



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Facultad de Economía, Empresa y Turismo



## **GRADO EN ECONOMÍA**

### **Estudio de la eficiencia bancaria española en el periodo 2000-2017. Una aproximación DEA**

Eduardo Monzón Porcel

Las Palmas de Gran Canaria, a 28 de noviembre de 2018

## Índice

1.	Introducción .....	5
2.	La banca española en el siglo XXI .....	7
3.	Revisión de la literatura sobre eficiencia bancaria .....	10
4.	Estimación de la eficiencia usando métodos no paramétricos deterministas .....	12
4.1.	Conceptos de eficiencia .....	12
4.2.	Medición no paramétrica determinista de la eficiencia usando DEA .....	14
4.2.1	Conceptos.....	14
4.2.2	El modelo DEA .....	19
4.2.3	El índice de Malmquist usando DEA .....	21
4.3.	Ventajas y desventajas de la metodología DEA.....	23
5.	Análisis empírico.....	24
5.1.	Datos .....	24
5.2.	Enfoques bancarios y orientación de la tecnología .....	26
5.3.	Estimación de las eficiencias mediante DEA .....	28
5.4	Índice de Malmquist.....	34
5.5	Análisis de los determinantes de la eficiencia .....	41
6.	Conclusiones .....	42
	Referencias bibliográficas .....	44

Anexo I. Listado de bancos y descripción de las variables utilizadas.

Anexo II. Distribución de las eficiencias técnicas y de escala estimadas.

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1. Eficiencia técnica y asignativa.....	13
Gráfico 2. Orientaciones del modelo.....	16
Gráfico 3. Rendimientos a escala.....	17
Gráfico 4. Evolución de las eficiencias medias.....	29

## Índice de tablas

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de inputs y outputs (DEA).....	25
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de inputs y outputs (DEA-Malmquist).....	35
Tabla 3. Factores explicativos de la eficiencia CRS.....	42
Tabla A1.1 Listado de entidades bancarias (DEA).....	Anexo I
Tabla A1.2 Descripción de las variables (DEA).....	Anexo I
Tabla A1.3 Listado de entidades bancarias (DEA-Malmquist).....	Anexo I
Tabla A2.1 Distribución de las eficiencias técnicas CRS para los distintos enfoques.....	Anexo II
Tabla A2.2 Distribución de las eficiencias técnicas VRS para los distintos enfoques.....	Anexo II
Tabla A2.3 Distribución de las eficiencias técnicas SCALE para los distintos enfoques.....	Anexo II
Tabla A2.4 Distribución de los indicadores de eficiencia para los distintos enfoques (DEA-Malmquist).....	Anexo II
Tabla A2.5 Distribución de las eficiencias técnicas CRS y VRS según el tamaño del banco.....	Anexo II

## 1. Introducción

El sector bancario mundial ha sufrido una importante reestructuración desde la crisis financiera de 2007, con respecto a su regulación, requisitos de capital y liquidez, y también en términos de cambiar el comportamiento de los clientes y las relaciones con los proveedores de servicios financieros (por ejemplo, los bancos ahora ofrecen productos y servicios en el contexto de un entorno completamente nuevo, con elementos novedosos como Internet, teléfonos inteligentes y redes sociales). Todo ello ha propiciado que, aún en la actualidad, los bancos hayan estado reevaluando y ajustando sus estrategias y modelos de negocios, pues si bien es verdad que ahora los bancos se encuentran en una posición más favorable, siguen existiendo problemas de baja rentabilidad en parte debido a diversos factores como pueden ser los bajos tipos de interés, problemas al captar nuevos capitales, etc.

El sistema bancario español en particular (acreditado como uno de los más sólidos y mejor equipados de todas las economías occidentales para hacer frente a la crisis de liquidez mundial, gracias en su mayor parte al modelo de negocio que sigue denominado como banca tradicional y minorista) también se ha reestructurado profundamente, especialmente desde la crisis bancaria de 2010 y el rescate de 2012 provocado por la burbuja inmobiliaria, que tuvo un severo impacto en la economía española y en sus entidades financieras. En la actualidad, el mayor reto de la banca española es conseguir una mejora en la rentabilidad que se encuentra muy por debajo de lo que demanda el inversor, todo esto es básicamente debido a los problemas mencionados anteriormente como son el reducido tipo de interés o el exceso de capacidad instalada, es decir, un gran densidad de oficinas y un tamaño que no son requeridos.

En este escenario, parece razonable estudiar la eficiencia en el comportamiento de los bancos.

El término de eficiencia bancaria se define como el grado de optimalidad alcanzado en el manejo de los recursos para la producción de los servicios bancarios (Server y Melián, 2001, p.89). En general, la metodología utilizada para estimar la eficiencia puede ser paramétrica y no paramétrica, siendo condición necesaria para la primera que la forma funcional de la frontera esté especificada, a diferencia de la segunda,

que no requiere de esta definición ya que se delimita un conjunto de procesos posibles donde la frontera envuelve a los datos observados. Los métodos no paramétricos pueden ser deterministas (*Data Envelopment Analysis* (DEA) propuesto por Charnes et al. (1978) y Banker et al. (1984), *Free Disposal Hull* (FDH) propuesto por Deprins et al. (1984), o *Mixed Optimal Strategy* (MOS)) y estocásticos (denominados métodos de frontera parcial como los estimadores order- $m$  y order- $\alpha$ , propuestos por Cazals et al. (2002) y Aragon et al. (2005), respectivamente). Entre las técnicas paramétricas destacan análisis de la frontera estocástica (*Stochastic Frontier Approach*, SFA), desarrollado por Aigner et al. (1977) así como por Meeusen y Van den Broeck (1977),<sup>1</sup> el enfoque de distribución libre (*Distribution-Free Approach*, DFA) y la aproximación de frontera gruesa (*Thick Frontier Approach*, TFA). En ambos casos, puede estimarse tanto la frontera producción como de costes. Cabe destacar que la principal diferencia entre ambas técnicas es la inclusión del término error como un factor desconocido que afecta al modelo de frontera.

Algunos estudios de eficiencia bancaria que podríamos destacar son los trabajos de Berger y Humphrey (1997) o Drake et al. (2006) para la eficiencia técnica, y Maudos y Pastor (2003) o Prior et al. (2016) para la de costes.<sup>2</sup>

El objetivo principal del trabajo es doble. Por un lado, estudiar el comportamiento de la eficiencia técnica de una muestra representativa de entidades bancarias españolas en el periodo 2000-2017, así como los cambios experimentados en la productividad total de los factores, y su relación con los cambios en eficiencia y el cambio tecnológico, y por otro lado, investigar qué factores contribuyeron a explicar la eficiencia.

La metodología empleada en este trabajo es triple. Por un lado, la estimación de la eficiencia técnica se realizará mediante DEA. Esta metodología permite obtener índices de eficiencia técnica y de escala que permitirán evaluar cómo las entidades financieras llevaron a cabo sus actividades considerando diferentes enfoques o dimensiones de la actividad bancaria (por ejemplo, la producción, intermediación y

---

1 El enfoque SFA es el usado mayoritariamente por los investigadores durante las tres últimas décadas.

2 Véase el epígrafe 3 para una mayor descripción de los trabajos y métodos empleados en la eficiencia bancaria.

rentabilidad). Por otro lado, la posible incidencia del cambio tecnológico y los cambios en la eficiencia de los bancos se estudiará usando el índice de Malmquist usando DEA, que permitirá también investigar su efecto sobre los cambios en la productividad total de los factores. Así, se pretende evaluar el comportamiento del cambio tecnológico (por ejemplo, debido a la digitalización e integración de nuevas tecnologías en los servicios que ofrecen) durante este periodo. Finalmente, se analizarán qué factores exógenos (antigüedad, nacionalidad, tipo de banco, entre otras) pueden explicar los diferenciales de eficiencia de los bancos usando modelos censurados superiormente en 1 (es decir, unidades totalmente eficientes), como el modelo de regresión Tobit.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, en la sección 2 se describe de forma general la banca española en el siglo XXI, identificando su modelo de negocio, su historia y la dirección a seguir. En la sección 3, se hace una revisión de la literatura sobre eficiencia bancaria tanto a nivel nacional como a nivel internacional. En la sección 4, se ilustra la metodología empleada: se describen algunos términos de eficiencia que serán útiles para el posterior análisis de resultados, así como la descripción del modelo DEA como método determinista no paramétrico. Posteriormente, en la sección 5 se definirán los enfoques bancarios así como los datos. Asimismo, en esta sección se llevará a cabo la estimación y se procederá a la discusión de los resultados para finalmente, llegar a la sección 6 en donde expondremos las principales conclusiones a las que hemos llegado con la realización de este trabajo.

## **2. La banca española en el siglo XXI**

El sector bancario español podemos definirlo como un sector que sigue un modelo denominado como banca tradicional y minorista que consiste básicamente en la idea de financiarse a través de depósitos minoristas para posteriormente conceder créditos a los clientes, a su vez, es un modelo en donde la cercanía al cliente y la permanencia de la relación son predominantes y ayudan a la fidelización del cliente a diferencia por ejemplo, del modelo estadounidense, que está basado en que el banco actúe como un intermediario y no mantenga relación con la clientela, es decir,

el banco concede préstamos a los clientes, pero estos préstamos son empaquetados, reestructurados y transformados en valores para su posterior venta en mercados financieros.

Con respecto al periodo analizado, que corresponde con el siglo XXI, cabe destacar dos periodos definidos. El primero de ellos, desde el año 2000-2004, en la economía española se da una etapa de desaceleración económica, en donde comienza a vaticinarse lo que estaría por llegar en el año 2007, una medida que refleja claramente esta desaceleración es el crecimiento del PIB que vino a estancarse alrededor del 3%, situándose en el 2004 en el 3,2%. En segundo lugar, tendríamos el periodo que abarca desde el comienzo de la crisis en el año 2007 hasta la actualidad el año 2017, dicha crisis tiene su origen en Estados Unidos a comienzos del año 2007 y el principal causante de la misma son la denominadas hipotecas *subprime*, que consisten básicamente en otorgar créditos hipotecarios a personas que presentan un alto riesgo, en donde las empresas se aseguran la inversión mediante la imposición de altos tipos de interés, véase como personas de alto riesgo a personas con un dudoso historial crediticio, sin ingresos estables, en definitiva con grandes probabilidades de impago.

Esta crisis generó una desconfianza en el mercado financiero americano, desconfianza que posteriormente se propagó por los distintos mercados financieros globales debido a que estos también presentaban la exposición a estos activos. Todo esto, en adición al estallido de la burbuja inmobiliaria, da lugar a la crisis económica española.

No obstante, gracias al modelo de banca minorista mencionado anteriormente, el sector bancario español se situó en una buena posición para afrontar la crisis del 2007 ya que no participó en la generación de activos complejos denominados “tóxicos”, no invirtió en estos productos tóxicos y tampoco creó ninguna estructura fuera de los balances bancarios.

Sin embargo, debido a esta gran crisis, en el sector se pone en marcha un plan de reestructuración para sanear, fortalecer en solvencia y mantener solventes las entidades financieras españolas en el futuro, este plan fue promovido por el Banco de España, el Ministerio de Economía y el Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria (FROB), en el cual se forzaban una serie de fusiones/absorciones, así

como algunos cambios en la estructura de las entidades financieras españolas con la creencia de que estas entidades financieras ganaran tamaño y consecuentemente fuera más fácil para las mismas conseguir incrementos en la solvencia y rentabilidad. Asimismo, posterior a esta iniciativa, se llevó a cabo la constitución de la Sociedad de Gestión de Activos Procedentes (SAREB), conocido como “banco malo”, que se dedicaría a adquirir los activos tóxicos y a venderlos en un plazo máximo de 15 años. A todas estas medidas también se le sumaron las directrices marcadas por las autoridades internacionales que han afectado a los flujos de financiación de las entidades financieras debido a la imposición de unos tipos de interés muy bajos que incluso han llegado a alcanzar mínimos históricos.

En la actualidad, nos encontramos ante una situación de incertidumbre puesto que si bien es cierto que algunos indicadores como el crecimiento del PIB se sitúan en valores próximos a los existentes antes de la crisis, en los últimos años se ha observado una desaceleración, por lo que no queda muy claro cuál es el camino que está siguiendo la economía española.

