

# Efectos de la concentración y competencia en la eficiencia del sistema portuario español

## Trabajo Final de Máster

Máster Universitario en Economía, Regulación y Competencia en los Servicios Públicos  
Universitat de Barcelona

### Fecha:

05/09/2014

### Autor del Trabajo:

Nicolás López Lagoa

### Director del Trabajo:

Prof. Dr. Xavier Fageda

### Tutora del Trabajo:

Marta González-Aregall

**Máster ERCSP**

Máster Universitario en  
Economía, Regulación  
y Competencia en los  
Servicios Públicos



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

## Resumen

Este trabajo desarrolla un análisis de la actual situación de la eficiencia de los puertos en España. La hipótesis con la que se trabaja es que el número de puertos en una determinada área, afecta negativamente a la eficiencia de los mismos. En primer lugar se procede a realizar una medición de la eficiencia portuaria española de los últimos años. En una segunda etapa se crean índices que midan el grado de concentración y competencia. Por último, se crea un modelo de regresión de datos de panel mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios para el período de 2008 a 2012. Se estima la eficiencia portuaria a través de variables de tráfico y tamaño, junto con variables de concentración y competencia. De esta manera, se identifica y mide cómo afectan estas variables a la eficiencia del sector. Según los resultados obtenidos, la concentración y la competencia portuaria afectan negativamente a la eficiencia.

**Palabras clave:** sistema portuario español; competencia; eficiencia; concentración portuaria.

## Abstract

This paper develops an analysis of the current status of the efficiency of Spanish ports. The starting hypothesis is that the number of ports in a specific area adversely affects port efficiency. First, we measure the Spanish port efficiency in the recent years. In a second step, we create indexes to measure the level of concentration and competition. Finally, a regression model panel data is created by OLS for the period 2008 to 2012. We estimate port efficiency through traffic and size variables beside variables of concentration and competition. Thereby, we measure how these variables affect the sector efficiency. According to the results, concentration and competition, adversely impacts on port efficiency.

**Key words:** Spanish port system, competition, efficiency, port concentration.

## Resum

Aquest treball desenvolupa una anàlisi de l'actual situació de l'eficiència dels ports a Espanya. La hipòtesi amb què es treballa és que el nombre de ports en una determinada àrea, afecta negativament l'eficiència dels mateixos. En primer lloc es procedeix a realitzar un mesurament de l'eficiència portuària espanyola dels últims anys. En una segona etapa es procedeix a crear índexs que mesurin la concentració i competència. Finalment, es crea un model de regressió de dades de panell mitjançant Mínims Quadrats Ordinaris per al període de 2008 a 2012. S'estima l'eficiència portuària a través de variables de trànsit i grandària juntament amb variables de concentració i competència. D'aquesta manera, s'identifica i mesura com afecten aquestes variables a l'eficiència del sector. Segons els resultats obtinguts, la concentració i la competència portuària afecten negativament l'eficiència.

**Paraules clau:** sistema portuari espanyol, competència; eficiència; concentració portuària.

*La responsabilidad de cualquier error u omisión que contenga la versión final del trabajo corresponde en exclusiva al autor/a del trabajo.*

## **1. Introducción**

La motivación de este Trabajo Final de Máster viene determinada por el interés generado en torno a las infraestructuras de transporte, la correcta planificación y gestión de los servicios públicos y mi ambición de crear un documento de investigación que conlleve un nuevo aporte a dichos campos.

El objetivo de este trabajo es analizar si la concentración y competencia portuaria afecta a la eficiencia del sector y cuantificar dicho efecto. El caso que se procede a estudiar se aplica al Sistema Portuario de titularidad estatal. Este está compuesto por dos grandes agentes, Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias, compuesto por 46 puertos de interés general, gestionados por 28 AA.PP. La coordinación y control de eficiencia corresponde al Organismo Público Puertos del Estado, órgano dependiente del Ministerio de Fomento y que tiene atribuida la ejecución de la política portuaria del Gobierno. Las Autoridades Portuarias son organismos públicos con independencia propia y su presidente es nombrado por el gobierno de la Comunidad Autónoma. Todas las AA.PP. son financiadas con sus propios ingresos, tasas y el fondo de compensación interportuario.

La principal hipótesis que maneja este estudio es que el número de puertos afecta a la eficiencia de los mismos. Partimos del supuesto de que un mayor número de puertos en una determinada área afecta negativamente a la eficiencia del mismo. Para ello se realiza una comparativa interportuaria de la eficiencia y en una segunda etapa, un análisis paramétrico de sus causas. Se desarrolla un modelo de regresión de datos de panel mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios durante cinco períodos (2008-2012). Se estima la eficiencia portuaria a través de variables de tráfico y tamaño junto con variables de concentración y competencia. Con los datos obtenidos podemos considerar que la planificación del sistema portuario no se centra en estudios sobre la eficiencia y los efectos del exceso de oferta son medibles y tienen consecuencias negativas sobre el sector.

Este trabajo está articulado de la siguiente forma. Se presenta una revisión bibliográfica centrada en el análisis de la eficiencia portuaria y los estudios realizados sobre los puertos españoles. La metodología se articula en tres apartados, que son el análisis DEA, la creación de índices de concentración y competencia y por último una regresión estimando la eficiencia. La última parte consta de la interpretación de los resultados y las conclusiones que se derivan de estos.

## **2. Revisión de la literatura y/o antecedentes**

En esta sección se realiza una breve revisión de la literatura sobre estudios de eficiencia aplicados al sector y se define el concepto de eficiencia con el que posteriormente se elabora el análisis.

La literatura sobre eficiencia portuaria es relativamente joven, ya que data de mediados de la década de los años 90. Es a partir de este período cuando se empieza a implementar herramientas de medición de eficiencia en este sector, aunque en cuanto a su desarrollo sigue estando muy por detrás de los estudios sobre análisis de otros servicios públicos. El

objetivo perseguido por estos estudios es buscar una herramienta que permita la toma de decisiones tanto desde la óptica empresarial como de política económica. Debido a la relativa juventud de la literatura, existe una gran diversidad en cuanto al tipo de método aplicado para el análisis.

Los primeros estudios comienzan con el desarrollo del concepto de frontera, aunque no todos se desarrollan bajo este concepto, buscan el comportamiento optimizador de las empresas. Las desviaciones de la frontera pueden interpretarse directamente como una medida de la eficiencia con la que las empresas consiguen sus objetivos. Esta medición es de fácil interpretación y valiosa para reguladores y gestores que desarrollan objetivos de política económica.

### ***Definiciones básicas de eficiencia***

En cuanto a la literatura sobre análisis de eficiencia, se han tenido en cuenta principalmente dos conceptos, la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa.

