

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DEA EN LA MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA

Autora:

M^a Begoña Peris Martínez
Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Valencia.

Máster en Procesos Contaminantes y Defensa del Medio Natural por la Universidad Politécnica de Madrid.

Máster en Economía Agroalimentaria y Política Ambiental de la Universidad Politécnica de Valencia

Editora de la revista digital de Medio Ambiente

“Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794

ojeandolaagenda.com

Resumen: En el presente trabajo se expone una aplicación de la técnica DEA para medir la eficiencia de 22 de los países que conforman la actual Unión Europea, desde su triple dimensión (económica, ambiental y social), a partir de la selección de los siguientes indicadores PIB per cápita PPA, Deuda pública total (% del PIB), Índice de Desarrollo Humano, Índice de Gini, Índice de percepción de la corrupción, Índice de Planeta Feliz y Huella ecológica. De los 22 Estados analizados, sólo siete han sido valorados como eficientes.

Palabras clave: DEA, países, medio ambiente, envolvente, económico, social, eficiencia, evaluación, Unión Europa.

They sum up: In the present work there is exhibited an application of the skill DEA for to measure the efficiency of 22 of 28 countries that shape the European Union, from its triple economic, environmental and social dimension, from the selection of the following indicators GDP per capita PPA, entire Public debt, Index of Human development, Index of Gini, Index of perception of the corruption, and ecological Trace. Of the 22 analyzed States, only seven have been valued like efficient.

Key words: DEA, countries, environment, economic, social, efficiency, evaluation, European Union

Introducción

Una sociedad puede desarrollarse económicamente y en sus aspectos sociales y medio ambientales no mostrar mejoría o incluso empeorar. En este contexto, para la interpretación de la eficiencia global del país, es decir, considerando la triple dimensión (social, ambiental y económica) y expresada respecto a un grupo de países que sirven de comparación, la aplicación de la Metodología DEA resulta un instrumento adecuado.

En el siguiente estudio analizamos la eficiencia (en su triple dimensión, que denominaremos total) , de 22 de los países que conforman la actual Unión Europea, (el resto ha quedado excluido del estudio por carencia de datos), aplicando la técnica de programación lineal de Data Envelopment Analysis (DEA), tomando como significado de eficiencia la obtención de los mayores indicadores positivos del país , es decir, maximización de las variables de salida seleccionadas (PIB per cápita expresado en paridad de poder adquisitivo , Índice de percepción de la felicidad del país , Índice de Desarrollo Humano, el Índice de percepción de corrupción-siendo éste mayor cuanto menor corrupción se percibe- y minimizando aquellas variables de entrada del modelo, los indicadores negativos (la desigualdad, la huella ecológica y la deuda pública total expresada en porcentaje del PIB) .

La técnica DEA es una alternativa a los modelos de «ratios» y de regresión, ya que permite trabajar con múltiples variables de entrada y salida. Es más, no requiere que las variables del modelo reúnan características estadísticas especiales, ya que esta técnica

mide la eficiencia de cada país respecto de los restantes de la muestra, y permite una gran flexibilidad en la selección de las variables según los diferentes tipos de medida .

2. Metodología

3

La técnica del DEA (Data Envelopment Analysis) es una aplicación de los métodos de programación lineal, que se emplea para medir la eficiencia relativa de unidades organizativas que presentan las mismas metas y objetivos. Esta técnica fue desarrollada inicialmente por Charnes, Coopers y Rhodes (1978), quienes se basaron en un trabajo preliminar de Farrell (1957).

Las unidades de análisis en el DEA se denominan unidades de toma de decisiones DMU (**d**ecision **m**aking **u**nit) y en el presente artículo, cada país representa una única DMU. La idea básica del DEA es la construcción de un país modelo conformado por la combinación de las variables de entrada y salida de todos los países analizados , y la identificación de la denominada frontera de eficiencia.