Por otro lado, cabe destacar también que durante este periodo se da la introducción de las nuevas tecnologías, las cuáles aparecen en el sector y se propagan a gran velocidad, determinando un nuevo modelo de negocio muy alejado del modelo tradicional debido a la actualización de la relación entidad bancaria- cliente, ya que este se encuentra más familiarizado con las nuevas tecnologías y demanda a las entidades una nueva oferta de productos digitalizados, más personalizada y acorde a los cambios producidos en el entorno, busca una mayor inmediatez a la hora de gestionar los servicios así como una mayor autonomía a la hora de gestionarlo a través de estas nuevas tecnologías. No obstante, este no es un camino fácil y aún en la actualidad las entidades financieras todavía buscan definir con mayor exactitud el uso de estas nuevas tecnologías y como establecer una relación apropiada con los clientes, pues no está claro que los clientes estén tan adaptados a las nuevas tecnologías. Esta “digitalización” puede llegar incluso a considerarse como una de las razones por las que las entidades bancarias recientemente, están llevando a cabo despidos masivos de personal, puesto que pretenden automatizar la relación con el cliente o pretenden que sus trabajadores tengan unas ciertas aptitudes y estén lo suficientemente actualizados conforme a las nuevas tecnologías.

### 3. Revisión de la literatura sobre eficiencia bancaria

Los estudios sobre la eficiencia bancaria son abundantes, tanto usando los métodos no paramétricos como DEA como SFA, bien realizando el análisis por separado, comparando los resultados obtenidos por ambas técnicas, estudiando la eficiencia en cada país o realizando comparaciones internacionales entre diferentes países.

Los enfoques utilizados para evaluar el desempeño de los bancos desde un punto de vista metodológico suelen realizarse, en general, a partir del estudio de tres dimensiones del desempeño: la producción, la intermediación y la orientada a los beneficios. En cada uno de esos enfoques, la eficiencia analizada ha sido, generalmente, la de costes, si bien también se han analizado, aunque en menor medida, la eficiencia técnica y la eficiencia de beneficios.

En primer lugar, con respecto a los métodos deterministas no paramétricos, el método más utilizado es la DEA. En el ámbito internacional, tenemos el trabajo de Berger y Humphrey (1997) en donde se analizaron alrededor de 130 estudios que aplican la técnica DEA para analizar la eficiencia de las instituciones financieras en 21 países. En palabras de los mismos autores, el objetivo de este trabajo era resumir y revisar la evidencia empírica de las estimaciones de las instituciones financieras. Puesto que algunos métodos de eficiencia no necesariamente reportaron resultados consistentes, los autores trataron de ofrecer maneras de mejorar la consistencia y la precisión de estos métodos. Este trabajo fue muy importante en la literatura bancaria ya que suscitó interés en otros autores, es por esta razón que cuando se lleva a cabo algún trabajo de eficiencia bancaria, se mencione este como un trabajo de referencia.

Asimismo, en años posteriores tenemos diversos trabajos de investigación como son por ejemplo, Drake y Howcroft (1994) que desde un enfoque orientado a la producción intentan averiguar la eficiencia de las sucursales bancarias en el Reino Unido. También disponemos del trabajo de Athanassopoulos (1997), el cual estudia la eficiencia de los bancos comerciales griegos a través del uso de dos enfoques distintos, uno de ellos es el de producción y el otro el enfoque orientado a los beneficios. Por su parte, en trabajos de investigación más recientes, encontramos a Camanho y Dyson (2005) que evalúan la eficiencia de las sucursales de los bancos

portugueses siguiendo un enfoque de producción o Drake et al. (2006), que tratan de evaluar la eficiencia técnica del sistema bancario de Hong Kong.

Por otro lugar, respecto al ámbito nacional, observamos entre otros, a autores como Pueyo (2003), que hace un estudio de los indicadores de eficiencia de una muestra de bancos españoles siguiendo el enfoque de intermediación. Maudos y Pastor (2003) que estudian la eficiencia de costes y la eficiencia de beneficios del sector bancario español. Pastor y Serrano (2006) que estudian la eficiencia de costes de un conjunto de bancos europeos en donde proponen una nueva descomposición de la eficiencia de costes en dos componentes, uno que alude a la ineficiencia que es debida a la especialización tomada por el banco seleccionado y el otro que alude al uso ineficiente de los recursos disponibles en función de la especialización tomada. Más recientemente, destaca el trabajo de Prior et al. (2016), en el cual se estudia la eficiencia del sector bancario español realizando una comparativa entre los años pre-crisis y en los primeros años de esta desde un punto más enfocado al análisis de costes e ingresos.

Respecto a los modelos paramétricos, en el ámbito internacional, encontramos los trabajos de investigación de autores como Kraft y Tirtiroglu (1998) que estudian la eficiencia de una muestra de bancos croatas a través del uso de la técnica SFA, Bonin et al. (2005), los cuales a través de la aplicación de procedimientos de estimación de frontera estocástica, estudian la eficiencia de costes y la eficiencia de beneficios para una muestra de bancos procedente de distintos países, Bos y Schmiedel (2007) quienes a través del uso de la técnica SFA, tratan de buscar una frontera que englobe al conjunto de entidades bancarias europeas y permita la comparación de estas mismas entidades o Lensink et al. (2008) quienes a través del uso de la técnica SFA, examinan la eficiencia de los bancos extranjeros y de cómo la calidad de las instituciones de los países en donde se encuentran situados afectan a los niveles de eficiencia de los mismos.

Por otro lugar, en el ámbito nacional, destacan varios trabajos de investigación. Por ejemplo, Maudos (1996), que a través de la estimación de una frontera estocástica, estudia la eficiencia, el cambio técnico y la productividad del sector bancario español. Sarmiento y Galán (2014) estudian la ineficiencia de costes y la ineficiencia de beneficios y cuáles pueden ser factores de riesgo que afecten a estos niveles de

eficiencia para un conjunto de bancos colombianos. Pérez-Cárceles et al. (2016), quienes estudian la ineficiencia de costes de una muestra de bancos pertenecientes al sector bancario español a través de la estimación de la frontera estocástica.

De igual manera, otros autores se han centrado a llevar comparaciones entre las distintas técnicas paramétricas y no paramétricas, véase autores como Bauer et al. (1998) que comparan los resultados obtenidos para una muestra de bancos estadounidenses en función de las distintas técnicas, Huang y Wang que aporta otra comparativa teniendo en cuenta entidades bancarias de Taiwan, Weill (2004) que lleva a cabo un estudio similar pero para entidades bancarias europeas.

#### **4. Estimación de la eficiencia usando métodos no paramétricos deterministas**

A continuación, se describen unos cuantos conceptos de eficiencia que es conveniente conocer, previamente a la introducción del modelo usado así como de las estimaciones realizadas, puesto que se repetirán durante todo el trabajo.

##### **4.1. Conceptos de eficiencia**

Generalmente, el concepto de eficiencia consiste básicamente en cómo aprovechar los recursos disponibles para conseguir el mejor resultado posible en términos de la producción de un determinado bien o servicio. No obstante, este concepto ha sido muy trabajado a lo largo de la literatura y ha ido desarrollando nuevas definiciones. A continuación, se mostrarán algunos de los autores que han ido desarrollando el concepto hasta llegar a lo que conocemos hoy como la medición moderna de la eficiencia.

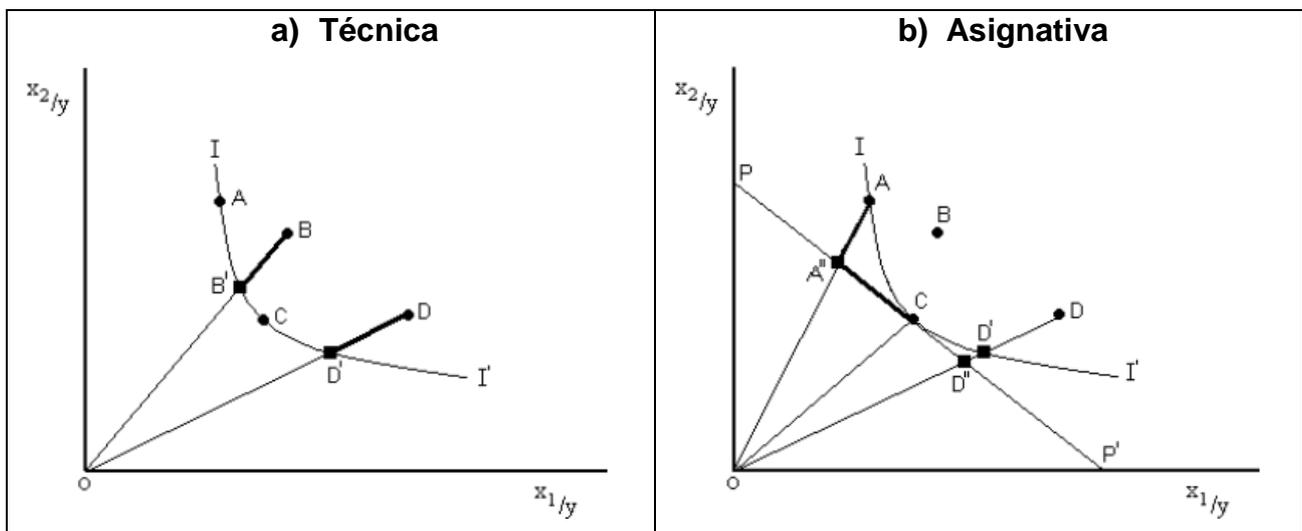
Debreu (1951) mide la ineficiencia de la asignación de los recursos en una economía mediante el cálculo de cuánto menos de esos recursos podrían mantener el mismo nivel de satisfacción de los consumidores. En este estudio se define lo que se conocería como el coeficiente de utilización de recursos de Debreu.

Koopmans (1951), que se basa en el estudio iniciado por Pareto, llega al concepto de eficiencia denominado de Pareto-Koopmans, el cual enuncia que una unidad de decisión es completamente eficiente si y solo si no es posible mejorar ningún input u output sin el empeoramiento de otro input u output.

La medición moderna o actual de la eficiencia se basa en el estudio de Farrell (1957). Farrell, siguiendo los estudios previos de Debreu (1951) y Koopmans (1951), proporciona una definición simple de lo que es la eficiencia de una firma o empresa. Esta eficiencia consiste en dos componentes: eficiencia técnica, que refleja la habilidad de una empresa a la hora de obtener un máximo de outputs en función de unos inputs dados, y la eficiencia asignativa, la cual refleja la habilidad de la empresa a la hora de utilizar los inputs en proporciones óptimas, dado sus respectivos precios. Estas dos medidas combinadas dan lugar a la denominada eficiencia económica total.

El Gráfico 1 muestra el comportamiento de la eficiencia técnica y asignativa.

**Gráfico 1. Eficiencias.**



Fuente: Coll y Blasco (2000).

Por ejemplo, la eficiencia técnica hace referencia a si los factores productivos se están empleando de la mejor manera posible. Implica que se no puede producir más de un bien sin aumentar la cantidad de factores usados ni producir los mismos bienes con menos factores de los que se están utilizando. Si observamos el Gráfico 1a, vemos que la unidad B sería ineficiente técnicamente puesto que podría reducir

su cantidad de input y seguir produciendo el mismo output. Esta ineficiencia vendría medida por la distancia B'B. En contraste, la unidad C sería una unidad eficiente técnicamente ya que opera en la frontera eficiente.

La eficiencia asignativa hace referencia a si se está utilizando la mejor combinación de factores productivos en función de los precios existentes en el mercado. Si observamos el Gráfico 1b, observamos que la línea PP' haría referencia a los costes, por lo que por ejemplo, la unidad A y C serían ambas técnicamente eficientes, sin embargo, C sería también eficiente en precios y A debería reducir los costes totales en A''A para llegar a serlo.

A partir de las dos eficiencias anteriores puede construirse la eficiencia económica que hace referencia a cuando una unidad es capaz de emplear los factores productivos de la mejor manera posible y a su vez, esos factores productivos son la mejor combinación disponible en función de los precios. La eficiencia económica puede descomponerse en:

$$EF_E = EF_T \times EF_A$$

donde  $EF_T$  es la eficiencia técnica y  $EF_A$  es la eficiencia asignativa.

## 4.2. Medición no paramétrica determinista de la eficiencia usando DEA

La técnica DEA fue definida por primera vez por Charnes et al. (1978). Es una técnica de programación matemática que permite la construcción de una frontera eficiente en donde las unidades de toma de decisión son evaluadas eficientes o ineficientes en función de si las mismas determinan o no esta frontera. Una variante de la técnica DEA es la técnica FDH. Dicha técnica fue desarrollada por Deprins et al. (1984) y es menos restrictiva que DEA, ya que requiere menos supuestos sobre la tecnología de la producción, por ejemplo, no requiere convexidad.

### 4.2.1 Conceptos

Charnes et al. (1978) propusieron un modelo orientado a los inputs que asumía rendimientos constantes a escala (*constant return to scale*, CRS). Desde la

introducción de este primer trabajo, la investigación y desarrollo en esta materia ha sido de gran notoriedad, existiendo una gran abundancia de trabajos que se refieren al estudio de este método y a su introducción en diversos campos.

