



Universitat Autònoma de Barcelona

Documents de treball

**Aplicación del DEA en el Análisis de Beneficios en
un Sistema Integrado Verticalmente Hacia Adelante**

Héctor Ruiz Soria

Document de treball núm. 03/9

Departament d'economia de l'empresa



© Héctor Ruiz Soria

Coordinador / Coordinator *Documents de treball*:

Esteve van Hemmen

<http://selene.uab.es/dep-economia-empresa/codi/documents.html>

e-mail: stefan.vanhemmen@uab.es

Telèfon / Phone: +34 93 5812257

Fax: +34 93 5812555

Edita / Publisher:

Departament d'economia de l'empresa

<http://selene.uab.es/dep-economia-empresa/>

Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales

Edifici B

08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Spain

Tel. 93 5811209

Fax 93 5812555

Aplicación del DEA en el Análisis de Beneficios en un Sistema Integrado Verticalmente Hacia Adelante

Héctor Ruiz Soria

Document de treball núm. 03/9

La sèrie *Documents de treball d'economia de l'empresa* presenta els avanços i resultats d'investigacions en curs que han estat presentades i discutides en aquest departament; això no obstant, les opinions són responsabilitat dels autors. El document no pot ser reproduït total ni parcialment sense el consentiment de l'autor/a o autors/res. Dirigir els comentaris i suggerències directament a l'autor/a o autors/res, a la direcció que apareix a la pàgina següent.

A Working Paper in the *Documents de treball d'economia de l'empresa* series is intended as a mean whereby a faculty researcher's thoughts and findings may be communicated to interested readers for their comments. Nevertheless, the ideas put forwards are responsibility of the author. Accordingly a Working Paper should not be quoted nor the data referred to without the written consent of the author. Please, direct your comments and suggestions to the author, which address shows up in the next page

Aplicación del DEA en el Análisis de Beneficios en un Sistema Integrado Verticalmente Hacia Adelante.

Héctor Ruiz Soria

Departament d'Economia de l'Empresa

Universitat Autònoma de Barcelona

hruiz@selene.uab.es

Resumen

En el presente trabajo se diseñan tres modelos DEA a partir de un sistema de producción cuyos componentes están colocados en un arreglo en serie que se integran verticalmente hacia adelante. El primer modelo busca optimizar los beneficios del sistema agregado, así como la mejora de los mismos en cada uno de los subsistemas. En el segundo de los modelos, además del objetivo anterior, se incluyen restricciones de transferencia de los recursos específicos asociados a cada subsistema, y en el tercer modelo se estima el intervalo de variación para los precios de transferencia de los *inputs* intermedios entre ambos subsistemas.

Los modelos han sido programados y simulados en el software GAMS a partir de datos generados por una función de producción Cobb-Douglas para los *inputs* intermedios y los *outputs* finales.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los artículos en DEA tienen como núcleo central la aproximación de la frontera eficiente o frontera de mejor práctica, la cual es construida a partir de *inputs* y *outputs* observados, y manejan los procesos de producción dentro de las unidades de decisión (DMU) como una simple transformación de recursos. La principal implicación de esta suposición es que la tecnología, a partir de la cual es medida la eficiencia, no permite el flujo o transferencia de *inputs* u *outputs* intermedios en el proceso de producción, sino que la considera como una caja negra por donde entran *inputs* y salen *outputs*.

La investigación de Färe y Primont (1984) fue de las primeras en romper con el paradigma anterior, y plantearon un modelo de programación lineal para medir la eficiencia para múltiples empresas, en donde se estima la medida de eficiencia para una planta y para la empresa o sector industrial al que pertenece. Posteriores trabajos (Färe, 1991; Färe y Grosskopf 1996a; 1996b, 20-23; 2000, Färe y Zelenyuk, 2003, entre otros) plantean el problema como un modelo de programación lineal donde se relacionan la teoría de redes con la medición de la eficiencia, es decir indagan lo que sucede dentro de la caja negra.