Según la definición de (Koopmans, 1951) la eficiencia técnica consiste en una asignación factible de inputs y outputs que es técnicamente eficiente si es tecnológicamente imposible aumentar algún output y/o reducir algún input sin reducir simultáneamente al menos otro output y/o aumentar al menos otro input. La eficiencia asignativa (Farrell, 1957), añade a la técnica que se intente minimizar el coste de producción, es decir, que los factores productivos se combinen de forma que resulte más barata dicha combinación.

Algunos términos más desarrollados surgen a partir de estos conceptos, como son la eficiencia económica y eficiencia de escala, que debido a su utilización en este proyecto, se procede de definir.

La eficiencia económica es un concepto de carácter más general que los anteriores pero que introduce el concepto de utilidad. La eficiencia económica consiste en utilizar los factores de producción en combinaciones de menor coste y asignación de gastos que maximicen la utilidad del consumidor. La eficiencia de escala se da cuando se logra el mayor grado de productividad al haber alcanzado el tamaño óptimo de planta. Se llega a este límite cuando producir una cantidad mayor produce rendimientos decrecientes.

El análisis de este trabajo se basa en una eficiencia asignativa y económica que tiene en cuenta el tamaño óptimo de puerto, y por tanto, que modelo portuario es más eficiente.

Los avances en eficiencia sectorial pueden venir determinados por un aumento de la eficiencia de la empresa con respecto al resto o por un desplazamiento de la frontera tecnológica. En una economía de rendimientos variables a escala el aumento de la productividad también puede venir determinada por cambios en la eficiencia de escala.

Para poder cuantificar la eficiencia se pueden utilizar dos tipos de análisis, por un lado un análisis paramétrico, cuyo principal exponente son las fronteras estocásticas, y por otro, un análisis no paramétrico (técnicas de programación lineal) representadas básicamente por el Data Envelopment Analysis (DEA), que en este caso utilizaremos en este estudio.

En cuanto estudios del caso español que tienen en cuenta variables que afectan a la eficiencia (más allá de las variables de tamaño y tráfico), existen principalmente dos que aproximan esta idea. González (2003) utiliza la idea de que existen puertos insulares, sujetos a tráfico cautivo, donde el nivel de competencia es reducido, y por otro lado, pueden encontrarse puertos situados en territorio continental, donde existe numerosas alternativas para importar o exportar mercancía (carretera, ferrocarril, otros puertos), lo que condiciona que estos puertos se enfrenten a un grado de competencia mayor.

Martínez-Budría et al. (1999) establecen un modelo donde existen tres grupos distintos de puertos (grande, mediano y pequeño) para 26 AAPP españolas usando un criterio de complejidad que considera el tamaño del puerto y la composición del vector de producto. Los resultados apuntan a que los puertos de mayor tamaño son los de mayor eficiencia, los puertos más pequeños se sitúan en segundo lugar en lo que a nivel de eficiencia se refiere y por último, los puertos medianos son los que menor eficiencia ofrecen. Como se muestra más adelante, mediante el análisis de eficiencia con rendimientos de escala variables, se obtiene el mismo resultado que en Martínez-Budría et al. (1999) en referencia al tamaño de puerto.

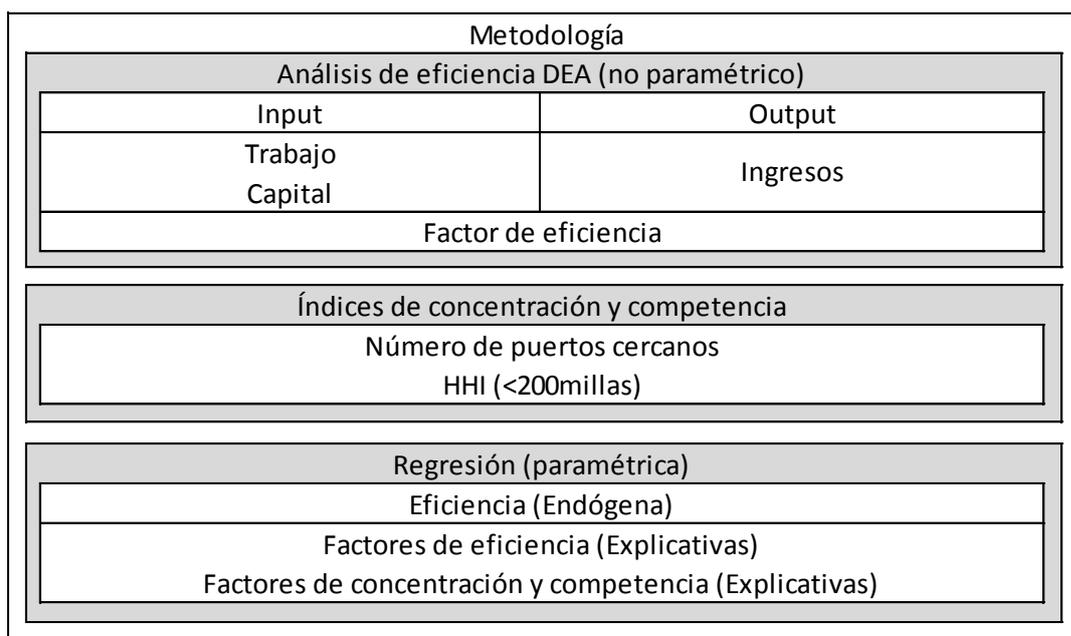
### **3. Métodos y datos**

Para realizar un análisis empírico primero debemos tener en cuenta una serie de restricciones y supuestos que formarán parte del modelo. Debido a la disponibilidad de los datos se utiliza Autoridad Portuaria como término equivalente a *puerto*<sup>1</sup>, asumiendo que hay AA.PP. que cuentan con varios puertos y puertos con diversas terminales. Hay que tener en cuenta que tomando los datos de las AA.PP. no se considera cierta información, pero por otro lado, obtenemos datos homogéneos y de manera global sobre los puertos.

---

<sup>1</sup> La literatura utiliza de forma sistemática este supuesto como se describe en González, M. M., & Trujillo, L. (2009).

## Esquema 1. Metodología



Nota: Elaboración propia

La metodología se articula en tres bloques (Esquema 1). En primer lugar, el análisis DEA nos muestra la eficiencia portuaria que utilizaremos como variable endógena del modelo paramétrico. Por otro lado se crean variables de concentración y competencia portuaria que sumadas a otras utilizaremos como variables explicativas. Finalmente, creamos un modelo que intenta medir el impacto que provoca la concentración y competencia a la eficiencia de portuaria.

### ***3.1 Análisis de la eficiencia portuaria***

En este primer apartado, se realiza un análisis no paramétrico de la eficiencia portuaria mediante DEA (Data Envelopment Analysis). Para el análisis de la eficiencia tenemos en cuenta otros trabajos en el ámbito portuario mundial como el de Cullinane, Ket et al. (2005) y más concretamente el español Martínez-Budría et al. (1990).