Siguiendo a Faura, et al (2012), *“los modelos DEA parten de las cantidades de inputs empleadas y de outputs producidas por un conjunto de DMUs (Unidades de Toma de Decisiones) para determinar cuáles son las mejores opciones, comparando cada DMU con todas las posibles combinaciones lineales de todas las unidades de la muestra”*. De esta manera, se define un conjunto de DMUs eficientes las cuáles conforman la denominada frontera eficiente, midiendo la eficiencia de cada unidad como distancia a la misma, gracias a esto podemos llegar a una clasificación de las distintas DMUs en función de su eficiencia. Según Coll y Blasco (2000), los modelos DEA pueden ser clasificados en función de:

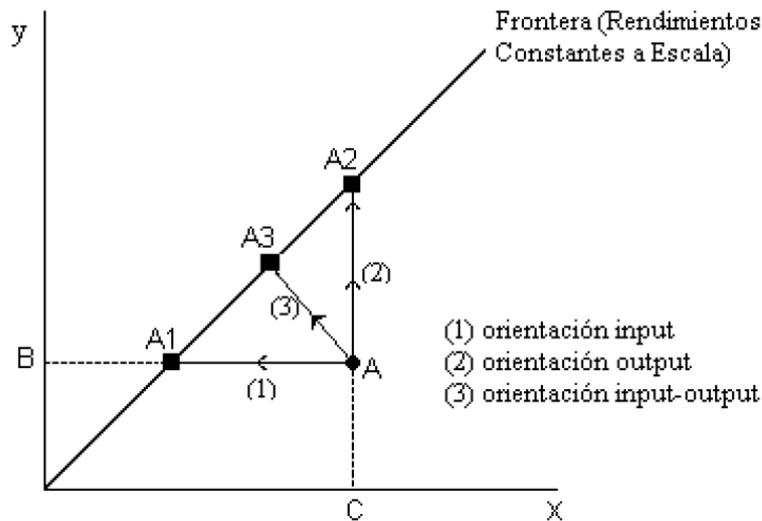
- a) El tipo de medida de eficiencia que proporcionan: modelos radiales y no radiales, estos son los que tienen en cuenta si los cambios de los inputs u outputs son proporcionales o no.
- b) La orientación del modelo, ya sea input orientado, output orientado o input-output orientado
- c) Los rendimientos a escala que caracteriza la tecnología de producción, ya sea rendimientos a escala constantes o variables.

Conforme a la orientación del modelo, y siguiendo las definiciones establecidas por Charnes et al. (1978), los modelos pueden estar:

1. Input orientados: Es decir, consisten en, dado un nivel de outputs, conseguir la máxima reducción de los inputs mientras se permanezca en la frontera de posibilidades de producción, es decir, que una unidad será eficiente si no es posible reducir el nivel de inputs manteniendo fijo el nivel de outputs.
2. Output orientados: Es decir, consisten en, dado un nivel de inputs, conseguir el máximo crecimiento de los outputs dentro de la frontera de posibilidades de producción, es decir, una unidad será eficiente si no es posible aumentar el nivel de outputs manteniendo fijo el nivel de inputs.

El Gráfico 2 muestra, a modo de ejemplo, las distintas orientaciones.

**Gráfico 2. Orientaciones.**



Fuente: Coll y Blasco (2000).

Considerando  $x$ , la cantidad de input, e  $y$  la cantidad output, podemos observar que el punto A, define una unidad ineficiente técnicamente ya que se sitúa por debajo de la frontera de producción. Desde la orientación input, tendríamos que esa unidad A podría reducir la cantidad de input y seguir produciendo la misma cantidad de output, esto es, trasladándose a la unidad A1, que mostraría una unidad técnicamente eficiente. Desde la orientación output, la unidad A también sería ineficiente técnicamente, puesto que si se trasladase al punto de la unidad A2, estaría utilizando la misma cantidad de input, produciendo una cantidad de output mayor. Finalmente, puede observarse un último enfoque, que sería el denominado Input-Output en el cual se busca de manera simultánea la reducción de los inputs y la expansión de los outputs.

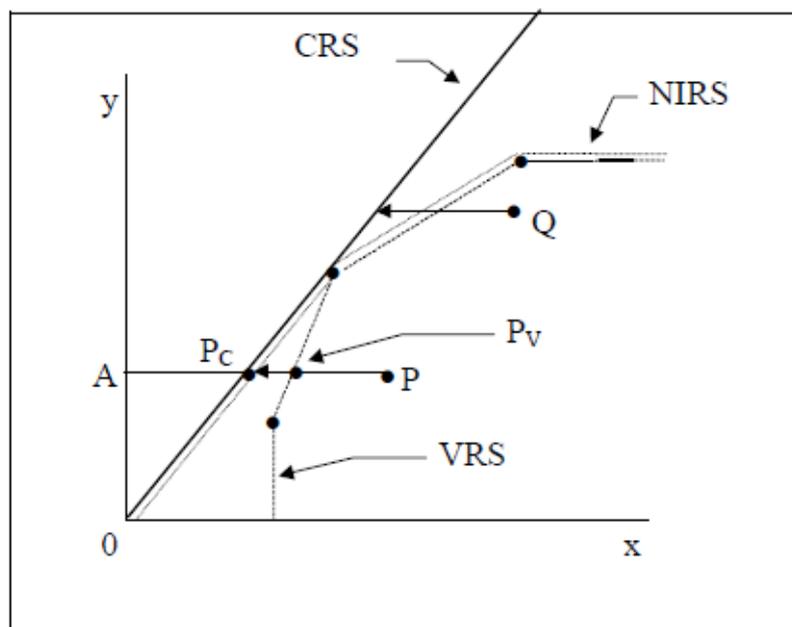
Conocer el tipo de economía de escala existente es de suma importancia, puesto que con el cálculo de ambas fronteras de producción podríamos estudiar el grado en que las DMUs se aprovechan de las eventuales economías, así pues se han definido distintos modelos DEA en función de los rendimientos a escala que siguen las tecnologías.

Los rendimientos a escala pueden clasificarse en tres tipos:

1. Rendimientos constantes a escala (CRS): situación de producción en la que el incremento porcentual de los recursos productivos es equivalente al incremento porcentual del output.
2. Rendimientos crecientes a escala (IRS): situación de producción en la que el incremento del output es mayor que el incremento de los recursos productivos porcentualmente. También denominado “Economías de escala”.
3. Rendimientos decrecientes a escala (NIRS): situación de producción en la que el incremento de los recursos productivos es menor con respecto al incremento del output en términos porcentuales. También denominado “Deseconomía de escala”.

El Gráfico 3 muestra los tres distintos tipos de rendimientos a escala mencionados anteriormente:

**Gráfico 3.** Rendimientos a escala.



**Fuente:** Coelli, T. (1996).

CRS hace referencia a la frontera perteneciente a los rendimientos constantes a escala, mientras que VRS hace referencia a la frontera perteneciente a rendimientos crecientes a escala. Finalmente, NIRS muestra la frontera perteneciente a rendimientos decrecientes a escala.

Cabe destacar, que como se ha mencionado anteriormente, los autores que definieron el concepto de la técnica DEA asumieron CRS, no obstante esta asunción solo es apropiada cuando todas las DMUs están operando en una escala óptima ya que en situaciones, por ejemplo, competencia imperfecta entre otras, pueden dar lugar a que las DMUs no operen en una escala óptima. Así, Banker, Charnes y Cooper (1984) aportaron una extensión del modelo CRS DEA en la que comenzaron a utilizar rendimientos variables a escala (VRS) ya que explicaban que con la especificación CRS cuando las DMUs no operan en su escala óptima, los resultados pueden dar lugar a confusiones entre la eficiencia técnica y la eficiencia de escala. Debido a estas razones la especificación de rendimientos variables a escala es la más utilizada desde los años 90.

Con respecto al término de eficiencia de escala, cabe mencionar que numerosos estudios en esta materia han descompuesto los resultados de la eficiencia técnica en dos componentes, el primero de ello hace referencia exclusivamente a la eficiencia técnica (TE) y el segundo hace referencia a la eficiencia de escala (SE), Coelli (1996).

Para aclarar estos dos conceptos, vamos a volver al Gráfico 3 presentado anteriormente, siguiendo las aclaraciones de Coelli (1996). En él observamos, bajo rendimientos constantes a escala y suponiendo una orientación al input, que la ineficiencia técnica asociada a la unidad A vendría dada por la distancia PPc, mientras que bajo rendimientos variables a escala, la ineficiencia técnica vendría dada por la distancia PPv, estas dos distancias harían referencia al primer componente mencionado anteriormente y el segundo componente, la ineficiencia de escala vendría dada por la diferencia entre PcPv, es decir, vendría dada por la diferencia entre la eficiencia técnica bajo VRS y la eficiencia técnica bajo CRS. Dicho lo anterior, podemos expresar los diferentes ratios de eficiencia según:

$$TE_{I, CRS} = APc/AP, TE_{I, VRS} = APv/AP \text{ y } SE_I = APc/APv$$

donde todas estas medidas estarían acotadas entre 0 y 1. Asimismo, tendríamos que:

$$TE_{I, CRS} = TE_{I, VRS} \times SE_I$$

Además de estos modelos, se han llevado a cabo extensiones de los mismos para la eficiencia de costes y el cálculo de las eficiencias asignativas (AE). En estos modelos se dispone de información sobre precios, y el objetivo puede ser o bien la minimización de costes o la maximización de beneficios. Luego, puede medirse la eficiencia técnica y la asignativa. Para ello, se llevaría a cabo primeramente, un modelo DEA orientado al input (por ejemplo, el modelo DEA VRS), para calcular las eficiencias técnicas y, en segundo lugar, se llevaría a cabo un modelo DEA para la minimización de costes, en donde obtendríamos la eficiencia económica, que es el ratio entre el coste mínimo y el coste observado. Una vez obtenidas estas dos eficiencias, bastaría con obtener la eficiencia asignativa, calculada como:

$$AE = CE/TE.$$

#### 4.2.2 El modelo DEA

Sea  $x_{ij}$  el nivel observado del input  $i$ -ésimo para la unidad de decisión (DMU)  $j$  y sea  $x = (x_{1j}, \dots, x_{kj}) \in \mathfrak{R}_+^k$  el vector de  $k$  inputs para la  $i$ -ésima DMU;  $y_{rj}$  es el nivel observado del  $r$ -ésimo output para la DMU  $j$ , donde  $y = (y_{1j}, \dots, y_{mj}) \in \mathfrak{R}_+^m$  es un vector de  $m$  outputs.

Los modelos que empleamos, se basan en los propuestos por Charnes et al. (1978, CCR) y Banker et al. (1984, BCC), respectivamente. El primero implica una tecnología con rendimientos a escala constantes (CRS), mientras que el segundo permite la inclusión de rendimientos variables a escala (VRS).

El modelo CCR se puede escribir como un problema de programación lineal, como sigue:

$$\min_{\phi, \lambda} \phi - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^m s_r^+ + \sum_{i=1}^k s_i^- \right)$$

*sujeto a :*

$$y_{r0} = \sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_j - s_r^+$$

$$\phi x_{i0} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \forall j, i, r$$

donde el subíndice 0 representa la unidad que se está evaluando en el conjunto de  $j=1,2,\dots,N$  DMUs. Esto significa que el problema de programación lineal debe resolverse N veces, una vez para cada DMU en la muestra. En este modelo,  $\phi$  representa la eficiencia técnica global (GTE);  $s_i^-$  es la holgura para el input i-ésimo;  $s_r^+$  es la holgura del output r-ésimo y  $\varepsilon$  es el infinitesimal no-Archimedeano. El modelo considera la orientación hacia los inputs.

Para medir la eficiencia técnica pura (sin ninguna consideración de escala), el modelo BCC incorpora  $\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$ , que representa la restricción de convexidad. En este modelo, por lo tanto,  $\phi$  representa la eficiencia técnica pura (PTE) y el modelo se expresa como:

$$\min_{\phi, \lambda} \phi - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^m s_r^+ + \sum_{i=1}^k s_i^- \right)$$

*sujeto a :*

$$y_{r0} = \sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_j - s_r^+$$

$$\phi x_{i0} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \forall j, i, r$$

Por lo tanto, la eficiencia de escala de la DMU se calcula utilizando la relación entre la eficiencia técnica de CCR y la eficiencia técnica de BCC (es decir, SE = GTE / PTE), que identifica la proporción de ineficiencia debida exclusivamente a problemas de tamaño. En otras palabras, el puntaje de eficiencia de escala indica si una DMU está operando en su tamaño más productivo.

#### 4.2.3 El índice de Malmquist usando DEA

El índice de Malmquist es una medida no paramétrica, desarrollada a partir de los estudios de Caves et al. (1982), que permite estudiar los cambios en la productividad total de los factores debidos a cambios en eficiencia y cambios tecnológicos cuando disponemos de un panel de datos.