Todos los países que estén en la frontera serán aquellos que están funcionando al cien por cien de eficiencia para las variables de entrada y salida seleccionadas, mientras que los que estén fuera de la frontera de eficiencia, serán los Estados ineficientes pudiéndose calcular el valor relativo de esta ineficiencia.

Al contar en este caso más de una variable de entrada o de salida, el valor de eficiencia se calcula como razón de la suma ponderada de las variables de salida y la suma ponderada de las variables de entrada, es decir:

$$Eficiencia = E_0 = \frac{\text{Suma ponderada variables salida}}{\text{Suma ponderada variables entrada}}$$

El propósito del método DEA es conseguir que el valor de eficiencia para cada DMU de la muestra, sea el máximo que pueda alcanzar; con esta finalidad se ajustan los pesos de la combinación de variables de entrada y de salida, de acuerdo con el resto de las DMU de la muestra.

Si es posible encontrar un conjunto de ponderaciones (u y v) con las que el índice de eficiencia sea igual a la unidad, entonces la unidad en estudio será considerada eficiente. En el caso de que esto no sea posible, la unidad será ineficiente, puesto que empleando el conjunto de ponderaciones más favorable, es posible encontrar otra u otras unidades con un índice de eficiencia mayor.

4

Dada la DMU $_j$, el objetivo será:

$$\text{Max} = E_j \quad \text{siendo } j = 1, \dots, n$$

donde y_{rj} es el valor de la variable de salida r en la DMU j -ésima para $r = 1, \dots, s$;

x_{ij} es el valor de la variable de entrada i en la DMU j -ésima para $i = 1, \dots, m$;

u_r es el peso de la variable de salida r -ésima;

v_i es el peso de la variable de entrada i -ésima y

n es el número de unidades de decisión, DMU.

El valor de eficiencia de la DMU $_j$ se puede obtener resolviendo el siguiente modelo de programación lineal:

$$\begin{array}{l} \text{Max} = \sum_{r=1}^s u_{r1} \cdot y_{r1} \\ \text{s.t.} \\ \sum_{i=1}^m v_{i1} \cdot x_{i1} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_{rj} \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} \cdot x_{ij} \leq 0 \quad j = 1 \dots 10 \end{array}$$

Aquellos países (DMU), cuya eficiencia E_j alcance el valor de 1 (países eficientes), constituirán el conjunto de referencia para las unidades ineficientes.

Este modelo, al comparar los valores de las variables de entrada y salida de la unidad ineficiente con los valores de las unidades eficientes que les sirven de referencia, nos permite conocer las variables y la magnitud sobre las que tenemos que actuar para que las unidades ineficientes se conviertan en eficientes.

3. Aplicación del DEA a los países de la UE

Para el análisis de la eficiencia global (es decir, desde la perspectiva ambiental, económica y social, simultáneamente), de los distintos países que conforman la UE, hemos procedido a seleccionar las variables de entrada y variables de salida del modelo.

Las variables de entrada cuyo sumatorio ponderado deseamos minimizar, son los indicadores negativos del país:

5

x1: Índice de Gini (año 2009, fuente Informe Desarrollo Humano, PNUMA)

x2: Deuda Pública (año 2011), fuente EUROSTAT

x3: Huella ecológica (año 2008), fuente Global Footprint Network

El indicador GINI mide el grado de desigualdad en la distribución de los ingresos (o del consumo) entre los individuos u hogares de un determinado país. La perfecta igualdad corresponde a 0 y la perfecta desigualdad a 100

La huella ecológica es un indicador biofísico de sostenibilidad que integra el conjunto de impactos que ejerce el país sobre su entorno. Se expresa como el total de superficie ecológicamente productiva necesaria para producir los recursos consumidos por un habitante medio de la sociedad, así como para absorber los residuos que genera.