#### ***3.1.1 Metodología DEA***

Se realiza un análisis mediante el programa informático *DEAP v2.1*. Se desarrollan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia. La obtención de la frontera eficiente se calcula maximizando el output dado el nivel de inputs. Se escoge

una orientación input, debido a que consideramos los inputs de un puerto como dados, ya que son fijos en el corto plazo<sup>2</sup>.

**Tabla 1. Inputs, outputs y resultados DEA**

	Ingresos	Gastos en personal	Metros calado	vrste	scale	Rtos scala
A Coruña	22.870	6.782	10.823	0,648	0,869	irs
Alicante	13.085	5.072	5.923	0,593	0,736	irs
Almería	13.960	5.267	4.742	0,648	0,750	irs
Avilés	12.991	4.035	4.042	0,913	0,627	irs
Bahía de Algeciras	84.068	16.433	20.963	0,864	0,994	irs/drs
Bahía de Cádiz	20.632	7.683	10.721	0,503	0,894	irs
Baleares	59.832	13.989	19.928	0,730	0,981	irs/drs
Barcelona	162.959	32.713	20.933	1,000	1,000	-
Bilbao	64.339	14.270	19.433	0,768	0,982	irs/drs
Cartagena	37.462	7.089	12.035	0,992	0,886	irs/ -
Castellón	19.981	5.235	8.503	0,838	0,767	irs
Ceuta	15.093	7.136	3.453	0,794	0,710	irs
Ferrol-San Cibrao	18.354	4.899	9.612	0,855	0,734	irs
Gijón (Musel)	37.242	7.762	7.858	0,943	0,903	irs
Huelva	39.712	9.540	7.709	0,877	0,902	irs
Las Palmas	58.363	13.989	19.363	0,713	0,981	irs/drs
Málaga	16.348	7.089	6.779	0,492	0,849	irs
Marín y Ría de Pontevedra	8.244	3.252	3.926	0,887	0,485	irs
Melilla	7.983	4.968	2.266	0,911	0,529	irs
Motril	5.858	2.785	2.335	1,000	0,392	irs
Pasajes	13.816	6.431	5.365	0,510	0,800	irs
Santa Cruz de Tenerife	36.555	9.565	16.596	0,682	0,940	irs
Santander	21.394	6.656	7.294	0,661	0,831	irs
Sevilla	20.503	5.724	5.345	0,839	0,781	irs
Tarragona	54.007	9.854	15.774	0,965	0,950	irs/drs
Valencia	111.604	18.680	22.373	1,000	1,000	-
Vigo	26.791	9.599	11.950	0,512	0,919	irs
Vilagarcía	4.606	3.019	2.588	0,706	0,417	irs

Nota: Datos de las medias para los años de 2008 a 2012

(irs): rendimientos de escala crecientes; (drs): rendimientos de escala decrecientes; (-): óptimo

Elaboración propia a través de Puertos del Estado.

En un primer momento se consideró que la eficiencia con la que se iba a trabajar sería la calculada a través de los rendimientos variables y con varios outputs, debido a la importancia de tener en cuenta el tamaño relativo del puerto. Como se puede observar en la tabla 1, con rendimientos variables obtenemos que los pequeños y grandes puertos son eficientes, y los medianos son ineficientes, al igual que obtiene Martínez-Budría et al. (1999) en su estudio cuando considera tres grupos de puertos.

<sup>2</sup> Consideramos los inputs fijos debido a que el capital suele ser constante en el corto plazo y el gasto en personal también. El objetivo de las AA.PP es maximizar los beneficios, aumentando los ingresos mediante unos inputs dados.

**Tabla 2. Eficiencia portuaria de 2008 a 2012**

	2008	2009	2010	2011	2012	mean	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2008-2012
A Coruña	0,839	0,855	0,865	0,814	0,973	0,869	1,9	1,2	-5,9	19,5	16,0
Alicante	0,726	0,733	0,762	0,714	0,747	0,736	1,0	4,0	-6,3	4,6	2,9
Almería	0,747	0,753	0,799	0,747	0,705	0,750	0,8	6,1	-6,5	-5,6	-5,6
Avilés	0,669	0,619	0,588	0,619	0,638	0,627	-7,5	-5,0	5,3	3,1	-4,6
Bahía de Algeciras	0,995	0,994	0,995	0,986	0,998	0,994	-0,1	0,1	-0,9	1,2	0,3
Bahía de Cádiz	0,861	0,879	0,916	0,850	0,963	0,894	2,1	4,2	-7,2	13,3	11,8
Baleares	0,966	0,986	0,989	0,968	0,995	0,981	2,1	0,3	-2,1	2,8	3,0
Barcelona	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bilbao	0,971	0,986	0,989	0,969	0,995	0,982	1,5	0,3	-2,0	2,7	2,5
Cartagena	0,843	0,869	0,885	0,835	1,000	0,886	3,1	1,8	-5,6	19,8	18,6
Castellón	0,725	0,737	0,774	0,740	0,859	0,767	1,7	5,0	-4,4	16,1	18,5
Ceuta	0,682	0,680	0,696	0,638	0,856	0,710	-0,3	2,4	-8,3	34,2	25,5
Ferrol-San Cibrao	0,673	0,729	0,757	0,704	0,808	0,734	8,3	3,8	-7,0	14,8	20,1
Gijón (Musel)	0,874	0,882	0,973	0,857	0,927	0,903	0,9	10,3	-11,9	8,2	6,1
Huelva	0,859	0,912	0,981	0,889	0,868	0,902	6,2	7,6	-9,4	-2,4	1,0
Las Palmas	0,963	0,985	0,989	0,969	0,997	0,981	2,3	0,4	-2,0	2,9	3,5
Málaga	0,832	0,845	0,923	0,836	0,809	0,849	1,6	9,2	-9,4	-3,2	-2,8
Marín y Ría de Pon	0,517	0,478	0,472	0,472	0,484	0,485	-7,5	-1,3	0,0	2,5	-6,4
Melilla	0,407	0,439	0,435	0,630	0,732	0,529	7,9	-0,9	44,8	16,2	79,9
Motril	0,396	0,358	0,348	0,436	0,422	0,392	-9,6	-2,8	25,3	-3,2	6,6
Pasajes	0,817	0,832	0,831	0,779	0,741	0,800	1,8	-0,1	-6,3	-4,9	-9,3
Santa Cruz de Tene	0,911	0,949	0,974	0,900	0,966	0,940	4,2	2,6	-7,6	7,3	6,0
Santander	0,842	0,839	0,873	0,799	0,804	0,831	-0,4	4,1	-8,5	0,6	-4,5
Sevilla	0,788	0,787	0,838	0,772	0,719	0,781	-0,1	6,5	-7,9	-6,9	-8,8
Tarragona	0,916	0,960	0,973	0,909	0,994	0,950	4,8	1,4	-6,6	9,4	8,5
Valencia	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vigo	0,903	0,917	0,958	0,910	0,908	0,919	1,6	4,5	-5,0	-0,2	0,6
Vilagarcía	0,445	0,433	0,454	0,466	0,289	0,417	-2,7	4,8	2,6	-38,0	-35,1
mean	0,792	0,801	0,823	0,793	0,828	0,807	1,2	2,7	-3,6	4,5	4,6

Nota: Elaboración propia a través de Puertos del Estado.