Grosskopf (1993) definió dicho índice orientado a los input como:

$$m_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_i^t(x_s, y_s)}{d_i^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_i^s(x_s, y_s)}{d_i^s(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

siendo  $d_i^t(.,.)$  la función distancia, y donde  $m_i(y_s, x_s, y_t, x_t)$  representaría la productividad del punto de producción  $(x_t, y_t)$  relativa al punto de producción  $(x_s, y_s)$ ,  $s > t$ , es decir, el cambio en la productividad total de los factores. Un valor mayor que uno indicaría un cambio positivo en la productividad desde el periodo  $t$  hasta el periodo  $s$ . Asimismo, este índice a su vez puede ser dividido en dos componentes:

$$m_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_i^s(x_s, y_s)}{d_i^t(x_t, y_t)} \right] \times \left[ \frac{d_i^t(x_s, y_s)}{d_i^s(x_t, y_t)} \times \frac{d_i^t(x_t, y_t)}{d_i^s(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

El primer componente vendría a ser el cambio de la eficiencia técnica, que vamos a denotar como EFFCH para uso posterior en los resultados de la estimación del índice, este índice mide básicamente el cambio en la distancia de la DMU correspondiente respecto a la frontera eficiente. Un valor superior a la unidad indicaría un incremento en la eficiencia al estar más próximo a la frontera. Asimismo, este índice podemos definirlo en dos subíndices, el primero de ellos lo denotaremos como PECH, este subíndice mide los cambios puros en la eficiencia técnica, es decir, mide las variaciones respecto a la distancia de la frontera eficiente, el segundo subíndice que denotaremos como SECH, mide el cambio en las eficiencias de

escala, es decir, es capaz de proporcionar información sobre cómo están siendo aprovechadas las economías de escala y de cuál es la distancia respecto a la escala mínimo eficiente (EME).

El segundo componente vendría a explicar el cambio tecnológico o el desplazamiento de la frontera de producción, que vamos a denotar como TECHCH para su uso posterior, este índice mide básicamente si ha existido una mejora o un deterioro de la tecnología en función de si ha existido una mejora en el ratio output-input. Un valor superior a la unidad reflejaría la existencia de progreso tecnológico y un valor menor a la unidad reflejaría el caso contrario.

La obtención de los valores de las funciones distancia:  $d_i^t(x_t, y_t)$ ,  $d_i^{t+1}(x_t, y_t)$ ,  $d_i^t(x_{t+1}, y_{t+1})$  y  $d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})$ , modificando ligeramente las expresiones de Coelli (1996) atendiendo a la orientación-input, considerando  $s=t+1$  y una tecnología de rendimientos constantes a escala (CRS), pueden obtenerse resolviendo los siguientes cuatro problemas DEA para cada DMU:

### **Problema 1**

$$\left[ d_i^t(x_t, y_t) \right]^{-1} = \min_{\phi, \lambda} \phi$$

sujeto a:

$$-y_{0q,t} + \sum_{i=1}^n y_{iq,t} \lambda_i \geq 0$$

$$\phi x_{0k,t} - \sum_{i=1}^n x_{ik,t} \lambda_i \geq 0$$

$$\lambda_i \geq 0, \forall i$$

### **Problema 2**

$$\left[ d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) \right]^{-1} = \min_{\phi, \lambda} \phi$$

sujeto a:

$$-y_{0q,t+1} + \sum_{i=1}^n y_{iq,t+1} \lambda_i \geq 0$$

$$\phi x_{0k,t+1} - \sum_{i=1}^n x_{ik,t+1} \lambda_i \geq 0$$

$$\lambda_i \geq 0, \forall i$$

### **Problema 3**

$$\left[ d_i^t(x_{t+1}, y_{t+1}) \right]^{-1} = \min_{\phi, \lambda} \phi$$

sujeto a:

$$-y_{0q,t+1} + \sum_{i=1}^n y_{iq,t} \lambda_i \geq 0$$

$$\phi x_{0k,t+1} - \sum_{i=1}^n x_{ik,t} \lambda_i = 0$$

$$\lambda_i \geq 0, \forall i$$

### **Problema 4**

$$\left[ d_i^{t+1}(x_t, y_t) \right]^{-1} = \min_{\phi, \lambda} \phi$$

sujeto a:

$$-y_{0q,t} + \sum_{i=1}^n y_{iq,t+1} \lambda_i \geq 0$$

$$\phi x_{0k,t} - \sum_{i=1}^n x_{ik,t+1} \lambda_i \geq 0$$

$$\lambda_i \geq 0, \forall i$$

donde todos los sub-índices  $0,t$  indican que la DMU está siendo evaluada en el periodo  $t$ , y  $\phi$  es la eficiencia. Los valores de  $\phi$  y  $\lambda$  pueden ser diferentes.

#### 4.3. **Ventajas y desventajas de la metodología DEA**

Con respecto a las ventajas y desventajas de los modelos DEA, observando los comentarios de los distintos autores, podemos definir que aquellas de mayor importancia son las siguientes:

##### Ventajas

- La técnica DEA admite modelos con múltiples inputs y outputs, así como también permite que las unidades de medida de inputs y outputs sean diferentes y no requieran ninguna relación entre ellas.
- El modelo DEA es capaz de reportar una única puntuación de eficiencia (relativa) a cada una de las DMUs.
- Al ser capaz de representar las DMUs sobre la frontera de eficiencia, nos permite identificar aquellas DMUs que no son eficientes y nos muestra áreas de mejora para las mismas.

##### Desventajas

- La técnica DEA se trata de una aproximación determinista que no tiene en cuenta las influencias que pueden darse sobre el proceso productivo, así como tampoco tiene en cuenta la incertidumbre (errores de medida).
- La técnica DEA obtiene para todas las DMUs eficientes, un valor de eficiencia igual a la unidad, sin embargo, durante el estudio pueden aparecer otras DMUs con los mismos valores de eficiencia o ineficiencia por lo que es muy complicado establecer un ranking entre las distintas DMUs.
- La técnica DEA califica muchas unidades como eficientes, salvo en el caso en el que la suma del número de inputs y outputs sea pequeño en relación con el número de observaciones.
- La técnica es sensible a la existencia de observaciones extremas y toda desviación de la frontera es tratada como ineficiencia, lo que puede derivar en una sobreestimación de la misma.

Una de las soluciones aportadas en la literatura sobre eficiencia es usar métodos para detectar observaciones denominadas supereficientes, que fue desarrollado por Andersen y Petersen (1993) y perfeccionado por Wilson (1995). Siguiendo a Faura et al (2012), la supereficiencia es un proceso que está muy relacionado con la técnica DEA, puesto que consiste en resolver un programa de programación lineal, en donde la unidad evaluada se compara con una combinación lineal del resto de unidades eficientes. La diferencia de este método con el DEA consiste en eliminar la restricción correspondiente a la DMU bajo estudio, es decir, consiste en eliminar la acotación a la que están sujetas las DMUs, siendo posible en este caso superar el valor 1 en función de cuán más eficiente sea la DMU evaluada. Siguiendo este método, la diferencia entre su puntuación de eficiencia y su puntuación de supereficiencia nos explica cuál es el empeoramiento que podría soportar sin dejar de ser eficiente.

Otro método utilizado para la ordenación de las DMUs es el denominado como ACP (Análisis de Componentes Principales), desarrollado por Zhu (1998) que define para cada una de las DMUs el cociente entre el output y el input. Asimismo, existen otros autores que han extendido y modificado este método, véase Premachandra (2001), la cual considera que falta tener en cuenta el rendimiento de cada DMU respecto al total de variables, además de conocer cómo está cada DMU concreta cuando se compara con el resto de DMUs.

## **5. Análisis empírico**

### **5.1. Datos**

Los datos utilizados para este trabajo provienen de los estados financieros de las entidades bancarias establecidas en España, cuyos datos son publicados por la Asociación Española de Banca (AEB) en su anuario estadístico. No obstante, hay algunas excepciones como Bankia y CaixaBank cuyos estados financieros no aparecen en este anuario estadístico y han sido conseguidos de sus propios informes anuales y financieros.

La muestra analizada comprende un total de 34 bancos del mercado financiero español (véase la lista contenida en la Tabla A1.1 del Anexo I) en el periodo 2000-2017. Este periodo resulta bastante interesante dado que comprende una etapa de crisis así como también contiene los periodos donde comienzan a darse el desarrollo e implantación de las nuevas tecnologías en el sector bancario. Cabe mencionar que la muestra de 34 bancos se utiliza en el primer análisis de eficiencia, puesto que para el cálculo del Índice de Malmquist dicha muestra debió reducirse como consecuencia de que el panel de datos debía estar balanceado (véase la lista contenida en la Tabla A1.3 del Anexo I).

En cuanto a las variables que se han usado para la estimación de la eficiencia, la Tabla A1.2 del Anexo I muestra aquellas seleccionadas así como sus definiciones. Asimismo, en la Tabla 1 se muestran los principales estadísticos descriptivos de los inputs y outputs que han sido usados en el análisis.

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de inputs y outputs utilizados.

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>Inputs</b>				
Número de empleados	3.560,783	7.571,89	4	36.972
Número de cajeros automáticos	1.142,976	2.069,967	1	9.696
Volumen de gastos por comisiones (€)	46.054,22	85.475,48	0	436.948
Volumen de gastos de intereses (€)	761.365,2	1.801.269	20	1,33E+07
Volumen de gastos de administración (€)	419.827,2	937.407,4	42	4.365.655
Crédito a la clientela(€)	2,33E+07	5,22E+07	45	2,38E+08
Depósitos de clientes(€)	2,14E+07	4,75E+07	37	2,22E+08
<b>Outputs</b>				
Número de oficinas por habitante	1,226425	2,702509	0,00214	13,8
Número de cuentas corrientes	383.912,8	784.763,8	5	5.895.000
Número de cuentas ahorro	524.010,3	1.347.998	1	7.644.028
Número de imposiciones a plazo	115.732,2	245.257,5	1	1.443.588
Volumen de los ingresos por comisiones (€)	241.620,6	521.578,9	1	2.282.368
Volumen de los ingresos de intereses (€)	1.171.973	2.517.156	1	1,59E+07

Respecto a los descriptivos, destacamos el número medio de empleados en las entidades bancarias, que es igual a 3.561 empleados aproximadamente, así como el máximo de empleados es de 36.972 empleados. En cuanto al número de oficinas por habitante, observamos que hay aproximadamente una oficina cada 100mil

habitantes en términos medios, así como el número máximo de oficinas cada 100mil habitantes es de 14 oficinas aproximadamente. Por otro lado, observamos que el número medio de cuentas corrientes es de 383.913 cuentas aproximadamente, siendo el máximo de cuentas de 5.895.000 cuentas.

## **5.2. Enfoques bancarios y orientación de la tecnología**

Como ya se ha mencionado anteriormente, unos de los problemas fundamentales en la literatura bancaria ha sido definir el criterio de selección de los distintos inputs y outputs que se vayan a usar en la estimación. A su vez, otra premisa de interés es la orientación que queramos darle al mismo.

En este trabajo se llevarán a cabo tres distintos enfoques: enfoque de intermediación, enfoque de producción y enfoque orientado a los beneficios, los cuáles serán explicados seguidamente.

En primer lugar, el enfoque de intermediación definido por Berger y Humphrey (1997), establece a las entidades bancarias como intermediarios entre los ahorradores y los prestatarios. Dentro de este enfoque, los inputs incluyen, en adición a los inputs físicos como pueden ser el trabajo o el capital, el valor de los fondos prestables o sus costes financieros. Por su parte, el valor de los préstamos y depósitos conforman los outputs que se utilizan siguiendo este enfoque. Este tipo de enfoque suele ajustarse mejor al análisis de la eficiencia de las empresas bancarias.

En nuestro caso, para los inputs se han escogido variables estrictamente físicas como el número de empleados y cajeros automáticos de las sucursales bancarias, así como al no disponer de los costes operativos se han utilizado como proxy las variables referentes a los gastos por comisiones y los gastos por intereses, útiles para identificar los costes financieros parciales de las entidades. Con respecto a los outputs, hemos seleccionado las variables volumen de crédito y volumen de depósitos, ya que constituyen la principal fuente de ingresos de las entidades, pudiendo esta última ser definida tanto como input como por output (Berger y Humphrey (1997)). De igual manera, siguiendo a Pueyo (2003), hemos utilizado la variable Oficinas/Habitante ya que ofrece información sobre como la proximidad de las oficinas mejora los servicios ofrecidos por las entidades bancarias.

En segundo lugar, el enfoque de producción que a su vez también fue definido por Berger y Humphrey (1997), el cual establece que un banco produce servicios financieros como pueden ser préstamos o cuentas de depósito a partir de únicamente inputs físicos. Estos inputs generalmente suelen ser el capital y las cantidades y costes del trabajo, dando lugar a una serie de outputs, que se determinan en función del número y el tipo de transacciones o del número de documentos procesados. Este tipo de enfoque según los autores, es recomendable para medir la eficiencia de las sucursales.