Las variables de salida, cuyo sumatorio ponderado deseamos maximizar, serán los indicadores positivos del país:

y1: PIB pc PPA (USD), año 2011, fuente FMI

y2: Índice de Desarrollo Humano, informe año 2013 (Estimaciones año 2012), PNUD (mayor valor se asocia con mayor desarrollo)

y3: Índice de Planeta feliz (mayor valor implica mayor sensación de felicidad)

y4: Índice de corrupción año 2012 Transparency International”, (a mayor valor, menor percepción de corrupción del país)

El **índice de desarrollo humano (IDH)** es un indicador del desarrollo humano por país, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Se basa en un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno.

• **Salud:** medida según la esperanza de vida al nacer.

• **Educación:** medido por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y superior, así como los años de duración de la educación obligatoria .

• **Riqueza:** medido por el PIB per cápita PPA en dólares internacionales.

El **Índice del Planeta Feliz** (en inglés: *Happy Planet Index*) es un índice alternativo de desarrollo, bienestar humano y ambiental. Su primer publicación fue en el año 2006 y se publica periódicamente cada tres años. Es publicado por NEF (New Economics Foundation)

6

Por otra parte, es importante considerar el número de variables y el número de países objeto de estudio. De hecho, Boussofiane et al. (1991) consideran que el producto del número de variables de entrada y de salida no debe superar el número de unidades que conformen la muestra del estudio; en este caso, el producto de las variables de entrada y de salida no debe superar el número de los países de los que deseamos calcular su eficiencia. En caso contrario, el resultado puede conducir a que una gran proporción de los países sean eficientes, reduciéndose la capacidad de discriminación de esta técnica.

En este estudio hemos seleccionado tres variables de entrada y cuatro de salida por lo que su producto ($3 \times 4 = 12$), es un valor inferior al número de unidades de la muestra (22 países).

En la tabla I se presentan los valores de los datos de las siete variables incluidas en este estudio.

Tabla I “Valores de las variables de entradas y de salidas”

Países	Unidad DMU	Entradas			Salidas			
		x1	x2	x3	y1	y2	y3	y4
Alemania	1	28,3	80,50	4,2	38696	0,92	47,2	79
Austria	2	29,1	72,40	5	42590	0,895	47,1	69
Bélgica	3	33	97,80	5,1	37995	0,897	37,1	75
Bulgaria	4	29,2	16,30	2,7	14235	0,782	36,6	41
Dinamarca	5	29,7	46,60	8	37313	0,901	40,2	90
Eslovenia	6	31,2	46,90	4,5	28648	0,892	44,1	61
España	7	34,7	69,30	5,7	30412	0,885	34,9	65
Estonia	8	34,9	6,10	6,4	21227	0,846	42,7	64
Finlandia	9	26,9	49,00	5,2	36736	0,892	46,5	90
Francia	10	32,7	86,00	4,9	35613	0,893	40,5	71
Grecia	11	34,3	170,60	5,9	25062	0,86	37,4	36
Hungría	12	30	81,40	3,5	19752	0,831	42,4	55
Irlanda	13	34,3	106,40	6,3	40443	0,916	46,4	61
Italia	14	36	120,70	4,8	30116	0,881	34,6	42
Lituania	15	35,8	38,50	3,2	20089	0,818	43,1	54
Países Bajos	16	30,9	65,50	4,4	42320	0,921	42,6	84
Polonia	17	34,9	56,40	4	20976	0,821	38,7	58
Portugal	18	38,5	108,10	4,4	22991	0,816	47,9	63
Reino Unido	19	36	85,00	5,3	36605	0,875	39,4	74
República Checa	20	25,8	40,90	5,4	27165	0,873	42,2	49
Rumanía	21	31,5	33,40	2,9	12838	0,786	46,2	44
Suecia	22	25	38,40	5,1	41130	0,916	46,2	88

