571
1994 .....	177.547	303.207	1.455.979	55.872	1.992.605
1995 .....	196.933	407.906	1.895.089	107.679	2.607.607
1996 .....	157.993	278.610	1.729.562	190.588	2.356.753
1997 .....	150.662	466.460	2.157.315	271.399	3.045.836
1998 .....	167.095	456.816	2.334.604	315.402	3.273.917
1999 .....	223.827	918.891	2.348.961	299.498	3.791.177
2000 .....	161.362	721.431	2.354.302	303.098	3.540.193
2001 .....	175.863	460.174	2.779.000	246.296	3.661.333
2002 .....	164.584	598.490	2.891.369	207.783	3.862.226
2003 .....	143.006	350.233	2.813.684	214.427	3.521.350
2004 .....	221.635	262.997	3.072.143	260.967	3.817.742
2005 .....	269.661	328.790	2.893.027	283.258	3.774.736

Fuente: Puertos del Estado.

su gran mayoría a abonos, y el de granel líquido a productos químicos. Finalmente, el transporte de mercancía por contenedor se centra en productos agrícolas como frutas, hortalizas y legumbres.

En contrapartida, la situación *con* proyecto incorpora la ampliación con la construcción de la dársena 2 en Sagunto, es decir, es aquella situación asociada a la disponibilidad tanto de la dársena 1 como de la 2. Las características físicas de la dársena 1 ya han sido recogidas en el cuadro n.º 1. Las características de la infraestructura de la nueva dársena se muestran en el cuadro n.º 3. Nótese que la situación *con* proyecto viene dada por la capacidad de la dársena 1 más la de la dársena 2.

Las previsiones de tráfico de Puertos del Estado se resumen en el cuadro n.º 4. En la nueva situación la distribución de tráficos cambia radicalmente. De acuerdo con los datos de 2008, ahora el mayor peso corresponde al granel líquido (61 por 100) debido a la instalación de la planta regasificadora en la nueva dársena. Le sigue en importancia la mercancía general convencional (34 por 100), tras la ubicación de una planta de vehículos en la ampliación. Tanto el granel sólido como la mercancía general en contenedor tienen menor peso atendiendo a los datos de ese año. No obstante, la situación vuelve a modificarse en el horizonte 2013, ya con la ampliación finalizada, cuando el peso del granel líquido se reduce hasta el 53 por 100, la mercancía general conven-

CUADRO N.º 3

## CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS «CON PROYECTO». DÁRSENA 2

	Longitud (m)	Calado (m)	Superficie (Ha)	Uso	Puesta en funcionamiento
Atrque gas .....	300	14	15	Graneles líquidos	2006
Muelle Sur .....	880	16	70	Graneles sólidos, automóviles y ro-ro	2008
Muelle Centro o de Costa ...	700	16	15	Mercancía general, graneles sólidos, automóviles y ro-ro	2010
Muelle Este .....	334	14	4	Mercancía general	2012
Muelle Norte .....	609	16	6	Mercancía general	2012

Fuente: Puertos del Estado.

CUADRO N.º 4

TRÁFICOS POR TIPO DE PRESENTACIÓN. SITUACIÓN CON PROYECTO  
(En toneladas)

	Granel líquido	Granel sólido	M. general convencional	M. general contenedor	Total
2006 (*) .....	3.002.000	285.000	3.364.000	97.000	6.748.000
2007 (*) .....	3.964.000	356.000	3.115.000	56.000	7.491.000
2008 (*) .....	4.600.000	255.000	2.523.000	108.000	7.486.000
2009 (**) .....	4.661.000	294.000	1.354.000	125.000	6.434.000
2010 (**) .....	4.663.000	361.000	1.410.000	129.000	6.563.000
2011 (**) .....	5.102.000	759.000	2.071.000	270.000	8.202.000
2012 (**) .....	5.733.000	1.148.000	2.903.000	471.000	10.255.000
2013 (**) .....	5.955.000	1.420.000	3.399.000	478.000	11.252.000

Notas:

(\*) Dato real; (\*\*) Estimación de Puertos del Estado.

Fuente: Puertos del Estado.

cional igualmente reduce su importancia hasta el 30 por 100, mientras que los graneles sólidos aumentan hasta suponer el 13 por 100 del total del tráfico. El peso del contenedor se mantiene en porcentajes menores del orden del 4 por 100.

### III. LA IMPORTANCIA DE LA DEMANDA Y LAS RESTRICCIONES DE CAPACIDAD

La estimación de la demanda futura es uno de los elementos de la evaluación sujeto a mayor incertidumbre (2). Dado que los beneficios y los costes del proyecto dependen en gran medida de la demanda futura, el ejercicio de predicción y el análisis de riesgo es un componente esencial en el análisis coste-beneficio.

Para la estimación de la demanda futura en el caso del puerto de Sagunto se utilizan como base las predicciones realizadas en el marco del plan de empresa por Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria

de Valencia. Como puede observarse en el cuadro n.º 4, dichas estimaciones abarcan el período 2009-2013. Teniendo en cuenta que el horizonte de evaluación finaliza en 2030, estas cifras se han proyectado en el futuro suponiendo crecimientos que varían de manera uniforme entre un 2 y un 10 por 100, salvo en el caso de la mercancía en contenedor, que suponemos crece de un modo más suave, también como variable uniforme, entre el 1 y el 3 por 100.

A efectos de la evaluación distinguimos entre:

1. *Demanda sin proyecto y sin restricción de capacidad:* Se corresponde con la demanda futura estimada a partir de las proyecciones de tráfico, pero que no incorpora en sus estimaciones el problema de restricción de capacidad.

2. *Demanda sin proyecto y con restricción de capacidad:* Se corresponde con aquel nivel de demanda que es posible atender, teniendo en cuenta la restricción de capacidad asociada a la infraestructura sin

ampliar. De acuerdo con el *Plan Director del puerto de Sagunto*, el límite de capacidad para la infraestructura sin ampliar (dársena 1) se alcanza para un tráfico de 5,5 millones de toneladas. De este modo, el nivel de demanda sin proyecto y con restricción se obtiene a partir de la demanda sin proyecto y sin restricción de capacidad teniendo en cuenta dicho límite.

3. *Demanda con proyecto y con restricción de capacidad*: Se corresponde con aquel nivel de demanda que es posible atender teniendo en cuenta la restricción de capacidad asociada a la infraestructura ya ampliada. De acuerdo con el *Plan Director del puerto de Sagunto*, el límite de capacidad para la infraestructura ya ampliada (dársena 1 y dársena 2) se alcanza para un tráfico de 21 millones de toneladas. Nótese que este nivel de capacidad incorpora tanto la capacidad de la dársena 1 como la de la dársena 2. El nivel de demanda con proyecto y con restricción se obtiene a partir de la demanda sin proyecto y sin restricción de capacidad teniendo en cuenta dicho límite.

En este caso no se ha aplicado un modelo de congestión que permita determinar cómo se gestionan los distintos muelles de acuerdo con el tipo de mercancía que utilizan sus instalaciones y según se incrementan los niveles de tráfico. Suponemos que el nivel de saturación se alcanza de manera simultánea para todos los tipos de tráfico (3).