Debido a los resultados demasiado laxos<sup>3</sup>, se decidió simplificar el modelo. Se pasó a basar el análisis solo en eficiencia de escala, es decir en el tamaño óptimo de puerto. Los datos varían si tomamos en cuenta el punto de vista técnico con respecto al tamaño óptimo, pero salvamos el problema de los puertos pequeños. Existen puertos de pequeña escala que operan de manera eficiente técnicamente pero nuestro análisis se basa en una eficiencia asignativa y económica. Por este motivo tomamos en cuenta el tamaño óptimo de puerto (Tabla 2), ya que nos interesa conocer qué modelo portuario es más eficiente.

<sup>3</sup> Los datos obtenidos reflejaban eficiencia plena en muchos puertos por dos motivos. En primer lugar, la introducción de varios outputs hacía más amplio el nivel óptimo de eficiencia. Por otro lado, los rendimientos variables, nos mostraban que puertos pequeños eran igual de eficientes que otros mayores sin tener en cuenta la escala óptima.

### 3.1.2 Variables Input:

Como variables input, se escogen una variable de **capital** y una de **trabajo**. La variable de capital escogida es el número de metros de muelles<sup>4</sup> con un calado superior a 4 metros.

La variable **trabajo** viene determinada por el gasto en salarios de cada AA.PP. (información económica), ya que combina el número de trabajadores con el precio de salario (W).

### 3.1.3 Variable Output:

Como variable output, primero se decidió escoger una serie de mercancías que determinan el sistema de transporte portuario. Mercancías tales como TEUS<sup>5</sup>, mercancía general o incluso graneles sólidos y líquidos. Dicho análisis mostraba un rango de puertos eficientes muy grande, debido a que un gran número de puertos eran eficientes dependiendo de la mercancía que transporta. Este punto de vista solo reflejaba la eficiencia técnica, pero nosotros buscábamos un punto de vista económico. Por tanto, se decide usar únicamente la variable ingresos, ya que ésta nos da la información conjunta sobre precios y cantidades. Más adelante, la regresión posterior puede dar la composición de estos ingresos según la mercancía transportada. Si bien es cierto que la mayoría de literatura publicada donde se utilizan análisis de la eficiencia mediante DEA reflejan un análisis multiproducto, no es la primera vez que se utiliza un único output, siendo un modelo igualmente válido.

## 3.2 Índices de concentración portuaria y competencia

La principal aportación que intenta hacer este trabajo es medir el efecto de la competencia y la concentración a los resultados y eficiencia portuaria. La principal hipótesis que con la que se trabaja es que el número de puertos afecta a la eficiencia de los mismos. Partimos del supuesto de que un mayor número de puertos en una determinada área afecta negativamente a la eficiencia del mismo. La expansión masiva de infraestructuras de transporte en la última década no ha sido una respuesta a exceso de demanda, cuellos de botella o necesidades previamente identificadas (Albalate et al. 2009). Por tanto, los puertos tratarán de absorber el máximo movimiento de mercancía posible dado su hinterland y la economía de la zona. Si existen varios puertos, se repartirá el tráfico entre ellos, y los que estén aislados podrán mover más proporción de volumen de mercancías por sus dársenas. Lo que se intenta demostrar es dicha hipótesis y medir los efectos que provoca la concentración. Para ello, se debe proceder

---

<sup>4</sup> Variable que nos aproxima los metros de atraque.

<sup>5</sup> Es un tipo específico de contenedor, y representa la capacidad de carga normalizada de 6,1 x 2,4 x 2,6 metros.

a crear indicadores de dichos parámetros. Cada uno de los índices que se presentan a continuación mide de diferentes maneras la concentración y competencia portuaria.

### 3.2.1 *Número de puertos cercanos*

Es un variable que nos muestra el número de puertos cercanos a menos de un número determinado de millas. En este caso se decide escoger el número de puertos a menos de 200 millas náuticas (Anexo. Mapa 1). Es una variable simple, que nos muestra de forma clara la concentración (tabla 3), aunque no tiene en cuenta el tamaño de los puertos o su cuota de mercado.

### 3.2.2 *Herfindahl e Hirschman Index*

El índice de concentración económica de mercado por excelencia es el Índice de Herfindahl e Hirschman y por tanto decidimos aplicarlo al sistema portuario.

$$H = \sum_{i=1}^N s_i^2$$

Lo más complicado para crear el HHI fue principalmente definir el mercado geográfico. Se podría considerar que todos los puertos compiten en un mismo mercado. Sin embargo el resultado de concentración aporta un único HHI de valor 693<sup>6</sup>, y muestra una altísima competencia.

**Mercados geográfico de proximidad:** se toma en cuenta la cercanía geográfica de 200 millas, y se obtienen 28 mercados geográficos diferentes. Se establecen 28 áreas con centro en cada una de las AA.PP. y de radio 200 millas, en la que se superponen unas con otras (Anexo. Mapa 1). Se calculan los 28 HHI diferentes para las correspondientes AA.PP. que miden el índice de concentración del mercado en el operan. Es una buena variable que podemos agregar a la posterior regresión, aunque cuenta con el supuesto fuerte de la distancia.

---

<sup>6</sup>Según el cálculo para las 28 AA.PP. para un mercado geográfico único teniendo en cuenta las cuotas de mercados entre los años 2008 y 2012.