Como inputs se han seleccionado variables estrictamente físicas como el número de empleados y de cajeros automáticos, así como los gastos de administración que nos permite conocer los costes en los que incurren las entidades para organizar los factores productivos. Estos inputs han sido utilizados en trabajos previos que siguen este enfoque por autores como Drake y Howcroft (1994), Athanassopoulos (1997) o Parkan (1987) entre otros. Asimismo, con respecto a los outputs, la selección es bastante estándar, encontrándonos con variables que representan los principales servicios financieros generados por las entidades bancarias como son el número de cuentas de ahorro, el número de cuentas corrientes y el número de imposiciones a plazo. Estas variables han sido utilizadas en trabajos de investigación previos por autores como Athanassopoulos (1997), Camanho y Dyson (2005) o Parkan (1987) entre otros.

En último lugar, el enfoque orientado a los beneficios que fue definido por Drake et al (2006), el cual es una variación del enfoque de intermediación que define, a diferencia de los inputs tradicionales como pueden ser el trabajo o el capital, los principales componentes de gasto de las entidades bancarias como son el gasto de intereses o el gasto de comisiones. De la misma forma, va más allá de los outputs tradicionales y define los principales componentes de ingreso de las entidades bancarias como son la renta de intereses y los ingresos por comisiones como outputs.

Los inputs seleccionados son variables que hacen referencia a los principales componentes de gasto de una entidad bancaria, como son los gastos de intereses y los gastos por comisiones. Estas variables han sido utilizadas previamente por otros autores como Drake et al. (2006), Gaganis et al. (2009) o Giokas (2008). Por otro

lado, respecto a los outputs, se han seleccionado variables que suponen los principales componentes de ingreso de las entidades bancarias, como son los ingresos por intereses y los ingresos por comisiones. El uso de estas variables como outputs puede observarse en trabajos previos como el de Drake et al. (2006), Oral y Yolalan (1990), etc.

Con respecto a la orientación del modelo, hemos decidido seguir una orientación hacia los inputs, que como sabemos consiste en conseguir la mayor reducción posible de los inputs mientras se permanezca en la frontera de posibilidades de producción en función de un nivel dado de outputs. Esta orientación es la seguida para los tres distintos enfoques y es la más empleada en la literatura sobre eficiencia bancaria (Paradi et al., 2011).

### **5.3. Estimación de las eficiencias mediante DEA**

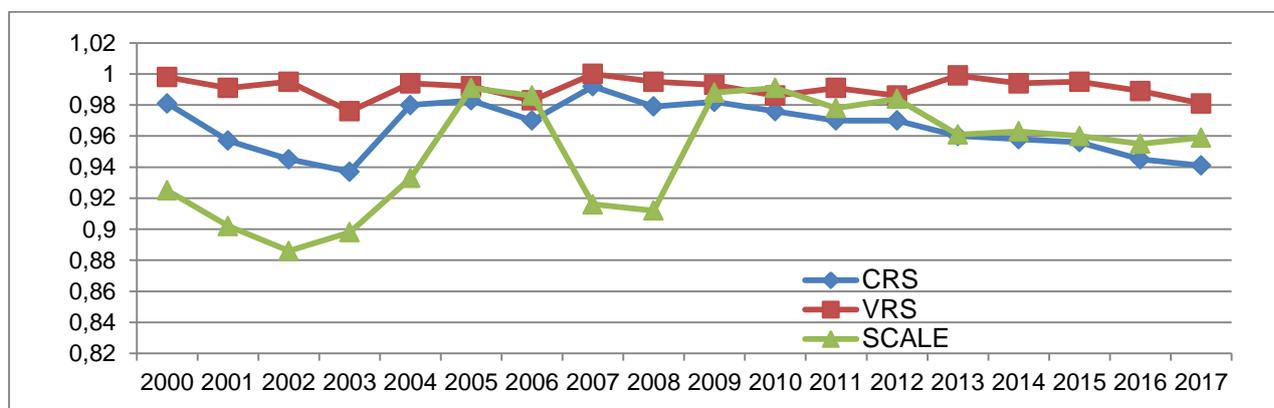
Antes de pasar a explicar los resultados, cabe mencionar cuáles serán los resultados aportados por la técnica. En primer lugar, reportarán los resultados de la eficiencia técnica para una el caso de una frontera de rendimientos constantes a escala, denominados en las tablas como CRS. En segundo lugar, se reportarán los resultados de la eficiencia técnica para el caso de una frontera de rendimientos variables a escala, denominados en las tablas como VRS. Finalmente, se reportarán los resultados de las eficiencias de escala, denominados en las tablas como SCALE.

Las estimaciones de las eficiencias CRS, VRS y de escala (SCALE) pueden verse en las Tablas A2.1, A2.2 y A2.3 del Anexo II, donde aparecen los valores medios, la desviación estándar para cada periodo, así como los percentiles característicos de la distribución de frecuencias y los valores máximo y mínimo. Sin embargo, para disponer de una impresión visual del comportamiento de dichas eficiencias a lo largo del tiempo, los resultados se presentarán gráficamente para todos los enfoques considerados: intermediación, producción y beneficios.

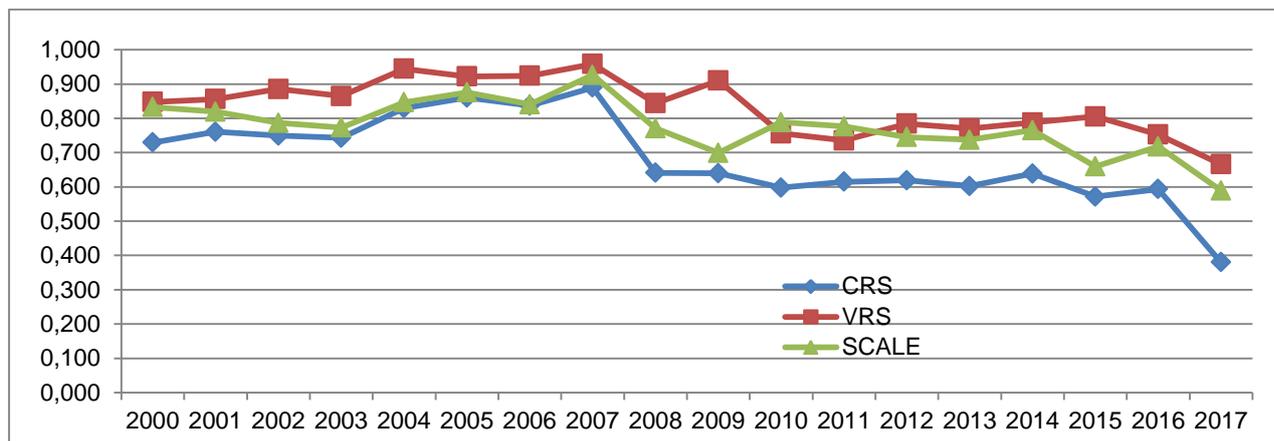
El Gráfico 4 muestra la evolución de las tres eficiencias estimadas por cada dimensión. Atendiendo a dichos gráficos, podemos establecer una serie de conclusiones que comentamos a continuación

**Gráfico 4. Evolución de las eficiencias medias**

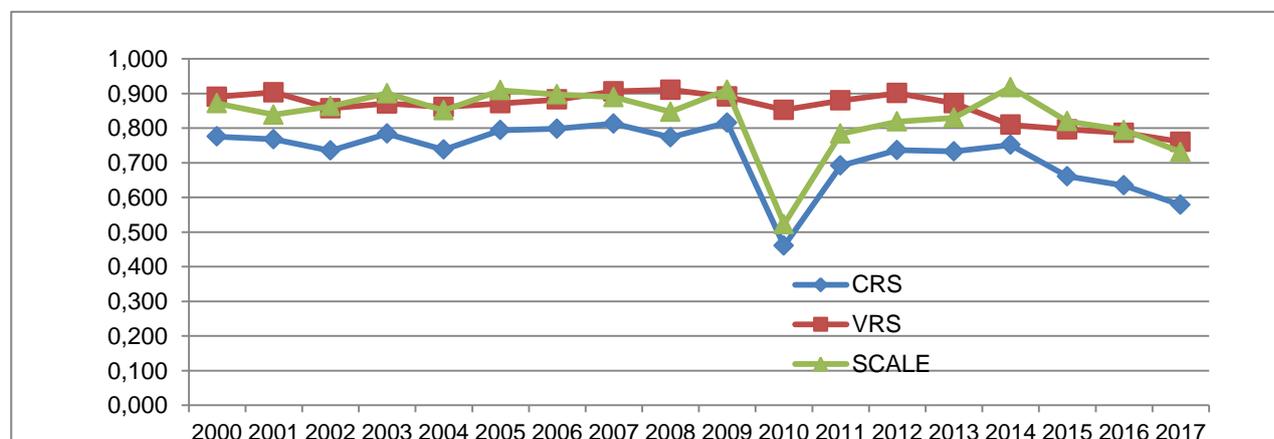
**a) Intermediación**



**b) Producción**



**c) Beneficios**



## **Enfoque de intermediación**

En el Gráfico 4a se aprecia que a lo largo del periodo analizado, la eficiencia técnica (VRS) se mantiene prácticamente con valores iguales a la unidad, moviéndose siempre en unos intervalos muy pequeños, esto nos sugiere que el conjunto de las entidades bancarias se mantuvieron próximas a la frontera eficiente y que la distancia respecto a la misma fue prácticamente similar durante todo el periodo, hecho que podemos comprobar si observamos la Tabla A2.2 del Anexo II, en donde si observamos la media de la eficiencia técnica (VRS) vemos que es prácticamente igual a la unidad por lo que la reducción de los inputs que podrían llevar a cabo las entidades manteniendo el mismo nivel de outputs es ínfima.

Por otro lado, la eficiencia técnica (CRS) sigue una tendencia similar, si bien es cierto que durante los primeros años de estudio, los valores aumentan la distancia con respecto a la frontera, durante el resto del periodo los valores siguen un margen de movimiento muy estrecho en donde se sitúan próximos a la unidad. Una primera conclusión que podemos sacar de la comparación entre ambas eficiencias técnicas, es que parece que una frontera que presente rendimientos variables a escala reporta unos valores más eficientes que una frontera que presente rendimientos constantes a escala, una de las razones por las que puede estar ocurriendo esto es, como bien mencionaban Banker et al. (1984), es que las entidades bancarias no estén operando en una escala óptima.

Por otra parte, tenemos la serie SCALE que hace referencia a las eficiencias de escala, en esta serie no podemos apreciar una tendencia fija, ya que por un lado tenemos años con disminuciones muy marcadas como la del año 2007 o 2008 que reflejan los periodos del inicio de la crisis y también tenemos periodos de repunte como pueden ser los años 2004 o 2009. A modo de conclusión puede decirse que durante todo el periodo analizado, en líneas generales, las entidades bancarias no están aprovechando al máximo las economías de escala disponibles y no son capaces de llegar a la escala mínimo eficiente (EME). Este hecho se refleja en los valores reportados en la Tabla A2.3 del Anexo II, donde se aprecia que hay una posibilidad de que las entidades bancarias amplíen sus escalas de producción e un 5% aproximadamente.

Cabe destacar que si comparamos nuestros resultados con los reportados por el estudio llevado a cabo por Martín et al. (2018), quienes analizan los niveles de eficiencia técnica de 17 entidades bancarias españolas para el periodo 2009-2013, se observa que los resultados respecto al enfoque de intermediación son muy similares a los reportados por nuestro modelo, en los cuáles las entidades bancarias se han situado muy próximas a la frontera eficiente con valores muy cercanos a la unidad.

### **Enfoque de producción**

El Gráfico 4b muestra los principales indicadores de eficiencia técnica y de escala pertenecientes al enfoque de producción. En dicho gráfico, podemos apreciar a lo largo del periodo analizado que para la eficiencia técnica (VRS), en los años previos a la crisis se constata una tendencia ligeramente creciente y posterior a estos años, a salvedad del año 2009, se observan valores que están por debajo de los niveles observados anteriormente siendo estos los valores más bajos de la serie llegando a su pico más bajo en el año 2017. La interpretación general, favorable a la lógica común, es que previamente a la crisis, el conjunto de las entidades bancarias se situaron próximas a la frontera eficiente, no obstante, una vez en años de crisis, esta distancia se acentuó, recuperándose ligeramente en los años posteriores pero llegando a la distancia más notoria de la serie en el último año. Si nos referimos a la media de esta eficiencia técnica en la Tabla A2.2 del Anexo II, observamos que ahora la mejora que podría llevarse a cabo en la reducción de los inputs para mantener el mismo nivel de outputs es más notable que en el caso del enfoque de intermediación, siendo esta mejora del 17%.