En el cuadro A.1 del Anexo se muestran las estimaciones aplicadas en la evaluación que se han obtenido de acuerdo con el procedimiento indicado.

#### IV. BENEFICIOS, COSTES, AGENTES Y EXCEDENTES

El proyecto afecta a la utilidad de los individuos que, de manera directa o indirecta, se ven afectados por variaciones en precios, beneficios, impuestos, calidad medioambiental, etc. Supondremos para simplificar que sólo hay dos tipos de agentes: los usuarios y los productores. Los primeros incluyen a los pasajeros y los propietarios de las mercancías que se ven afectados por el proyecto. En el caso de Sagunto nos referimos a los propietarios de las mercancías que hacen uso de las instalaciones portuarias. La reducción de costes de transporte, por ejemplo, gracias al proyecto, puede repercutir finalmente en los precios del consumo o no dependiendo de la competitividad de los mercados, problema de distribución que no abordamos aquí.

Los productores son las empresas proveedoras de servicios e infraestructuras de transporte. En este

caso, además de la Autoridad Portuaria de Valencia, serán las compañías navieras y otros productores que ejercen su actividad en el puerto, como empresas de estibadores, remolcadores, concesionarios, etcétera.

Los beneficios que consideramos en este caso son los directos, es decir, los que ocurren en el mercado primario de transporte donde se realiza la intervención. Para el caso del puerto de Sagunto nos referimos, por ejemplo, a los ahorros de tiempo de las mercancías o a los cambios en los costes de operación de la Autoridad Portuaria de Valencia. Esto no quiere decir que muchas otras empresas no se beneficien de dichos ahorros, simplemente que ya están contabilizadas en la demanda derivada de transporte.

Ignoramos los posibles efectos indirectos (los genuinos que no son doble contabilización) y que aparecen en mercados secundarios con distorsiones y sujetos a relaciones de complementariedad o de sustitución con el mercado primario. Generalmente pueden ignorarse si no existen distorsiones significativas en dichos mercados (4). En el caso de Sagunto se trataría, por ejemplo, de efectos sobre otros mercados, como pueden ser los servicios de hostelería cercanos al puerto (5). Ignoramos también los denominados *wider economic benefits*. Un ejemplo de este tipo de efectos son las economías de aglomeración, un tipo de externalidad positiva que las empresas generan al instalarse cerca de otras empresas. En el puerto de Sagunto existe, de hecho, un parque empresarial cercano (*Parc Sagunt*) que podría contribuir a la existencia de dichos efectos, aunque habría que analizar también qué ocurre en el lugar en el que estas empresas se deslocalizan.

De acuerdo con el *Plan Director del puerto de Sagunto* se identifican como sensibles los siguientes aspectos medioambientales: dinámica litoral, impacto sobre yacimientos arqueológicos acuáticos, recursos pesqueros, impactos sobre espacios naturales, impactos sobre praderas de posidonia oceánica e impactos sobre la contaminación del aire y el ruido. En este ejercicio de evaluación no se han incluido dichos impactos.

Una vez determinados los agentes, el cálculo de los beneficios anuales del proyecto se realiza sumando la variación en los excedentes de dichos agentes como consecuencia del proyecto.

De acuerdo con los datos disponibles, en el caso de la ampliación del puerto de Sagunto se estiman los siguientes componentes:

1. Inversión.

2. Variación en el excedente de la Autoridad Portuaria de Valencia.

3. Variación en el excedente de las compañías navieras y otros productores.

4. Variación en el excedente del consumidor para el tráfico existente.

5. Variación en el excedente del consumidor para el tráfico desviado de Valencia a Sagunto.

6. Variación en el excedente del consumidor para el tráfico generado.

### 1. La inversión

La inversión prevista en el puerto de Sagunto para la construcción de la dársena 2 asciende a 286 millones de euros. Actualmente el proyecto se encuentra con los trabajos bastante avanzados. La inversión comenzó en 2002 y se espera que finalice en 2013. Al tratarse de un proyecto en marcha, los datos de inversión de los que se dispone son reales hasta diciembre de 2008 y presupuestados para el resto del período de inversión.

Las correcciones realizadas sobre esta cifra de inversión son las siguientes:

1. Se resta el 16 por 100 de IVA para obtener el coste de oportunidad.

2. Se supone que el 30 por 100 de la cifra de inversión se corresponde con el coste de la mano de obra (6).

3. La cifra correspondiente a la mano de obra se corrige de acuerdo con los precios sombra estimados en Del Bo *et al.* (2009). Se aplica un factor de conversión del 84 por 100.

4. Finalmente, la serie corregida de acuerdo con los pasos anteriores se deflacta para dejarla en unidades monetarias constantes del año 2002, que será además el año de referencia para el descuento.

Por último, hemos supuesto que al final del horizonte de evaluación (año 2030), la infraestructura se encuentra todavía en disposición para prestar un mínimo nivel de servicios. Este valor lo hemos estimado realizando proyecciones simples de la deman-

da a partir del año 2030 y suponiendo una vida útil de la infraestructura que se extiende hasta el año 2040. Este valor terminal de la inversión se incorpora al VAN con signo positivo.

### 2. Variación en el excedente de la Autoridad Portuaria en el año $t$

$$\Delta EP = (p^1 q_t^1 - p^0 q_t^0) - (C_t^1 - C_t^0)$$

Donde:

$\Delta EP$ : es la variación en el excedente del productor (autoridad portuaria en este caso).

$p^1$ : precio con proyecto.

$p^0$ : precio sin proyecto.

$q_t^1$ : tráfico con proyecto y con restricción de capacidad. Se corresponde con la columna de tráfico total del apartado C del cuadro A.1 del Anexo (7).

$q_t^0$ : tráfico existente o sin proyecto y con restricción de capacidad. Se corresponde con la columna de tráfico total del apartado B del cuadro A.1 del Anexo.

$C_t^1$ : costes con proyecto.

$C_t^0$ : costes sin proyecto.

Los ingresos del puerto se calculan aplicando una tasa media por tonelada a precios constantes de 2002, que no cambia en el tiempo en términos reales. Asimismo, la variación en los costes del puerto de Sagunto debido a la ampliación ha sido estimada siguiendo la aproximación utilizada en el *Plan Director del puerto de Sagunto*. En esta fuente se estima que se requiere un empleado adicional por cada 4 millones de euros de inmovilizado bruto de muelles. El salario bruto anual por trabajador asciende a 36.000 euros (8). De igual modo, los costes de conservación se estiman en un 0,5 por 100 con respecto al valor del inmovilizado bruto. Finalmente, los costes generales se valoran en un 40 por 100 de los costes de personal y se indica que se corresponden con el resto de costes de funcionamiento.

Con estos datos se obtiene una cifra de variación de costes para los años de operación en los que todavía hay inversión pendiente (2006-2013). A partir del año 2014 se supone que estos costes crecen a una tasa que sigue una distribución uniforme entre un 1 y un 5 por 100.