**Tabla 3: Índices de concentración y competencia**

	Puertos cercanos	HHI	GDP/nº Puertos	Puertos en CCAA	Especialidad	Eficiencia
A Coruña	6	1.881	11.064.631	5	1,59 (g)	0,901
Alicante	6	2.807	32.549.514	3	1,34 (m.g)	0,746
Almería	4	769	19.851.439	7	1,56 (g)	0,757
Avilés	6	1.982	10.947.269	2	1,36 (g)	0,619
Bahía de Algeciras	6	2.479	19.851.439	7	1,50 (m.g)	0,995
Bahía de Cádiz	5	2.808	19.851.439	7	1,16 (m.g)	0,915
Baleares	0	10.000	25.892.826	1	1,57 (m.g)	0,990
Barcelona	3	3.486	96.293.506	2	1,47 (m.g)	1,000
Bilbao	4	2.837	31.807.242	2	1,29 (g)	0,989
Cartagena	6	3.136	26.642.949	1	1,72 (g)	0,925
Castellón	5	2.760	32.549.514	3	1,52 (g)	0,798
Ceuta	0	10.000	1.456.757	1	1,01 (g)	0,710
Ferrol-San Cibrao	6	1.881	11.064.631	5	1,69 (g)	0,771
Gijón (Musel)	6	1.982	10.947.269	2	1,67 (g)	0,922
Huelva	4	2.980	19.851.439	7	1,76 (g)	0,919
Las Palmas	0	10.000	20.085.799	2	1,69 (m.g)	0,990
Málaga	6	2.320	19.851.439	7	1,61 (m.g)	0,864
Marín y Ría de Pontevedra	4	2.558	11.064.631	5	1,15 (m.g)	0,480
Melilla	0	10.000	1.300.543	1	1,97 (m.g)	0,552
Motril	5	2.966	19.851.439	7	1,63 (g)	0,383
Pasajes	4	2.837	31.807.242	2	1,23 (m.g)	0,802
Santa Cruz de Tenerife	0	10.000	20.085.799	2	1,09 (g)	0,959
Santander	4	2.837	12.541.151	1	1,26 (g)	0,837
Sevilla	3	4.085	19.851.439	7	1,05 (m.g)	0,783
Tarragona	4	3.238	96.293.506	2	1,63 (g)	0,975
Valencia	5	2.577	32.549.514	3	1,95 (m.g)	1,000
Vigo	4	2.558	11.064.631	5	1,98 (m.g)	0,927
Vilagarcía	4	2.558	11.064.631	5	1,26 (g)	0,414

Nota: Datos de las medias para los años de 2008 a 2012

(g): Graneles sólidos y líquidos

(m.g): mercancía general

Elaboración propia.

### 3.2.3 Otros índices no incluidos en el modelo

Los siguientes índices miden la concentración y competencia portuaria, pero no han sido introducidos en la regresión debido a problemas metodológicos y de correlación con las variables.

**Puertos en el territorio:** muestra el número de puertos en cada Comunidad Autónoma.

**Peso del PIB con respecto al puerto:** muestra el potencial tráfico que puede absorber en relación al tamaño de su CC.AA. Dividiendo el PIB de la CC.AA. entre el número de puertos en la comunidad obtenemos dicho índice.

**Competencia de productos:** La creación de un índice que mida la especialidad de los puertos fue introducida en el sector portuario por César Ducruet (2012). Se podría considerar que los puertos con estructuras de productos semejantes compiten entre sí,

sin importar la distancia<sup>7</sup>. Podemos usar el índice utilizado en Puga & Duranton (2000) para medir la especialidad de cada puerto:

$$RZI_i = \text{Max}_j (s_{ij} / s_j)$$

donde se define a  $S_{ij}$  como la cuota de mercancía  $j$  en el puerto  $i$ , y  $S_j$  como la cuota de la mercancía  $j$  en el mercado nacional. Después de crear las variables de especialización se observó que no es posible asignar a cada puerto una única especialidad. Es difícil agrupar los puertos en 3 o 4 grupos dependiendo de su mercancía principal, porque suelen estar diversificados.

### **3.3 Modelo de regresión con variables de concentración**

El modelo de regresión se construye con las herramientas anteriormente expuestas. Se realiza una regresión de datos de panel de 28 AA.PP. para 5 períodos (2008-2012). La variable endógena es la eficiencia portuaria. Las variables explicativas son por un lado variables generales determinantes de tráfico y tamaño portuario, y por otro, variables de concentración y competencia que obtuvimos anteriormente.

#### *3.3.1 Variable endógena:*

Se utiliza la eficiencia portuaria calculada mediante DEA, de los años 2008 a 2012, para las 28 Autoridades Portuarias. Los valores se reparten entre 0 y 1.

#### *3.3.2 Variables estándar de tráfico portuario:*

**Producto Interior Bruto** de las provincias donde está localizado el puerto (GDP NUTS 3), medido en miles de euros para los años 2009 a 2012.

**Toneladas totales** transportadas por la AAPP. Mide el volumen total de mercancía movida por el puerto.

**Porcentaje de mercancía movida en contenedor.** Expresada en puntos porcentuales con respecto al total de mercancía movida. Mide el grado de especialización portuaria en este tipo de mercancía. Los principales puertos del país compiten en esta categoría, siendo una de las que mayores ingresos por tonelada aporta después de mercancía general no contenerizada<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Hipótesis válida solo para puertos peninsulares.

<sup>8</sup> Debido al pequeño volumen de mercancía general no contenerizada, se tomó como referencia los contenedores debido a la alta competencia y especialización portuaria.

**Cuota portuaria:** se toma esta variable como el peso relativo de cada puerto en el tráfico general. Se espera que a mayor cuota mayor eficiencia portuaria ya que si el puerto atrae más mercancía, se supondrá más eficiente.

De todas las anteriores variables se espera una relación positiva con la eficiencia, debido que van relacionadas con el tráfico y tamaño, y estos harán depender el aprovechamiento de la escala óptima.

Variable Dummy de Ceuta y melilla (**CEUMEL**). Se añade debido a la condición especial de las Ciudades Autónomas donde su única posibilidad de transporte de mercancía con la península es mediante transporte marítimo. No se ha introducido la dummy de las islas, porque el tamaño de puerto es similar al de los peninsulares y parte de su peculiaridad es introducida por las variables Puertos cercanos (0) y HHI (10.000).

### *3.3.3 Variables de concentración y competencia portuaria*

La principal aportación de este TFM se basa en medir el efecto que provoca la concentración y competencia en la eficiencia portuaria. Se añaden las siguientes variables a la regresión para medir el efecto:

**Herfindel Hirsman Index:** mide el nivel de competencia para cada uno de los mercados geográficos de cada puerto. Se espera una relación positiva entre concentración y eficiencia debido a que los mercados más concentrados reflejarán puertos con más poder de mercado y se piensa que estos son más eficientes.

**Número de puertos cercanos:** muestra el número de puertos a menos de 200 millas. Se espera que tenga signo negativo ya que a mayor concentración portuaria cabría pensar que se reflejase en una menor eficiencia.

Los estadísticos descriptivos (tabla 4) nos muestran cierta información que es importante resaltar. La eficiencia media del sector, es de 0,807 y una desviación estándar de 0,18. La cuota máxima es de 16,71 que correspondo a Barcelona. El porcentaje de contenedores movidos en los puertos, va desde 79.25%(Valencia) a 0% (Pasaia). La mediana de puertos cercanos es 4, y la mediana de HHI es 2798 puntos.