Por otro lado, tenemos la eficiencia técnica para el caso de una frontera CRS, que sigue una tendencia similar a la eficiencia para el caso VRS, no obstante, destacar que los niveles de eficiencia técnica reportan unos niveles muchos más bajos que para el otro caso, así como cabe mencionar que la caída de la eficiencia del año 2007 al 2008 es mucho más abrupta que para el caso VRS. Asimismo, el repunte del año 2009 es inexistente en este caso y la tendencia creciente de los años posteriores es mucho menor, concluyendo en el valor más bajo de la serie en su conjunto en el último año. Por lo que volvemos a observar, que el caso de una

frontera VRS muestra unos resultados más favorables al estar más próximo a la frontera eficiente como en el caso del enfoque de intermediación.

Por otra parte, si observamos la serie de las eficiencias de escala (SCALE), se constata una tendencia similar a las eficiencias técnicas (VRS) con la diferencia de que para los periodos iniciales, la serie sigue una tendencia decreciente hasta el año 2003. La interpretación general es que básicamente las entidades bancarias no son capaces de aprovechar las economías de escala existentes en su totalidad y se encuentran lejos de la escala mínimo eficiente (EME), si bien durante los años 2004-2007, se encuentra en niveles aceptables de eficiencia de escala, como se observa en años posteriores, los niveles de eficiencia comienzan a deteriorarse, nunca recuperando estos niveles iniciales y llegando a valores tan bajos como el del último año. Esta posible mejora queda reflejada en la media de las eficiencias de escala obtenida en la tabla A2.3 del Anexo II, en donde se aprecia un margen de mejora en las escalas de producción del 23%.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos por Martín et al. (2018), observamos también similitudes. Ambos resultados, aunque la muestra es distinta, reflejan que las entidades bancarias se han situado muy próximas a la frontera eficiente, reportando valores muy cercanos a la unidad.

### **Enfoque orientado a los beneficios**

El Gráfico 4c corresponde con los principales resultados de los indicadores de eficiencia para el enfoque orientado a los beneficios. En este gráfico podemos observar que a lo largo del periodo analizado la eficiencia técnica (VRS), se mantiene en una línea de pequeños aumentos y decrementos del nivel de eficiencia, sin existir ningún periodo de cambio drástico, no obstante, se observa en los años una tendencia decreciente culminando con el valor más bajo de la serie en el último año. La interpretación general es que básicamente durante gran parte del periodo analizado, salvo los años finales, el nivel de eficiencia se mueve en una franja muy estrecha, por lo que extraemos que el conjunto de entidades bancarias se mueve en valores próximos a la frontera eficiente y mantiene una distancia media a esta. Esto puede verse reflejado en el dato que reporta la Tabla 2.2 del Anexo II con respecto a la media de la eficiencia técnica para una frontera VRS, en donde se observa que si

bien existe un margen de mejora del 14% aproximadamente, los niveles de eficiencia son cercanos a la unidad.

Por otro lado, si observamos la serie correspondiente a la eficiencia técnica para una frontera con rendimientos constantes a escala (CRS) vemos que para el inicio del periodo y hasta el año 2010, se van intercalando periodos de pequeños reducciones con periodos de ligero crecimiento, sin ningún salto drástico en estos años. No obstante, a partir del año 2010, se observa un decrecimiento abrupto en el nivel de eficiencia técnica, situándose este nivel como el valor más bajo de toda la serie. La razón principal que explica este decremento es que durante este año, el sector bancario español se encuentra en plena fase de reestructuración por lo que es lógico pensar que durante este periodo de tanto ajuste y de seguimiento de los planes impuestos por las correspondientes autoridades como puede ser el verse forzadas a llevar a cabo algunos fusiones, se dé una bajada en las eficiencias de las entidades bancarias.

Por otra parte, si observamos ahora la serie correspondiente a las eficiencias de escala (SCALE), se constata una dinámica similar a las eficiencias técnicas (CRS), en donde en los periodos iniciales se van intercalando periodos de ligero crecimiento con periodos de descensos irrisorios, a partir del año 2010, vuelve a darse el mismo descenso abrupto cuya razón de ser es la reestructuración del sector bancario español. En adición a esto y a diferencia del caso CRS , se observa un repunte más notorio en el año 2014, que viene explicado básicamente por la normalización de esta reestructuración, es decir, en su gran mayoría las fusiones/absorciones importantes ya han sido realizadas y el sector comienza a volver a funcionar con normalidad. No obstante, a partir de este año se vuelve a observar una tendencia decreciente. La interpretación general de estos resultados es básicamente que el conjunto de entidades bancarias no ha sido capaz de aprovechar al máximo las economías de escala existentes y se ha alejado de la escala mínimo eficiente (EME), sobretodo en el año 2010 y a partir del año 2014 en adelante se va alejando más. No obstante, si observamos el valor reportado en la Tabla 2.3 del Anexo II, la eficiencia a escala en términos medios es relativamente alta, no obstante sigue observando un margen de mejora de aproximadamente el 17% en las escalas de producción.

Complementando nuestros resultados a los de Prior et al. (2016), que analizan los niveles de eficiencia de costes y los niveles de eficiencia de beneficios de un conjunto de entidades bancarias españolas para un periodo presente en nuestro trabajo, como es el periodo que abarca desde el año 2005 hasta el año 2009, se observan similitudes, ya que ambos estudios reportan unos resultados muy próximos a la unidad en los niveles de eficiencia de beneficios, indicando que las entidades bancarias españolas, según este enfoque, se han situado muy próximas a la frontera eficiente.

#### 5.4 Índice de Malmquist

En esta sección se muestran los resultados de otra técnica, que basada en la metodología DEA, permite estudiar la productividad total de los factores. Dicha técnica está basada en el cálculo del índice de Malmquist.

Para el cálculo de este índice se ha reducido la muestra del conjunto de bancos de 34 a 10, puesto que es necesario que el panel de datos se encuentre balanceado (ver Tabla A1.3 del Anexo I para observar la lista de dichos bancos). Asimismo, cabe destacar que los enfoques seguidos serán los mismos utilizados en el modelo DEA, es decir, enfoque de intermediación, producción y orientado a los beneficios. En cuanto a la orientación del modelo, seguiremos una orientación-input, similar a la usada en el modelo DEA. Con respecto a las variables, destacar que las variables seleccionadas para el cálculo de este índice son las mismas utilizadas anteriormente para el modelo DEA. En la Tabla 2 se muestran los principales estadísticos descriptivos de las variables. A su vez, cabe destacar que los datos no han sido deflactados por lo que no se recoge el efecto de la inflación.

Respecto a los estadísticos descriptivos, destacamos el número medio de empleados en las entidades bancarias, que es igual a 5.870 empleados aproximadamente, así como el máximo de empleados es de 31.776 trabajadores. En cuanto al número de oficinas por habitante, observamos que hay aproximadamente dos oficinas cada 100mil habitantes, siendo el máximo de oficinas cada 100mil habitantes igual a 14 oficinas aproximadamente. Por otro lado, vemos que el número

medio de cuentas corrientes es de 483.904 cuentas aproximadamente, siendo el máximo de cuentas corrientes igual a 3.886.974.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las variables empleadas en el DEA-Malmquist.

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>Inputs</b>				
Número de empleados	5.869,872	9.727,178	119	31.776
Número de cajeros automáticos	1.132,75	1.965,65	1	7.143
Volumen de gastos por comisiones (€)	75.720,15	119.774,1	343	436.948
Volumen de gastos de intereses (€)	1.291.951	2.526.491	714	1,33E+07
Volumen de gastos de administración (€)	743.700,8	1.282.739	4.703	4.365.655
Crédito a la clientela(€)	3,87E+07	6,81E+07	131.090	2,38E+08
Depósitos de clientes(€)	3,54E+07	6,31E+07	254.364	2,22E+08
<b>Outputs</b>				
Número de oficinas por habitante	1,981445	3,446495	0,00214	13,8
Número de cuentas corrientes	483.903,6	739.063,1	2.395	3.886.974
Número de cuentas ahorro	992.715,2	1.935.084	377	7.644.028
Número de imposiciones a plazo	179.386	323.368,6	363	1.443.588
Volumen de los ingresos por comisiones (€)	423.937,2	708.217,7	1.175	2.282.368
Volumen de los ingresos de intereses (€)	1.962.652	3.530.605	9.668	1,59E+07

La Tabla A2.4 del Anexo II muestra los principales resultados de los indicadores de la eficiencia calculados a través del índice de Malmquist con una orientación-input y para los distintos enfoques. En dicha tabla aparecen los valores correspondientes al cambio de la eficiencia técnica para el caso de una frontera CRS (EFFCH), el cambio tecnológico o desplazamiento de la frontera de producción (TECHCH), los cambios puros en la eficiencia técnica o cambios en la distancia respecto a la frontera eficiente para el caso VRS (PECH), los cambios en las eficiencias de escala, es decir, el aprovechamiento de las economías de escala existentes (SECH) y, finalmente, los cambios en la productividad total de los factores (TFPCH).

A continuación, destacamos los resultados más relevantes según el enfoque.

### **Enfoque de intermediación**

Respecto al indicador que hace referencia al cambio tecnológico (TECHCH) podemos observar que, para el inicio del periodo de estudio se da un periodo de crecimiento hasta el año 2004, a salvedad del año 2002 en donde la serie decrece ligeramente. A partir de este año, la serie decrece y los valores se mantienen por debajo de la unidad hasta el año 2007, que coincide con el periodo en donde se inicia la crisis. Posteriormente a este año, se constatan periodos intercalados de

crecimiento y decrecimiento de la serie, siendo los periodos más destacados los que corresponden a los años 2011, 2015 y 2017. El primero de ellos destaca al tomar el valor más bajo de toda la serie, la razón detrás de este decrecimiento puede ser la reestructuración que estaba sufriendo el sector bancario español durante estos años. En segundo lugar, destaca el año 2015, en el cual se registra el valor más alto de toda la serie. La razón que explica este valor puede fundamentarse en que la implementación de las nuevas tecnologías comienza a conformarse y a normalizarse en el sector ofreciendo a los clientes una nueva manera de gestionar sus servicios financieros así como una manera de conseguir una mayor rapidez en procesos rudimentarios. En último lugar, destaca el año 2017, en el cual la serie vuelve a registrar un decrecimiento respecto al año anterior y que según la dinámica decreciente que se observa después del año 2015 puede sugerir un periodo de estancamiento tecnológico.

En cuanto al indicador TFPCH, que alude al cambio en la productividad total de los factores, podemos dividirlo en dos indicadores, uno de ellos el PECH, que hace referencia a los cambios puros de eficiencia técnica y el SECH que alude a los cambios en las eficiencias de escala. Si observamos ambas series, se constata cierta estabilidad en ambas, moviéndose en unos intervalos muy pequeños, manteniéndose muy próximos a la unidad. Ahora bien, si observamos el indicador TFPCH, se constata una tendencia muy similar a la mencionada con el indicador TECHCH, esto nos sugiere que el cambio en la productividad total de los factores primordialmente viene dado por los cambios tecnológicos, puestos que los cambios en eficiencia técnica pura así como los cambios en las eficiencias de escala no han tenido un gran impacto.

Como conclusión, decir que el sector bancario español ha sido un sector que ha gozado de periodos de crecimiento tecnológico muy significativos y ha sido capaz de alcanzar distintas fronteras de producción. No obstante, la dinámica observada en los últimos años puede estar sugiriendo que el sector se encuentra en una fase de estancamiento tecnológico.

### **Enfoque de producción**

Con respecto al indicador que hace referencia al cambio tecnológico (TECHCH), podemos observar que, en líneas generales, para el principio del periodo de estudio

se mantiene una disminución a salvedad de un pequeño repunte en el año 2003. Esta disminución se mantiene hasta el año 2005, en donde se da un cambio abrupto en la tecnología. Este cambio es básicamente debido a la introducción de las TICs en el sector. Posteriormente, se observa un decremento de magnitud semejante que, casualmente, se da con el inicio del periodo de crisis económica. De ahí en adelante podemos observar periodos intercalados de crecimiento y decrecimiento hasta llegar al año 2012 donde la serie vuelve a repuntar. La razón de este repunte puede ser que el sector comienza a digitalizarse cada vez más, comienzan a mecanizarse procedimientos rudimentarios e incluso durante estos años aparecen las aplicaciones para móviles (apps) que permiten a los clientes manejar datos básicos de sus servicios financieros y ayudan a estos a servirse de una mayor autonomía a la hora de gestionar sus productos financieros. No obstante, a partir de este año comienza a observarse una tendencia estrictamente decreciente, culminando en el año 2017 con el valor más bajo de toda la serie en su conjunto.

La interpretación general consiste en que el sector bancario español ha sido un sector que ha gozado de periodos en donde el crecimiento tecnológico ha sido muy significativo como los mencionados anteriormente y ha sido capaz de alcanzar distintas fronteras de producción. No obstante, en estos últimos años comienza a observarse lo que puede llegar a denominarse estancamiento tecnológico por lo que esto quiere decir que el ratio entre outputs e inputs ha ido empeorando significativamente y que las entidades no son capaces de alcanzar nuevas fronteras de producción.

