

ASEPELT 2015 - CUENCA

XXIX Congreso Internacional de Economía Aplicada
29th International Congress on Applied Economics



ANALES DE ECONOMÍA APLICADA 2015

Número XXIX

**SOSTENIBILIDAD Y SUFICIENCIA DE LOS
SISTEMAS DE PENSIONES**

**SUSTAINABILITY AND SUFFICIENCY OF
PENSIONS SYSTEMS**

**José María Montero Lorenzo
José Mondéjar Jiménez
Román Mínguez Salido
(Coordinadores)**

 **Asepelt**

Asociación Internacional de Economía Aplicada

ASEPELT son las siglas de la Asociación Científica Internacional de Economía Aplicada. El objetivo de la Asociación, recogido en sus estatutos y que inspira su actividad, es organizar, promover y favorecer trabajos originales de carácter científico en el dominio de la Economía Aplicada.

Para ello, desde la Asociación se definen las siguientes líneas de actuación:

1. El intercambio de información, entre sus miembros, de sus trabajos de investigación.
2. La publicación de una Revista Científica: "Estudios de Economía Aplicada".
3. La publicación de selecciones de artículos o de obras colectivas.
4. La organización de seminarios, coloquios o congresos.

La Asociación se convierte, de esta manera, en un foro abierto al intercambio y debate de las distintas ideas y aportaciones científicas, que se desarrollan tanto en el ámbito universitario como en el empresarial, dentro del campo de la Economía Aplicada.

Las Reuniones Anuales de la Asociación, punto de encuentro de un elevado número de investigadores involucrados en estas cuestiones, proporcionan un medio excepcional para el mejor conocimiento mutuo, embrión de futuras colaboraciones.

Esta publicación ANALES DE ECONOMÍA APLICADA es la expresión del camino que están tomando las nuevas iniciativas en el ámbito de la investigación y de la innovación en Economía Aplicada.

ANALES DE ECONOMÍA APLICADA

Año 2015 - Número XXIX

© 2015 ASEPELT

Reservados todos los derechos. El contenido de esta publicación, tanto de la obra escrita como electrónica, puede ser utilizado, de común acuerdo con ASEPELT, para usos exclusivamente particulares y/o profesionales y, en ningún caso, comerciales.

ISSN: 2174-3088

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA MEDIANTE UN MODELO DEA POSIBILISTICO. EL CASO DE LA INDUSTRIA TEXTIL ESPAÑOLA.

ISMAEL BAEZA-SAMPERE

Departamento Economía Aplicada /Universidad de Valencia
Facultad de Economía
Campus dels Tarongers s/n
46022 - Valencia

OLGA BLASCO-BLASCO

Departamento Economía Aplicada /Universidad de Valencia
Facultad de Economía
Campus dels Tarongers s/n
46022 - Valencia

VICENTE COLL-SERRANO

Departamento Economía Aplicada /Universidad de Valencia
Facultad de Economía
Campus dels Tarongers s/n
46022 - Valencia

CRISTINA PARDO-GARCÍA

Departamento Economía Aplicada /Universidad de Valencia
Facultad de Economía
Campus dels Tarongers s/n
46022 - Valencia

e-mail: Ismael.Baeza@uv.es
Teléfono: 9638 28410

Resumen

Cuando se aplican los modelos DEA convencionales para evaluar la eficiencia, los resultados obtenidos son normalmente utilizados para apoyar la toma de decisiones. Además, es común establecer una ordenación de las unidades evaluadas y mostrar los porcentajes de mejora que deberían promoverse. Sin embargo, estas evaluaciones se basan en el supuesto de que los datos son ciertos y, como es apuntado por diversos autores, este supuesto no es siempre aceptable. En estos casos, cuando buscamos que las afirmaciones que se realicen sean robustas, es preferible considerar alguna clase de imprecisión en los datos. En este trabajo proponemos un modelo posibilístico, que aplicamos para evaluar la eficiencia de las empresas textiles españolas.

Palabras clave: DEA, Eficiencia, Programación matemática fuzzy, Modelo posibilístico, Industria Textil.

Área Temática: Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa..

Abstract

Efficiency results obtained by applying conventional DEA models are usually used for Decision Making. Moreover, it is common to rank the assessed units and to show the percentages of improvement that should be promoted. However, these assessments are based on the assumption of certain data and, as noted by some authors in the academic literature, this assumption is not always acceptable. When this happens and we search the robustness of our statements, it is preferable to consider some kind of imprecision in the data. In this study we propose a possibilistic model, which we apply to the Spanish textile firms.

Key Words: DEA, Efficiency, Fuzzy mathematical programming, Possibilistic model, Textile industry.

Thematic Area: Quantitative Methods for Economics and Business.

1. INTRODUCCIÓN

El sector textil-confección representa una actividad industrial relevante en el conjunto de la manufactura española. Sin embargo, la creciente y agresiva competencia de países como China, Vietnam, India, etc., basada en el bajo coste, ha afectado significativamente a este sector económico, caracterizado fundamentalmente por ser intensivo en mano de obra y de bajo componente tecnológico. En el periodo 2000-2010, el número de empresas textiles se redujo en aproximadamente un 48,4%, pasando de 18.302 en el año 2000 a 9.444 en el año 2010. Paralelamente, esta situación supuso la pérdida, en términos absolutos, de 140.782 puestos de trabajo, lo que equivale a la desaparición del 58,24% del empleo generado por esta actividad industrial. Si en el año 2000 la industria textil representaba en torno al 11% del total del empleo industrial, en el año 2010 este porcentaje se situaba alrededor del 6%.

Si se considera alguna de las magnitudes económicas relevantes, en el periodo 2000-2010 se observó una disminución del importe neto de la cifra de negocios (ventas netas de productos, ventas netas de mercaderías y prestaciones de servicios) del 35,42%, y los beneficios empresariales en caída libre, con un decremento del 77,39%, atenuado como consecuencia de la mejora experimentada en 2010.