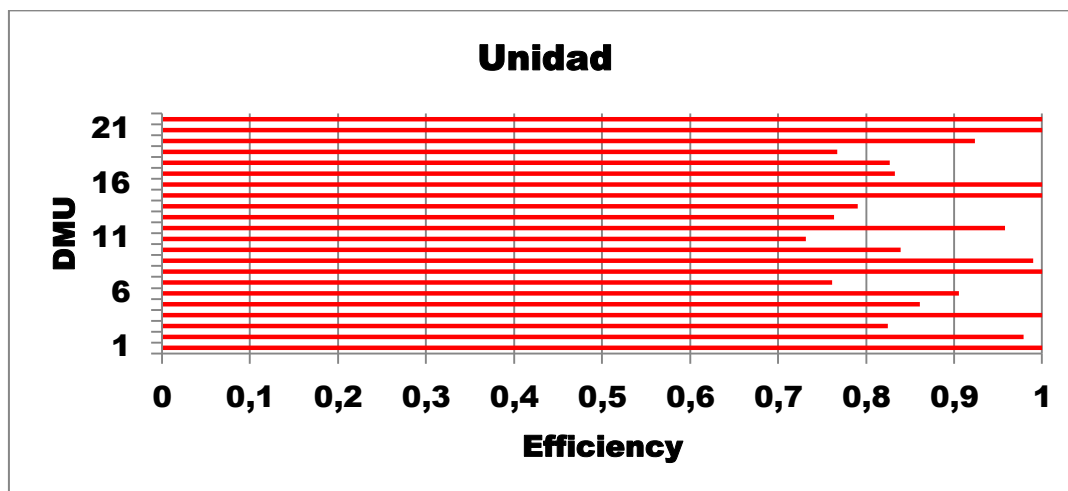
5. Resultados

En la tabla II se presentan los valores de eficiencia obtenidos tras la aplicación del Programa DEA SOLVER. El modelo de DEA aplicado en este estudio muestra que 7 de los 22 países son eficientes, frente a 15 que son ineficientes, así mismo, puede consultarse el ranking por país.

Tabla II -Valores de eficiencia de países de la UE y ranking

Países	No.	DMU	Eficiencia	Ranking
Alemania	1	1	1	1
Austria	2	2	0,9788697	9
Bélgica	3	3	0,82457108	17
Bulgaria	4	4	1	1
Dinamarca	5	5	0,86088154	13
Eslovenia	6	6	0,90557738	12
España	7	7	0,76176824	21
Estonia	8	8	1	1
Finlandia	9	9	0,98959826	8
Francia	10	10	0,83932081	14
Grecia	11	11	0,73178172	22
Hungría	12	12	0,95818175	10
Irlanda	13	13	0,76327836	20
Italia	14	14	0,79031437	18
Lituania	15	15	1	1
Países Bajos	16	16	1	1
Polonia	17	17	0,83305241	15
Portugal	18	18	0,82688696	16
Reino Unido	19	19	0,76729332	19
República Checa	20	20	0,92350462	11
Rumanía	21	21	1	1
Suecia	22	22	1	1

Gráfico I - Eficiencia de los países de la UE



Dentro del grupo de los 7 países eficientes identificados en nuestro estudio, se puede establecer un criterio de discriminación entre ellos basado en la frecuencia con la que cada una de estos países aparece como modelo de referencia para el resto de países ineficientes. Este hecho aparece representado en la Tabla III, en donde Alemania es referencia para 12 países no eficientes, Suecia lo es para 11, Bulgaria para 7 países no eficientes, Países Bajos y Rumanía lo es para 4 y 2, respectivamente, mientras que Estonia y Lituania no son de referencia para ningún país ineficiente.

Tabla III

Frequency in Reference Set	
	Frequency to other DMUs
1	12
4	7
8	0
15	0
16	4
21	2
22	11

6. Análisis de sensibilidad

Una de las posibilidades que nos permite la aplicación de esta técnica, es la de identificar en qué sentido deben llevarse a cabo las iniciativas de gestión para que los países ineficientes se transformen en eficientes. Para ello, identificamos para cada uno de los países ineficientes, cuál o cuáles son sus Países de referencia, y así poder conocer las variables sobre las que se debe actuar para que consigan alcanzar la eficiencia.