### 3. Variación en el excedente de las compañías navieras y otros productores

Aquí introducimos el supuesto de que las compañías navieras operan en mercados competitivos, de manera que suponemos que el cambio en el excedente es nulo. Por otra parte y de acuerdo con los datos de tráfico exterior en 2007, vemos que los países más significativos en cuanto a comercio exterior desde este puerto son Egipto, Qatar y Francia, con algo más de un millón de toneladas cada uno, y Argelia e Italia con una cifra de comercio por país algo superior a las 800.000 toneladas. Esta situación nos indica que una parte significativa del tráfico se puede estar llevando a cabo por navieras con nacionalidad no europea (9). Hacemos el mismo supuesto para el resto de operadores que ejercen su actividad en el puerto, como empresas de estibadores, remolcadores, concesionarios, etcétera.

### 4. Variación en el excedente del consumidor para el tráfico existente en el año $t$

El tráfico existente es aquel que hace uso del puerto de Sagunto tanto antes como después de la ampliación y que se beneficia de la reducción en su tiempo de estancia en puerto. Se trataría del nivel de demanda «sin proyecto y con restricción de capacidad» que antes de la ampliación asumía un tiempo de estancia superior. Suponemos que estos tráficos son los referidos a granel líquido, granel sólido, mercancía general convencional y mercancía en contenedor, tal como se recogen en el apartado B del cuadro A.1 del Anexo.

Bajo el supuesto de que las tarifas que pagan los usuarios del puerto no cambian en términos reales entre la situación *sin* y *con* proyecto, el beneficio del tráfico existente en el año  $t$  se reduce a los ahorros de tiempo:

$$\Delta EC_e = \sum_i (g_{it}^0 - g_{it}^1) q_{it}^0 = v_t (\tau_{it}^0 - \tau_{it}^1) q_{it}^0$$

Donde:

$\Delta EC_e$ : es la variación en el excedente del consumidor para el tráfico existente.

$i$ :  $l$  (granel líquido),  $s$  (granel sólido),  $m$  (mercancía general convencional) y  $c$  (mercancía en contenedor).

$g_{it}^0$ : precio generalizado sin proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

$g_{it}^1$ : precio generalizado con proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

$q_{it}^0$ : tráfico existente o sin proyecto y con restricción de capacidad para cada tipo de tráfico  $i$  tal como se recogen en el apartado B del cuadro A.1 del Anexo.

$v_t$ : valor del tiempo para una tonelada de mercancía.

$\tau_{it}^0$ : tiempo de estancia en el puerto de Sagunto sin proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

$\tau_{it}^1$ : tiempo de estancia en el puerto de Sagunto con proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

### 5. Variación en el excedente del consumidor para el tráfico desviado de Valencia a Sagunto, en el año $t$

Éstos son los tráficos que anteriormente hacían uso del puerto de Valencia y que ahora se redirigen al puerto de Sagunto. Los niveles de tráfico desviados se obtienen al restar las demandas del apartado C y del apartado B del cuadro A.1 del Anexo, para el granel sólido, la mercancía general convencional y la mercancía en contenedor.

Para el tráfico desviado, manteniendo el supuesto de que lo que pagan los usuarios del puerto no cambia en términos reales entre la situación *sin* y *con* proyecto, la variación del excedente en el año  $t$  puede expresarse como:

$$\Delta EC_d = \sum_i (g_{it}^0 - g_{it}^1) (q_{it}^1 - q_{it}^0) = v_t (\tau_{it}^0 - \tau_{it}^1) (q_{it}^1 - q_{it}^0)$$

Donde:

$\Delta EC_d$ : es la variación en el excedente del consumidor para el tráfico desviado.

$i$ :  $s$  (granel sólido),  $m$  (mercancía general convencional) y  $c$  (mercancía en contenedor).

$g_{it}^0$ : precio generalizado sin proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

$g_{it}^1$ : precio generalizado con proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

$q_{it}^1$ : tráfico previsto con proyecto y con restricción de capacidad para cada tipo de tráfico  $i$  tal como se recogen en el apartado C del cuadro A.1 del Anexo.

$q_{it}^0$ : tráfico existente o sin proyecto y con restricción de capacidad para cada tipo de tráfico  $i$  tal como se recogen en el apartado B del cuadro A.1 del Anexo.

$q_{it}^1 - q_{it}^0$ : tráfico desviado de Valencia a Sagunto.

$v_i$ : valor del tiempo para una tonelada de mercancía.

$\tau_{it}^0$ : tiempo de estancia en el puerto de Valencia sin proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

$\tau_{it}^1$ : tiempo de estancia en el puerto de Sagunto con proyecto para cada tipo de tráfico  $i$ .

## 6. Variación en el excedente del consumidor para el tráfico generado en el año $t$

Suponemos que el único tráfico generado que experimenta cambios en los tiempos es el referido al transporte de gas en Sagunto (10), por ser un tipo de tráfico que anteriormente no existía ni en Sagunto ni en Valencia con las características actuales. El nivel de tráfico generado se obtiene al restar las demandas del apartado C y del apartado B del cuadro A.1 del Anexo, para el granel líquido.

La fórmula a aplicar en este caso para un año es:

$$\Delta EC_G = \frac{1}{2} (g_t^0 - g_t^1) (q_t^1 - q_t^0) = \frac{1}{2} v_i (\tau_t^0 - \tau_t^1) (q_t^1 - q_t^0)$$

Donde:

$\Delta EC_G$ : es la variación en el excedente del consumidor para el tráfico generado.

$v_i$ : valor del tiempo para una tonelada de mercancía.

$\tau_t^0$ : tiempo de estancia en el puerto de Sagunto sin proyecto.

$\tau_t^1$ : tiempo de estancia en el puerto de Sagunto con proyecto.

$q_t^1$ : tráfico previsto con proyecto y con restricción de capacidad para granel líquido tal como se recogen en el apartado C del cuadro A.1 del Anexo.

$q_t^0$ : tráfico existente o sin proyecto y con restricción de capacidad para granel líquido tal como se recoge en el apartado B del cuadro A.1 del Anexo.

$q_t^1 - q_t^0$ : tráfico generado.

## V. LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DEL VAN

Los datos generales de la evaluación en el caso de Sagunto se muestran en el cuadro n.º 5.

Los valores del tiempo utilizados se obtuvieron del trabajo de Nellthorp *et al.* (2001). Allí, el valor medio del tiempo por tonelada y hora ascendía a 0,18 euros para el año 1998. Para adaptarlo a nuestro caso de estudio, a dicho valor se le ha incorporado la inflación ocurrida en España en el período 1998-2002. Se supone que se distribuye de manera uniforme. Siguiendo la recomendación de la Comisión Europea (2006), los valores del tiempo crecen a lo largo del período de evaluación con una elasticidad de la demanda con respecto a la renta per cápita igual a la unidad (11).

