

**LA EFICIENCIA DE LA UNIVERSIDAD MEDIDA
A TRAVÉS DE LA FUNCIÓN DE DISTANCIA:
UN ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE
LA DOCENCIA Y LA INVESTIGACIÓN^(*)**

Autores: *Alfredo Moreno Sáez^(a)*
David Trillo del Pozo^(b)

P. T. N.º 6/02

(a) Universidad Rey Juan Carlos. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. P.º de los Artilleros s/n 28032 Madrid. Teléfono: 3019889. Email: saez@fcjs.urjc.es.

(b) Universidad Rey Juan Carlos. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. P.º de los Artilleros s/n 28032 Madrid. Teléfono: 3019890. Email: trillo@fcjs.urjc.es.

* Este trabajo fue presentado el 26 de septiembre en el VII European Workshop on efficiency and Productivity Análisis (<http://econo.uniovi.es/7ewepa>).

N.B.: Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad de los autores, pudiendo no coincidir con las del Instituto de Estudios Fiscales.

Desde el año 1998, la colección de Papeles de Trabajo del Instituto de Estudios Fiscales está disponible en versión electrónica, en la dirección: ><http://www.minhac.es/ief/principal.htm>.

Edita: Instituto de Estudios Fiscales

N.I.P.O.: 111-02-004-2

I.S.S.N.: 1578-0252

Depósito Legal: M-23772-2001

ÍNDICE

1. FUNCIÓN DE DISTANCIA Y MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA
2. SELECCIÓN DE VARIABLES Y DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN
3. ESTIMACIÓN DE FRONTERA: RELACIONES ENTRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
4. RELACIONES DE SUSTITUCIÓN Y DE TRANSFORMACIÓN ENTRE VARIABLES
 - 4.1. Cálculo e interpretación de las derivadas de la función ajustada
 - 4.2. Resumen de los resultados y utilidad de la propuesta
5. REFLEXIONES FINALES SOBRE LAS VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL ANÁLISIS DE FRONTERA ESTOCÁSTICA Y EL CÁLCULO DE LAS DERIVADAS

REFERENCIAS

ABSTRACT

En este trabajo se propone una aplicación de los modelos de la función de distancia, propuestos por Färe *et al.* (1993) y Coelli y Perelman (1996), para analizar la eficiencia técnica de los Departamentos de la Universidad Politécnica de Cataluña. Esta universidad ha iniciado un proceso de Planificación Estratégica que vincula la financiación de los Departamentos a la obtención de resultados de calidad en los servicios. Sobre esa base se estudian los efectos de la planificación sobre la actuación de las unidades a lo largo del tiempo. Posteriormente, se calculan las elasticidades de las funciones estimadas, que sirven de base para señalar las relaciones entre los indicadores de calidad de la docencia y de la investigación. Por último, se reflexiona sobre las ventajas e inconvenientes del modelo aplicado.

Palabras clave: Función de distancia, Modelos estocásticos de frontera, eficiencia técnica, educación superior.

Códigos JEL: C23 D24 H52 I21

I. FUNCIÓN DE DISTANCIA Y MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

La noción de distancia a la frontera derivada de la propuesta de Shepard (1970) puede ser utilizada para calcular la eficiencia de un conjunto de unidades de producción pública en un escenario de múltiples *inputs* y *outputs*. El análisis envolvente de datos incorpora de forma directa este concepto, aunque presenta el inconveniente de que no permite el estudio de las relaciones de causalidad entre las variables de recursos y producción. Desde otro punto de vista, el análisis de frontera paramétrica introduce este último supuesto, aunque plantea el problema de que está diseñado para incorporar una sola variable endógena, que representa el *Output* obtenido en el sistema productivo, que es explicada por un conjunto de factores de producción.

Una posible solución al problema consiste en agregar los *outputs* en una sola variable dependiente, mediante el cálculo de un indicador que recoja el conjunto de *outputs* ponderados por sus precios o por un conjunto de pesos asignados subjetivamente. En el entorno de las Administraciones Públicas parece poco aconsejable esta opción puesto que no se persigue la venta de los servicios prestados y, en consecuencia, es difícil obtener una estructura de precios sombra con los que ponderar cada una de las actividades o servicios prestados.

La función de distancia de Shepard (1970) evita tener que establecer a priori unos precios para ponderar los diferentes productos de una institución pública y, en ese sentido, supone una interesante opción para el entorno del sector público. Además, emplea la misma base teórica subyacente en el modelo envolvente de datos, lo que abre la posibilidad de comparar sus resultados. El enfoque paramétrico de la función de distancia parte de la teoría de las funciones homogéneas para introducir el supuesto de múltiples *outputs* obtenidos a partir de múltiples *inputs*.

El método fue introducido por Aigner y Chu (1968) para el supuesto de un único *output* y múltiples *inputs* y una función Cobb-Douglas. Färe *et al.* (1993) utilizan dicha aproximación para adaptarla al supuesto de una función translogarítmica, que se basa en la función Cobb-Douglas, pero es más flexible que ésta, puesto que sus derivadas parciales no son constantes¹. La expresión propuesta de la función translog distancia para el supuesto de *M* *output* y *K* *inputs* es la siguiente²:

¹ Esta característica se analiza en el apartado 4 a) de este trabajo.

² La interpretación de esta especificación funcional es el desarrollo de Taylor de segundo orden de la función de producción que relaciona los valores de las variables de *Output* en función de los niveles utilización de cada uno de los recursos productivos (variables explicativas), considerando que la "función ideal" que relaciona las cantidades producidas de cada producto a partir de los factores de producción utilizados es continua y no lineal.

$$\ln D_{0i} = \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_{mn} \ln y_{mi} + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^M \sum_{m=1}^M \alpha_{mn} \ln y_{mi} \ln y_{ni} + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} \ln x_{ki} \ln x_{li} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \chi_{km} \ln x_{ki} \ln y_{mi}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

Donde Y_{mi} es la producción del *input* "m" y X_{ki} la cantidad del recurso "k" para la unidad productiva "i". α, β, χ son los parámetros a estimar y $\ln(D_{0i})$ es el término de ineficiencia de la unidad evaluada.. Adicionalmente se exigen dos restricciones de homogeneidad:

$$\sum_{m=1}^M \alpha_m = 1$$

$$\sum_{n=1}^M \alpha_{mn} = 0, \quad \forall m = 1, 2, \dots, M.$$

$$\sum_{m=1}^M \chi_{km} = 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K.,$$

y una restricción de simetría de los parámetros³:

$$\alpha_{mn} = \alpha_{nm} \quad m, n = 1, 2, \dots, M. \quad \text{y} \quad \beta_{kl} = \beta_{lk} \quad k, l = 1, 2, \dots, K.$$

Que es un desarrollo de Taylor para una función homogénea que cumple que $D_0(x, g.y) = g.D_0(x, y)$, para un $g > 0$, lo cual refleja la idea de la función de distancia o expansión equiproporcional, según g , de los *outputs* de la unidad evaluada. La igualdad presentada recoge la propiedad básica de cualquier función homogénea.

El valor de los parámetros desconocidos en la función translog se puede obtener a través de un programa lineal de maximización, idéntico al propuesto por Aigner y Chu, o bien mediante técnicas de regresión. Lovell *et al.* (1994) recogen la expresión translogarítmica de la función de distancia para proponer un método de cálculo de las ineficiencias a través de la propia estimación econométrica.

Como caso particular de función homogénea de grado g , en la que se cumple que:

$$D_0(x, g.y) = g.D_0(x, y) \text{ para un } g > 0,$$

³ La matriz de coeficientes del término de segundo orden es simétrica. Puesto que se considera que la función "ideal" representativa del proceso productivo analizado es continua y no lineal, los hessianos de esta función respecto a los vectores de *Output* e *Input* respectivamente serán una matriz simétrica, puesto que bajo este supuesto se cumple el Teorema de Schwart. Estos Hessianos forman parte del segundo término del desarrollo de Taylor de esta función "ideal", cuyos coeficientes constituyen los parámetros del modelo de la Función de distancia, que deben estimarse.

Si se selecciona arbitrariamente uno de los M *outputs* y se considera que $g = 1/y_M$, entonces:

$$D_0(x, y/y_M) = D_0(x, y)/y_M$$

Y la expresión translogarítmica quedaría transformada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \ln(D_{0i} / y_{Mi}) = & \alpha_0 + \sum_{m=1}^{M-1} \alpha_{mn} \ln y^*_{mi} + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{M-1} \sum_{m=1}^{M-1} \alpha_{mn} \ln y^*_{mi} \ln y^*_{ni} + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{ki} + \\ & + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} \ln x_{ki} \ln x_{li} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \chi_{km} \ln x_{ki} \ln y^*_{mi}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (2) \end{aligned}$$

donde $y^* = y_m/y_M$, es decir, el ratio entre cada uno de los *outputs* y el *output* seleccionado como referencia para transformar g^4 .

La función translog puede expresarse igualmente como sigue:

$$\ln(D_0/y_{Mi}) = f(x_i, y_i/y_{Mi}, \alpha, \beta, \chi), \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

que es igual que:

$$\ln(D_0) - \ln(y_{Mi}) = f(x_i, y_i/y_{Mi}, \alpha, \beta, \chi)$$

o

$$-\ln(y_{Mi}) = f(x_i, y_i/y_{Mi}, \alpha, \beta, \chi) - \ln(D_0), \quad \text{donde } -\ln(D_0) = U_i,$$

Lo que equivale a identificar el término de error con el logaritmo de la función de distancia. De nuevo se trata de un modelo determinístico y se interpreta igual que en el caso de los modelos paramétricos que utilizan la programación lineal. Cuando el error sea cero la unidad estará sobre la frontera⁵.