En el presente trabajo se diseña un modelo que optimiza los beneficios esperados así como el precio de los *inputs* u *outputs* intermedios en sistemas o DMU's compuestos de dos o más subsistemas; es decir analizar qué sucede dentro de la caja negra, así como dos extensiones del mismo. Para llevar acabo el trabajo tomamos como base las investigaciones de Färe y Zelenyuk (2003) y la de Golany et al. (en prensa)¹. En la primera de ellas se desarrolla una metodología para estimar la eficiencia y la maximización de los beneficios de un sector industrial y de cada una de las empresas que lo componen, fijando exógenamente el precio de los *outputs*, y sin tomar en cuenta el posible flujo de los *inputs* u *outputs* intermedios. En la segunda de ellas, se desarrolla una metodología para medir la eficiencia de un sistema o DMU compuesto de dos subsistemas colocados en serie, como el

¹ La versión preliminar del artículo fue presentado en el *Seventh European Workshop on Efficiency and Productivity of Analysis*, Oviedo Spain 2001, y próximamente será publicado en *Journal of Productivity Analysis*.

propuesto originalmente por Hackman y Passy (2002) para maximizar una función lineal fraccional sobre una frontera Pareto-eficiente, además estiman la eficiencia agregada y de cada uno de los subsistemas.

Finalmente, los modelos han sido programados y simulados en el software GAMS (*General Algebraic Modeling System*) empleando los mismos datos utilizados por Golany et al. para comparar y analizar los resultados de estos con las aportaciones del presente trabajo.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A continuación se presenta una revisión de la literatura más relevante del marco teórico en que se basa el presente documento.

2.1. INTEGRACIÓN Y MODELOS DEA

Básicamente existen dos formas de integración empresarial, integración horizontal e integración vertical. En esta última se pueden identificar dos tipos, integración vertical hacia adelante (IVHD)² e integración vertical hacia atrás (IVHA)³, (Perry, 1989). La relación de la IVHA e IVHD con el presente trabajo, la encontramos, principalmente, a través de la posible transferencia de los factores *inputs-outputs* intermedios entre las etapas o subsistemas de los modelos que analizaremos, ver Figura 1.

Los principales trabajos que relacionan la IH con el DEA son: Färe y Primont (1984) quienes construyen una medida de eficiencia multiplantas, analizando plantas de generación de energía eléctrica que operan en paralelo en el estado de Illinois, USA. Färe et al., (1992) expanden el modelo anterior permitiendo la reasignación de recursos entre las plantas para mejorar el desempeño de la industria, y aplican una formulación básica del

² Está orientada hacia los mercados y ofrece una ventaja competitiva basada en la diferenciación, y ayuda a salvaguardar el potencial resultante de los beneficios económicos, además de ofrecer una ventaja competitiva basada en la diferenciación.

³ Está orientada hacia la reducción de costes, es decir, hacia la producción.

DEA para diferentes grupos sin considerar los factores intermedios. Finalmente, Cook et al. (1998) efectúan un estudio ordenando jerárquicamente los DMU's.

Por otra parte, decimos que una empresa está verticalmente integrada si tiene dos o más etapas adyacentes bajo su control o propiedad, y los *outputs* de las primeras etapas son usados íntegra o parcialmente como *inputs* de las subsecuentes etapas (Perry, 1989), además la IV ofrece una ventaja competitiva potencial y sus dos direcciones difieren en el tipo de ventaja alcanzable Porter (1985). En las siguientes secciones se proporciona una revisión de los principales artículos que relacionan la IV con el DEA.