A su vez, los ahorros de tiempo han sido estimados a partir de los datos de facturación para el mes de junio de los años 2002 a 2009. Fue posible obtener distintos valores de estancia en puerto por tipo de presentación de la mercancía (ver cuadros n.ºs 2 y 4). Este dato permitió inferir tiempos medios de estancia en puerto con proyecto y sin proyecto para los distintos tipos de mercancía que han sido aplicados en esta evaluación. Destacan los ahorros observados para el granel sólido y la mercancía general convencional para los tráficos existentes, que han sido estimados en 12 y 10 horas de ahorro respectivamente. De modo similar, el granel sólido desviado de Valencia a Sagunto experimenta ahorros estimados en 18 horas, mientras que la mercancía general convencional, asimismo desviada, sufre un empeoramiento de los tiempos de unas 2 horas. No fue posible estimar tiempos para el caso del tráfico contenerizado. Sin embargo, en este caso de estudio, no se ha especificado el comportamiento de tales tiempos a medida que se congestiona la infraestructura. Por este motivo se ha considerado

CUADRO N.º 5

### EVALUACIÓN DEL PUERTO DE SAGUNTO

Año base .....	2002
Unidad monetaria .....	Euros 2002
Duración de la inversión .....	2002-2013
Período de evaluación .....	2002-2030
Puesta en funcionamiento .....	2006, 2008, 2010 y 2012 según tráficos
Tasa de descuento .....	5 por 100
Valor medio del tiempo .....	0,25 € por tonelada y hora



que cada año siguen una distribución de probabilidad uniforme entre cero y el valor estimado.

Finalmente, el análisis de riesgo se basa en la introducción de las siguientes variables aleatorias:

— *Valor del tiempo* (€ 2002 por hora y tonelada): Uniforme (0,1; 0,4).

— *Tasa de crecimiento de la demanda*: Uniforme (0,02; 0,1) para graneles líquidos, graneles sólidos

y mercancía general convencional; y uniforme (0,01; 0,03) para mercancía contenerizada.

— *Tasa de crecimiento de los costes de la APV*: Uniforme (0,01; 0,05).

— *Ahorros de tiempo*: Uniforme (0; estimación).

Los resultados de la evaluación del caso de Sagunto se presentan en el cuadro n.º 6. En el mismo aparecen los valores estimados ya descontados. El

CUADRO N.º 6

## EL VAN SOCIAL ESPERADO

	Inversión sin IVA	Inversión sin IVA descontada a 2002	Variación EC tráfico existente $q_0$	Variación EC tráfico existente $q_0$ descontado	Variación EC tráfico desviado	Variación EC tráfico desviado descontado	Variación EC tráfico generado	Variación EC tráfico generado descontado	Variación EP APV	Variación EP APV descontado	VAN anual
2002 .....	-35.598.720	<b>-35.598.720</b>									
2003 .....	-32.419.009	<b>-30.875.247</b>									-30.875.247
2004 .....	-5.094.366	<b>-4.620.740</b>									-4.620.740
2005 .....	-8.011.793	<b>-6.920.888</b>									-6.920.888
2006 .....	-30.280.407	<b>-24.911.766</b>	39.094	<b>32.162</b>	0	<b>0</b>	192.300	<b>158.206</b>	2.004.169	<b>1.648.835</b>	<b>-23.072.563</b>
2007 .....	-29.302.941	<b>-22.959.621</b>	40.959	<b>32.093</b>	0	<b>0</b>	264.848	<b>207.516</b>	2.270.950	<b>1.779.349</b>	<b>-20.940.664</b>
2008 .....	-16.184.010	<b>-12.076.757</b>	4.482.877	<b>3.345.192</b>	0	<b>0</b>	316.272	<b>236.007</b>	1.656.639	<b>1.236.209</b>	<b>-7.259.349</b>
2009 .....	-14.793.303	<b>-10.513.324</b>	4.696.826	<b>3.337.947</b>	0	<b>0</b>	326.571	<b>232.088</b>	-608.282	<b>-432.295</b>	<b>-7.375.585</b>
2010 .....	-12.326.773	<b>-8.343.245</b>	5.615.913	<b>3.801.071</b>	0	<b>0</b>	332.632	<b>225.138</b>	-927.842	<b>-628.000</b>	<b>-4.945.036</b>
2011 .....	-7.127.093	<b>-4.594.188</b>	5.883.938	<b>3.792.839</b>	988.271	<b>637.048</b>	372.835	<b>240.333</b>	1.304.429	<b>840.847</b>	<b>916.879</b>
2012 .....	-6.987.347	<b>-4.289.625</b>	6.164.754	<b>3.784.624</b>	2.031.471	<b>1.247.147</b>	429.755	<b>263.832</b>	4.193.998	<b>2.574.751</b>	<b>3.580.730</b>
2013 .....	-3.574.090	<b>-2.089.697</b>	6.458.972	<b>3.776.427</b>	2.792.533	<b>1.632.736</b>	455.628	<b>266.396</b>	5.485.526	<b>3.207.273</b>	<b>6.793.136</b>
2014 .....			6.767.232	<b>3.768.248</b>	3.056.905	<b>1.702.199</b>	493.532	<b>274.817</b>	6.180.686	<b>3.441.637</b>	<b>9.186.902</b>
2015 .....			7.090.205	<b>3.760.087</b>	3.330.464	<b>1.766.216</b>	534.557	<b>283.487</b>	6.928.151	<b>3.674.146</b>	<b>9.483.937</b>
2016 .....			7.428.591	<b>3.751.943</b>	3.592.949	<b>1.814.684</b>	578.959	<b>292.413</b>	7.731.363	<b>3.904.864</b>	<b>9.763.904</b>
2017 .....			7.783.127	<b>3.743.817</b>	3.876.369	<b>1.864.600</b>	627.013	<b>301.604</b>	8.593.982	<b>4.133.852</b>	<b>10.043.873</b>
2018 .....			8.154.584	<b>3.735.709</b>	4.182.404	<b>1.916.008</b>	679.019	<b>311.066</b>	9.519.894	<b>4.361.173</b>	<b>10.323.956</b>
2019 .....			8.543.769	<b>3.727.618</b>	4.512.873	<b>1.968.952</b>	735.300	<b>320.809</b>	10.513.230	<b>4.586.887</b>	<b>10.604.266</b>
2020 .....			8.714.644	<b>3.621.115</b>	4.861.807	<b>2.020.181</b>	797.200	<b>331.253</b>	11.817.354	<b>4.910.355</b>	<b>10.882.904</b>
2021 .....			8.888.937	<b>3.517.654</b>	5.238.723	<b>2.073.141</b>	864.169	<b>341.981</b>	13.204.445	<b>5.225.447</b>	<b>11.158.224</b>
2022 .....			9.066.716	<b>3.417.150</b>	5.645.888	<b>2.127.876</b>	936.621	<b>353.003</b>	14.679.630	<b>5.532.598</b>	<b>11.430.627</b>
2023 .....			9.248.050	<b>3.319.517</b>	6.085.751	<b>2.184.434</b>	1.015.002	<b>364.327</b>	16.248.346	<b>5.832.220</b>	<b>11.700.498</b>
2024 .....			9.433.011	<b>3.224.674</b>	6.455.804	<b>2.206.916</b>	1.080.610	<b>369.406</b>	17.841.802	<b>6.099.218</b>	<b>11.900.214</b>
2025 .....			9.621.671	<b>3.132.540</b>	6.584.920	<b>2.143.861</b>	1.102.222	<b>358.852</b>	17.632.807	<b>5.740.736</b>	<b>11.375.989</b>
2026 .....			9.814.105	<b>3.043.039</b>	6.716.618	<b>2.082.608</b>	1.124.266	<b>348.599</b>	17.417.541	<b>5.400.621</b>	<b>10.874.866</b>
2027 .....			10.010.387	<b>2.956.095</b>	6.850.951	<b>2.023.105</b>	1.146.752	<b>338.639</b>	17.195.818	<b>5.077.973</b>	<b>10.395.811</b>
2028 .....			10.210.595	<b>2.871.635</b>	6.987.970	<b>1.965.302</b>	1.169.687	<b>328.964</b>	16.967.442	<b>4.771.936</b>	<b>9.937.836</b>
2029 .....			10.414.807	<b>2.789.588</b>	7.127.729	<b>1.909.150</b>	1.193.080	<b>319.565</b>	16.732.216	<b>4.481.696</b>	<b>9.499.999</b>
2030 .....		<b>71.456.789</b>	10.623.103	<b>2.709.886</b>	7.270.284	<b>1.854.603</b>	1.216.942	<b>310.434</b>	16.489.933	<b>4.206.477</b>	<b>80.538.189</b>
2031 .....			10.835.565	<b>2.632.461</b>	7.415.690	<b>1.801.614</b>	1.241.281	<b>301.565</b>	16.240.381	<b>3.945.541</b>	<b>8.681.181</b>
2032 .....			11.052.276	<b>2.557.247</b>	7.564.003	<b>1.750.140</b>	1.266.107	<b>292.949</b>	15.983.343	<b>3.698.185</b>	<b>8.298.521</b>
2033 .....			11.273.322	<b>2.484.183</b>	7.715.283	<b>1.700.136</b>	1.291.429	<b>284.579</b>	15.718.593	<b>3.463.741</b>	<b>7.932.639</b>
2034 .....			11.498.788	<b>2.413.207</b>	7.869.589	<b>1.651.560</b>	1.317.257	<b>276.448</b>	15.445.901	<b>3.241.572</b>	<b>7.582.787</b>
2035 .....			11.728.764	<b>2.344.258</b>	8.026.981	<b>1.604.373</b>	1.343.602	<b>268.549</b>	15.165.029	<b>3.031.073</b>	<b>7.248.253</b>
2036 .....			11.963.339	<b>2.277.279</b>	8.187.520	<b>1.558.534</b>	1.370.474	<b>260.876</b>	14.875.730	<b>2.831.667</b>	<b>6.928.356</b>
2037 .....			12.202.606	<b>2.212.214</b>	8.351.271	<b>1.514.004</b>	1.397.884	<b>253.423</b>	14.577.752	<b>2.642.805</b>	<b>6.622.446</b>
2038 .....			12.446.658	<b>2.149.008</b>	8.518.296	<b>1.470.747</b>	1.425.842	<b>246.182</b>	14.270.835	<b>2.463.965</b>	<b>6.329.902</b>
2039 .....			12.695.591	<b>2.087.608</b>	8.688.662	<b>1.428.726</b>	1.454.358	<b>239.148</b>	13.954.710	<b>2.294.652</b>	<b>6.050.133</b>
2040 .....			12.949.503	<b>2.027.962</b>	8.862.435	<b>1.387.905</b>	1.483.446	<b>232.316</b>	13.629.102	<b>2.134.390</b>	<b>5.782.573</b>
<b>TOTAL.....</b>		<b>-96.337.029</b>		<b>78.992.670</b>		<b>37.140.765</b>		<b>7.378.736</b>		<b>91.608.805</b>	