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos**

	Eficiencia	Cuota	Toneladas	Contenedores (%)	Puertos Cercanos	HHI
Mean	0.807464	3.571143	15584076	20.63543	3.928571	3940.057
Median	0.847500	2.070000	8146068.	12.33000	4.000000	2798.000
Maximum	1.000000	16.71000	83268833	79.25000	6.000000	10000.00
Minimum	0.289000	0.420000	728712.0	0.000000	0.000000	651.0000
Std. Dev.	0.180580	3.483960	18265909	23.65901	2.058996	2896.214
Skewness	-1.013725	2.054094	1.782740	1.002012	-0.945970	1.513636
Kurtosis	3.178007	7.292079	5.664347	2.668364	2.711321	3.578363
Jarque-Bera Probability	24.16309	205.9117	115.5664	24.06890	21.36616	55.41010
	0.000006	0.000000	0.000000	0.000006	0.000023	0.000000
Sum	113.0450	499.9600	2.18E+09	2888.960	550.0000	551607.9
Sum Sq. Dev.	4.532679	1687.179	4.64E+16	77805.07	589.2857	1.17E+09
Observations	140	140	140	140	140	140

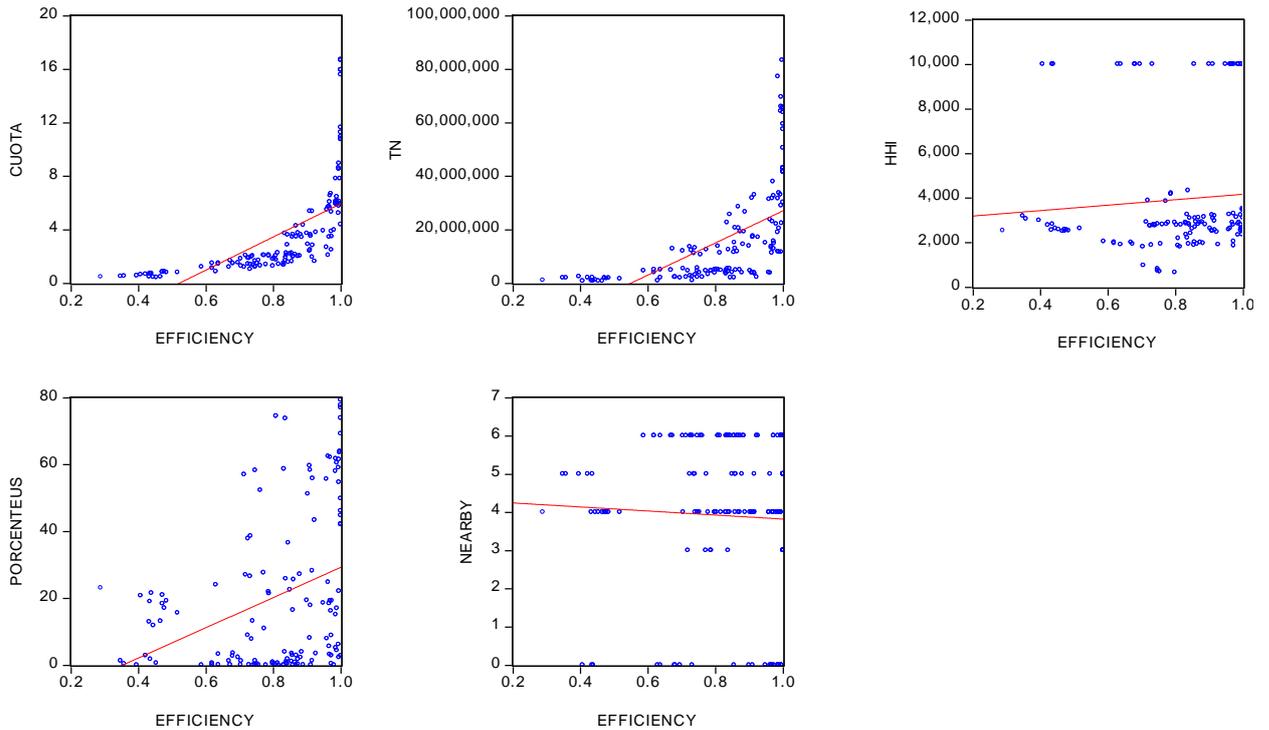
En cuanto a la Matriz de correlaciones (Tabla 5) destacar la alta correlación entre las variables HHI y puertos cercanos, debido, a que contienen la misma definición de mercado geográfico. Por este motivo se decide estimar dos modelos diferentes para cada una de estas variables.

**Tabla 5: Matriz de correlaciones**

	Eficiencia	Cuota	Toneladas	Contenedores (%)	Puertos Cercanos	HHI
Eficiencia	1.000000	0.643491	0.593198	0.345365	-0.046309	0.076261
Cuota	0.643491	1.000000	0.826131	0.476180	-0.089718	0.049426
Toneladas	0.593198	0.826131	1.000000	0.468871	0.145901	-0.105062
Contenedores (%)	0.345365	0.476180	0.468871	1.000000	-0.004731	0.055383
Puertos Cercanos	-0.046309	-0.089718	0.145901	-0.004731	1.000000	-0.914747
HHI	0.076261	0.049426	-0.105062	0.055383	-0.914747	1.000000

Los gráficos de variables endógenas versus explicativas (Grafico 1), nos muestran la relación y peso de las variables de tráfico y tamaño con la eficiencia. Como es de esperar, las variables de concentración y competencia se muestran con un grado de relación menor.

**Gráfico 1. Gráficos de las variables: Endógena vs. Explicativas**



#### 4. Resultados

El modelo utilizado ha sido una regresión de datos de panel de mínimos cuadrados ordinarios. Se incluyen 5 períodos, que van del año 2008 al 2012. Se utilizan 28 datos de corte transversal que hacen referencia a las 28 Autoridades Portuarias y las variables explicativas anteriormente descritas.

Se estiman dos modelos diferentes. El primero se utiliza para medir el nivel de concentración donde se tiene en cuenta la variable *puertos cercanos* (1). El segundo mide el efecto de la competencia y por ello incluye la variable HHI (2).

Ecuación de Concentración (1):

$$\text{Eficiencia} = \alpha + \beta_1 \text{Toneladas} + \beta_2 \text{Porcentaje de Contenedores} + \beta_3 \text{CEU\&MEL} + \beta_4 \text{Número de puertos cercanos} + \beta_5 \text{Cuota portuaria}$$

$$\text{Coeficientes: Eficiencia} = 0.781439897864 + 2.75588800803\text{e-}09*\text{TN} + 0.000248851707641*\text{PORCENTEUS} - 0.188536067046*\text{CEUMEL} - 0.0176085791459*\text{NEARBY} + 0.0169650676011*\text{CUOTA}$$

Ecuación de Competencia (2):

$$\text{Eficiencia} = \alpha + \beta_1 \text{Toneladas} + \beta_2 \text{Porcentaje de Contenedores} + \beta_3 \text{CEU\&MEL} + \beta_4 \text{HHI} + \beta_5 \text{Cuota portuaria}$$

$$\text{Coeficientes: Eficiencia} = 0.649878544339 + 2.58391263765e-09 * \text{TN} + 1.72052860712e-05 * \text{HHI} + 0.0178544638362 * \text{CUOTA} - 0.227892488893 * \text{CEUMEL} + 9.91130239049e-05 * \text{PORCENTEUS}$$

La capacidad explicativa del modelo viene determinada por un R<sup>2</sup> aceptable aunque no excesivamente alto (Tabla 6). Los problemas de endogeneidad con algunas de las variables explicativas determinó que se descartaran, reduciendo así nuestro R<sup>2</sup>. Por dichos motivos no fue posible usar a la vez el PIB junto al tráfico portuario. Por tanto, un mayor número de variables no nos permite aumentar de forma significativa el R<sup>2</sup> sin obtener endogeneidad.