2.2. PRECIOS DE TRANSFERENCIA Y PROGRAMACIÓN LINEAL

La literatura de los precios de transferencia puede ser clasificada según el tipo de modelo empleado y si éste es analítico o empírico. La mayoría de los modelos son económicos (Hirshleifer, 1956); matemáticos (Dopuch y Drake, 1964; Baumol, 1964), de comportamiento (Watson y Baumler, 1975) y otras aproximaciones empíricas más *ad hoc* que son introducidas en las investigaciones empíricas en la práctica. En el presente trabajo nos limitaremos a analizar los precios de transferencia desde la perspectiva de los modelos de programación matemática, y más concretamente desde el punto de vista de la programación lineal y del DEA.

Las grandes o medianas organizaciones integradas verticalmente, están normalmente separadas en divisiones o centros de responsabilidad (CR) autónomos cuyos directores tienen, en mayor o menor medida, la libertad de tomar las acciones que considere pertinentes. Para evaluar la actuación de cada CR es necesario emplear una metodología que mida la contribución de cada CR a los beneficios totales de la organización. Una solución común en este contexto es asignar precios a los bienes intermedios que se transfieren de una división a otra (precios de transferencia; Hirshleifer, 1956). Entre los primeros artículos que abordan el problema tenemos, Baumol (1964) y Dopuch y Drake, (1964) quienes analizan el problema del control de gestión con métodos de programación lineal. Carleton et al. (1974) plantean un modelo de programación matemático, tomando en

cuenta el principio de descomposición, para el problema de presupuesto de capital de empresas descentralizadas e incluyen teoría financiera y teoría del comportamiento organizacional asumiendo un ambiente de certeza. Morris (1975) desarrolla un esquema de precios de transferencia para recursos financieros (financiamiento a corto plazo, presupuesto de capital y administración de capital de trabajo). Por su parte, Burton y Obel (1980) encontraron que la eficiencia del algoritmo de descentralización está influenciada por la información *a priori* de los precios de transferencia, la cual es usada para iniciar su simulación. Harris et al. (1982) e Ismail (1982) formulan un modelo sobre la base de la minimización de costes para la maximización de beneficios, analizando las propiedades de la asimetría en la información que enfrenta la administración central, para establecer los precios de transferencia, debido a la divergencia de intereses de los directores.

2.3. CONTROL DE GESTIÓN Y LOS MODELOS DEA

El diseño de la estructura organizativa determina las funciones que deben realizar cada centro de responsabilidad (CR), así como el grado de descentralización que tiene en las decisiones y, por consiguiente, el nivel de responsabilidad que se debe de asumir en ellas y en sus resultados. Estas decisiones pueden hacer referencia a la fijación de precios, a la influencia en el volumen de ventas, a los gastos, a las inversiones, etc. Según cual sea el grado de descentralización de estas decisiones, un determinado centro tendrá una mayor o menor influencia en el resultado de la empresa. Por otra parte, la literatura que relaciona la programación matemática, y en particular la metodología DEA, con el control de gestión es muy escasa, de hecho solamente se encontró la realizada por Mensah y Li (1993), quienes efectúan una revisión crítica del modelo *translog* de presupuesto por Hayes y Millar (1990), y lo comparan con un modelo DEA, que desarrollan en el mismo contexto. Es decir, buscan la frontera de mejor práctica para la función de costes. Una de sus principales conclusiones fue, desde el punto de vista de un sistema rutinario de control presupuestario, que el modelo DEA con rendimientos variables a escala (Banker et al. 1984), es más conveniente que el modelo *translog* ya que proporciona un ajuste más cercano a los datos. Por su parte, Färe y Zelenyuk (2003) y Golany et al. solamente analizan los CR como centros de costes, y uno de los objetivos del trabajo es dar un paso adelante y a analizarlos como centros de

beneficios, a través de la optimización los beneficios del sistema y la mejora en los mismos para cada uno de los subsistemas, así como la estimación de los precios de transferencia.