En términos de generación de riqueza, el valor añadido del textil-confección también ha experimentado un decremento significativo. Según datos procedentes del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el año 2000 el valor añadido del sector textil suponía 5.751.982 miles de euros, es decir, el 5,66% del total de la industria manufacturera española; en el año 2005 se contabilizó en 5.186.292 miles de euros; y en el año 2010 se situó en 3.473.007 miles de euros, lo que representa en torno al 3,53% del total industrial. Así, en el periodo 2000-2010 la pérdida del valor añadido generado por el textil-confección se cuantifica en un 40% aproximadamente.

En este contexto de intensa competencia, la utilización eficiente de los recursos productivos representa una estrategia que permite a la empresa mejorar su

rentabilidad (Sellers y otros, 2002). Así, el nivel de eficiencia de las empresas se erige en un determinante directo de su nivel de competitividad (Roca y Sala, 2005), en un elemento de especial importancia para el análisis del posicionamiento competitivo de las empresas así como un determinante esencial de sus estrategias (Duch, 2006).

La mayor parte de trabajos empíricos que han investigado la eficiencia de la industria textil han estado dominados por dos metodologías: el Análisis Envolvente de Datos (DEA) (Chandra y otros, 1998; Zheng y otros, 2000; Zhang y otros, 2000; Bhandari y Ray, 2007) y el análisis de fronteras estocásticas de producción (SFA) (Ayed-Mouelhi y Goaiied, 2003; Samad y Patwary, 2003; Mokhtarul, 2004; Bhandari y Maiti, 2007; Mokhtarul, 2007; Kouliavtsev y otros, 2007).

En este trabajo se utiliza la metodología DEA para efectuar el análisis empírico porque presenta una serie de ventajas (Stolp, 1990; Restzloff-Roberts y Morey, 1993; Charnes y otros, 1994) frente a otras metodologías como SFA. Entre estas cabe destacar, primero, que no es necesario imponer una determinada forma funcional que relacione inputs y outputs y, segundo, tampoco es necesario establecer supuestos distribucionales del término ineficiencia. Sin embargo, en nuestro trabajo consideramos, a diferencia de aquellos que aplican modelos DEA convencionales, que los datos disponibles para el análisis son imprecisos y que la incertidumbre no puede ser modelizada con distribuciones de probabilidad. Para ello, en nuestra aplicación a la industria textil recurrimos a un enfoque posibilístico dentro del marco del DEA fuzzy. Esto permitirá analizar la estabilidad de las puntuaciones, en adelante *scores*, obtenidas y, en consecuencia, la robustez de las afirmaciones que se realicen respecto de los ratios de eficiencia de las empresas textiles.

Este trabajo se estructura como sigue. En el apartado 2 se revisan los modelos DEA básicos convencionales y en el apartado 3 se introducen los principales conceptos relacionados con los conjuntos y números fuzzy, que permitirán trabajar con datos inciertos y formular el modelo DEA posibilístico. En el apartado 4 se describen los datos y variables utilizados para evaluar la eficiencia del sector textil-confección español, cuyos resultados se discuten en el apartado 5. Por último, el apartado 6 se dedica a las conclusiones y a establecer posibles líneas futuras de desarrollo.

2. MODELOS DEA CONVENCIONALES.

El Análisis Envolvente de Datos, DEA, surge como una extensión del trabajo de Farrell (1957) por parte de Charnes, Cooper y Rhodes (1978). DEA es una técnica de programación matemática que permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos observados para el conjunto de Unidades objeto de estudio -empresas textiles-. Aquellas empresas que determinan la envolvente son calificadas como eficientes y las que no permanecen sobre la misma son consideradas ineficientes. DEA permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las empresas.

El modelo DEA-CCR input orientado busca, dado el nivel de outputs, la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción. Una Unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier input sin alterar sus outputs. Este modelo, que permite evaluar la

eficiencia relativa de cada una de las n empresas consideradas a partir de s outputs y m inputs observados, puede expresarse en su forma envolvente como:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad \theta \\
 & \text{sujeto a:} \\
 & \quad Y\lambda \geq y_0 \\
 & \quad \theta x_0 \geq X\lambda \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

donde Y es una matriz de outputs de orden $(s \times n)$; y_0 representa el vector output de la empresa que está siendo evaluada; X es una matriz de inputs de orden $(m \times n)$; x_0 representa el vector inputs de la empresa considerada, λ es el vector $(n \times 1)$ de pesos o intensidades, y θ denota la puntuación de eficiencia (técnica) de la empresa evaluada. Si la solución óptima del problema anterior resulta ser $\theta^* = 1$ y todas las holguras output (s_r^{+*}) e input (s_i^{-*}) son cero, entonces la empresa evaluada será eficiente en relación con las otras, puesto que no será posible encontrar ninguna empresa o combinación lineal de empresas que obtenga al menos el output de la empresa en cuestión utilizando menos factores. En caso contrario la empresa es ineficiente, pues será posible obtener, a partir de los valores λ_j^* , una combinación de empresas que funcione mejor que aquella objeto de evaluación.

El modelo DEA-CCR se formula suponiendo que la tecnología satisface, entre otras, la propiedad de rendimientos constantes a escala, obteniéndose una medida de eficiencia técnica global. Banker y otros (1984) relajan este supuesto al permitir que la tecnología presente rendimientos variables a escala al introducir la restricción de convexidad $\vec{1}\lambda = 1$, eliminando de esta forma la influencia de la escala de producción. La medida de eficiencia así obtenida es una medida de eficiencia técnica pura. Se trata de medidas de eficiencia técnica netas de cualquier efecto escala. La forma envolvente del modelo DEA-BCC input orientado puede escribirse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad \theta \\
 & \text{sujeto a:} \\
 & \quad Y\lambda \geq y_0 \\
 & \quad \theta x_0 \geq X\lambda \\
 & \quad \vec{1}\lambda = 1 \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

La empresa evaluada será calificada como eficiente, según la definición de Pareto-Koopmans, si y solo si en la solución óptima: a) $\theta^* = 1$ y b) las variables de holguras son todas nulas, es decir, $s_r^{+*} = 0$ y $s_i^{-*} = 0$.