El volumen de tráfico portuario es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95% y tiene una relación positiva con la eficiencia. Nos muestra que cada millón más de toneladas movidas la eficiencia aumenta entre 0,00258 y 0,00276 puntos.

La cuota de mercado es estadísticamente significativa al 95%(1) y 99%(2). Tiene una relación positiva con la eficiencia y nos muestra que cada punto porcentual más de cuota de mercado hace aumentar la eficiencia entre 0,017 y 0,018 puntos.

La variable dummy de Ceuta y Melilla es estadísticamente significativa y expresa que los puertos de las ciudades autónomas son de media entre 0,18 y 0,23 puntos menos eficientes que lo insulares y los peninsulares (eficiencia de escala).

**Tabla 6. Resultados de la regresión**

Variables explicativas	Variable dependiente: Eficiencia portuaria			
	Modelo de concentración (1)		Modelo competencia (2)	
	Coeficiente	Std. Error	Coeficiente	Std. Error
C	0.778756	0.038262	0.649879	0.022591
Toneladas	2.76E-09 **	1.22E-09	2.58E-09 **	1.13E-09
Cuota	0.016965 **	0.006563	0.017854 ***	0.006011
Ceumel	-0.188536 ***	0.054575	-0.227892 ***	0.054977
Contenedores	0.000249	0.00055	9.91E-05	0.00054
Puertos cercanos	-0.017609 **	0.007299	No	No
HHI	No	No	1.72E-05 ***	4.98E-06
R <sup>2</sup>	0.474723	-	0.496737	-
Observaciones	140	-	140	-

\* Estadísticamente significativo al 10%

\*\* Estadísticamente significativo al 5%.

\*\*\* Estadísticamente significativo al 1%.

En cuanto al porcentaje de contenedores movidos obtenemos que no es estadísticamente significativo, y puede ser debido a que los grandes puertos obtienen mayores beneficios globales con este producto pero el ingreso unitario es menor que el de los puertos pequeños (Fageda & Gonzalez-Aregall, 2012) lo cual se refleja en una menor eficiencia.

El número de puertos cercanos es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% y una relación negativa en cuanto a la eficiencia. A mayor número de puertos en un área de 200 millas a la redonda, obtenemos una menor eficiencia. **Cada puerto más, en un área de 200 millas de radio, refleja una pérdida de 0,0176 puntos en la eficiencia de escala** (representa un 1,76% de la eficiencia del puerto)

Herfindal Hirsman Index es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 99% y tiene una relación positiva con respecto a la eficiencia, es decir, cuanto más concentrado sea el mercado, mayor será la eficiencia. Este efecto indica que **un aumento de la concentración de mercado de 1.000 puntos hace aumentar la eficiencia en 0,0172 unidades** (representa un 1,72% de la eficiencia del puerto).

## 5. Conclusiones

Se ha partido de la hipótesis de que la concentración y competencia portuaria afectan a negativamente a la eficiencia. Como se ha demostrado y contrastado empíricamente, dicha hipótesis es verdadera.

La eficiencia de escala portuaria viene determinada principalmente por el volumen de tráfico. La eficiencia variable nos muestra que puertos pequeños pueden ser eficientes, aunque la escala de producción no es la óptima.

La concentración portuaria viene acompañada de una mayor competencia pero no se refleja en una mayor eficiencia, sino que a mayor número de puertos y mayor concentración de mercado menor eficiencia.

El modelo de regresión sirve para explicar la eficiencia portuaria, como se ha visto en otros trabajos, viene determinada, en gran medida por variables de tráfico y tamaño como hemos corroborado.

La aportación ha venido a ser un complemento a las anteriores variables para medir el efecto de la concentración y la competencia entre puertos. Los resultados obtenidos muestran que la concentración portuaria afecta negativamente a la eficiencia. Este hecho podría ser explicado principalmente por el tráfico, y porque en puertos aislados la competencia es menor y las posibilidades de transporte mayores.

En cuanto a la competencia portuaria, se obtiene que cuanto más concentrado esté el mercado, mayor será la eficiencia. El motivo principal es que cada puerto trata de mover el mayor número de mercancías dado el tamaño de su hinterland y la proximidad

y competencia de otros puertos. Los grandes puertos son los más eficientes y a su vez pertenecen a los mercados más concentrados debido a la cuota que poseen. En mercados de pequeños puertos, éstos están más próximos, la competencia es mayor y no pueden alcanzar el óptimo eficiente.

Se aporta también una forma de medir el efecto del exceso de oferta portuaria por medio de la eficiencia. Como hemos visto, el exceso de puertos conlleva menor eficiencia del sistema, siendo los grandes puertos los que operan a escala óptima los únicos eficientes.

La mala planificación sobre el sistema portuario en cuanto a inversiones puede ser la causa de este resultado. Como se ha demostrado en anteriores trabajos, puede haber determinantes de la inversión más allá de los estrictamente económicos (Albalate, Bel, & Fageda, 2012). Por tanto, la planificación o criterios no económicos, pueden llevar sesgos a la hora de realizar inversión en infraestructuras.

Se plasma de forma empírica que la planificación de la inversión es un paso fundamental a la hora de crear infraestructuras, y la mala realización se traduce en pérdidas del bienestar social. La planificación del sistema de transporte, y las infraestructuras de red en general, debe conllevar un estudio económico que preceda a cualquier actuación de este tipo.

## 6. Referencias bibliográficas

Albalate, D., Bel, G., & Fageda, X. (2012). Beyond the efficiency-equity dilemma: Centralization as a determinant of government investment in infrastructure. *Papers in Regional Science*, 91, 599–615. doi:10.1111/j.1435-5957.2011.00414.x

Albalate del Sol, D., Bel i Queralt, G., & Fageda, X. (2014, May 29). When supply travels far beyond demand: Causes of oversupply in Spain's transport infrastructure. Universitat de Barcelona. Institut de Recerca en Economia Aplicada Regional i Pública. Retrieved from <http://www.recercat.net/handle/2072/231687>

Bonilla, M., Medal, A., Casaus, T., & Sala, R. (2002). The traffic in Spanish ports: An efficiency analysis. *International Journal of Transport Economics*, 29, 215–230. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0036327739&partnerID=40&md5=fc84d62ecd168c00313405a2d03c8872>

Castillo-Manzano, J. I., & Fageda, X. (2012). How are Investments Allocated in a Publicly Owned Port System? Political Factors versus Economic Criteria. *Regional Studies*, 48(7), 1279–1294. doi:10.1080/00343404.2012.699192

Castillo-Manzano, J. I., Fageda, X., & Gonzalez-Laxe, F. (2014). An analysis of the determinants of cruise traffic: An empirical application to the Spanish port system.

*Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 66, 115–125.  
doi:10.1016/j.tre.2014.03.008

Cullinane, K., Wang, T.F., Song, D.W. y Ji, P. (2005): “The Technical Efficiency of Container Ports: Comparing Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis”, *Transportation Research*,

Ducruet, C., Koster, H. R. A., & Van der Beek, D. J. (2010). Commodity Variety and Seaport Performance. *Regional Studies*, 44(9), 1221–1240.  
doi:10.1080/00343400903167904

Fageda, X., González-Aregall, M. (2014). “Port Charges in Spain: The roles of regulation and market forces“, *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 6(2), 152-171.

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), pp. 253–290. doi:10.1016/S0377-2217(01)00022-4

García Prieto, C. (2003). Análisis de la eficiencia técnica y asignativa a través de las fronteras estocásticas de costes: una aplicación a los hospitales del INSALUD. Retrieved from <http://www.cervantesvirtual.com/obra/analisis-de-la-eficiencia-tecnica-y-asignativa-a-traves-de-las-fronteras-estocasticas-de-costes-una-aplicacion-a-los-hospitales-del-insalud--0/>

González, M. M., & Trujillo, L. (2009). Efficiency Measurement in the Port Industry: A Survey of the Empirical Evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*, 43, 157–192.  
doi:10.2307/20466776

González Serrano, M. M. (2004). Eficiencia en la provisión de servicios de infraestructura portuaria: una aplicación al tráfico de contenedores en España. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=479&info=resumen&idioma=SPA>

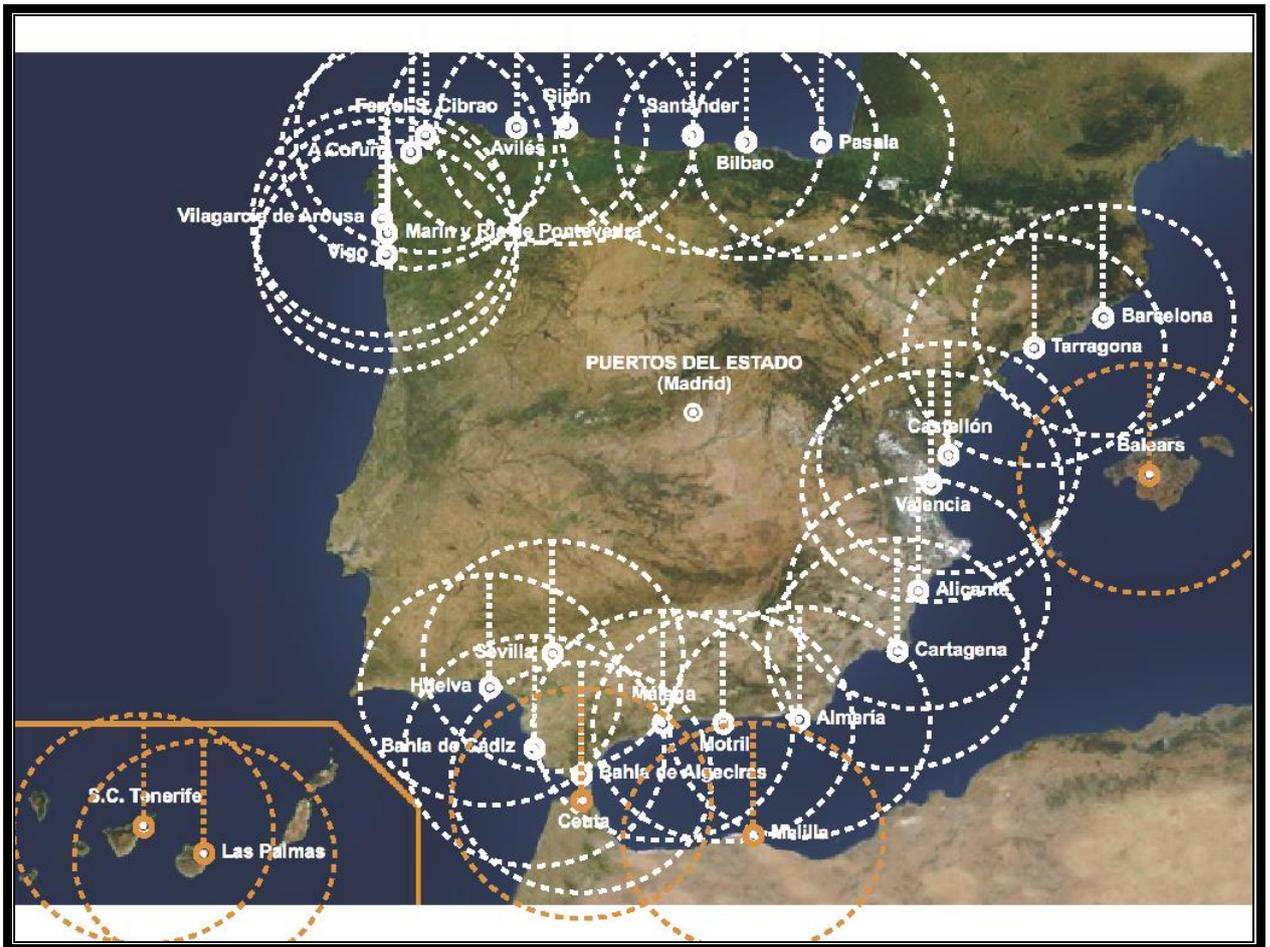
Koopmans, T. C. (1951). An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. In T. C. Koopmans (Ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation* (pp. 225–87). North-Holland Publishing Co. Retrieved from [http://www.cer.ethz.ch/resec/people/people/tsteger/Ramsey\\_Model.pdf](http://www.cer.ethz.ch/resec/people/people/tsteger/Ramsey_Model.pdf)

Martinez-Budria, E., Díaz-Armas, R., Navarro-Ibanez, M., & Ravelo-Mesa, T. (1999). A study of the efficiency of Spanish Port Authorities using data envelopment analysis. *International Journal of Transport Economics = Rivista Internazionale de Economia Dei Trasporti*, 26(2). Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=514631>

Puga, G. D. D. (2000). Diversity and Specialisation in Cities: Why, Where and When Does it Matter? *Urban Studies*. doi:10.1080/0042098002104

## ANEXO

Mapa 1. Autoridades Portuarias y áreas de 200 millas



Fuente: elaboración propia.