2.4 MODELOS DEA CON *INPUTS* INTERMEDIOS Y PRECIOS EXÓGENOS

En general, esta literatura se podría dividir en dos grandes grupos, los que emplean las tradicionales técnicas paramétricas (Pollak y Walces 1992a; 1992b, entre otros) y las que emplean técnicas no paramétricas. La diferencia principal entre ambas es que las primeras utilizan básicamente técnicas econométricas, por lo que es necesario asumir una forma funcional para la función de producción, mientras que en las no paramétricas no es necesario asumir dicha forma. Dentro de estas últimas se encuentran aquellas que utilizan la Metodología del Análisis Envolvente de Datos (DEA), (Färe, 1991, Färe y Whittaker, 1995; Löthgren y Tambour, 1999; Färe y Grosskopf, 2000; Hoopes, 2000, entre otros).

En el marco de referencia del presente trabajo (IV y DEA), podemos describir la evolución del DEA en esta área en tres grupos. Primero aparecieron los modelos de dos etapas, estos modelos no resuelven el problema en forma simultánea, sino que encuentran la solución de la primera etapa y junto con algunas variables adicionales son utilizados como *inputs* de la segunda etapa, además asumen completa transferencia de los *outputs* de la primera etapa hacia la segunda. Por ejemplo, Charnes et al. (1986⁴, 1994: 432) aplican un modelo del DEA en dos etapas para evaluar las políticas y administración en el reclutamiento del ejército norteamericano. Por su parte, Zhu (2000) aplica un modelo en dos etapas para analizar el desempeño financiero de las 500 primeras compañías según la revista *Fortune*, a través de la generación de la frontera de mejor practica mediante las ocho variables de desempeño financiero que emplea la revista para hacer su clasificación.

Posteriormente surgieron los modelos que incorporan explícitamente el flujo de *inputs* intermedios, que toman los precios exógenamente y estiman la eficiencia de cada subsistema y la eficiencia agregada del sistema (Färe, 1991; Färe y Whittaker, 1995; Färe y

⁴ Citado por Golany et al.

Grosskopf 1996a, 1996b, 2000, entre otros), el planteamiento de estos modelos parte de arreglos que pueden estar colocados en una forma horizontal (Färe y Primont, 1984; Färe et al., 1992) o en serie (Färe y Whittaker, 1995; Färe y Zelenyuk, 2003; Golany et. al.). Este segundo grupo de artículos tratan de explicar lo que sucede al interior de las unidades de decisión, es decir, analizan que sucede dentro de la “caja negra”. El primer trabajo publicado bajo este nuevo enfoque fue elaborado por Färe (1991). En él relaciona la medición de la eficiencia y la teoría de redes, el resultado fue un modelo DEA mediante el cual se puede medir y analizar la eficiencia de una empresa con bienes intermedios y, más en concreto, se desarrolla un modelo de análisis de actividades para cada uno de los nodos de la red, por donde circula el flujo de *inputs* intermedios entre ellos.

Por su parte, Färe y Whittaker (1995) hacen un estudio empírico (sin *inputs* intermedios y otro como el propuesto por Färe, 1991) tomando una muestra de 137 granjas en USA, y estiman las eficiencias global, técnica y asignativa de dos modelos DEA, encontrando que la descomposición de la producción en un proceso de subproducciones reduce considerablemente el problema de dimensionalidad en los modelos DEA, y por lo tanto pueden ser manejadas e incluidas en el modelo un gran número de variables. Färe y Grosskopf (1996a, 1996b: 20-23) desarrollan un modelo para la medición de la productividad que incorpora productos intermedios y no requiere que los *inputs* sean asignados eficientemente entre los nodos de la red o de la disponibilidad de los precios, sus principales conclusiones son: i) el problema DEA con *inputs* intermedios es esencialmente una función de distancia, ii) no se necesita, en principio, información sobre los precios de los *inputs* y *outputs*, y iii) identificación de las asignaciones ineficientes e incluso identifica las ineficiencias debidas a la falta de *inputs*. Löthgren y Tambour (1999) plantean un modelo DEA basado en el propuesto por Färe y Grosskopf (1996b) que incluye la “satisfacción del consumidor” en la medición de la eficiencia y producción, y lo aplican a una muestra de farmacias ubicadas en el sur de Suecia. Los resultados indican un progreso de la productividad bajo ambos modelos, aunque con una tasa de cambio menor en el modelo de red. Färe y Grosskopf (2000) presentan un estudio teórico acerca de la flexibilidad en la metodología DEA para modelar situaciones donde se presentan *inputs* intermedios y analizan el caso estático y dinámico. Jaenicke (2000) desarrolla un modelo DEA dinámico en la producción de cosechas sujetas a un efecto de rotación, el modelo es