La aproximación estocástica desarrolla el trabajo de Färe *et al.* (1993). En este caso adapta la forma translog al supuesto de descomposición del término de error del modelo en dos componentes estocásticas: una primera (V_{it}), a la cual se le asigna la distribución normal $N(0, \sigma)$, con media nula y desviación típica constante, que representa las desviaciones de los valores de la producción respecto a la frontera por factores debidas a factores de incertidumbre, no

⁴ El *output* seleccionado como referencia no se incluye en la expresión porque cuando es el mismo $g = y_m/y_M = 1$ y su logaritmo es cero, por eso aparece encima de los sumatorios $M - 1$ (la suma teniendo en cuenta el resto de los *output*).

⁵ La estimación se realiza mediante la técnica de los "mínimos cuadrados corregidos" en dos etapas. En primer lugar, se estima la última ecuación presentada considerando $-\ln(D_0)$ como un error ajustado a una normal $N(0, s)$. En una segunda fase, se ajusta el parámetro α_0 estimado por mínimos cuadrados ordinarios, a fin de que la función envuelva los puntos por encima de ellos. Las ineficiencias para una unidad concreta se calculan particularizando en la ecuación corregida y calculando su exponencial para obtener resultados entre cero y uno.



controladas por los participantes en el proceso productivo. Y una segunda componente:

$$- \ln(D_0) = U_{it},$$

que representa la desviación de las observaciones muestrales respecto de la frontera eficiente, debido a la ineficiencia de los agentes económicos representados por ellas. Coelli y Perelman (1996a)⁶ consideran esta segunda componente como el producto de dos términos: un primer término que es una función determinística dependiente del tiempo (que puede ser exponencial, lineal o cuadrática dependiendo de cual haya sido la evolución temporal del grado de ineficiencia de las observaciones). Esta función representa el cambio experimentado con el transcurso del tiempo del nivel de ineficiencia de los agentes económicos representados por la muestra utilizada. El segundo término es una variable aleatoria a la cual se le asigna una distribución normal truncada en el valor 0 (con ello el nivel de eficiencia es no negativo). Además, se permite que la media de esta segunda componente estocástica pueda ser distinta de cero, y con desviación típica constante, pero distinta de la componente V_{it} .

Debe tenerse en cuenta que el valor de D_0 no es directamente observable porque forma parte del término de error compuesto $E_{it} = V_{it} + U_{it}$. La estimación de ese valor se realiza mediante la esperanza de los errores debidos a ineficiencias condicionada al error compuesto:

$$D_{0i} = E[\exp(-U_{it}) | E_{it}]$$

que es el valor esperado del grado de ineficiencia de la observación correspondiente, obtenida mediante la comparación del valor de producción de ésta con el valor de producción eficiente, para sus niveles de los recursos productivos disponibles. BATESSE y COELLI (1992) proponen un método para obtener un índice de eficiencia por cada una de las firmas consideradas en cada periodo de tiempo analizado.

2. SELECCIÓN DE VARIABLES Y DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

En España existen varios ejemplos de universidades que han introducido la planificación estratégica para racionalizar la gestión de sus gastos y mejorar la

⁶ En BATESSE y COELLI (1992) se detalla el procedimiento de estimación que se utiliza para estimar el modelo con una sola variable de *Output*, y esta especificación funcional para las perturbaciones del modelo de regresión. Concretamente, se propone la estimación por máxima verosimilitud. En COELLI y PERELMAN (1996), se generaliza este procedimiento para el caso de M variables de *Output* y K variables de *Input*.

calidad de sus actividades de docencia e investigación⁷. La Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), además de introducir la citada reforma en 1994, ha venido desarrollando un análisis de la productividad de sus departamentos a partir de indicadores de resultados. Sin embargo, dichos indicadores presentan el inconveniente de que no permiten establecer una clasificación de las unidades combinando los diferentes objetivos de alcanzables por las mismas, y que además no son suficientes "per se" para analizar la influencia estadística de las variables de recursos sobre las de producción. Esta investigación pretende aportar una solución a estos problemas y destacar las ventajas e inconvenientes de esta nueva aplicación en el área de la educación superior⁸

Se seleccionaron los datos de treinta y cuatro departamentos de la UPC en el periodo 95-99. Para conseguir una muestra más homogénea de unidades se excluyeron cuatro departamentos del total de la muestra disponible, que presentaban niveles nulos o muy bajos en la consecución de proyectos de investigación. Además estos departamentos estaban mayoritariamente constituidos por personal de escuela universitaria, lo que denotaba una escasa especialización en las labores de investigación⁹.

Con objeto de analizar la complementariedad o sustituibilidad entre actividades consideramos tres funciones básicas para los departamentos de una universidad de carácter politécnico: la docencia, la investigación y la transferencia de tecnología. A priori cabe pensar en una relación positiva clara entre las dos últimas actividades, en la medida en que la calidad de las investigaciones tiende a producir un "efecto de llamada" sobre los proyectos obtenidos, lo que debe reflejarse a lo largo de los cinco años analizados.

La relación con la docencia puede tener un signo menos claro. Si la investigación redundante en una mayor capacidad para formar a los alumnos y transmitir la

⁷ Pueden citarse los casos de la Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de la Rioja, Universidad del País Vasco, Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de Valladolid.

⁸ En el área de la educación superior se ha utilizado básicamente la aproximación paramétrica de la función de distancia o análisis envolvente de datos para analizar los costes de las instituciones de enseñanza superior en Estados Unidos y Reino Unido como los de Cohn, E. *et al.* (1989), De Groot *et al.* (1991), Glass, J. C. *et al.* N. (1995), Johnes, G. (1995), Johnes, G. (1997) y Dundar, H. y Lewis, D. R. (1995). Sin embargo, la aportación de la literatura en lo que concierne a la función de producción científica de los departamentos universitarios está mucho más desarrollada en el ámbito del análisis envolvente de datos, donde se han realizado aplicaciones con los datos de los Departamentos de una sola universidad (Sinuany-Stern, Z. *et al.* (1994)) o con una muestra homogénea de Departamentos de diferentes Universidades (Johnes, G. y Johnes, J. (1993), Beasley (1990), Athanassopoulos y Shale (1997), Sarrico *et al.* (2000)).

⁹ Uno de los mayores problemas que plantea el análisis de eficiencia en relación con la universidad es la homogeneidad en la producción entre diferentes departamentos de una misma universidad. El uso de una universidad politécnica plantea menos problemas en esa línea, porque se trata de departamentos con clara orientación aplicada al mercado.



experiencia que aquella reporta, debería existir una relación positiva entre las actividades. En cambio, la especial atención que se presta a la actividad investigadora puede traer consigo una menor atención a la preparación de las clases, lo que podría implicar una menor calidad de la docencia. Por otro lado, los resultados de investigación pueden no alcanzar su mejor nivel si existe una fuerte carga docente que impide la concentración y el tiempo necesario para desempeñar solentemente la tarea de investigación. Estos problemas deberían tratarse con mucho cuidado cuando se planteen fórmulas sobre las que evaluar a las universidades, especialmente si se está pensando en establecer una clasificación de las mismas en función de su rendimiento¹⁰.

Como puede observarse en el cuadro 1, se han agrupado a los profesores a tiempo completo en dos tipos: los de perfil "a priori" mixto (PDI), catedráticos y titulares de universidad, al que añadimos los becarios de segundo ciclo¹¹. Por otro lado, se recogen los profesores que por la naturaleza jurídica de sus puestos están especializados en labores de docencia (PD), formados por Catedráticos de Escuela Universitaria, Titulares de Escuela Universitaria y Asociados a Tiempo Completo.

Cuadro 1
VARIABLES DE INPUT Y OUTPUT

MODELO	INPUT 1	INPUT 2	OUTPUT 1	OUTPUT 2	OUTPUT 3
INVEST-DOC-TR TECNOL	PDI	PD	PAR	ICTPROY	EVAL

* PDI = Profesores con Perfil mixto docente e investigador.

PD = Profesores con Perfil orientado fundamentalmente a la docencia.

PAR1 = Publicaciones en revistas notables (ponderadas).

PAR2 = Otras investigaciones ponderadas en función de su calidad.

PAR = PAR1 + PAR2.

ICTPROY = Ingresos de investigación obtenidos a través de proyectos CICYT y programas europeos.

EVAL = Indicador de calidad de la docencia. Número de profesores que obtienen valoraciones altas por parte de los alumnos.

A pesar de que previamente se han seleccionado un grupo de unidades relativamente homogéneas en cuanto a la producción, estábamos interesados en conocer las diferencias en la producción entre las mismas, puesto que es inne-

¹⁰ Hay que llamar la atención sobre este asunto. Cabe pensar si la docencia y la investigación deben tener la misma importancia en la universidad española. Quizás no todas las unidades tengan idénticos objetivos de docencia e investigación, lo que hace que no sean homogéneas y que las evaluaciones traten de forma injusta a aquellas unidades "outlier" en docencia o investigación.

¹¹ Los becarios de segundo ciclo imparten docencia y además están fuertemente vinculados a la investigación al igual que los profesores citados. Además es un recurso que guardaba una relación con los *outputs* muy similar a la de las figuras citadas.

gable que continua existiendo una cierta heterogeneidad¹². Por ello señalamos diferentes *outputs* de calidad en la investigación e introducimos una variable de calidad en la docencia. De este modo entendemos que las unidades disponen de oportunidades para compensar un bajo nivel en alguna de las variables de producción científica, o bien con otras actividades de investigación o bien con un buen comportamiento en la docencia.

Cuadro 2
CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE INPUT Y OUTPUT

Correlaciones	LPD	LPDI	LICTPROY	LPAR	LEVAL
LPD	100.00%	22.73%	33.40%	45.71%	34.43%
LPDI	22.73%	100.00%	47.36%	55.72%	36.16%
LICTPROY	33.40%	47.36%	100.00%	50.44%	-1.54%
LPAR	45.71%	55.72%	50.44%	100.00%	28.69%
LEVAL	34.43%	36.16%	-1.54%	28.69%	100.00%

* Todas las variables están en logaritmos, puesto que así se introducen en el modelo.