3. MODELO DEA CON DATOS INCIERTOS. MODELO POSIBILÍSTICO.

En los modelos DEA convencionales se considera que los datos con los que se trabaja son ciertos pero, ¿qué ocurre si hay dudas sobre esa certeza? En esta sección consideraremos que los datos tienen cierta incertidumbre.

3.1 CONJUNTOS Y NÚMEROS FUZZY.

En la década de los sesenta, Lotfi Zadeh introdujo la teoría de conjuntos fuzzy para tratar con la incertidumbre. En esencia, esta teoría consiste en sustituir los conjuntos tradicionales, a los cuales un elemento dado puede pertenecer o no, por las funciones de pertenencia, que son aplicaciones de un conjunto referencial dado X en el intervalo $[0,1]$.

Es decir, un conjunto (o subconjunto) fuzzy \tilde{A} de X es

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)), x \in X\}$$

donde $\mu_{\tilde{A}}(x)$ es una función que indica el grado de pertenencia a \tilde{A} de los elementos de X llamada función de pertenencia.

Un grado de pertenencia nulo se interpreta como no pertenencia, el 1 como pertenencia en el sentido booleano y los números intermedios reflejan una pertenencia incierta, que será interpretada de diversos modos según cada aplicación. La potencia de esta teoría se debe a que a través de la pertenencia a un conjunto se puede modelizar cualquier situación.

Algunas definiciones básicas que permiten formular esta teoría son:

Un conjunto fuzzy \tilde{A} es normalizado si, y sólo si, $\sup_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$.

Un α -corte de un conjunto \tilde{A} es el conjunto

$$A(\alpha) = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$$

Cualquier elemento de $A(\alpha)$ tiene un grado de pertenencia mayor o igual a α , es decir, proporciona un nivel de satisfacción de al menos α .

Un conjunto fuzzy \tilde{A} es convexo si y sólo si para cada par de puntos x_1 y x_2 en X , la función de pertenencia $\mu_{\tilde{A}}$ satisface la desigualdad:

$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)), \quad \lambda \in [0,1]$$

Desde el punto de vista de los α -cortes, un conjunto fuzzy es convexo si lo son todos sus α -cortes.

3.2. NÚMEROS LR-FUZZY.

Un número fuzzy \tilde{M} es un conjunto fuzzy, convexo y normal con función de pertenencia continua a trozos. Los números fuzzy más utilizados son los que se conocen como números LR-fuzzy. Se trata de números fuzzy \tilde{M} que se expresan de la forma

$$\tilde{M} = (m^L, m^R, \alpha^L, \alpha^R)_{L,R}$$

cuya función de pertenencia tiene la forma siguiente:

$$\mu_{\tilde{M}}(r) = \begin{cases} L\left(\frac{m^L-r}{\alpha^L}\right) & r \leq m^L \\ 1 & m^L \leq r \leq m^R \\ R\left(\frac{r-m^R}{\alpha^R}\right) & r \geq m^R \end{cases}$$

donde L y R son funciones referencia, es decir, $L, R: [0, +\infty[\rightarrow [0, 1]$ son estrictamente decrecientes en $\text{supp}(\tilde{M}) = \{r: \mu_{\tilde{M}}(x) > 0\}$ y semicontinuas superiormente de modo que $L(0) = R(0) = 1$.

Cuando el soporte de $\mu_{\tilde{M}}$ está acotado, las funciones L y R se definen en $[0, 1]$ y se verifica $L(1) = R(1) = 0$. Si, además, L y R son lineales, es decir

$$L(z) = R(z) = \max\{0, 1 - z\}$$

el número fuzzy se denomina trapezoidal y cuando $m^L = m^R$ entonces se tiene un número fuzzy triangular.

En el contexto de programación lineal es necesario trabajar con combinaciones lineales de números fuzzy. La combinación lineal de números fuzzy, $\tilde{m}_1 x_1 \oplus \tilde{m}_2 x_2 \oplus \dots \oplus \tilde{m}_n x_n$, en particular para números LR-fuzzy $\tilde{M} = (m^L, m^R, \alpha^L, \alpha^R)_{L,R}$ se define como:

$$\sum_{j=1}^n \tilde{m}_j x_j = \left(\sum_{j=1}^n m_j^L x_j, \sum_{j=1}^n m_j^R x_j, \sum_{j=1}^n \alpha_j^L x_j, \sum_{j=1}^n \alpha_j^R x_j \right)_{L,R}$$

donde L y R denotan las funciones comunes de referencia por la izquierda y por la derecha.

La toma de decisiones en los problemas de optimización con números fuzzy supone que éstos han sido ordenados para determinar qué elemento es mejor o peor que los demás. En la literatura se puede encontrar que la comparación de dos números fuzzy se realiza a través de los α -cortes. Tal y como es definido en León y otros (2003), dados dos números fuzzy \tilde{M} y \tilde{N} el número fuzzy $\tilde{M} \vee \tilde{N}$ es el que tiene como función de pertenencia:

$$\mu_{\tilde{M} \vee \tilde{N}} = \sup_{r=s \vee t} \{\mu_{\tilde{M}}(s) \wedge \mu_{\tilde{N}}(t)\}$$

De esta forma se puede caracterizar el orden de dos números fuzzy \tilde{M} y \tilde{N}

$$\tilde{M} \succeq \tilde{N} \Leftrightarrow \tilde{M} \vee \tilde{N} = \tilde{M} \Leftrightarrow \forall h \in [0, 1] \begin{cases} \inf\{s: \mu_{\tilde{M}}(s) \geq h\} \geq \inf\{t: \mu_{\tilde{N}}(t) \geq h\} \\ \sup\{s: \mu_{\tilde{M}}(s) \geq h\} \geq \sup\{t: \mu_{\tilde{N}}(t) \geq h\} \end{cases}$$