VAN: 118.783.948 euros.

valor esperado del VAN asciende a 118 millones de euros. El gráfico 1 muestra la distribución de probabilidad del VAN (12). Como puede observarse, el valor del VAN puede ser negativo, aunque con una probabilidad mínima.

Puede observarse que los principales beneficios proceden de la variación del excedente de los consumidores, esto es, clientes del puerto, tanto en lo que se refiere a tráficos existentes (que ven mejoradas sus condiciones operativas) como, en un segundo nivel, a tráficos desviados y generados. Por lo que respecta a la Autoridad Portuaria de Valencia, el excedente positivo que genera se compensa con la inversión preliminar (con signo negativo) que realiza, resultando un saldo global ligeramente negativo (-5 millones de euros) para este organismo.

El cálculo de la variación en el excedente del consumidor lo hemos desagregado según los distintos tipos de tráfico, separando el tráfico existente del desviado y generado. En estas estimaciones es crucial el valor de los ahorros de tiempo aplicados, que en este caso se refiere únicamente a tiempos medios de estancia en puerto de acuerdo con los datos de facturación disponibles para un mes tipo. Para mejorar el nivel de detalle de la evaluación se requeriría haber dispuesto de una base de datos sobre tiempos más completa, que distinguiese no sólo por tipos de mercancías, sino por categorías de tiempos, como pueden ser los tiempos de estancia, llamada,

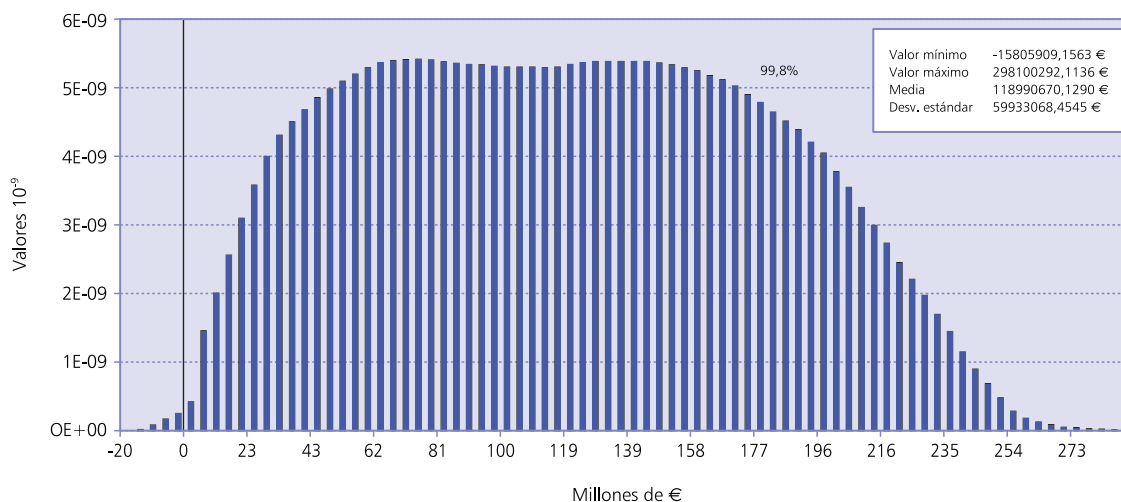
entrada y salida de puerto. Igualmente hubiese sido deseable la aplicación de un modelo de congestión en puertos que recogiese cómo cambian tales tiempos a medida que se incrementan los niveles de tráfico.