Como puede observarse en el cuadro de correlaciones de Pearson, existe una relación positiva entre las variables de producción y de recursos, que es más intensa en el caso de las publicaciones que en el de las otras dos actividades analizadas. Además, como hemos citado, se observa una relación positiva entre la investigación y la obtención de proyectos. También resulta interesante señalar que la docencia y la investigación parecen estar ayudándose mutuamente en lo que concierne a las publicaciones. En cambio, la relación de la docencia con los proyectos no es significativa.

Existían diferentes alternativas para introducir adicionalmente como variables de recursos, aunque han sido descartadas por diferentes motivos. En primer lugar, el presupuesto total del departamento no se ha introducido porque estos departamentos se financian básicamente de los ingresos procedentes de los proyectos de investigación, que han sido recogidos en la aplicación como proxy de la producción en investigación. Además, es una variable que depende fuertemente del número de profesores¹³, con lo que su inclusión no aportaría información adicional e introduciría problemas de multicolinealidad.

¹² Una relación completa de departamentos puede obtenerse en:

<http://www.upc.es/catala/recerca/departaments/dreta.htm>. De esa lista no se han estudiado los departamentos de construcción arquitectónica y de expresión gráfica.

¹³ Los departamentos reciben de la universidad (en concepto de gastos descentralizados) una cantidad para gastos corrientes, que está vinculada al personal docente e investigador de los departamentos. Además es muy poco significativa en comparación con los ingresos procedentes de proyectos de investigación.

Otras variables como los gastos de inversión o los metros cuadrados han sido rechazadas porque introducirían otro tipo de sesgos, en parte motivados por la existencia de cierta heterogeneidad en las actividades. En concreto, en función de la especialidad de las ingenierías, los departamentos pueden precisar de grandes extensiones (como superficies sumergibles), sin que ello implique a priori una ventaja frente a otros departamentos que investigan en laboratorios pequeños. Los laboratorios, también indicarían erróneamente la capacidad de producción, puesto que la mayoría son compartidos por los departamentos. Igualmente ocurre con los ordenadores, ya que todo investigador dispone de su propio equipo informático.

Una última variable que ensayamos, aunque finalmente fue descartada, fue la influencia negativa de la carga docente sobre la producción científica y la obtención de proyectos. Medida a través del número de estudiantes de licenciatura en relación con el total de profesores de un departamento, dicha variable señalaba una influencia negativa y significativa sobre la variable PAR e ICTPROY. Sin embargo, se planteaba el problema de que en esta universidad la contratación de los profesores se adecúa de forma bastante exacta al número de créditos potenciales que debe impartir cada profesor. De manera que, de nuevo, puede ser una variable redundante con la cifra global de profesores. La necesidad de elegir un número reducido de variables nos llevó finalmente a descartar esta opción.

Sin embargo, resulta interesante señalar la posibilidad de considerar este *input* como “indeseable”, en el sentido de que puede producir efectos externos negativos sobre la producción. En las universidades masificadas dicha variable puede ser determinante como freno a la producción científica. El uso de la función de distancia permitiría la incorporación de estos “undesirables or bad inputs” (Véase Lovell (1993)¹⁴), puesto que no existe restricción de positividad en el valor de los parámetros objeto de estimación.

En cuanto a las variables de producción, hemos seleccionado dos variables que intentan recoger la calidad de las investigaciones. La primera variable recoge los “punts per activitat de recerca” o puntos PAR, que es el indicador que utiliza la UPC en sus evaluaciones de calidad de la producción científica. La variable PAR recoge las publicaciones en revistas indexadas en el Journal of Citation Report (JCR) y otro tipo de producciones como las ponencias, comunicaciones, libros, Tesis doctorales, Premios de investigación y científico técnicos¹⁵. En segundo lugar se recogen los ingresos obtenidos a través de proyectos de investigación, que representan la dimensión exterior de la investigación o valoración

¹⁴ En este artículo se introducen las sustancias contaminantes como recurso que produce deseconomías externas.

¹⁵ En el caso del JCR las publicaciones aparecen ponderadas por su factor de impacto científico. En el resto de investigaciones se ponderan por un comité de expertos de la UPC en función de su calidad.

de “mercado” de la labor científica de los departamentos¹⁶. Se descartó la inclusión de esta variable como *input*, porque no existía una relación significativa con la producción conjunta de docencia e investigación, debida a la bajísima correlación con la variable de docencia.

Por último, intentamos recoger una medida de la calidad de la enseñanza. Existe todo un debate doctrinal sobre las diferentes formas de medir dicha calidad¹⁷. En nuestro caso, pudimos acceder a determinados datos de la encuesta de valoración docente. Observamos que la variable más interesante para el objeto de nuestra investigación¹⁸ era el número de profesores que obtenían una puntuación superior a cuatro, en una escala de cero a cinco puntos, en respuesta a la pregunta sobre la capacidad docente del profesor¹⁹. Sin embargo, esta variable de calidad de la docencia planteaba el problema de que no era posible conocer la cifra de profesores a tiempo completo que resultaban incluidos en ella, lo que sin duda hubiera sido lo idóneo para la prueba que presentamos. Es preciso tener en cuenta que en este proceso productivo puede ser importante la influencia de los profesores a tiempo parcial. Sin embargo esta figura de profesores no resultaba significativa en la explicación de las variables de investigación, lo que hubiera producido un mal ajuste del modelo, por lo que se descartó en la estimación final.

3. ESTIMACIÓN DE FRONTERA: RELACIONES ENTRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

En este apartado utilizaremos las variables citadas en el cuadro 1 para estimar la frontera de producción mediante funciones de la forma Cobb-Douglas y

¹⁶ Los proyectos son programas apoyados con financiación pública de las diferentes administraciones en España o de proyectos de la unión europea.

¹⁷ Véase Murray (1984) y Sinuany-Stern (1994), como artículos que exponen una defensa de su utilización en los procesos de evaluación. Por otra parte, Gramlich y Greenlee (1993) y Becker (1997) recogen sus principales inconvenientes.

¹⁸ Otras posibles alternativas, como la inversa del número de profesores evaluados negativamente de asignaturas evaluadas positivamente o las condiciones de impartición fueron descartadas por diferentes motivos. Las asignaturas evaluadas positivamente no suponen un marco sobre el que los departamentos compiten en “igualdad” de condiciones, debido a que existen a priori asignaturas preferidas por los alumnos, lo que llevaría a los departamentos que las imparten a los primeros puestos en la clasificación. La inversa de los profesores cuya puntuación es baja en la encuesta (menor de dos) no resultaba significativa porque muy pocos resultaban valorados en dicha posición. Por su parte, las condiciones de impartición podrían entenderse como una variable de contexto favorable a la obtención de buenos resultados pero estadísticamente no resultaba influyente sobre los buenos resultados docentes.

¹⁹ En concreto, el alumno responde a la pregunta: ¿Cree que el profesor es un buen docente?

Translogarítmica. La primera estimación presenta la ventaja de que permite una interpretación más sencilla de los parámetros asociados a cada una de las variables de *Input*. Adicionalmente, la multicolinealidad es menor que la que se presenta en la estimación *translog*, donde se añaden los cuadrados de las variables de producción y de recursos, así como todas sus interacciones. En cambio, al introducir un número inferior de represores, la precisión del ajuste obtenido es mucho menor. Una estimación de tipo *translog* con un número suficiente de parámetros significativos mejora notablemente el ajuste. Además, según señala Klein (1954), el uso de la función Cobb-Douglas no es apropiada para el análisis económico de la función de producción, dado que no satisface la condición de que la relación marginal de transformación sea creciente entre *outputs* (la frontera es concava respecto al origen).

Como se ha indicado, para construir la función de distancia es preciso elegir cualquiera de los *outputs* que resultan en el denominador del cociente con otros *outputs*. Las expresiones de las funciones ajustadas²⁰ son:

- Cobb-Douglas =

$$L\text{PAR} = \alpha_0 + \alpha_1 Y1' + \alpha_2 Y2' + \beta_1 X1 + \beta_2 X2$$

$$Y1' = (\text{LICTPROY}/L\text{PAR})$$

$$Y2' = (\text{LEVAL}/L\text{PAR})$$

$$X1 = (\text{LPDI})$$

$$X2 = (\text{LPD})$$

- Translog =

$$\begin{aligned} L\text{PAR} = & \alpha_0 + \alpha_1 Y1' + \alpha_2 Y2' + \beta_1 X1 + \beta_2 X2 + \alpha_{11} 1/2(Y1')^2 + \alpha_{22} 1/2(Y2')^2 + \\ & + \alpha_{12} Y1'Y2' + \beta_{11} 1/2(X1)^2 + \beta_{22} 1/2(X2)^2 + \beta_{12} X1X2 + \chi_{11} X1Y1' + \chi_{12} X1Y2' + \\ & + \chi_{21} X2Y1' + \chi_{22} X2Y2' \end{aligned}$$

Debido a los problemas de resolución que planteaba el uso de programación indirecta con el módulo de optimización a través de máxima verosimilitud en SPSS, únicamente realizamos la estimación puntual del valor de los parámetros. La estimación definitiva con bootstrap se realizó con el software FRONTIER-Coelli (1992)–. A modo de contraste, realizamos la misma estimación con el modelo programado en SPSS y se obtuvieron unos resultados muy similares en el valor de los parámetros y de la segunda función de verosimilitud.

A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos para los diferentes modelos y especificaciones:

²⁰ Para una interpretación directa de las relaciones entre *inputs* y *output* se presupone una función homogénea de grado –1. Por esto la variable dependiente tiene signo positivo.