Este orden provoca situaciones de indecisión que hay que resolver con las h_0 ordenaciones. Si consideramos un α -corte $h_0 \in [0, 1]$ entonces se puede comparar números fuzzy y decir que $\tilde{M} \succeq^{h_0} \tilde{N}$ si y sólo si $\forall k \in [h_0, 1]$ se cumple

$$\begin{aligned} \inf\{s: \mu_{\tilde{M}}(s) \geq k\} &\geq \inf\{t: \mu_{\tilde{N}}(t) \geq k\} \\ \sup\{s: \mu_{\tilde{M}}(s) \geq k\} &\geq \sup\{t: \mu_{\tilde{N}}(t) \geq k\} \end{aligned}$$

que para dos números LR-fuzzy $\tilde{M} = (m^L, m^R, \alpha^L, \alpha^R)_{L,R}$ y $\tilde{N} = (n^{L'}, n^{R'}, \beta^{L'}, \beta^{R'})_{L',R'}$ se traduce en:

$$\begin{aligned} m^L - L^*(k)\alpha^L &\geq n^L - L'^*(k)\beta^L & \forall k \in [h_0, 1] \\ m^R + R^*(k)\alpha^R &\geq n^R + R'^*(k)\beta^R & \forall k \in [h_0, 1] \end{aligned}$$

donde

$$L^*(k) = \sup\{z: L(z) \geq k\}, \quad L'^*(k) = \sup\{z: L'(z) \geq k\},$$

$$R^*(k) = \sup\{z: R(z) \geq k\}, \quad R'^*(k) = \sup\{z: R'(z) \geq k\}.$$

Esto proporciona dando una comparativa de los dos números fuzzy para un determinado nivel h_0 de satisfacción.

3.3. MODELOS DEA FUZZY POSIBILÍSTICO.

Suponiendo que los inputs y los outputs se conocen de forma aproximada mediante números LR-fuzzy que representaremos, respectivamente, por

$$\tilde{X}_{ij} = (x_{ij}^L, x_{ij}^R, \alpha_{ij}^L, \alpha_{ij}^R)_{L,R} \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n$$

$$\tilde{Y}_{rj} = (y_{rj}^{L'}, y_{rj}^{R'}, \beta_{rj}^{L'}, \beta_{rj}^{R'})_{L',R'} \quad 1 \leq r \leq s, \quad 1 \leq j \leq n$$

Los α -cortes de \tilde{X}_{ij} y \tilde{Y}_{rj} que permitirán clasificar la eficiencia de la DMU_0 con respecto al resto de unidades para un determinado nivel posibilístico h , pueden expresarse de la forma siguiente:

$$x_{ij}(h) = \left\{ x_{ij} \in \tilde{X}_{ij}: \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq h \right\}, \quad \forall i, j$$

$$y_{rj}(h) = \left\{ y_{rj} \in \tilde{Y}_{rj}: \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq h \right\}, \quad \forall r, j$$

Así, el modelo [2] puede expresarse de la siguiente manera (León y otros, 2003):

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{sujeto a:} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^L \leq \theta_0 x_{i0}^L, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^R \leq \theta_0 x_{i0}^R, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^L - L_i^*(h) \sum_{j=1}^n \lambda_j \alpha_{ij}^L \leq \theta_0 x_{i0}^L - L_i^*(h) \theta_0 \alpha_{i0}^L, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^R + R_i^*(h) \sum_{j=1}^n \lambda_j \alpha_{ij}^R \leq \theta_0 x_{i0}^R + R_i^*(h) \theta_0 \alpha_{i0}^R, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{L'} \geq y_{r0}^{L'}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{R'} \geq y_{r0}^{R'}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{L'} - L_i'^*(h) \sum_{j=1}^n \lambda_j \beta_{rj}^{L'} \geq y_{r0}^{L'} - L_i'^*(h) \beta_{r0}^{L'}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{R'} + R_i'^*(h) \sum_{j=1}^n \lambda_j \beta_{rj}^{R'} \geq y_{r0}^{R'} + R_i'^*(h) \beta_{r0}^{R'}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \tag{3}$$

El valor óptimo de [3] proporcionará la eficiencia de la unidad sometida evaluación para un determinado nivel de posibilidad h .

4. DATOS Y VARIABLES.

Para evaluar la eficiencia del sector textil-confección, en este estudio se ha contado, para el año 2010, con una muestra compuesta por un total de 1898 empresas. Los datos necesarios para realizar los análisis se obtuvieron de la base de datos SABI.

SABI es un directorio de empresas españolas y portuguesas que recoge información general y datos financieros. Dentro de España cubre más del 95% de las compañías de las 17 Comunidades Autónomas que presentan sus cuentas en Registros Mercantiles con facturación superior a los 360.000-420.000 euros. Esta base de datos permite realizar estudios de diversa índole: estudios macroeconómicos, estudios de mercado, cálculo de ratios sectoriales, posicionamiento en el sector, benchmarking, y análisis ad-hoc a partir de las partidas de balances o de ratios establecidos y/o definidos por el usuario.

La medición de la eficiencia se ha realizado al considerar como inputs del proceso productivo: (i) el inmovilizado material como proxy del capital, (ii) los gastos de personal como proxy del factor trabajo y (iii) los materiales como proxy de los recursos intermedios. Con respecto al principal resultado del proceso de transformación, se ha aproximado el output a través del importe de las ventas. Todas las variables están expresadas en miles de euros corrientes. Dado que una de las condiciones para aplicar el DEA es que las unidades a evaluar sean homogéneas, no se han deflactado las magnitudes económicas puesto que los efectos de los precios deben afectar por igual a todas las empresas analizadas. En caso contrario debería cuestionarse la homogeneidad de la muestra.