La tercera fuente principal de beneficios surge al suponer que el puerto aún continúa en condiciones de operación diez años después de finalizar el horizonte de evaluación. Esta forma de evaluar es equivalente a suponer que el proyecto se extiende diez años más, aunque permite estimar el valor terminal de la inversión aproximándolo por su capacidad para seguir prestando servicios como infraestructura portuaria en lugar de aplicar un porcentaje arbitrario sobre el valor de la inversión inicial.

## VI. CONCLUSIONES

El análisis coste-beneficio de las inversiones y políticas portuarias permite arrojar luz sobre el valor de dichos proyectos para la sociedad en su conjunto. Desde un punto de vista metodológico no se diferencia de otras infraestructuras de transporte. En este trabajo se ha realizado un análisis simplificado e incompleto de la ampliación del puerto de Sagunto sin pretensión alguna de juzgar su rentabilidad social. Aunque hemos trabajado con datos reales, el objetivo de este artículo es mostrar cómo se puede realizar un análisis coste-beneficio de una in-

GRÁFICO 1  
DISTRIBUCIÓN DEL VAN SOCIAL



versión portuaria a partir de datos generalmente disponibles. Algunas simplificaciones, como no considerar efectos indirectos, son probablemente poco importantes; sin embargo, la omisión de la modelización de la congestión o de los impactos medioambientales limita la validez del ejercicio a la presentación de cómo abordar el problema de evaluación económica de un proyecto de inversión en puertos.

#### NOTAS

(1) La evaluación del puerto de Sagunto es un caso de estudio dentro del proyecto *Evaluación Socioeconómica y Financiera de Proyectos de Transporte* realizado para el Ministerio de Fomento (véase DE RUS *et al.* (2010a; 2010b y [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es)). Agradecemos los datos proporcionados por Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de Valencia.

(2) Véase GONZÁLEZ-SAVIGNAT *et al.* (2009) para una revisión de los trabajos sobre esta materia.

(3) Véase NOMBELA (2009).

(4) Las distorsiones hacen referencia al hecho de que tales mercados no sean competitivos y, por tanto, el precio no sea igual al coste marginal.

(5) Para los efectos indirectos véase DE RUS (2009).

(6) De acuerdo con el Decreto 3650/1970, por el que se aprueba el cuadro de fórmulas tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras del Estado y organismos autónomos. Ésta es la estimación del peso de la mano de obra en construcciones con gran volumen de hormigón.

(7) En este caso no se debería incluir el tráfico desviado de Valencia a Sagunto, pues se trata de tráfico que estaba tanto antes como después de la ampliación, si suponemos que dicho tráfico genera los mismos ingresos y costes estando en cualquiera de los dos puertos. Sin embargo, sí debería incluirse el tráfico nuevo que entra en Valencia al liberarse capacidad, así como el tráfico generado en Sagunto (gas líquido). A continuación calcularíamos las variaciones de ingresos teniendo en cuenta las tarifas portuarias que se pagan por una tonelada de mercancía contenerizada y por una tonelada de gas líquido. Los datos de que disponemos para estimar los ingresos del puerto son datos de cifra de negocio por tonelada de mercancía y no distinguen tarifas por tipo de presentación de la mercancía. Con todo, basta con hallar la diferencia entre  $q^1$  y  $q^0$  y multiplicar por una tarifa media por tonelada, independientemente de su naturaleza y de dónde se ubiquen los nuevos tráficos. Lo importante es no contabilizar el mismo efecto dos veces.

(8) No está claro cuál es la referencia temporal de esta cifra. Suponemos que debe estar cercana al año 2002, por lo que el valor de los costes no se corrige por inflación.

(9) No se han considerado en esta evaluación las pérdidas de bienestar que podrían experimentar las navieras europeas al tener que acudir a otro puerto (Sagunto) si su preferencia fuera operar en Valencia a pesar de las ganancias de tiempo observadas, que a su vez deberían redundar en una operación más flexible.

(10) También podemos pensar que se genera tráfico en Valencia, donde ahora es posible que entre un mayor número de contenedores al haberse liberado capacidad. Sin embargo, no esperamos cambios en los tiempos de estancia en puerto, por lo que no se incluyen en los cálculos.

(11) Se suponen crecimientos medios del 2 por 100 anual.

(12) Se realizaron 100.000 iteraciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA (2004), *Plan Director del puerto de Sagunto*, Ministerio de Fomento.

COMISIÓN EUROPEA (2006), *HEATCO Deliverable 5. Proposal for Harmonised Guidelines*, Unión Europea, D. G. Energía y Transportes.

DEL BO, C.; C. FIORIO, y M. FLORIO (2009), «Shadow wages for the EU regions», Documento de Trabajo DEAS Universidad de Milán.

DE RUS, G. (2009), «Efectos económicos indirectos y efectos económicos adicionales», Documento del proyecto *Evaluación Socioeconómica y Financiera de Proyectos de Transporte*, Ministerio de Fomento, CEDEX. Disponible en: [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es).

DE RUS, G.; O. BETANCOR; C. CAMPOS; J. L. EUGENIO; P. SOCORRO; A. MATAS; J. L. RAYMOND; M. GONZÁLEZ-SAVIGNAT; R. BREY; G. NOMBELA, y J. BENAVIDES (2010a), «Evaluación económica de proyectos de transporte». Manual del proyecto *Evaluación Socioeconómica y Financiera de Proyectos de Transporte*, Ministerio de Fomento, CEDEX. Disponible en: [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es).

— (2010b), «Evaluación socioeconómica de la ampliación del puerto de Sagunto: construcción de la Dársena 2», Documento del proyecto *Evaluación Socioeconómica y Financiera de Proyectos de Transporte*, Ministerio de Fomento, CEDEX. Disponible en: [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es).

GONZÁLEZ-SAVIGNAT, M.; A. MATAS; J. L. RAYMOND, y A. RUIZ (2009), «Predicción de demanda: análisis de la incertidumbre y modelos de predicción en España», Documento del proyecto *Evaluación Socioeconómica y Financiera de Proyectos de Transporte*, Ministerio de Fomento, CEDEX. Disponible en: [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es).

NELLTHORP, J.; T. SANSOM; P. BICKEL; C. DOLL, y G. LINDBERG (2001), *Valuation Conventions*, UNITE. ITS, University of Leeds.

NOMBELA, G. (2009), «Modelos de capacidad de infraestructuras de transporte», Documento del proyecto *Evaluación Socioeconómica y Financiera de Proyectos de Transporte*, Ministerio de Fomento, CEDEX. Disponible en: [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es).