Países ineficientes	Eficiencia	Países de referencia
Austria	0,9788697	Alemania, Países bajos, Suecia
Bélgica	0,82457108	Alemania, Suecia
Dinamarca	0,86088154	Suecia
Eslovenia	0,90557738	Alemania, Bulgaria, Suecia
España	0,76176824	Alemania, Bulgaria, Suecia
Finlandia	0,98959826	Países Bajos, Suecia
Francia	0,83932081	Alemania, Bulgaria, Suecia
Grecia	0,73178172	Alemania, Suecia
Hungría	0,95818175	Alemania, Bulgaria, Rumanía
Irlanda	0,76327836	Alemania Países Bajos Suecia
Italia	0,79031437	Alemania, Bulgaria
Polonia	0,83305241	Alemania, Bulgaria
Portugal	0,82688696	Alemania, Bulgaria
Reino Unido	0,76729332	Alemania, Rumanía
República Checa	0,92350463	Alemania Bulgaria Países Bajos Suecia

Porcentaje aconsejable de reducción de las variables Coeficiente de Gini, Deuda Pública y Huella Ecológica, de los países que han resultado ineficientes:

País	Coef. Gini	Deuda Pública	Huella Ecológica
Austria	-0,61489174	-15,3261148	-0,1056515
Belgica	-5,7891542	-24,3280118	-0,89468747
Dinamarca	-4,13181818	-7,32727273	-2,78409091
Eslovenia	-2,94598588	-4,42842108	-0,42490181
España	-8,2666419	-16,5094606	-1,357921
Finlandia	-0,27980694	-5,4145703	-5,41E-02
Francia	-5,25420961	-13,8184106	-0,78732805
Grecia	-9,19988698	-113,146688	-1,58248785
Hungría	-1,25454743	-34,0063194	-0,14636387
Irlanda	-8,1195524	-54,4855833	-1,49134636
Italia	-7,54868252	-57,2996577	-1,006491
Polonia	-7,18617092	-9,47668135	-0,66779034
Portugal	-7,82253655	-49,7959949	-0,76169739
Reino Unido	-8,37744034	-19,7800675	-1,23334538
República Checa	-1,97358079	-4,30262009	-0,53941048

Porcentaje aconsejable de variación de las variables PIB pc PPA, Índice de Desarrollo Humano, Índice de planeta Feliz e Índice de Percepción de corrupción:

País	PIB pc PPA	Índice de Desarrollo Humano	Índice de Planeta Feliz	Índice Corrupción (el índice mayor valor indica menor corrupción)
Austria	0	5,91E-02	0	19,3106229
Belgica	46,2127635	0	8,82452116	3,14745091
Dinamarca	4751,7727	3,58E-02	7,05	0
Eslovenia	2618,79718	0	8,92E-03	8,93784275
España	5738,37722	0	9,73401137	12,0053128
Finlandia	5786,20733	5,18E-02	0,52573404	0
Francia	1285,8756	0	5,08223585	5,23167188
Grecia	12219,6009	0	6,38294876	41,8306516
Hungría	4788,19257	0	0	2,6293711
Irlanda	0	0	0	24,1869928
Italia	2040,71335	0	9,674837	26,7845321
Polonia	4638,68056	0	1,7384155	0
Portugal	3377,7775	5,86E-02	0	0
Reino Unido	0	0	4,0140026	1,3626404
Rep. Checa	12034,2249		1,83122271	34,8689956

7. Conclusiones

La utilización del DEA para la medición de la eficiencia de los países de la Unión Europea, nos ha permitido conocer la eficiencia relativa de los países estudiados, la comparación entre países y en caso de ineficiencia, determinar los factores sobre los que se hace necesario actuar para alcanzar la misma.

Del estudio de los 22 países de la Unión Europea, siete han resultado eficientes y dentro del grupo de los 7 países eficientes identificados, en función de la frecuencia con la que cada uno de estos países aparece como modelo de referencia para el resto de países ineficientes, citar por orden del mismo: Alemania, Suecia, Países Bajos, Rumanía, Estonia y Lituania.