Cuadro 3

ESTIMACIONES DEL MODELO DE FUNCIÓN DE DISTANCIA *COBB DOUGLAS*

PARÁMETROS	Coefficiente	Desv. tip. error	t-ratio
α_0	7,029	0,455	15,455
β_1	0,688	0,060	11,465
β_2	0,493	0,115	4,279
α_1	-0,342	0,032	-10,569
α_2	-0,237	0,034	-7,068
σ^2	2,002	0,266	7,524
γ	0,983	0,003	344,030
μ	-2,805	0,341	-8,237
η	0,052	0,020	2,669

log likelihood function = -7.865

Cuadro 4

ESTIMACIONES DEL MODELO DE FUNCIÓN DE DISTANCIA *TRANSLOG*

PARÁMETROS	Coefficiente	Desv. tip. error	t-ratio
α_0	-10,285	0,988	-10,415
β_1	-4,195	1,008	-4,160
β_2	1,767	0,999	1,769
α_1	-2,294	0,767	-2,992
α_2	2,291	0,301	7,622
α_{11}	-0,075	0,065	-1,154
α_{22}	-0,185	0,037	-4,935
α_{12}	0,129	0,037	3,478
β_{11}	1,957	0,978	2,001
β_{22}	0,525	0,724	0,725
β_{12}	0,051	0,860	0,060
δ_{11}	0,073	0,257	0,282
δ_{12}	0,329	0,160	2,058
δ_{21}	-0,014	0,154	-0,091
δ_{22}	-0,162	0,094	-1,719
σ^2	0,128	0,016	7,921
γ	0,650	0,011	57,642
μ	0,642	0,687	0,934
η	-0,003	0,033	-0,099

log likelihood function = 10.778

Como se recoge en los cuadros 3 y 4, los parámetros estimados para la especificación Cobb-Douglas son todos significativos, al igual que la mayor parte de los obtenidos con la forma funcional translogarítmica. Resultan además coherentes con la participación que debe exigirse a cada una de las categorías en las labores de docencia e investigación, puesto que se observa un mayor valor en los coeficientes que señalan la sensibilidad de la variable dependiente respecto a la cifra de personal especializado en esta labor (básicamente Catedráticos y Titulares de Facultad). En el supuesto de la función translog, los resultados no son tan directos en su interpretación como en la Cobb-Douglas, debido a que la influencia sobre la variable dependiente se halla diluida entre las diferentes variables que se incluyen en la estimación. Para conocer exactamente la influencia de una variable de *input* sobre cualquiera de las variables de producción, aislando el efecto de las demás variables explicativas, es preciso diferenciar la expresión del modelo respecto al *output* e *input* considerado. Con ello se obtiene la elasticidad del *output* sobre el *input*, a partir de la cual se calcula la derivada parcial, lo que en teoría económica conocemos como aplicar la cláusula “*ceteris paribus*” (Véase cuadro 6 y 7).

Del análisis de la función Cobb-Douglas puede deducirse el tipo de economías de escala del proceso productivo asociado al modelo especificado. Se observa que la suma de los parámetros B1 y B2 está por encima de la unidad, lo que supone la presencia de rendimientos crecientes de escala. Ello significa que ante un incremento simultáneo de todos los recursos productivos, la producción experimenta un aumento más que proporcional.

Otro conjunto de aspectos interesantes que pueden ser estudiados en un análisis con este tipo de modelos, son los referidos a la estructura del término de error, a la dispersión de las eficiencias y a las distribución de probabilidad de la función de densidad de la componente del término de error representativa del grado de ineficiencia. En todos los modelos resulta significativo el parámetro ligado a “sigma cuadrado”²¹, que recoge la varianza total del término de error. También lo son los asociados a “gamma”²², que representa es la proporción de la varianza del término estocástico de ineficiencia respecto a la varianza total. El parámetro “mu” es la esperanza matemática del término de error debido a la ineficiencia; cuando resulta significativo indica el valor y signo del grado de ineficiencia medio del colectivo de agentes económicos analizados, mientras que cuando resulta no significativo, podemos considerar que el grado de ineficiencia medio de ese colectivo es cero.

Un último detalle que merece la pena ser estudiado es la evolución de las eficiencias. El parámetro “eta” representa la tasa de crecimiento del grado de

²¹ $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$

²² $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$

ineficiencia, cuando se considera que la variación temporal es en tiempo continuo. Resultaría interesante comparar los resultados de esta especificación de función exponencial con otra de tipo lineal (subyacente de la consideración de una evolución temporal en tiempo discreto). En este caso la función Cobb-Douglas ofrece resultados significativos y positivos, mientras que en la función translog no son significativos, lo que nos sugiere la posibilidad de que el grado de eficiencia de los departamentos universitarios analizados ha permanecido constante a lo largo del horizonte temporal analizado. Sin embargo, puede estar jugando un papel importante la multicolinealidad entre las variables de la translog, lo que resta imprecisión al valor individual de algunos de los parámetros, como "eta"²³.

Es interesante señalar la existencia de dicha evolución en los modelos realizados de forma separada con la variable PAR e ICTPROY como variables dependientes únicas ("eta" siempre resulta significativo y positivo²⁴). En cambio eta es significativo y negativo para una estimación separada con la evaluación docente como variable endógena. La evaluación docente no es una variable que se utilice para la asignación de recursos de los departamentos, mientras que sí lo son las variables de investigación, lo que hace pensar en la necesidad de establecer mecanismos que incentiven una mejora en el tiempo de los resultados de docencia.

Otro conjunto de detalles que deben ser analizados sobre los valores de los parámetros transformados del modelo de función distancia²⁵, razonando en términos de propiedades de las funciones homogéneas. El valor de los parámetros asociados a cada uno de los *outputs* puede dar una idea aproximada de su intervención en la estimación. En caso de que dichos parámetros sean del mismo signo, pueden interpretarse como "precios sombra" o ponderaciones, de forma similar a las obtenidas en el modelo DEA²⁶. El modelo ajustado con la

²³ Puede ocurrir que la evolución del grado de ineficiencia de los departamentos universitarios analizados se ajuste a una función de tipo lineal, cuadrático, ó de cualquier otro tipo, en lugar de una exponencial. Una forma rigurosa para determinar el tipo de función más adecuada para representar el cambio experimentado en el nivel de ineficiencia del sistema productivo es realizar una estimación estática, para cada uno de los años de la muestra utilizado, utilizando los procedimientos propuestos por Jondrow, Lovell, Materov y Schmidt (1977), obteniendo los índices de eficiencias para cada uno de estos años. A partir de esta información, debe escogerse el tipo de función determinista que mejor se ajuste a la evolución de estos índices de eficiencia.

²⁴ En las dos formas funcionales aludidas en este trabajo.

²⁵ Consultar el Cuadro 1 del Anexo para ver con detalle las transformaciones que deben realizarse sobre los parámetros obtenidos en la estimación.

²⁶ En este caso, el valor absoluto de la suma de parámetros también suma uno. Puede interpretarse el valor del parámetro como el porcentaje que representa cada *output* en la combinación lineal de *outputs*.



Cobb-Douglas señala una proporción mayor para la variable ICTPROY, seguida de evaluación docente y PAR. En la estimación translog el parámetro asociado a la evaluación docente sale con el signo negativo, por lo que no es posible su interpretación como precio sombra.

Resulta igualmente interesante referirse a los resultados de las eficiencias estimadas a partir de los modelos de regresión utilizados, las cuales consultarse en el cuadro 5. En las zonas sombreadas se recogen los resultados pertenecientes al primer y último cuartil de la clasificación de eficiencia. Entre las ocho primeras posiciones de la clasificación, tres unidades repiten en ambas estimaciones y tan sólo la unidad 33 obtiene un resultado en el primer cuartil en el modelo que ajusta la función Cobb-Douglas y en último en el modelo que utiliza la función Translog²⁷. En cambio en lo que concierne a los "peores" comportamientos, todos menos la unidad 11 repiten en el último cuartil de la clasificación.

Cuadro 5
EFICIENCIAS OBTENIDAS A PARTIR DE LA FUNCIÓN DISTANCIA

ORDEN	DPTO	EFMED (*) COBB-DOUGLAS	DPTO	EFMED (*) TRANSLOG
1°	31	96.04%	28	92.25%
2°	26	93.10%	29	89.01%
3°	33	91.28%	10	87.24%
4°	1	90.80%	4	83.94%
5°	4	90.66%	1	82.74%
6°	28	90.49%	2	79.95%
7°	9	90.20%	7	79.75%
8°	12	89.85%	27	76.83%
9°	7	84.53%	18	74.01%
10°	10	82.44%	5	72.80%
11°	32	82.23%	23	70.88%
12°	18	77.95%	12	70.55%
13°	27	77.01%	31	65.94%
14°	29	76.63%	26	64.79%
15°	2	76.60%	9	63.80%

(Sigue)

²⁷ En cualquier caso es preciso tener en cuenta que la función translog produce un mejor ajuste, puesto que reduce la dimensión del término compuesto de los errores.

(Continuación)

ORDEN	DPTO	EFMED (*) COBB-DOUGLAS	DPTO	EFMED (*) TRANSLOG
16°	5	71.57%	3	61.36%
17°	19	71.46%	17	59.94%
18°	24	71.00%	24	58.34%
19°	17	70.74%	14	57.57%
20°	3	64.00%	30	53.16%
21°	23	59.29%	6	52.68%
22°	30	54.89%	11	51.35%
23°	16	51.92%	20	50.72%
24°	20	50.79%	16	50.35%
25°	14	49.35%	32	50.35%
26°	6	48.95%	19	50.03%
27°	11	48.28%	21	48.80%
28°	13	45.07%	8	47.20%
29°	8	39.06%	33	46.65%
30°	22	36.97%	13	45.87%
31°	15	32.02%	34	45.52%
32°	21	31.07%	22	42.99%
33°	34	29.51%	25	41.96%
34°	25	23.72%	15	39.36%

* Se presenta la media de los cinco años en cada estimación. Se somborean los departamentos situados en el primer y último cuartil.

** El coeficiente de correlación entre las dos columnas de eficiencia es del 71.6%.

4. RELACIONES DE SUSTITUCIÓN Y DE TRANSFORMACIÓN ENTRE VARIABLES

a) Cálculo e interpretación de las derivadas de la función ajustada

Como hemos comentado anteriormente en las estimaciones de la función de distancia es preciso aislar el efecto individual de cada una de las variables utilizadas como factores explicativos. A través del cálculo de las derivadas de la función de distancia respecto a cada uno de los *inputs* podemos conocer el signo de



las relaciones entre *inputs* y *outputs* y extraer algunas conclusiones interesantes desde el punto de vista económico.