En relación a TFPCH, que hace referencia al cambio de productividad total de los factores, sigue la misma dinámica que TECHCH, por lo que la razón del cambio productivo de los factores puede explicarse por el cambio tecnológico observado durante todo el periodo analizado.

Finalmente, atendiendo al comportamiento de PECH referente a la eficiencia técnica para un caso VRS, vemos que el indicador se mantiene bastante estable. Los movimientos se mantienen en una franja muy estrecha y no hay ningún cambio significativo. No obstante, si nos fijamos en EFFCH (referente a la eficiencia técnica para un caso CRS), observamos que si bien se mantiene con una tendencia similar

a la PECH, existen dos periodos marcados de crecimiento referentes al año 2004 y al año 2017.

### **Enfoque orientado a los beneficios**

Con respecto al indicador que hace referencia al cambio tecnológico (TECHCH), podemos constatar que, en líneas generales, es un periodo muy regular en donde se intercalan constantemente periodos de crecimiento y decrecimiento. Observando el primer gran decrecimiento de la serie, perteneciente al año 2006, en donde la serie alcanza su valor más bajo. Posterior a este año, se observa un repunte para el año 2007 y un consecuente decrecimiento para el año 2008, cuya lógica se encuentra principalmente en los inicios de la crisis. En los años posteriores a este, se dan un intercalado de crecimientos y decrecimientos, llegando al periodo correspondiente a los años 2011-2015, en donde podemos observar una clara dinámica ascendente, llegando en el año 2015 al valor más alto de toda la serie. La razón de esta tendencia creciente sugiere ser la normalización y el desarrollo de la digitalización en las entidades bancarias, ofreciendo a los clientes maneras más rápidas y eficientes de gestionar sus productos bancarios, ayudando a desarrollar procesos rudimentarios de una manera más rápida. Asimismo, durante estos años, se busca la promoción de la nueva banca online, llegando en algunos casos a recompensar al cliente por su uso. Finalmente, en los últimos periodos, es decir, el año 2016 y 2017, observamos que para el primero se constata un decrecimiento respecto al periodo anterior y para el segundo se vuelve a observar un crecimiento. Cabe destacar el hecho que este enfoque es el único de todos los enfoques en donde en los periodos finales no se observa una tendencia que sugiera una fase de estancamiento tecnológico.

En cuanto al indicador TFPCH, como ya sabemos con anterioridad, hace referencia al cambio en la productividad total de los factores. Este cambio está dividido en cambios de eficiencia técnica pura (PECH) y en cambios de eficiencia de escala (SECH). Si observamos estas dos últimas series, podemos apreciar cierta estabilidad, si bien es destacable que la franja en la que se mueven es un poco más amplia que por ejemplo, para el caso del enfoque de intermediación. Esto nos sugiere que, para este enfoque, los cambios de eficiencia pura de y los cambios de eficiencia de escala han tenido un mayor peso e impacto en el cambio de la

productividad total de los factores que en el resto de enfoques en donde la razón principal detrás del cambio total se encontraba en el cambio tecnológico. No obstante, sigue observándose que la mayor influencia dentro del cambio total es proveniente del cambio tecnológico.

#### **5.4.1. Evolución de las eficiencias atendiendo al tamaño del banco**

En esta sección se evalúa el comportamiento de las eficiencias atendiendo al tamaño del banco usando las estimaciones del método DEA-Malmquist. Siguiendo a Pueyo (2003), puede ser interesante observar las diferencias en términos de eficiencia de las entidades bancarias de gran tamaño frente al resto para así conocer la influencia que tiene el tamaño de la entidad bancaria respecto a la eficiencia reportada, así como también observar cuales son las más eficientes.

Para realizar este análisis se distinguen como bancos grandes a Banco Santander y BBVA, así como bancos medianos a los bancos Deutsche Bank, Bankinter y Banca March. En la Tabla A2.5 del Anexo II, se presentan los principales resultados de las eficiencias técnicas CRS y VRS, según el tamaño del banco, para los distintos enfoques. A continuación, comentamos brevemente sus resultados.

#### **Enfoque de intermediación**

Observando la Tabla A2.5 del Anexo II, comparamos, en primer lugar, los resultados de las eficiencias técnicas VRS según el tamaño de las entidades bancarias. Observamos que durante el periodo analizado los bancos grandes han estado siempre más próximos a la frontera eficiente que los bancos medianos, salvo en algunos periodos, como por ejemplo, el periodo que abarca desde el año 2000 al 2002 o el periodo que abarca desde el año 2007 hasta el año 2014, en donde los niveles de eficiencia técnica han sido similares para ambos tipos de banco.

A una conclusión diferente llegamos si comparamos ahora los niveles de eficiencias técnicas CRS, en donde, si bien podemos observar que dichas eficiencias son similares para el periodo que abarca desde el año 2009 hasta el año 2014, para el resto de años se observa que, en su mayoría, los niveles de eficiencia técnica de ambos tipos de banco se van intercalando en cuánto a proximidad a la frontera eficiente, siendo algunas veces más próximas los bancos de gran tamaño y otras los

bancos de tamaño mediano. Por ello, no podemos llegar a una conclusión capaz de definir cuál de los dos tipos de banco ha sido más eficiente para el caso CRS.

### **Enfoque de producción**

Analizando la Tabla A2.5 del Anexo II y nos referimos a los resultados de las eficiencias técnicas VRS según el tamaño de las entidades bancarias, se constata que durante todo el periodo analizado los bancos grandes han estado siempre más próximos a la frontera eficiente que los bancos medianos, salvo en algunos periodos como por ejemplo, el periodo que abarca desde el año 2006 hasta el 2008, en los que los niveles de eficiencia técnica han sido similares para ambos tipos de banco.

A la misma conclusión llegamos si comparamos ahora las eficiencias técnicas CRS, tal y como podemos observar en la tabla. Se verifica el predominio de los bancos grandes frente a los medianos durante el periodo analizado con la salvedad del periodo que abarca desde el año 2006 hasta el 2008, en donde la eficiencia de los bancos medianos se sitúa más próxima a la frontera eficiente que la de los bancos grandes.

### **Enfoque orientado a los beneficios**

Atendiendo a los resultados de la tabla A2.5 del Anexo II y analizando las eficiencias técnicas VRS según el tamaño de las entidades bancarias, observamos que durante todo el periodo analizado, salvo periodos como el que abarca desde el año 2005 hasta el año 2007 o el periodo que comprende los dos últimos años de la serie, en donde se da una similitud en los niveles de eficiencia entre ambos tipos de banco, los bancos grandes siempre han estado más próximos a la frontera eficiente que los bancos medianos.

Esta idea cambia, si comparamos ahora los resultados de las eficiencias técnicas CRS, en donde, tal y como podemos observar en la tabla, durante la mayoría del periodo analizado, los niveles de eficiencia técnica de las entidades bancarias de tamaño mediano se sitúan más próximas a la frontera eficiente que las entidades grandes.

## 5.5 Análisis de los determinantes de la eficiencia

En esta sección se lleva a cabo un análisis de los factores determinantes que pueden explicar las eficiencias. Para ello, centramos el estudio en las eficiencias estimadas DEA, tanto CRS, VRS como de escala.

Aunque existen métodos más sofisticados que podrían emplearse, como la metodología de Simar y Wilson, un modelo que es extensamente utilizado en la literatura sobre eficiencia es el modelo Tobit. En este modelo, la variable endógena que son las eficiencias obtenidas por la técnica DEA, está censurada superiormente en 1 (es decir, los bancos totalmente eficientes). Como factores determinantes, y relacionado con la disponibilidad de la información, se emplearán la antigüedad de los bancos (como indicador de experiencia y permanencia en el mercado bancario), nacionalidad (=1 si el banco es nacional, =0 si el banco es extranjero), tamaño (=1 si el tamaño del banco es pequeño, =2 si el tamaño del banco es mediano, =3 si el tamaño del banco es grande) y tipo de banco (que indica el tipo de actividad a la que se dedica la entidad bancaria correspondiente) .

La Tabla 3 muestra los resultados de la estimación para el caso CRS. Y los distintos enfoques o dimensiones de análisis empleados. Cabe mencionar que esto es así debido a que para los métodos VRS y escala los modelos resultantes no eran estadísticamente significativos, por lo que no se pudieron encontrar determinantes adecuados para explicar dichas eficiencias.

Atendiendo a los resultados de dicha tabla, podemos decir lo siguiente. Primero, puede observarse en el enfoque de intermediación que solo una variable es realmente estadísticamente significativa a un nivel de significación del 5%. Esta variable es la nacionalidad del banco, en la que los resultados exponen que el hecho del banco tenga origen español está relacionado con unos mejores resultados de los indicadores de eficiencia. En segundo lugar, para el enfoque de producción, observamos que los coeficientes significativos al 5% son: "Nacionalidad", en donde si el banco es nacional se favorece a los resultados de las eficiencias, "Tamaño", donde si el banco es de tamaño mediano o grande, los resultados de eficiencia se ven afectados negativamente y, por último, "Tipo de banco" que está relacionada positivamente con los resultados de eficiencia. Finalmente, en el enfoque orientado a

los beneficios, los coeficientes que mantienen una relación positiva con los resultados de eficiencia al 5% de nivel de significación son: “Crisis”, cuyo resultado contradictorio, puesto que esperaríamos que la eficiencia vaya peor en periodos de crisis, y “Antigüedad”.

**Tabla 3.** Factores explicativos de la eficiencia CRS.

Variables	Intermediación		Producción		Beneficios	
	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor
Crisis	0,0581501	0,272	0,086243	0,311	0,10797	0,025
Antigüedad	-0,000206	0,445	0,000512	0,979	0,00057	0,035
Nacionalidad	0,1340744	0,000	0,249942	0,000	-0,2311	0,000
Tamaño						
2	0,0544013	0,371	-0,30571	0,002	-0,15898	0,000
3	0,0444073	0,482	-0,37065	0,001	-0,12508	0,006
Tipo de banco	-0,0191512	0,236	0,042262	0,001	-0,01312	0,105
Constante	0,9992395	0,000	1,056291	0,000	1,05417	0,000
Sigma	0,1903555		0,217443		0,2912	

## 6. Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo ha sido estudiar, primero, el comportamiento de la eficiencia técnica de una muestra representativa de entidades bancarias españolas en el periodo 2000-2017, así como los cambios experimentados en la productividad total de los factores, y su relación con los cambios en eficiencia y el cambio tecnológico. Por otro lado, también se ha investigado qué factores contribuyeron a explicar la eficiencia.

Los resultados obtenidos por la metodología DEA indican que los bancos operan generalmente en torno a la frontera eficiente y que durante la crisis experimentaron una disminución de su eficiencia en todas las dimensiones. En general, podemos decir que las entidades bancarias españolas han mantenido sus niveles de eficiencia muy próximos a la frontera eficiente, no obstante, si observamos los enfoques de producción y beneficios se observa que en los últimos años del periodo comienza a

reflejarse una tendencia decreciente de los niveles de eficiencia. Por otro lado, la tecnología de producción bancaria es fundamentalmente VRS en tanto existen economías de escala. Asimismo, con respecto a las eficiencias de escala hemos podido observar que las entidades bancarias durante el periodo analizado no han conseguido aprovechar al máximo las economías de escala existentes y se han situado lejos de la escala mínimo eficiente (EME).

En cuanto a los resultados del método DEA-Malmquist, podemos decir que, respecto al progreso tecnológico, las entidades bancarias han sufrido etapas de grandes cambios tecnológicos como en el año 2005 con la introducción de las TICs, así como etapas en donde el cambio tecnológico no ha sido destacado como en los años 2007-2008, debido al inicio de la crisis económica. En los diversos enfoques estudiados, particularmente en el enfoque de intermediación y en el enfoque de producción, se ha observado una tendencia decreciente en los últimos años, sugiriendo que el sector puede encontrarse en una fase de estancamiento tecnológico. Por otra parte, estudiando las eficiencias entre bancos grandes y medianos, los bancos de gran tamaño se han situado, por norma general, con unos niveles de eficiencia técnica superiores a los de las entidades bancarias de tamaño mediano para el caso de una frontera VRS. Sin embargo, si nos fijamos en los niveles de eficiencia técnica para el caso de una frontera CRS, los resultados difieren significativamente entre los distintos enfoques, reportando para el caso del enfoque de intermediación, que los niveles de eficiencia técnica de ambos tipos de banco se van intercalando en cuánto a proximidad con respecto a la frontera eficiente, para el enfoque de producción, el resultado principal sugiere que las entidades bancarias de gran tamaño se han situado más próximas a la frontera eficiente y finalmente, para el enfoque orientado a los beneficios, el resultado refleja que durante la mayoría del periodo analizado, los bancos de tamaño mediano se han situado con unos niveles de eficiencia técnica superiores a los niveles reportados por los bancos de gran tamaño.