## ANEXO

CUADRO A.1

LA DEMANDA Y LAS RESTRICCIONES DE CAPACIDAD. PUERTO DE SAGUNTO  
 PANEL A. DEMANDA SIN PROYECTO SIN RESTRICCIÓN CAPACIDAD (\*)  
 (Toneladas de mercancía)

	<i>Granel líquido</i>	<i>Granel sólido</i>	<i>M. general convencional</i>	<i>M. general contenedor</i>	<i>Gran total</i>
1989 .....	192.294	609.867	907.515	0	1.709.676
1990 .....	204.513	536.935	842.923	0	1.584.371
1991 .....	236.253	436.813	978.091	75	1.651.232
1992 .....	188.534	567.009	1.019.692	1.033	1.776.268
1993 .....	136.670	228.083	1.051.962	13.856	1.430.571
1994 .....	177.547	303.207	1.455.979	55.872	1.992.605
1995 .....	196.933	407.906	1.895.089	107.679	2.607.607
1996 .....	157.993	278.610	1.729.562	190.588	2.356.753
1997 .....	150.662	466.460	2.157.315	271.399	3.045.836
1998 .....	167.095	456.816	2.334.604	315.402	3.273.917
1999 .....	223.827	918.891	2.348.961	299.498	3.791.177
2000 .....	161.362	721.431	2.354.302	303.098	3.540.193
2001 .....	175.863	460.174	2.779.000	246.296	3.661.333
<b>2002</b> .....	164.584	598.490	2.891.369	207.783	3.862.226
2003 .....	143.006	350.233	2.813.684	214.427	3.521.350
2004 .....	221.635	262.997	3.072.143	260.967	3.817.742
2005 .....	269.661	328.790	2.893.027	283.258	3.774.736
<b>2006</b> .....	3.002.000	285.000	3.364.000	97.000	6.748.000
2007 .....	3.964.000	356.000	3.115.000	56.000	7.491.000
2008 .....	4.600.000	255.000	2.523.000	108.000	7.486.000
2009 .....	<b>4.661.000</b>	<b>294.000</b>	<b>1.354.000</b>	<b>125.000</b>	<b>6.434.000</b>
2010 .....	<b>4.663.000</b>	<b>361.000</b>	<b>1.410.000</b>	<b>129.000</b>	<b>6.563.000</b>
2011 .....	<b>5.102.000</b>	<b>759.000</b>	<b>2.071.000</b>	<b>270.000</b>	<b>8.202.000</b>
2012 .....	<b>5.733.000</b>	<b>1.148.000</b>	<b>2.903.000</b>	<b>471.000</b>	<b>10.255.000</b>
2013 .....	<b>5.955.000</b>	<b>1.420.000</b>	<b>3.399.000</b>	<b>478.000</b>	<b>11.252.000</b>
2014 .....	<b>6.312.300</b>	<b>1.505.200</b>	<b>3.602.940</b>	<b>487.560</b>	<b>11.908.000</b>
2015 .....	<b>6.691.038</b>	<b>1.595.512</b>	<b>3.819.116</b>	<b>497.311</b>	<b>12.602.978</b>
2016 .....	<b>7.092.500</b>	<b>1.691.243</b>	<b>4.048.263</b>	<b>507.257</b>	<b>13.339.264</b>
2017 .....	<b>7.518.050</b>	<b>1.792.717</b>	<b>4.291.159</b>	<b>517.403</b>	<b>14.119.329</b>
2018 .....	<b>7.969.133</b>	<b>1.900.280</b>	<b>4.548.629</b>	<b>527.751</b>	<b>14.945.793</b>
2019 .....	<b>8.447.281</b>	<b>2.014.297</b>	<b>4.821.546</b>	<b>538.306</b>	<b>15.821.431</b>
2020 .....	<b>8.954.118</b>	<b>2.135.155</b>	<b>5.110.839</b>	<b>549.072</b>	<b>16.749.184</b>
2021 .....	<b>9.491.365</b>	<b>2.263.264</b>	<b>5.417.490</b>	<b>560.053</b>	<b>17.732.172</b>
2022 .....	<b>10.060.847</b>	<b>2.399.060</b>	<b>5.742.539</b>	<b>571.254</b>	<b>18.773.701</b>
2023 .....	<b>10.664.498</b>	<b>2.543.004</b>	<b>6.087.091</b>	<b>582.679</b>	<b>19.877.272</b>
2024 .....	<b>11.304.368</b>	<b>2.695.584</b>	<b>6.452.317</b>	<b>594.333</b>	<b>21.046.602</b>
2025 .....	<b>11.982.630</b>	<b>2.857.319</b>	<b>6.839.456</b>	<b>606.220</b>	<b>22.285.624</b>
2026 .....	<b>12.701.588</b>	<b>3.028.758</b>	<b>7.249.823</b>	<b>618.344</b>	<b>23.598.513</b>
2027 .....	<b>13.463.683</b>	<b>3.210.484</b>	<b>7.684.813</b>	<b>630.711</b>	<b>24.989.690</b>
2028 .....	<b>14.271.504</b>	<b>3.403.113</b>	<b>8.145.901</b>	<b>643.325</b>	<b>26.463.843</b>
2029 .....	<b>15.127.794</b>	<b>3.607.299</b>	<b>8.634.655</b>	<b>656.192</b>	<b>28.025.941</b>
2030 .....	<b>16.035.462</b>	<b>3.823.737</b>	<b>9.152.735</b>	<b>669.315</b>	<b>29.681.249</b>

(\*) En fondo azul claro estimaciones de Puertos del Estado. En fondo azul oscuro estimaciones propias. En 2002 se inicia la inversión. En 2006 comienza a operar la planta regasificadora.

CUADRO A.1 (continuación)

**LA DEMANDA Y LAS RESTRICCIONES DE CAPACIDAD. PUERTO DE SAGUNTO**  
**PANEL B. DEMANDA SIN PROYECTO CON RESTRICCIÓN CAPACIDAD (\*)**  
 (Toneladas de mercancía)