5. EFICIENCIA EN LA INDUSTRIA TEXTIL ESPAÑOLA: ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE LOS SCORES DE EFICIENCIA.

Con la información disponible de las 1898 empresas textiles se ejecutó el modelo DEA-BCC input orientado dado por [2]. El motivo por el que se decidió evaluar la eficiencia desde la perspectiva input antes que la output se fundamenta en el hecho de que una de las principales acciones que llevan a cabo los gestores ante una situación económica crítica suele ser la reducción de los recursos productivos tratando de mantener el mismo nivel de producción-venta. La empresa sólo será capaz de maximizar sus beneficios si elabora sus productos eficientemente. Para conseguirlo, la empresa debe orientar todas sus actividades hacia la elaboración del producto necesario con el mínimo de recursos (Munro-Faure y Munro-Faure, 1992).

Los resultados de esta evaluación para datos ciertos (nivel de posibilidad $h=1$), en adelante *crisp* del inglés "nítido", pueden agruparse mediante la distribución de los ratios de eficiencia (Tabla I). La frontera de mejor práctica queda definida por 66 empresas, lo que supone el 3,48% del total, siendo en consecuencia éstas calificadas como eficientes. Las restantes 1832 empresas analizadas son calificadas como ineficientes, esto es, dado el volumen neto de ventas que obtienen podrían reducir el consumo de recursos productivos puesto que hay otras empresas, las eficientes que son tomadas como benchmarks (referencias), que presentan mejores comportamientos.

Tabla 1. Distribución de ratios de eficiencia en el año 2010. Fuente: Elaboración propia.

Puntuación eficiencia	Número de empresas	Porcentaje
[0-10[	6	0,32%
[10-20[	28	1,48%
[20-30[	107	5,64%
[30-40[	170	8,96%
[40-50[	282	14,86%
[50-60[	426	22,44%
[60-70[	401	21,13%
[70-80[	233	12,28%
[80-90[	124	6,53%
[90-100[	55	2,90%
Eficientes	66	3,48%

De acuerdo con los resultados obtenidos, las empresas del textil-confección presentan, en media, una baja eficiencia en el uso de los factores productivos, con un ratio del 58,52%. Es decir, por término medio, dado el nivel de ventas (output) que alcanzan, las empresas textiles deberían promover importantes mejoras conducentes a reducir el consumo de recursos para llegar a ser eficientes.

En general, en los trabajos orientados a evaluar la eficiencia, bajos valores de eficiencia, como los alcanzados por la industria textil-confección española, se hacen corresponder con situaciones de desequilibrio que sería bueno corregir. Consideramos que esto es así en cuanto que las empresas poco eficientes deben esforzarse para alcanzar mejores cotas de eficiencia bajo riesgo de desaparición. Pero considerada la industria textil-confección en su conjunto, pensamos que un bajo nivel medio de eficiencia no debe ser percibido siempre de forma peyorativa. Más bien, parece que esto es lo que debe ocurrir en sectores dinámicos, con avances importantes, con empresas (líderes) que para hacer frente al nuevo escenario competitivo al que tienen que hacer frente se centran en la mejora de su oferta e introducción de nuevos productos vía calidad, diseño, creación de imagen de marca, especialización, etc. De esta forma, dentro de la industria unas empresas destacan y precisamente por ello -puesto que la eficiencia de una empresa siempre se mide en términos relativos, y en comparación con las más eficientes- “colocan” a las otras (empresas seguidoras) en situación de desventaja (Coll y Blasco, 2011).

A partir de los diferentes resultados que pueden obtenerse al ejecutar los modelos DEA convencionales, y más allá de una simple descripción o interpretación global de los *scores* de eficiencia obtenidas, el decisor suele utilizar éstos con la finalidad de (i) efectuar predicciones, (ii) indicar los porcentajes de mejora (reducción en el caso de inputs y expansión en el caso de outputs) que debería individualmente promover una empresa para llegar a ser eficiente y/o (iii) establecer un ranking entre las empresas evaluadas. Respecto a esta última cuestión se debe ser cauteloso puesto que una empresa que presenta una puntuación de eficiencia

más baja no garantiza que otra debería tener prioridad sobre aquella, es decir, los *scores* de las empresas ineficientes no deberían emplearse directamente para definir ordenaciones (León y otros, 2003; Boscá y otros, 2011).

Sin embargo, hay que tener presente que uno de los principales inconvenientes de la técnica DEA es la consistencia de los datos (Boscá y otros, 2011). En los modelos DEA convencionales los datos de los inputs y outputs de las diferentes unidades se supone que están medidas con precisión, lo cual no siempre es posible (Guo y Tanaka, 2001).

Esto conduce a que nos planteemos cuestiones como, ¿cuál es el “grado de verdad” de las *scores* de eficiencia obtenidas para el año 2010?

Para responder a esta pregunta procedemos a analizar la estabilidad de las *scores* de eficiencia del conjunto de empresas textiles analizadas, considerando para ello la imprecisión en los datos.

En este trabajo, la incertidumbre sobre los inputs y outputs queda modelizada mediante tolerancias, tomadas de forma aleatoria dentro de un rango entre el 10% y el 25%¹ de los valores proporcionados por la base de datos SABI, que son los considerados en la evaluación *crisp*. De esta forma construimos números LR fuzzy triangulares simétricos. A continuación, ejecutamos el modelo posibilístico dado por [3] para diferentes valores de *h* comprendidos entre 0 y 1, con incrementos de 0.1 (Jahanshahloo y otros, 2007).

Debido a la limitación de espacio y al elevado número de empresas evaluadas, no es posible mostrar todos los resultados detallados². En su lugar, en la Tabla II se facilitan las *scores* de eficiencia de las primeras 25 empresas de la muestra.