## Referencias bibliográficas

- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, 6(1), 21-37.
- Aragon, Y., Daouia, A. & Thomas-Agnan, C. (2005). Nonparametric frontier estimation: A conditional quantile based approach. *Econometric Theory*, 21, 358–389.
- Aríztegui, J. (2010). El sector bancario español ante la crisis financiera internacional: Diagnóstico y medidas adoptadas. In *Reunión de Presidentes de Comisiones de Economía y Hacienda de Parlamentos Nacionales de la Unión Europea/Congreso de los Diputados, Madrid, Spain*.
- Ashcraft, A. B., & Schuermann, T. (2008). Understanding the securitization of subprime mortgage credit. *Foundations and Trends® in Finance*, 2(3), 191-309.
- Banker, R.D., Charnes A. & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30, 1078–92.
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European journal of operational research*, 98(2), 175-212.
- Cazals, C., Florens, J.P. & Simar, L. (2002). Nonparametric frontier estimation: A robust approach. *Journal of Econometrics*, 106, 1-25.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Coelli, T. (1996). A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia*.

- Coll, V., & Blasco, O. M. (2000). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Juan Carlos Martínez Coll.
- Deprins, D., Simar, L. & Tulkens, H. (1984). Measuring labor-efficiency in post offices. In M. Marchand, P. Pestieau, & H. Tulkens (Eds.), *The performance of public enterprises: Concepts and measurement* (Chap. 10, pp. 243–267). Amsterdam: North-Holland.
- Drake, L., Hall, M. J., & Simper, R. (2006). The impact of macroeconomic and regulatory factors on bank efficiency: A non-parametric analysis of Hong Kong's banking system. *Journal of Banking & Finance*, 30(5), 1443-1466.
- Emilio Martín, Alfredo Bachiller, Patricia Bachiller, (2018) "The restructuring of the Spanish banking system: analysis of the efficiency of financial entities", *Management Decision*, Vol. 56 Issue: 2, pp.474-487.
- Fethi, M. D., & Pasiouras, F. (2010). Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. *European journal of operational research*, 204(2), 189-198.
- Guzman, I., & Reverte, C. (2008). Productivity and efficiency change and shareholder value: evidence from the Spanish banking sector. *Applied Economics*, 40(15), 2037-2044.
- Izquierdo, R. S., & Navarro, A. M. (2001). Evaluación de la eficiencia de las entidades financieras en las secciones de crédito de las cooperativas. *Invest. Agr: Prod. Prot. Veg*, 16, 1.
- Ji, Y. B., & Lee, C. (2010). Data envelopment analysis in Stata. *The Stata Journal*, 10(2), 267-280.
- Lozano Vivas, A. (2001). La eficiencia del sistema bancario español en el marco de la Unión Europea.
- Martínez, Ú. F., Gallego, J. C. G., Cárceles, M. C. P., & García, J. G. (2012). Comparación de rankings de eficiencia mediante análisis de componentes principales y DEA. *Estadística Española*, 54(178), 357-373.

- Maudos Villarroya, J. (2017). La situación actual del sector bancario español en el contexto europeo. *Mediterráneo Económico*, 2017, num. 29, p. 77-98.
- Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 435-444.
- Paradi, J., Rouatt, S. & Zhu, H. (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis. *Omega*, 29, 99-109.
- Pérez, F., & Maudos, J. (2001). La eficiencia del sector bancario español en el contexto europeo. *Economistas*, 89, 63-70.
- Prior, D., Tortosa-Ausina, E., García-Alcober, M., & Illueca, M. (2016). Costs, revenues and performance in Spanish banking: a comparative analysis of pre- and early crisis years. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 45(3), 345-364.
- Pueyo, J. (2003). La eficiencia de la banca española, 1922-82. Ver [www.aehe.es/wp-content/uploads/2005/10/b23\\_pueyo.pdf](http://www.aehe.es/wp-content/uploads/2005/10/b23_pueyo.pdf).
- Serrano, S. C. (2013). La reestructuración del sistema bancario español tras la crisis y la solvencia de las entidades financieras. Consecuencias para las cajas de ahorros. *Revista de Contabilidad*, 16(2), 136-146.
- Soares Alves, A. V., Soares, N., De Sousa, E. P., & Moquete Guzmán, S. J. (2017). Eficiencia técnica y de escala de la producción de sisal en el estado de Bahía (Brasil). *Apuntes*, 44(81), 39-65.
- Tutulmaz, O. (2014). The relationship of technical efficiency with economical or allocative efficiency. An evaluation. *Journal of Research in Business and Management*, 2(9), 1-12.

## Anexo I. Listado de bancos y descripción de las variables utilizadas.

**Tabla A1.1** Listado de entidades bancarias analizadas.

1. Banco Santander	18. Banco Cooperativo Español
2. BBVA	19. Banco Inversis S.A
3. CaixaBank	20. Banco Mediolanum
4. Banco Popular	21. Bancofar
5. Banco Sabadell	22. Banque Chaabi du Maroc
6. Banca March	23. Novo Banco
7. Bankinter	24. OpenBank
8. Deutsche Bank	25. Self Trade Bank
9. Banco Pichincha	26. Triodos Bank
10. Banca Pueyo	27. Wizink Bank
11. Bankoa	28. AndBank
12. Banco Pastor	29. Banco Finantia Sofinloc
13. Banco Caixa Geral	30. Banco de Depositos S.A
14. Evo Banco	31. KBL European Private Bankers
15. ING Bank	32. Bankia
16. TargoBank	33. Santander Consumer Finance S.A
17. Banco Caminos	34. Popular Banca Privada S.A

**Tabla A1.2** Descripción de las variables utilizadas.

Cajeros automáticos	Nº total de cajeros automáticos
Cuentas Corrientes	Nº total de cuentas corrientes
Cuentas Ahorro	Nº total de cuentas de ahorro
Empleados	Nº total de empleados
Oficinas/Habitante	Número de oficinas/Total de habitantes en el año, todo ello multiplicado por 100000 habitantes.
Crédito a la clientela	Crédito concedido a la clientela (miles de euros)
Depósitos de la clientela	Depósitos de clientes (miles de euros)
Año	Variable que define el periodo de tiempo
DMU	Variable creada con el propósito de facilitar la identificación de la entidad bancaria.
Crisis	Variable dummy que toma el valor 1 si el periodo se encuentra dentro del periodo de crisis y 0 para el caso contrario
Antigüedad	Variable que define la antigüedad de la entidad bancaria
Nacionalidad	Variable dummy que toma el valor 1 si la entidad bancaria es nacional y 0 para el caso en el que sea extranjera
Tamaño	Variable dummy determinada a partir del cálculo de los percentiles tomando como referencia el crédito a la clientela ( 1=Pequeño – No supera el percentil 25,

	2=Mediano – se encuentra entre el percentil 25-50, 3=Grande – supera el percentil 75)
Imposiciones	Nº total de imposiciones a largo plazo.
Gasto Comisiones	Gasto por comisiones (miles de euros)
Gastos Administración	Gastos de administración (miles de euros)
Ingresos Comisiones	Ingresos por comisiones (miles de euros)
Ingresos Intereses	Ingresos por intereses (miles de euros)
Gasto Intereses	Gastos por intereses (miles de euros)
Tipo de banco	Variable que define la tipología del banco (1=Comercial; 2=Central Bancaria; 3= Inversión; 4=Banco para farmacias; 5= Gestión patrimonial y Mercados financieros; 6=Depósitos; 7=Público; 8=Consumo

**Tabla A1.3** Listado de entidades bancarias empleadas en DEA-Malmquist.

1. Banco Santander	6. Banca Pueyo
2. BBVA	7. Bankoa
3. Banca March	8. Banco Caixa Geral
4. Bankinter	9. Banco Cooperativo Español
5. Deutsche Bank	10. Banco Mediolanum







**Tabla A2.4** Distribución de los indicadores de eficiencia para los distintos enfoques usando DEA-Malmquist.

	Intermediación					Producción					Beneficios				
	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH
2000-2001	1,00	1,03	1,00	1,00	1,03	1,06	1,04	1,02	1,04	1,10	0,99	1,06	1,04	0,95	1,05
2001-2002	1,01	1,01	1,00	1,01	1,02	1,02	0,92	1,02	0,99	0,94	0,96	1,03	0,93	1,04	0,99
2002-2003	0,99	1,11	1,00	0,99	1,09	1,02	1,00	0,99	1,03	1,02	1,14	0,92	1,04	1,09	1,04
2003-2004	0,99	1,15	1,00	0,99	1,14	1,19	0,92	0,98	1,21	1,09	0,94	1,21	1,00	0,94	1,14
2004-2005	1,02	0,94	1,00	1,02	0,97	1,03	0,80	1,04	0,99	0,82	0,97	0,95	0,96	1,02	0,92
2005-2006	0,99	0,98	1,00	0,99	0,97	1,01	1,38	1,01	0,99	1,39	1,08	0,82	1,05	1,03	0,88
2006-2007	1,00	0,95	1,00	1,00	0,95	0,98	0,79	0,99	0,99	0,78	0,98	1,16	0,98	1,00	1,14
2007-2008	1,01	1,02	1,00	1,01	1,02	1,03	1,08	1,01	1,02	1,11	0,92	1,01	1,01	0,91	0,93
2008-2009	1,01	1,27	1,00	1,01	1,28	0,96	0,88	1,02	0,94	0,84	1,10	1,07	0,96	1,15	1,18
2009-2010	1,00	1,12	1,00	1,00	1,12	0,92	1,00	0,97	0,95	0,93	0,97	1,16	1,03	0,94	1,13
2010-2011	1,00	0,86	1,00	1,00	0,86	1,03	1,00	1,03	1,00	1,03	0,98	0,93	1,02	0,96	0,91
2011-2012	1,01	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,18	1,02	1,00	1,20	1,08	0,97	1,02	1,06	1,05
2012-2013	0,96	1,13	1,00	0,96	1,09	0,96	1,15	1,00	0,97	1,11	0,96	1,11	1,02	0,94	1,07
2013-2014	1,04	1,05	1,00	1,04	1,09	1,01	1,04	1,01	1,00	1,05	0,87	1,29	0,99	0,87	1,12
2014-2015	0,98	1,41	0,99	0,99	1,39	0,95	0,89	0,98	0,97	0,85	0,88	1,53	0,89	0,99	1,34
2015-2016	0,99	1,08	1,00	0,98	1,06	0,91	0,88	0,95	0,96	0,80	1,03	0,97	1,08	0,96	1,00
2016-2017	1,01	0,92	1,00	1,01	0,93	1,15	0,72	1,00	1,16	0,83	0,97	1,28	0,88	0,99	1,24
<i>Media global</i>	1,00	1,05	1,00	1,00	1,05	1,01	0,97	1,00	1,01	0,98	0,99	1,07	1,00	0,99	1,06

**Tabla A2.5** Distribución de las eficiencias técnicas CRS y VRS según el tamaño del banco.

	Intermediación				Producción				Beneficios			
	Bancos grandes		Bancos medianos		Bancos grandes		Bancos medianos		Bancos grandes		Bancos medianos	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
2000	0,97	1,00	0,98	1,00	0,81	1,00	0,79	0,79	0,58	1,00	0,84	1,00
2001	0,97	1,00	0,97	1,00	0,88	1,00	0,83	0,84	0,56	1,00	0,85	0,99
2002	0,97	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	0,85	0,87	0,59	1,00	0,84	0,98
2003	0,98	1,00	0,96	1,00	0,95	1,00	0,87	0,88	0,83	1,00	0,87	0,97
2004	0,92	1,00	0,97	1,00	0,94	1,00	0,85	0,85	0,76	1,00	0,78	0,98
2005	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	1,00	0,89	0,90	0,76	1,00	0,78	1,00
2006	0,98	1,00	0,97	0,99	0,86	1,00	0,98	1,00	0,94	1,00	0,88	1,00
2007	0,97	1,00	0,99	1,00	0,90	1,00	0,97	1,00	0,83	1,00	0,83	1,00
2008	1,00	1,00	0,98	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	0,77	0,99
2009	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	0,81	0,96	0,89	1,00	0,85	0,87
2010	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,74	0,95	0,81	1,00	0,85	0,87
2011	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	0,73	0,93	0,68	1,00	0,83	0,92
2012	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	0,80	1,00	0,84	0,92
2013	0,88	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	0,89	0,98	0,73	1,00	0,87	0,96
2014	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,96	0,71	1,00	0,86	0,97
2015	1,00	1,00	0,95	0,98	1,00	1,00	0,85	0,90	0,65	1,00	0,82	0,96
2016	0,96	1,00	0,94	0,99	0,94	0,95	0,61	0,84	0,57	1,00	0,71	1,00
2017	0,95	1,00	0,96	0,98	0,96	1,00	0,71	0,77	0,64	1,00	0,72	1,00
<i>Media global</i>	0,97	1,00	0,98	1,00	0,93	1,00	0,84	0,91	0,72	1,00	0,82	0,97