Además, el valor de dichas derivadas nos indicará si se trata de tramos de producción elástica o inelástica. Cuando la elasticidad respecto a los tres *outputs* del modelo sea superior a la unidad significará que ante un aumento de un 1% de los recursos el aumento de los resultados de calidad de la docencia será superior al 1%. Al contrario se debe interpretar cuando sea inferior a la unidad.

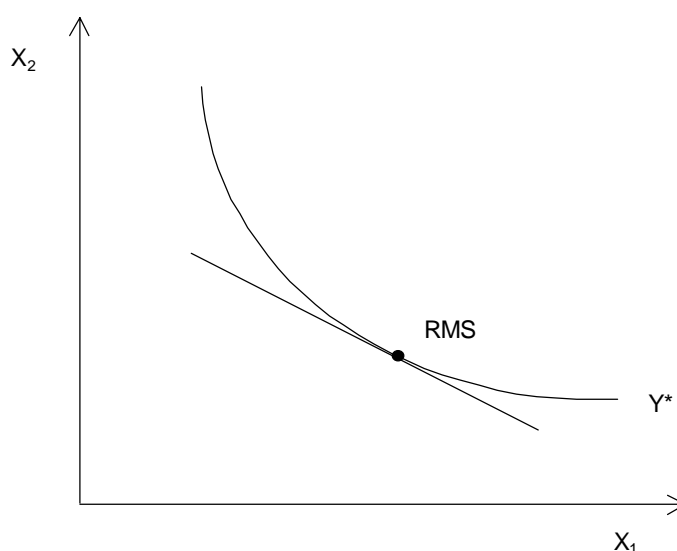
Por otra parte, mediante el cociente de las elasticidades de los *outputs* respecto a los *inputs* podemos aproximarnos al cálculo de la relación marginal de sustitución técnica entre *inputs* (RMS). En teoría económica, se define el anterior concepto como el cociente entre productividades marginales, lo que en el estudio aplicado que se presenta coincide con la razón de las elasticidades para dos *inputs* y un *output* dado:

$$\text{RMS} = EY_r X_1 / EY_r X_2 ; r = 1, 2, 3.$$

Gráficamente se señala como la tangente a la isocuanta referida a los dos *inputs* analizados. Su interpretación económica es interesante porque nos permite aproximarnos al coste de oportunidad de cada uno de los recursos o cantidad de un recurso a la que debemos renunciar para obtener el mismo nivel de producción. Cuanto más cercana a cero sea esa relación, el coste de oportunidad será menor, puesto que el denominador o productividad del *input* 2 será mayor que el numerador. En consecuencia, la sustituibilidad entre *inputs* será menor, porque uno de ellos será claramente más productivo que el otro. Cuando esta relación sea cercana a uno, en valor absoluto, significa que tienen productividades similares respecto a los dos recursos, y si superan la unidad supone que el recurso más productivo es el primero.

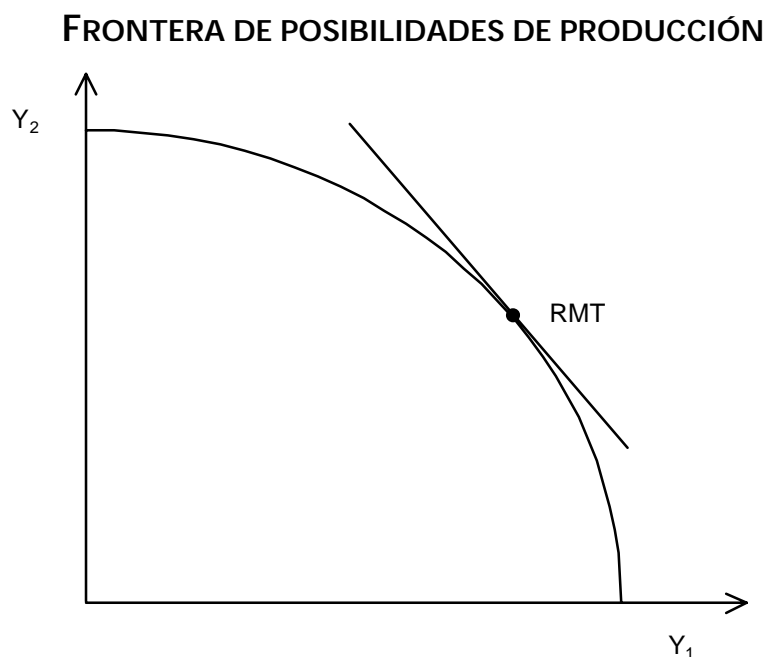
Gráfico 1

ISOCUANTA DE PRODUCCIÓN Y RELACIÓN DE SUSTITUCIÓN ENTRE DOS *INPUTS*



Por último, el hecho de contar con una estimación con un vector de *outputs* producido con el mismo conjunto de *inputs*, nos permite derivar la función objeto de ajuste respecto a cada uno de los *outputs*. Con ello obtendríamos la relación marginal de transformación entre productos. En los cuadros del anexo serían los datos relativos a las variables EY_1Y_2 , EY_1Y_3 , EY_2Y_3 (Las siglas denotan las derivadas del primer producto respecto al segundo, primero respecto al tercero y segundo respecto al tercero respectivamente). El valor de los parámetros señalará el coste de oportunidad de la producción de un bien respecto al otro. Cuanto más grande sea su valor significará que habrá que renunciar a un porcentaje mayor de producción de ese bien para producir el otro, dado el conjunto de recursos comunes y un nivel tecnológico fijo a corto plazo. Gráficamente, se representa como la tangente a la frontera de posibilidades de producción.

Gráfico 2



b) Resumen de los resultados y utilidad de la propuesta

En este apartado presentaremos las derivadas obtenidas sobre las dos formas funcionales que hemos presentado en la aplicación:



Cuadro 6
DERIVADAS DE LA FUNCIÓN DE DISTANCIA (COBB-DOUGLAS)

CONCEPTO	VALOR
EY1X1	0.74
EY1X2	0.44
EY2X1	3.18
EY2X2	1.90
EY3X1	0.89
EY3X2	0.53
EY1Y2	-0.23
EY1Y3	-0.83
EY2Y3	-3.57
RMS	-1.67

* *Nota:* En la función Cobb-Douglas los valores de las derivadas y sus cocientes son fijos
EY1X1 = Elasticidad de Y1 respecto a PDI (Productividad marginal, Pmg_{x1y1}).
EY1X2 = Elasticidad de Y1 respecto a PD (Pmg_{x2y1}).
EY2X1 = Elasticidad de Y2 respecto a PDI (Pmg_{x1y2}).
EY2X2 = Elasticidad de Y2 respecto a PD (Pmg_{x2y2}).
EY3X1 = Elasticidad de Y3 respecto a PDI (Pmg_{x1y3}).
EY3X2 = Elasticidad de Y3 respecto a PD (Pmg_{x2y3}).
EY1Y2 = Elasticidad de Y1 respecto a Y2 (Relación Marginal de transformación, RMT_{y1y2}).
EY1Y3 = Elasticidad de Y1 respecto a Y3 (RMT_{y1y3}).
EY2Y3 = Elasticidad de Y2 respecto a Y3 (RMT_{y2y3}).
RMS = EY_{X1}/EY_{X2} . Relación marginal de sustitución técnica (PDI, PD). El valor es el mismo para los tres *outputs*.

Cuadro 7
DERIVADAS DE LA FUNCIÓN DE DISTANCIA (TRANSLOG)

CONCEPTO	VALOR
EY1X1	2.77
EY1X2	0.60
EY2X1	38.60
EY2X2	18.46
EY3X1	0.94
EY3X2	0.31
EY1Y2	-0.37
EY1Y3	-2.76
EY2Y3	-35.78
RMSY1	-3.53
RMSY2	-3.12
RMSY3	-3.24

* Se presenta la media de las elasticidades para los 34 Departamentos.

** Son válidas todas las anotaciones respecto a la Cobb-Douglas, excepto lo concerniente a la Relación Marginal de Sustitución, que en la función translog depende de cada uno de los productos.

A partir de las derivadas observamos que, en cualquiera de los modelos, las variables de producción son más sensibles al primer *input* (PDI), que al segundo. En el caso de la estimación translog es preciso hacer la media de las elasticidades para los 34 departamentos analizados para comprobar este punto, puesto que las derivadas varían en función del departamentos y del año estudiado²⁸.

Como hemos apuntado anteriormente, en la función Cobb-Douglas productividades marginales son fijas y por tanto su Relación marginal de sustitución técnica (RMS). En el cuadro 6 se observa una RMS que supera la unidad, en consonancia con una mayor sensibilidad de los diferentes productos ante la variable PDI. El cálculo de este concepto es más interesante en el caso de la función Translog, porque aunque la media cumple la propiedad que acabamos de comentar para la función Cobb-Douglas, nos permite conocer la complementariedad entre recursos productivos para cada departamento analizado. En ambos modelos se observan departamentos con niveles muy altos de RMS y otros con niveles cercanos a cero e incluso negativos, lo cual se explica porque en esos departamentos existe una relación negativa entre la investigación y la categoría de profesores especializados en la docencia (PD). En cualquier caso, dominan los valores superiores a la unidad, dato que confirma la mayor sensibilidad del vector de producción respecto a la categoría de profesores investigadores (PDI).

Por último, en los modelos se deducen unas relaciones de transformación entre Y2 e Y3 y entre Y1 e Y3 más acusadas que en el caso de Y1 e Y2²⁹. Esto da una idea de una alta sustituibilidad entre cualquiera de las variables de producción relacionadas con la investigación y los resultados de calidad en la docencia. En cambio, la relación entre las publicaciones y la obtención de proyectos está muy cercana a cero, lo que denota que son actividades más compatibles entre sí.