Tabla II. Scores de eficiencia (%) según nivel de posibilidad. Fuente: Elaboración propia.

Empresa (código)	Nivel de posibilidad <i>h</i>										
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	75,20	74,26	73,37	72,55	71,78	70,93	70,06	69,24	68,47	67,74	67,05
2	80,22	78,88	77,62	76,40	75,25	74,14	73,08	72,05	71,07	70,12	69,20
3	31,48	31,29	31,09	30,88	30,68	30,47	30,25	30,03	29,81	29,57	29,34
4	59,07	58,70	58,28	57,84	57,42	56,99	56,38	55,68	54,98	54,28	53,58
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,19	98,01
6	64,05	63,75	63,44	63,12	62,80	62,46	61,86	60,84	59,81	58,76	57,69
7	74,05	73,35	72,67	71,90	71,13	70,36	69,59	68,82	68,04	67,22	66,37
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9	55,47	55,20	54,93	54,66	54,32	53,92	53,53	53,11	52,64	51,91	51,08
10	55,56	54,92	54,28	53,62	52,94	52,25	51,54	50,83	50,11	49,37	48,63
11	58,55	58,38	58,22	58,05	57,87	57,69	57,50	57,09	56,59	55,88	55,15
12	91,52	90,59	89,68	88,78	87,90	87,03	86,17	85,31	84,46	83,48	82,25
13	27,88	27,44	27,02	26,62	26,22	25,84	25,47	25,11	24,77	24,43	24,10

1 Como primera aproximación, y con una perspectiva conservadora, se ha introducido una elevada incertidumbre (entre el 10% y el 25%) a los datos originales para proporcionar al número fuzzy generado un amplio valor para niveles posibilísticos bajos (ceranos a cero).

2 El lector interesado en los resultados completos de la evaluación puede solicitarlos por email a los autores.

14	60,84	60,79	60,74	60,68	60,61	60,54	60,42	59,51	58,50	57,48	56,44
15	3,71	3,68	3,65	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
16	67,81	67,39	66,98	66,58	66,18	65,80	65,41	65,04	64,64	64,20	63,74
17	34,86	34,77	34,67	34,57	34,47	34,36	34,25	34,14	34,03	33,60	33,15
18	61,90	61,67	61,44	61,19	60,94	60,69	60,42	60,11	59,79	59,46	59,12
19	49,75	49,50	49,25	49,00	48,76	48,51	48,09	47,65	47,20	46,47	45,76
20	33,78	33,69	33,60	33,50	33,40	33,30	33,14	32,86	32,58	32,29	31,99
21	100	100	100	100	100	100	99,64	98,70	97,75	96,68	95,32
22	50,46	50,24	50,02	49,71	49,31	48,90	48,50	48,12	47,74	47,31	46,88
23	63,65	63,55	63,46	63,16	62,83	62,49	62,14	61,79	61,43	61,07	60,70
24	78,68	78,57	78,47	78,36	78,25	78,14	78,03	77,91	77,72	77,53	77,34
25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

En la Tabla II puede verse cómo cambian los ratios de eficiencia cuando varía el nivel de posibilidad. Para un conjunto dado de n empresas, el conjunto fuzzy eficiente estaría formado por todas aquellas empresas con score 1 (o 100%) para su mayor nivel de posibilidad h . En este sentido, cabe destacar que para el conjunto de las 1898 empresas analizadas, un total de 66 empresas textiles son eficientes con independencia del nivel de posibilidad considerado. Este es el caso, por ejemplo, de las empresas con código 8 y 25 en la Tabla II. En cambio, hay otras empresas que son eficientes hasta un determinado nivel de posibilidad h , a partir del cual su score disminuye y es calificada como ineficiente. Así, por ejemplo, la empresa 5 es eficiente hasta $h=0.8$ y la empresa 21 hasta $h=0.5$.

Es decir, si el total de empresas analizadas fuesen las 25 reflejadas en la Tabla II, el conjunto fuzzy de empresas eficientes vendría dado por:

$$\tilde{E}f = \{(5,0.8), (8,1), (21,0.5), (25,1)\}.$$

Siguiendo este mismo razonamiento, en nuestra aplicación del sector textil-confección el conjunto fuzzy eficiente ($\tilde{E}f$) estará formado por un total de 104 empresas. En la Tabla III se facilita el conjunto $\tilde{E}f$, identificando la empresa eficiente por su código (columna 2) y su mayor nivel de posibilidad h (columna 1).

Tabla III. Conjunto fuzzy eficiente ($\tilde{E}f$) del sector textil-confección. Fuente: Elaboración propia.

Nivel de posibilidad h	Empresa (código)
1	8, 25, 59, 75, 157, 188, 194, 209, 284, 327, 379, 396, 402, 459, 482, 529, 536, 562, 574, 615, 641, 731, 783, 807, 814, 817, 851, 864, 899, 916, 1009, 1073, 1111, 1115, 1132, 1149, 1202, 1259, 1260, 1309, 1323, 1324, 1333, 1344, 1398, 1406, 1464, 1493, 1503, 1507, 1527, 1556, 1557, 1565, 1589, 1595, 1695, 1723, 1752, 1790, 1811, 1813, 1847, 1848, 1861, 1865
0.9	1152, 1251, 1476
0.8	5, 1337, 1860
0.7	596, 1302, 1315, 1543, 1599
0.6	171, 247, 375, 933, 935, 1801, 1824, 1862
0.5	21, 90, 91, 744, 1040
0.4	291, 1404, 1721, 1897
0.3	560, 1569, 1594
0.2	882, 884, 1178, 1332
0.1	302, 563, 1533

En la Tabla II también puede observarse que, si una empresa no es calificada como eficiente asumiendo certeza -esto es, un nivel de posibilidad $h=1$ -, tampoco lo será en condiciones de incertidumbre tras ser analizada en un contexto fuzzy. Las puntuaciones de eficiencia h posibilísticas son funciones no crecientes del nivel de posibilidad (León y otros, 2003).