España, para alcanzar la eficiencia, debería reducir el índice de Gini 8,26 unidades, un 16,5% la Deuda Pública expresada como porcentaje del PIB, disminuir la huella ecológica 1,3 hectáreas per cápita, al tiempo que aumentar el PIB pc PPA en 5378,4 unidades, 12 unidades el índice de corrupción (recordemos que un mayor valor se corresponde con menor corrupción), y 9,7 unidades el Índice de Planeta Feliz.

8. Bibliografía

Martínez Cabrera, M. (2000). Análisis de la eficiencia productiva de las instituciones de educación superior. *Papeles de Economía Española*, (86), 179-191.

Martínez, M. J. P. (2003). *Medición de eficiencia técnica relativa en hospitales públicos de baja complejidad mediante la metodología Data Envelopment Analysis (DEA)*.

DNP..

Álvarez Pinilla, A. (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Ediciones Pirámide.

ACHABAL, D.; HEINEKE, J.; MCINTYRE, S. Issues and perspectives on retail productivity.

Journal of Retailing, 1984, 60 (3), 107-127.

ARL. Association of Research Libraries. Developing Indicators for Academic Library Performance: Ratios from the ARL Statistics. Washington, DC: Association of Research Libraries. Annual.

BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G.; THANASSOULIS, E. Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operations Research*, 1991, 52 (1), 1-15.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operations Research*, 1978, 2 (6), 429-444.

CHASE, R. B.; AQUILIANO, N. J. *Production and Operation Management: A life Cycle Approach*. Homewood, Il.: Richard D. Irwing, 1992.

CHEN, T. A measurement of the resource utilization efficiency of university libraries. *International Journal of Production Economics*, 1997, 53 (1), 71-80.

COELLI, T. J. *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Paper 96/8, Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia. 1996

EASUN, S. BEGINNER'S. Guide to efficiency measurement: an application of data envelopment analysis to selected school libraries in California. *School Library Media Quarterly*, 1994, 22 (2), 103-106.

Simón de Blas, C., Arias Coello, A., & Simón Martín, J. (2007). Aplicación de la técnica DEA en la medición de la eficiencia de las Bibliotecas de la Universidad Complutense de Madrid. *Revista española de documentación científica*, 30(1), 9-23.

Giner Vicente, C., & Muñoz Porcar, A. (2008). ¿ Son los clubes de fútbol eficientes? Aplicación del análisis DEA a los equipos de la liga profesional de fútbol de España. *Universia Business Review*, (17), 12-25.

Arzubi, A. M. I. L. C. A. R., & Berbel, J. U. L. I. O. (2001, September). Determinación de eficiencia usando DEA en explotaciones lecheras de Argentina. In *IV Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria*.

Campo Gomis, F. J. D., Vidal Giménez, F., & Segura García del Río, B. (2000). Eficiencia de las cooperativas de comercialización hortofrutícola de la Comunidad Valenciana. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, (188), 205-224.

Álvarez Pinilla, A. (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Ediciones Pirámide.

13

Sancho, J. M. G. (2003). LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS ESPAÑOLAS. *X Jornada Asoc. de Economía de la Educación*.

Chaparro, F. P., & Jiménez, J. S. (1995). Análisis de eficiencia de la tutela judicial: aplicación del análisis envolvente de datos (DEA) a la jurisdicción contencioso-administrativa.

Ureña, L. J. B., & Úbeda, J. A. P. (2008). Análisis de la eficiencia en las cooperativas de crédito en España. Una propuesta metodológica basada en el análisis envolvente de datos (DEA). *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (63), 113-133.

Cuenca, A. (1994). Eficiencia técnica en los servicios de protección contra incendios. *Revista de Economía Aplicada*, 2(5), 87-109.

Web EUROSTAT:

<http://www.bing.com/search?q=web+eurostat&qsn=&form=QBLH&filt=all&pq=web+eurostat&sc=0-9&sp=-1&sk=>

Web Banco Mundial

<http://www.bancomundial.org/>