5. REFLEXIONES FINALES SOBRE LAS VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL ANÁLISIS DE FRONTERA ESTOCÁSTICA Y EL CÁLCULO DE LAS DERIVADAS

Una vez analizados y comentados los principales resultados obtenidos de la estimación del modelo de la función de distancia para el problema que nos ocupa, dedicaremos un breve espacio a recoger algunos comentarios sobre las

²⁸ Precisamente es esta circunstancia es precisamente la que lleva a recomendar la utilización de la especificación de la función Translog en los modelos de la función de distancia, puesto que la existencia de una elasticidad de sustitución variable con la observación muestral, y con el nivel de utilización de partida de los factores productivos, es algo que siempre se presenta en la totalidad de los procesos de producción del mundo real.

²⁹ El signo de las derivadas es negativo porque son bienes sustitutivos entre sí en su producción, lo que se representa a lo largo de la frontera de posibilidades de producción.



ventajas e inconvenientes de la aplicación del modelo en el ámbito de la producción pública.

En primer lugar, la posibilidad de estimar modelos que explican variables o actividades mediante múltiples variables explicativas, representativas de los diferentes factores productivos utilizados, puede ser útil para otro tipo de aplicaciones en el área del sector público, donde a menudo se comparten los recursos humanos y presupuestarios para el cumplimiento conjunto de objetivos relacionados con la eficiencia y la equidad. Sin embargo, para utilizar este tipo de modelos es preciso disponer de un panel de datos suficientemente amplio, lo que supone una limitación para encontrar muchos factores explicativos, cuya medición haya sido homogénea a lo largo de todo el horizonte temporal analizada, y esté disponible para el investigador en todos los años.

Otro inconveniente de la estimación, común a todo el análisis de frontera paramétrica, se refiere a la necesidad de elegir una forma funcional a la que se ajusten los datos. Es una crítica que no puede hacerse de los métodos no paramétricos, si bien éstos no permiten un análisis de la causalidad entre las variables de *input* y *output*, ni el contraste de la evolución de las eficiencias.

Por otra parte, hay que reiterar que los resultados de las estimaciones de modelos no lineales, en los que se utilizan algoritmos iterativos, son sensibles a las condiciones iniciales o valores asignados a los parámetros como punto de partida del algoritmo de estimación. Esto obliga a realizar un gran número de pruebas que confirmen la estabilidad de los resultados, y que nos permitan determinar cual de los resultados obtenidos constituye el óptimo global del proceso de optimización.

El cálculo de las elasticidades resulta de gran interés para aislar las relaciones entre variables para cada una de las unidades evaluadas. En este caso, el problema es que las derivadas se calculan a partir de los parámetros resultantes de la estimación, que dependen, como hemos visto, de las condiciones iniciales y de la especificación funcional utilizada. En las estimaciones que se proponen, únicamente podemos obtener elasticidades variables con la observación considerada en el caso de la función translogarítmica.

A su vez, la posibilidad de obtener las relaciones de sustitución entre los recursos y la relación de transformación entre las actividades concede la oportunidad de establecer el coste de oportunidad en el empleo de los recursos y las posibilidades de producción de una institución privada o pública. Aunque no se ha hecho uso de esta información para cada año, hubiera sido posible analizar la evolución de dicho coste de oportunidad. Es bien sabido que las elasticidades pueden evolucionar en el tiempo³⁰, lo que afecta al cociente entre las mismas.

³⁰ Como consecuencia de un cambio en las productividades ligadas a uno o varios de los factores productivos o de las economías de opción en la producción de productos alternativos.

Además, a partir de los parámetros de la función de distancia es posible interpretar la intervención de cada *output* en la estimación final, lo que puede equipararse al “precio sombra” del mismo³¹. Es una cualidad siempre destacada en el análisis DEA, que comparten este tipo de modelos estocásticos con una especificación de la función de distancia. En un escenario de producción pública en la que no se aplican precios de mercado, el correspondiente a las actividades de las administraciones públicas, es importante obtener una valoración de la repercusión social o económica de los servicios realizados, con lo que este tipo de modelos nos permiten mantener esta característica, obtenida con el análisis DEA, pudiendo explotar las ventajas de la modelización estocástica, que es la enorme riqueza informativa, y las enormes posibilidades que permite al investigador para analizar si las desviaciones en el nivel de producción del agente económico representado por una determinada observación muestral son debidas al azar o a una conducta sistemática y continuada, que le lleva a ser menos eficiente en su actividad en relación con los agentes de su entorno.

³¹ En relación a la aplicación de la función de distancia en Färe *et al.* (1993) se hace mención a los “shadow prices” de los bienes públicos.

ANEXOS

Cuadro 1
TRANSFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS

PARÁMETROS	Translog	Cobb-Douglas
α_0^*	-10,285	7,029
β_1^*	-4,195	0,688
β_2^*	1,767	0,493
α_1^*	-0,997	-0,421
α_2^*	-2,294	-0,342
α_3^*	2,291	-0,237
α_{11}^*	-0,001	
α_{12}^*	-0,027	
α_{21}^*	-0,027	
α_{13}^*	0,028	
α_{31}^*	0,028	
α_{23}^*	0,0645	
α_{32}^*	0,0645	
α_{22}^*	-0,0375	
α_{33}^*	-0,0925	
β_{11}^*	1,957	
β_{12}^*	0,051	
β_{22}^*	0,525	
χ_{11}^*	-0,402	
χ_{12}^*	0,073	
χ_{13}^*	0,329	
χ_{21}^*	0,176	
χ_{22}^*	-0,014	
χ_{23}^*	-0,162	

Nota: Las transformaciones de los parámetros que deben realizarse sobre los valores estimados para obtener los parámetros del modelo de función de distancia presentado en la (ec.1) del Epígrafe 2 de este documento, se deducen para el caso general de M variables de *Output* y K variables de *Input* en Moreno y Trillo (2001): La estimación del modelo de la función de distancia: medición de la eficiencia y cálculo de elasticidades. *Documento de Trabajo n.º 2001-26 e*



la Universidad Complutense de Madrid. Las expresiones para el caso particular de este trabajo (tres variables de *Output* y dos de *Input*) son las siguientes:

$$\alpha_0^* = \alpha_0$$

$$\alpha_1^* = -1 - \alpha_1 - \alpha_2$$

$$\alpha_2^* = \alpha_1$$

$$\alpha_3^* = \alpha_2$$

$$\alpha_{11}^* = \frac{1}{2}\alpha_{11} + \frac{1}{2}\alpha_{22} + \alpha_{12}$$

$$\alpha_{22}^* = \frac{1}{2}\alpha_{11}$$

$$\alpha_{33}^* = \frac{1}{2}\alpha_{22}$$

$$\alpha_{12}^* = -\frac{1}{2}\alpha_{11} - \frac{1}{2}\alpha_{12}$$

$$\alpha_{21}^* = -\frac{1}{2}\alpha_{11} - \frac{1}{2}\alpha_{12}$$

$$\alpha_{13}^* = -\frac{1}{2}\alpha_{22} - \frac{1}{2}\alpha_{12}$$

$$\alpha_{31}^* = -\frac{1}{2}\alpha_{22} - \frac{1}{2}\alpha_{12}$$

$$\alpha_{23}^* = \frac{1}{2}\alpha_{12}$$

$$\alpha_{32}^* = \frac{1}{2}\alpha_{12}$$

$$\beta_1^* = \beta_1$$

$$\beta_2^* = \beta_2$$

$$\beta_{11}^* = \beta_{11}$$

$$\beta_{12}^* = \beta_{12}$$

$$\beta_{22}^* = \beta_{22}$$

$$\chi_{11}^* = -\chi_{11} - \chi_{12}$$

$$\chi_{12}^* = \chi_{11}$$

$$\chi_{13}^* = \chi_{12}$$

$$\chi_{21}^* = -\chi_{21} - \chi_{22}$$

$$\chi_{22}^* = \chi_{21}$$

$$\chi_{23}^* = \chi_{22}$$

Cuadro 2
ELASTICIDADES DE LA FUNCIÓN DE DISTANCIA (TRANSLOG)