Al analizar los *scores* de eficiencia posibilística, cabe preguntarse si éstos se mantienen estables para los distintos niveles h o si por el contrario presentan diferencias sustanciales. Si los ratios de eficiencia que se obtienen para una empresa dada son estables, entonces dicha empresa retiene su *score* con independencia del nivel de posibilidad que se haya considerado.

En este trabajo, para estudiar la estabilidad de las puntuaciones de eficiencia nos aproximamos a la misma desde una concepción estadística. Concretamente, para cada una de las empresas analizadas determinamos la dispersión relativa, a través del coeficiente de variación, de los ratios de eficiencia. Los coeficientes de variación se mueven entre el mínimo del 0%, correspondiente a aquellas empresas que son eficientes para cualquier nivel h , y el máximo de 8,84% (empresa con código 1347). Los valores de los coeficientes de variación de las *scores* de eficiencia pueden considerarse que son bajos. De hecho, 1835 empresas, es decir, el 96,98% del total de la muestra, presentan una dispersión inferior al 0,5% en los ratios de eficiencia obtenidos con el modelo posibilístico para diferentes h .

En consecuencia, desde un punto de vista estadístico puede considerarse que, efectivamente, las *scores* de eficiencia son estables, lo que puede ser interpretado en el sentido que, si los valores input y output no fueran los ciertos (los originales de la base de datos) sino otros, la evaluación de la empresa no se verá afectada, no cambiará, de forma significativa.

En definitiva, cuando se procede a comparar los resultados obtenidos al ejecutar el modelo posibilístico con aquellos que se obtienen de la evaluación *crisp* (supuesta certeza), no se observan diferencias importantes. Por tanto, puede decirse que, en el caso concreto de la industria española del textil-confección, la introducción de incertidumbre no altera de forma sustancial los niveles de eficiencia.

6. CONCLUSIONES.

En España, el sector textil-confección representa una actividad con un peso relativamente importante dentro de la manufactura. Sin embargo, debido a la intensa competencia, el sector se encuentra inmerso en una profunda crisis. En este contexto, si bien la eficiencia no agota el conjunto de estrategias para el logro de la competitividad (Esteban y Coll, 2003), la utilización eficiente de los recursos productivos constituye un estrategia que permite a la empresa mejorar su rentabilidad (Sellers y otros, 2002).

Para medir la eficiencia de la industria textil-confección española, en este trabajo nos hemos basado en la información contable del ejercicio económico 2010 contenida en la base de datos SABI y se ha aplicado el modelo DEA BCC input orientado.

Hemos realizado una primera evaluación bajo el supuesto de que los datos que se reflejan en SABI son ciertos, como es habitual en los modelos DEA convencionales. Sin embargo, nuestra experiencia en el manejo de este tipo de bases de datos nos indica que es posible la existencia de un grado más o menos grande de incertidumbre asociado a los datos. Bajo este supuesto, nuestro estudio considera que los datos disponibles para el análisis pueden ser inciertos y/o imprecisos y que la incertidumbre no puede ser modelizada con distribuciones de probabilidad. Por esta razón, realizamos una segunda evaluación de la eficiencia de la industria textil-confección basada, en esta ocasión, en un enfoque posibilístico dentro del marco del DEA fuzzy. Se pretende con ello analizar cómo cambian los *scores* de eficiencia para distintos niveles de posibilidad.

Los resultados obtenidos indican que los ratios de eficiencia, desde un punto de vista estadístico, son estables y que no se observan diferencias significativas entre los *scores* para los distintos niveles de posibilidad considerados y la evaluación *crisp*. En consecuencia, la introducción de incertidumbre en el modelo no parece alterar de forma sustancial los niveles obtenidos de eficiencia.

El análisis de los resultados del modelo DEA convencional nos lleva a concluir que dados los relativamente bajos niveles de eficiencia alcanzados por el textil-confección (el 58,52% en media), las empresas deberían promover importantes mejoras conducentes a reducir el consumo de recursos para llegar a ser eficientes. Parece pues conveniente que industria aúne esfuerzos orientados, por ejemplo, a la mejora de la eficiencia de gestión y tecno-productiva y a la generación y/o potenciación de aspectos diferenciadores que protejan el sector y permitan sustentar mayores costes relativos al ofrecer “algo más” a los consumidores o usuarios. En cualquier caso, con la finalidad de explicar el comportamiento de las empresas textiles ineficientes resultaría de interés efectuar un análisis de segunda etapa, es decir, regresar la puntuación de eficiencia obtenida respecto de un conjunto de posibles factores explicativos de la misma.

Además, a partir del planteamiento realizado en el trabajo presentado, las futuras cuestiones a investigar pueden orientarse a, por un lado, determinar la calidad de la información proporcionada por los números fuzzy a través del cálculo de índices de valor, difusidad y ambigüedad (Delgado y otros, 1998a, 1998b, Bilbao y otros, 2005, Bilbao-Terol y otros, 2006), complementando de esta forma el análisis de estabilidad de los ratios de eficiencia. Por otro lado, si el usuario-decisor pretende utilizar los *scores* de eficiencia para realizar pronósticos o previsiones del comportamiento futuro de una determinada empresa, como por otra parte es habitual en este tipo de análisis, debería utilizar toda la información disponible (y accesible) y no únicamente la de un momento de tiempo determinado. Con tal finalidad, para establecer la política de mejora de la eficiencia sería más adecuado aplicar la metodología DEA fuzzy considerando la serie histórica de las variables empleadas en este trabajo, puesto que la misma contendrá información acerca de la trayectoria empresarial.

REFERENCIAS

AYED-MOUELHI, R. B. Y GOAÏED M. (2003): Efficiency measure from dynamic stochastic production frontier: Application to Tunisian Textile, clothing and leather industries. *Economic Reviews*. 22, (1), 93-111.