	<i>Granel líquido</i>	<i>Granel sólido</i>	<i>M. general convencional</i>	<i>M. general contenedor</i>	<i>Gran total</i>
1989 .....	192.294	609.867	907.515	0	1.709.676
1990 .....	204.513	536.935	842.923	0	1.584.371
1991 .....	236.253	436.813	978.091	75	1.651.232
1992 .....	188.534	567.009	1.019.692	1.033	1.776.268
1993 .....	136.670	228.083	1.051.962	13.856	1.430.571
1994 .....	177.547	303.207	1.455.979	55.872	1.992.605
1995 .....	196.933	407.906	1.895.089	107.679	2.607.607
1996 .....	157.993	278.610	1.729.562	190.588	2.356.753
1997 .....	150.662	466.460	2.157.315	271.399	3.045.836
1998 .....	167.095	456.816	2.334.604	315.402	3.273.917
1999 .....	223.827	918.891	2.348.961	299.498	3.791.177
2000 .....	161.362	721.431	2.354.302	303.098	3.540.193
2001 .....	175.863	460.174	2.779.000	246.296	3.661.333
<b>2002</b> .....	<b>164.584</b>	<b>598.490</b>	<b>2.891.369</b>	<b>207.783</b>	<b>3.862.226</b>
2003 .....	143.006	350.233	2.813.684	214.427	3.521.350
2004 .....	221.635	262.997	3.072.143	260.967	3.817.742
2005 .....	269.661	328.790	2.893.027	283.258	3.774.736
<b>2006</b> .....	<b>276.991</b>	<b>337.727</b>	<b>2.971.666</b>	<b>290.958</b>	<b>3.877.342</b>
2007 .....	284.520	346.907	3.052.443	298.866	3.982.737
2008 .....	292.254	356.337	3.135.415	306.990	4.090.997
2009 .....	<b>300.198</b>	<b>366.023</b>	<b>3.220.643</b>	<b>315.335</b>	<b>4.202.199</b>
2010 .....	<b>308.358</b>	<b>375.973</b>	<b>3.308.187</b>	<b>323.907</b>	<b>4.316.424</b>
2011 .....	<b>316.740</b>	<b>386.192</b>	<b>3.398.111</b>	<b>332.711</b>	<b>4.433.754</b>
2012 .....	<b>325.350</b>	<b>396.690</b>	<b>3.490.479</b>	<b>341.755</b>	<b>4.554.274</b>
2013 .....	<b>334.194</b>	<b>407.473</b>	<b>3.585.358</b>	<b>351.045</b>	<b>4.678.069</b>
2014 .....	<b>343.278</b>	<b>418.549</b>	<b>3.682.816</b>	<b>360.587</b>	<b>4.805.230</b>
2015 .....	<b>352.609</b>	<b>429.926</b>	<b>3.782.924</b>	<b>370.388</b>	<b>4.935.847</b>
2016 .....	<b>362.194</b>	<b>441.612</b>	<b>3.885.752</b>	<b>380.456</b>	<b>5.070.014</b>
2017 .....	<b>372.039</b>	<b>453.616</b>	<b>3.991.376</b>	<b>390.798</b>	<b>5.207.829</b>
2018 .....	<b>382.152</b>	<b>465.947</b>	<b>4.099.870</b>	<b>401.421</b>	<b>5.349.389</b>
<b>2019</b> .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2020 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2021 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2022 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2023 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2024 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2025 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2026 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2027 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2028 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2029 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>
2030 .....	<b>392.539</b>	<b>478.612</b>	<b>4.211.314</b>	<b>412.332</b>	<b>5.494.798</b>

(\*) En fondo azul oscuro estimaciones propias. En 2019 se alcanza el límite de capacidad.

CUADRO A.1 (continuación)

**LA DEMANDA Y LAS RESTRICCIONES DE CAPACIDAD. PUERTO DE SAGUNTO**  
**PANEL C. DEMANDA CON PROYECTO CON RESTRICCIÓN CAPACIDAD (\*)**  
(Toneladas de mercancía)

	<i>Granel líquido</i>	<i>Granel sólido</i>	<i>M. general convencional</i>	<i>M. general contenedor</i>	<i>Gran total</i>
1989 .....	192.294	609.867	907.515	0	1.709.676
1990 .....	204.513	536.935	842.923	0	1.584.371
1991 .....	236.253	436.813	978.091	75	1.651.232
1992 .....	188.534	567.009	1.019.692	1.033	1.776.268
1993 .....	136.670	228.083	1.051.962	13.856	1.430.571
1994 .....	177.547	303.207	1.455.979	55.872	1.992.605
1995 .....	196.933	407.906	1.895.089	107.679	2.607.607
1996 .....	157.993	278.610	1.729.562	190.588	2.356.753
1997 .....	150.662	466.460	2.157.315	271.399	3.045.836
1998 .....	167.095	456.816	2.334.604	315.402	3.273.917
1999 .....	223.827	918.891	2.348.961	299.498	3.791.177
2000 .....	161.362	721.431	2.354.302	303.098	3.540.193
2001 .....	175.863	460.174	2.779.000	246.296	3.661.333
<b>2002</b> .....	<b>164.584</b>	<b>598.490</b>	<b>2.891.369</b>	<b>207.783</b>	<b>3.862.226</b>
2003 .....	143.006	350.233	2.813.684	214.427	3.521.350
2004 .....	221.635	262.997	3.072.143	260.967	3.817.742
2005 .....	269.661	328.790	2.893.027	283.258	3.774.736
<b>2006</b> .....	<b>3.002.000</b>	<b>285.000</b>	<b>3.364.000</b>	<b>97.000</b>	<b>6.748.000</b>
2007 .....	3.964.000	356.000	3.115.000	56.000	7.491.000
2008 .....	4.600.000	255.000	2.523.000	108.000	7.486.000
2009 .....	<b>4.661.000</b>	<b>294.000</b>	<b>1.354.000</b>	<b>125.000</b>	<b>6.434.000</b>
2010 .....	<b>4.663.000</b>	<b>361.000</b>	<b>1.410.000</b>	<b>129.000</b>	<b>6.563.000</b>
2011 .....	<b>5.102.000</b>	<b>759.000</b>	<b>2.071.000</b>	<b>270.000</b>	<b>8.202.000</b>
2012 .....	<b>5.733.000</b>	<b>1.148.000</b>	<b>2.903.000</b>	<b>471.000</b>	<b>10.255.000</b>
2013 .....	<b>5.955.000</b>	<b>1.420.000</b>	<b>3.399.000</b>	<b>478.000</b>	<b>11.252.000</b>
2014 .....	<b>6.312.300</b>	<b>1.505.200</b>	<b>3.602.940</b>	<b>487.560</b>	<b>11.908.000</b>
2015 .....	<b>6.691.038</b>	<b>1.595.512</b>	<b>3.819.116</b>	<b>497.311</b>	<b>12.602.978</b>
2016 .....	<b>7.092.500</b>	<b>1.691.243</b>	<b>4.048.263</b>	<b>507.257</b>	<b>13.339.264</b>
2017 .....	<b>7.518.050</b>	<b>1.792.717</b>	<b>4.291.159</b>	<b>517.403</b>	<b>14.119.329</b>
2018 .....	<b>7.969.133</b>	<b>1.900.280</b>	<b>4.548.629</b>	<b>527.751</b>	<b>14.945.793</b>
2019 .....	<b>8.447.281</b>	<b>2.014.297</b>	<b>4.821.546</b>	<b>538.306</b>	<b>15.821.431</b>
2020 .....	<b>8.954.118</b>	<b>2.135.155</b>	<b>5.110.839</b>	<b>549.072</b>	<b>16.749.184</b>
2021 .....	<b>9.491.365</b>	<b>2.263.264</b>	<b>5.417.490</b>	<b>560.053</b>	<b>17.732.172</b>
2022 .....	<b>10.060.847</b>	<b>2.399.060</b>	<b>5.742.539</b>	<b>571.254</b>	<b>18.773.701</b>
2023 .....	<b>10.664.498</b>	<b>2.543.004</b>	<b>6.087.091</b>	<b>582.679</b>	<b>19.877.272</b>
<b>2024</b> .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>
2025 .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>
2026 .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>
2027 .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>
2028 .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>
2029 .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>
2030 .....	<b>11.114.024</b>	<b>2.650.196</b>	<b>6.343.672</b>	<b>892.108</b>	<b>21.000.000</b>

(\*) En fondo azul claro estimaciones de Puertos del Estado. En fondo azul oscuro estimaciones propias. En 2002 se inicia la inversión. En 2006 comienza a operar la planta regasificadora. En 2024 se alcanza el límite de capacidad.