DPTO	EY1X1	EY1X2	EY2X1	EY2X2	EY3X1	EY3X2	EY1Y2	EY1Y3	EY2Y3	RMSY1	RMSY2	RMSY3
1	3.06	1.85	25.2	11.88	1.04	0.56	-0.17	-3.15	-22.79	1.65	2.12	1.86
2	2.79	2.41	4.2	3.41	0.67	0.59	-0.71	-4.22	-6.03	1.16	1.23	1.14
3	2.63	-0.28	8.08	-0.98	1.33	-0.18	-0.33	-2.06	-6.18	-9.39	-8.24	-7.39
4	3	-0.2	8.3	-0.54	1.35	-0.09	-0.37	-2.26	-6.13	-15.00	-15.37	-15.00
5	2.55	0.58	5.66	1.11	1.16	0.23	-0.47	-2.31	-4.89	4.40	5.10	5.04
6	2.37	2.01	5.11	4.13	0.75	0.61	-0.49	-3.27	-6.8	1.18	1.24	1.23
7	2.47	0.38	8.37	1.13	1.43	0.17	-0.3	-1.79	-5.95	6.50	7.41	8.41
8	-7.82	-9.11	2.17	4.16	0.3	0.59	2.31	17.46	-7.03	0.86	0.52	0.51
9	2.47	2.31	-16.01	3.31	0.78	0.68	-0.09	-3.34	3.83	1.07	-4.84	1.15
10	3.24	-0.12	8.61	-0.25	1.62	-0.03	-0.37	-1.96	-5.25	-27.00	-34.44	-54.00
11	4.98	1.51	7.44	2.01	0.85	0.24	-0.71	-5.98	-8.53	3.30	3.70	3.54
12	1.84	1.8	11.53	11.2	0.75	0.75	-0.16	-2.44	-15.22	1.02	1.03	1.00
13	3.34	-0.09	9.43	-0.26	1.3	-0.04	-0.36	-2.57	-7.24	-37.11	-36.27	-32.50
14	2.71	0.83	7.65	1.97	1.17	0.32	-0.38	-2.48	-6.45	3.27	3.88	3.66
15	4.26	-0.1	7.85	-0.19	1.22	-0.03	-0.55	-3.53	-6.44	-42.60	-41.32	-40.67
16	2.45	0.72	10.21	3.07	1.07	0.33	-0.24	-2.28	-9.49	3.40	3.33	3.24
17	2.56	1.74	11.3	7.76	0.76	0.53	-0.22	-3.37	-14.9	1.47	1.46	1.43
18	3.99	-0.34	3.51	-0.3	1.05	-0.09	-1.17	-3.96	-3.34	-11.74	-11.70	-11.67
19	2.12	1.9	33.77	29.91	0.78	0.7	-0.07	-2.72	-42.65	1.12	1.13	1.11
20	3.16	1.14	7.93	1.35	1.28	0.18	-0.52	-3.43	-6.51	2.77	5.87	7.11
21	3.8	2.19	5.56	3.13	0.68	0.39	-0.74	-5.88	-8.08	1.74	1.78	1.74
22	2.73	1.54	8.18	4.35	0.75	0.41	-0.35	-3.73	-10.8	1.77	1.88	1.83
23	0.85	1.03	1.48	4.48	0.21	0.66	-0.35	-2.52	-6.8	0.83	0.33	0.32
24	3.93	3.39	16.16	12.51	0.74	0.59	-0.3	-5.64	-21.32	1.16	1.29	1.25
25	-8.14	0.8	2.31	2.73	0.5	0.62	0.9	6.79	-4.53	-10.18	0.85	0.81
26	0.48	-3.15	-0.77	4.53	-0.16	0.9	0.69	3.5	-5.04	-0.15	-0.17	-0.18
27	5.87	2.41	10.02	4.2	0.83	0.35	-0.63	-7.17	-11.84	2.44	2.39	2.37
28	3.55	-0.36	11.37	-1.18	1.32	-0.13	-0.32	-2.71	-8.55	-9.86	-9.64	-10.15
29	19.96	6.99	2.56	1.44	0.49	0.29	-6.53	-33.82	-5.02	2.86	1.78	1.69
30	2.33	0.6	6.3	1.66	1.1	0.3	-0.37	-2.09	-5.68	3.88	3.80	3.67
31	2.12	0.54	1062.85	506.89	1.77	0.29	0.02	-1.39	-925.58	3.93	2.10	6.10
32	3.46	-1.55	11.52	-5.07	2.36	-1.06	-0.31	-1.47	-4.87	-2.23	-2.27	-2.23
33	0.59	-2.4	-0.78	2.82	-0.21	0.72	0.84	3.32	-3.9	-0.25	-0.28	-0.29
34	4.44	-0.69	5.3	1.3	0.81	0.21	0.27	-1.46	-6.37	-6.43	4.08	3.86

REFERENCIAS

- AIGNER, D.J. y CHU, S. F. (1968): On estimating the Industry production function. *American Economic Review* L.VIII, pp. 826-839.
- ATHANASSOPOULOS y SHALE (1997): Assessing the comparative efficiency of Higher Education Institutions in the UK by means of DEA. *Education Economics*, vol 5, n.º 2, pp. 117-134.
- BATESSE, G. E. y COELLI, T. J. (1992): Frontier Production Functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, n.º 3, pp. 153-169.
- BEASLEY, J. E. (1995): Determining teaching and research efficiencies. *Journal of the Operational Research Society* n.º 46, pp. 441-452.
- BECKER, W. E. (1997): Teaching Economics to undergraduates. *Journal of Economics Literature*, vol. XXXV, pp. 1347-1373.
- COELLI, T. (1996): A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. CEPA Working Paper 96/07. <http://www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>.
- COELLI, T. y PERELMAN, S. (1996a): Efficiency measurement, multiple-output technologies and distance functions: with application to European Railways. Discussion paper del CREPP Université de Liège 96/05.
- (1996b): A comparison of parametric and non-parametric distance functions: with application to european railways. Discussion paper del CREPP (Centre de recherche en Economie Publique et en Economie de la Population), Université de Liège 96/11.
- COHN, E.; RHINE, S.L.W. y SANTOS, M.C. (1989): Institutions of higher education as multi-product firms: economies of scale and scope. *Review of Economics and Statistics* n.º 71, pp. 284-290.
- CUADRAS, C. M. (1981). *Métodos de análisis multivariable*. Eunibar, Barcelona.
- DE GROOT, H. McMAHON, W.W. y VOLKWEIN (1991): The cost structure of American research universities. *Review of Economics and Statistics* n.º 73 (3) August, pp. 424-431.
- DUNDAR, H. y LEWIS, D. R. (1995): Departmental productivity in American universities Economies of scale and scope. *Economics of Education Review* vol. 14 número 2, pp. 119-144.
- FÄRE, R. S.; GROSSKOPF, M.; LOVELL, C. A. K. y YAISAWARNG, S. (1993): Derivation of Shadow Prices for Undesirable *outputs*: a distance function approach. *Review of Economics and Statistics*, 75. pp.374-380.

- GLASS, J. C., McKILLIP, D. G. y HYNDMAN, N. (1995): Efficiency in the provision of university teaching and research: an empirical analysis of UK universities. *Journal of Applied Econometrics*, n.º 10, pp. 1-72.
- GRAMLICH, E. M. y GREENLEE, G. A. (1993): Measuring teaching performance. *The Journal of Economic Education* vol. 24, n.º 1, pp. 3-13.
- JOHNES, G. (1995): *Multi-product cost functions and the funding of tuition in UK universities*. Working The Management School, Lancaster University.
- JOHNES, G. y JOHNES, J. (1993): Measuring the research performance of UK Economics Departments: an application of Data Envelopment Analysis. *Oxford Economic Papers* n.º 45 (2) April, pp. 332-347.
- JONDROW, J.; LOVELL, C. A. K.; MATEROV, S. y SCHMIDT, P. (1977): On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics* 19, pp. 233-238.
- MURRAY, H. (1984): The impact of formative and summative evaluation of teaching in North american Universities. *Assessment and evaluation in Higher Education*, vol. 9, n.º 2, pp. 117-132.
- SARRICO *et al.* (2000): Using DEA for planning in UK universities: an institutional perspective. *The Journal of the Operational Research Society* 51 (7), pp. 789-800.
- SHEPARD, R. W. (1970): *The theory of cost and production functions*. Princeton University Press.
- SIMAR (1992): Estimating efficiencies from frontier models with panel data: A comparison of parametric, non-parametric and semi-parametric methods with bootstrapping. *Journal of Productivity Analysis* n.º 3, pp. 167-203
- SINUANY-STERN, Z.; MEHREZ, A. y BARBOY, A. (1994): Academic departments efficiency via DEA. *Computers & Operations Research*, Vol. 21 n.º 5, pp. 543-556.
- UNIVERSITAT POLITÈCNICA de CATALUNYA (1994-2000): *Dades estadístiques i de gestió*. Oficina Tècnica de Programació.

NORMAS DE PUBLICACIÓN DE PAPELES DE TRABAJO DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES

Esta colección de *Papeles de Trabajo* tiene como objetivo ofrecer un vehículo de expresión a todas aquellas personas interesadas en los temas de Economía Pública. Las normas para la presentación y selección de originales son las siguientes:

1. Todos los originales que se presenten estarán sometidos a evaluación y podrán ser directamente aceptados para su publicación, aceptados sujetos a revisión, o rechazados.
2. Los trabajos deberán enviarse por duplicado a la Subdirección de Estudios Tributarios. Instituto de Estudios Fiscales. Avda. Cardenal Herrera Oria, 378. 28035 Madrid.
3. La extensión máxima de texto escrito, incluidos apéndices y referencias bibliográficas será de 7000 palabras.
4. Los originales deberán presentarse mecanografiados a doble espacio. En la primera página deberá aparecer el título del trabajo, el nombre del autor(es) y la institución a la que pertenece, así como su dirección postal y electrónica. Además, en la primera página aparecerá también un abstract de no más de 125 palabras, los códigos JEL y las palabras clave.
5. Los epígrafes irán numerados secuencialmente siguiendo la numeración arábica. Las notas al texto irán numeradas correlativamente y aparecerán al pie de la correspondiente página. Las fórmulas matemáticas se numerarán secuencialmente ajustadas al margen derecho de las mismas. La bibliografía aparecerá al final del trabajo, bajo la inscripción "Referencias" por orden alfabético de autores y, en cada una, ajustándose al siguiente orden: autor(es), año de publicación (distinguiendo a, b, c si hay varias correspondientes al mismo autor(es) y año), título del artículo o libro, título de la revista en cursiva, número de la revista y páginas.
6. En caso de que aparezcan tablas y gráficos, éstos podrán incorporarse directamente al texto o, alternativamente, presentarse todos juntos y debidamente numerados al final del trabajo, antes de la bibliografía.
7. En cualquier caso, se deberá adjuntar un disquete con el trabajo en formato word. Siempre que el documento presente tablas y/o gráficos, éstos deberán aparecer en ficheros independientes. Asimismo, en caso de que los gráficos procedan de tablas creadas en excel, estas deberán incorporarse en el disquete debidamente identificadas.

Junto al original del Papel de Trabajo se entregará también un resumen de un máximo de dos folios que contenga las principales implicaciones de política económica que se deriven de la investigación realizada.