- BANKER, R.D.; CHARNES, A. Y COOPER, W.W. (1984): Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 30, (9), 1078-1092.
- BHANDARI, A. K. Y MAITI, P. (2007): Efficiency of Indian manufacturing firms: Textile industry as a case study. *International Journal of Business and Economics*. 6,(1), 71-88.
- BHANDARI, A.K. Y RAY, S.C. (2007). Technical efficiency in the Indian textile industry: A nonparametric analysis of firm-level data. *Economics Working Paper*. 49. University of Connecticut.
- BILBAO, A.; ARENAS, M., JIMÉNEZ, M., PEREZ GLADISH, B. Y RODRÍGUEZ, M.V. (2005): An extension of Sharpe's single-index model: portfolio selection with expert betas. *Journal of the Operational Research Society*. 57, 1442–1451.
- BILBAO-TEROL, A.; PÉREZ-GLADISH, B. Y ANATOMIL-LBIAS, J. (2006): Selecting the optimum portfolio using fuzzy compromise programming and Sharpe's single-index model. *Applied Mathematics and Computation*. 182, 644–664.
- BOSCÁ, J.E.; LIERN, V.; SALA, R. Y MARTÍNEZ, A. (2011): Ranking decision making units by means of soft computing DEA models. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*. 19, (1), 115-134.
- CHANDRA, P.; COOPER, W.W. Y LI, S.; RAHMAN, A. (1998): Using DEA to Evaluate 29 Canadian Textile Companies –Considering Returns to Scale. *International Journal of Production Economics*. 54, 129-141.
- CHARNES, A., W. COOPER, Y E., RHODES (1978): Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*. 2, 429–444.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y. Y SEIFORD, L.M. (1994): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston
- COLL-SERRANO, V. Y BLASCO-BLASCO, O. (2011): Análisis comparativo de la eficiencia en la pyme textil española: Una aproximación al efecto de la liberalización en el periodo 2004-2006. *Revista Rect@*. 12, 33-52.
- DELGADO, M.; VILA, M.A. Y VOXMAN, W. (1998A): On a canonical representation of fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems*. 93, 125–135.
- DELGADO, M.; VILA, M.A. Y VOXMAN, W. (1998B): A fuzziness measure for fuzzy numbers: applications. *Fuzzy Sets and Systems*. 94, 205–216.
- DUCH, N. (2006): *Posición competitiva y estrategias de las empresas catalanas. Análisis del Programa Créixer (2003-2005)*. Generalitat de Catalunya. CIDEM.
- ESTEBAN, J. Y COLL-SERRANO, V. (2003): Competitividad y eficiencia. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*. 21, (3), 423-450.
- FARRELL, M. J. (1957): The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. 120 (3), 253-290.
- GUO, P. Y TANAKA, H. (2001): Fuzzy DEA: a perceptual evaluation method. *Fuzzy Sets and Systems*. 119, 149-160.
- INE (varios años): Encuesta Industrial de Empresas. Madrid. www.ine.es. Fecha de consulta: 11 de marzo de 2015.
- JAHANSHAHLOO, G. R.; HOSSEINZADEH LOTFI F; ADABITABAR FIROZJA, M. Y ALLAHVIRANLOO, Y. (2007): Ranking DMUs with Fuzzy Data in DEA. *International Contemporary Mathematics Sciences*. 2, (5), 203-211
- KOULIAVTSEV, M.; CHRISTOFFERSEN, S. Y RUSSEL, P. (2007): Productivity, scale and efficiency in the U.S. textile industry. *Empirical Economics*. 32, 1-18.
- León, T.; Liern, V.; Ruíz, J.L. y Sirvent, I. (2003): A fuzzy mathematical programming approach to the assessment of efficiency with DEA models. *Fuzzy Sets and Systems*. 139, 407-419.

- MOKHTARUL, I.K.M. (2004): Technical Efficiency in Australian Textile and Clothing Firms: Evidence from the Business Longitudinal Survey. *Australian Economics Papers*. 43, (3), 357-378.
- MOKHTARUL, I.K.M. (2007): Sources of Productivity Growth in Australian Textile and Clothing Firms. *Australian Economics Papers*. 46,(3), 254-281.
- MUNRO-FAURE, L. Y MUNRO-FAURE, M. (1992): *Implementing Total Quality. Management*. Pitman, London.
- RESTZLAFF-ROBERTS, D. L. Y MOREY, R.C. (1993): A goal-programming method of stochastic allocative data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*. 71, (3), 379-397.
- ROCA, O. Y SALA, H. (2005): Producción, empleo y eficiencia productiva de la empresa española: Una radiografía a partir de SABE. *Boletín Económico del ICE*. 2857, 21-38.
- SAMAD, Q.A. Y PATWARY, F.K. (2003): Technical efficiency in the textile industry of Bangladesh: an application of frontier production function. *Information and Management Sciences*. 14, (1), 19-30.
- SELLERS, R.; NICOLAU, J.L. Y MAS, F.J. (2002): Eficiencia en la distribución: Una aplicación en el sector de agencias de viaje. *Working paper serie ED*. No. 17. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE).
- STOLP, C. (1990): Strengths and Weaknesses of Data Envelopment Analysis. An Urban and Regional Perspective Computers. *Environment and Urban Systems*. 14, (2), 103-116.
- ZADEH, L.A. (1965): Fuzzy Sets. *Information and Control*. 8, 338-353.
- ZHANG, A.; ZHANG, Y. Y ZHAO, R. (2000): Impact of Ownership and Competition on the Productivity of Chinese Enterprises. *Journal of Comparative Economics*. 9, 327-346.
- ZHENG, J.; LIU, X. Y BIGSTEN, A. (2000): Efficiency, Technical Progress, and Best Practice in Chinese State Enterprises (1980-1994). *Working Papers in Economics*. No. 30. Department of Economics. Göteborg.