PUBLISHING GUIDELINES OF WORKING PAPERS AT THE INSTITUTE FOR FISCAL STUDIES

This serie of *Papeles de Trabajo* (working papers) aims to provide those having an interest in Public Economics with a vehicle to publicize their ideas. The rules governing submission and selection of papers are the following:

1. The manuscripts submitted will all be assessed and may be directly accepted for publication, accepted with subjections for revision or rejected.
2. The papers shall be sent in duplicate to Subdirección General de Estudios Tributarios (The Deputy Direction of Tax Studies), Instituto de Estudios Fiscales (Institute for Fiscal Studies), Avenida del Cardenal Herrera Oria, nº 378, Madrid 28035.
3. The maximum length of the text including appendices and bibliography will be no more than 7000 words.
4. The originals should be double spaced. The first page of the manuscript should contain the following information: (1) the title; (2) the name and the institutional affiliation of the author(s); (3) an abstract of no more than 125 words; (4) JEL codes and keywords; (5) the postal and e-mail address of the corresponding author.
5. Sections will be numbered in sequence with arabic numerals. Footnotes will be numbered correlatively and will appear at the foot of the corresponding page. Mathematical formulae will be numbered on the right margin of the page in sequence. Bibliographical references will appear at the end of the paper under the heading "References" in alphabetical order of authors. Each reference will have to include in this order the following terms of references: author(s), publishing date (with an a, b or c in case there are several references to the same author(s) and year), title of the article or book, name of the journal in italics, number of the issue and pages.
6. If tables and graphs are necessary, they may be included directly in the text or alternatively presented altogether and duly numbered at the end of the paper, before the bibliography.
7. In any case, a floppy disk will be enclosed in Word format. Whenever the document provides tables and/or graphs, they must be contained in separate files. Furthermore, if graphs are drawn from tables within the Excell package, these must be included in the floppy disk and duly identified.

Together with the original copy of the working paper a brief two-page summary highlighting the main policy implications derived from the research is also requested.

ÚLTIMOS PAPELES DE TRABAJO EDITADOS POR EL INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES

2000

- 1/00 Crédito fiscal a la inversión en el impuesto de sociedades y neutralidad impositiva: Más evidencia para un viejo debate.
Autor: Desiderio Romero Jordán.
Páginas: 40.
- 2/00 Estudio del consumo familiar de bienes y servicios públicos a partir de la encuesta de presupuestos familiares.
Autores: Ernesto Carrillo y Manuel Tamayo.
Páginas: 40.
- 3/00 Evidencia empírica de la convergencia real.
Autores: Lorenzo Escot y Miguel Ángel Galindo.
Páginas: 58.

Nueva Época

- 4/00 The effects of human capital depreciation on experience-earnings profiles: Evidence salaried spanish men.
Autores: M. Arrazola, J. de Hevia, M. Risueño y J. F. Sanz.
Páginas: 24.
- 5/00 Las ayudas fiscales a la adquisición de inmuebles residenciales en la nueva Ley del IRPF: Un análisis comparado a través del concepto de coste de uso.
Autor: José Félix Sanz Sanz.
Páginas: 44.
- 6/00 Las medidas fiscales de estímulo del ahorro contenidas en el Real Decreto-Ley 3/2000: análisis de sus efectos a través del tipo marginal efectivo.
Autores: José Manuel González Páramo y Nuria Badenes Pla.
Páginas: 28
- 7/00 Análisis de las ganancias de bienestar asociadas a los efectos de la Reforma del IRPF sobre la oferta laboral de la familia española.
Autores: Juan Prieto Rodríguez y Santiago Álvarez García.
Páginas 32.
- 8/00 Un marco para la discusión de los efectos de la política impositiva sobre los precios y el *stock* de vivienda.
Autor: Miguel-Ángel López García.
Páginas 36.
- 9/00 Descomposición de los efectos redistributivos de la Reforma del IRPF.
Autores: Jorge Onrubia Fernández y María del Carmen Rodado Ruiz.
Páginas 24.
- 10/00 Aspectos teóricos de la convergencia real, integración y política fiscal.
Autores: Lorenzo Escot y Miguel-Ángel Galindo.
Páginas 28.

2001

- 1/01 Notas sobre desagregación temporal de series económicas.
Autor: Enrique M. Quilis.
Páginas 38.
- 2/01 Estimación y comparación de tasas de rendimiento de la educación en España.
Autores: M. Arrazola, J. de Hevia, M. Risueño, J.F. Sanz.
Páginas 28.
- 3/01 Doble imposición, "efecto clientela" y aversión al riesgo.
Autores: Antonio Bustos Gisbert y Francisco Pedraja Chaparro.
Páginas 34.
- 4/01 Non-Institutional Federalism in Spain.
Autor: Joan Rosselló Villalonga.
Páginas 32.
- 5/01 Estimating utilisation of Health care: A groupe data regression approach.
Autor: Mabel Amaya Amaya.
Páginas 30.
- 6/01 Shapley inequality decomposition by factor components.
Autores: Mercedes Sastre y Alain Trannoy
Páginas 40.
- 7/01 An empirical analysis of the demand for physician services across the European Union.
Autores: Sergi Jiménez Martín, José M. Labeaga y Maite Martínez-Granado
Páginas 40.
- 8/01 Demand, childbirth and the costs of babies: evidence from spanish panel data.
Autores: José M.^a Labeaga, Ian Preston y Juan A. Sanchis-Llopis
Páginas 56.
- 9/01 Imposición marginal efectiva sobre el factor trabajo: Breve nota metodológica y comparación internacional.
Autores: Desiderio Romero Jordán y José Félix Sanz Sanz
Páginas 40.
- 10/01 A non-parametric decomposition of redistribution into vertical and horizontal components.
Autores: Irene Perrote, Juan Gabriel Rodríguez y Rafael Salas.
Páginas 28.
- 11/01 Efectos sobre la renta disponible y el bienestar de la deducción por rentas ganadas en el IRPF.
Autora: Nuria Badenes Plá.
Páginas 28.
- 12/01 Seguros sanitarios y gasto público en España. Un modelo de microsimulación para las políticas de gastos fiscales en sanidad.
Autora: Ángel López Nicolás.
Páginas 40.
- 13/01 A complete parametrical class of redistribution and progressivity measures
Autores: Isabel Rabadán y Rafael Salas.
Páginas 20.
- 14/01 La medición de la desigualdad económica.
Autor: Rafael Salas.
Páginas 40.

- 15/01 Crecimiento económico y dinámica de distribución de la renta en las regiones de la UE: un análisis no paramétrico.
Autores: Julián Ramajo Hernández y María del Mar Salinas Jiménez.
Páginas 32.
- 16/01 La descentralización territorial de las prestaciones asistenciales: efectos sobre la igualdad.
Autores: Luis Ayala Cañón, Rosa Martínez López y Jesus Ruiz-Huerta.
Páginas 48.
- 17/01 Redistribution and labour supply.
Autores: Jorge Onrubia, Rafael Salas y José Félix Sanz.
Páginas 24.
- 18/01 Medición de la eficiencia técnica en la economía española: El papel de las infraestructuras productivas.
Autoras: M.^a Jesús Delgado Rodríguez e Inmaculada Álvarez Ayuso.
Páginas 32.
- 19/01 Inversión pública eficiente e impuestos distorsionantes en un contexto de equilibrio general.
Autores: José Manuel González-Páramo y Diego Martínez López.
Páginas 28.
- 20/01 La incidencia distributiva del gasto público social. Análisis general y tratamiento específico de la incidencia distributiva entre grupos sociales y entre grupos de edad.
Autor: Jorge Calero Martínez.
Páginas 36.
- 21/01 Crisis cambiarias: Teoría y evidencia.
Autor: Óscar Bajo Rubio.
Páginas 32.
- 22/01 Distributive impact and evaluation of devolution proposals in Japanese local public finance.
Autores: Kazuyuki Nakamura, Minoru Kunizaki and Masanori Tahira.
Páginas 36.
- 23/01 El funcionamiento de los sistemas de garantía en el modelo de financiación autonómica.
Autor: Alfonso Utrilla de la Hoz.
Páginas 48.
- 24/01 Rendimiento de la educación en España: Nueva evidencia de las diferencias entre Hombres y Mujeres.
Autores: M. Arrazola y J. de Hevia.
Páginas 36.
- 25/01 Fecundidad y beneficios fiscales y sociales por descendientes.
Autora: Anabel Zárata Marco.
Páginas 52.
- 26/01 Estimación de precios sombra a partir del análisis Input-Output: Aplicación a la economía española.
Autora: Guadalupe Souto Nieves.
Páginas 56.
- 27/01 Análisis empírico de la depreciación del capital humano para el caso de las Mujeres y los Hombres en España.
Autores: M. Arrazola y J. de Hevia.
Páginas 28.

- 28/01 Equivalence scales in tax and transfer policies.
Autores: Luis Ayala, Rosa Martínez y Jesús Ruiz-Huerta
Páginas 44.
- 29/01 Un modelo de crecimiento con restricciones de demanda: el gasto público como amortiguador del desequilibrio externo.
Autora: Belén Fernández Castro.
Páginas 44.
- 30/01 A bi-stochastic nonparametric estimator.
Autores: Juan G. Rodríguez and Rafael Salas.
Páginas 24.

2002

- 1/02 Las cestas autonómicas.
Autores: Alejandro Esteller, Jorge Navas y Pilar Sorribas.
Páginas 72.
- 2/02 Evolución del endeudamiento autonómico entre 1985 y 1997: la incidencia de los Escenarios de Consolidación Presupuestaria y de los límites de la LOFCA.
Autores: Julio López Laborda y Jaime Vallés Giménez.
Páginas 60.
- 3/02 Optimal Pricing and Grant Policies for Museums.
Autores: Juan Prieto Rodríguez y Víctor Fernández Blanco.
Páginas 28.
- 4/02 El mercado financiero y el racionamiento del endeudamiento autonómico.
Autores: Nuria Alcalde Fradejas y Jaime Vallés Giménez.
Páginas 36.
- 5/02 Experimentos secuenciales en la gestión de los recursos comunes.
Autores: Lluís Bru, Susana Cabrera, C. Monica Capra y Rosario Gomez.
Páginas 32.
- 6/02 La eficiencia de la universidad medida a través de la función de distancia: Un análisis de las relaciones entre la docencia y la investigación.
Autores: Alfredo Moreno Sáez y David Trillo del Pozo.
Páginas 40.