aplicado a una base de datos de una granja experimental para investigar el papel que tiene el “capital de la tierra” en el crecimiento de la productividad y en el efecto rotatorio.

Y finalmente, el tercer grupo de artículos incorporan la maximización de beneficios. Färe y Zelenyuk (2003) analizan las condiciones de la agregación de la eficiencia de Farrell (1957) y derivan la medición de la eficiencia para la industria, a partir de las mediciones de las eficiencias técnicas y global de las empresas. El modelo fue probado mediante una simulación de 20 empresas que utilizan dos *inputs* para producir dos *outputs*. La medición de la eficiencia técnica resultante para la industria, es una generalización *multioutput* de la eficiencia estructural de Farrell. Por su parte, Golany et al. desarrollan un marco teórico para medir la eficiencia de sistemas compuestos, en particular analizan el caso de dos subsistemas colocados en un arreglo en serie, y estiman simultáneamente, la eficiencia del sistema agregado y cada subsistema, y presuponen que existen incentivos para realizar una integración vertical y permiten a cada uno de los subsistemas adquirir los recursos del otro a cambio de la entrega de los apropiados *inputs* intermedios. También, generan una frontera Pareto-eficiente que caracteriza los conjuntos aceptables de eficiencia para cada subsistema, a partir de los cuales los gerentes negociarán para seleccionar el resultado final. Además, se discuten tres propuestas para la selección del punto de la frontera Pareto-eficiente: i) el que logra la reducción equiproporcional más grande en las eficiencias clásicas; ii) el que logra la reducción igual más grande en la eficiencia; y iii) el que maximiza la reducción radial en el consumo agregado de los recursos originalmente empleados antes de la integración. Para ilustrar su modelización, plantean un ejemplo numérico que explica cómo los dos subsistemas pueden mejorar significativamente sus eficiencias operacionales vía la integración, más allá de lo que predice el análisis convencional.

3. PLANTEAMIENTO DE MODELOS DEA PARA ANALIZAR CENTROS DE RESPONSABILIDAD

Los modelos que se proponen en el presente trabajo toman como punto de partida el modelo propuesto por Golany et al., en el cual cada sistema o DMU está compuesto de dos subsistemas, S_1 y S_2 , colocados en un arreglo en serie, véase la Figura 1. El primero de

los subsistemas utiliza los *inputs* capital (K_{1j}) y trabajo (L_{1j}) para producir una cantidad de *output* intermedio (I_j), que es adquirido por la segunda de las subunidades, y junto a los *inputs* capital (K_{2j}) y trabajo (L_{2j}) conforman su vector de *inputs* necesarios para producir una cantidad de *output* finales F_{2j} . En el cual una de las subunidades le propone a la otra una integración vertical hacia adelante o hacia atrás, IVHD o IVHA, con el argumento de que, bajo el nuevo plan de producción integrado, puede disminuir la cantidad de *inputs* que emplea e incrementar la cantidad *outputs* que puede producir, lo que le produciría un incremento en sus beneficios. Por otra parte, el que propone la integración fija el coeficiente de eficiencia del otro subsistema, y lo que se plantea en la función objetivo del modelo es optimizar la eficiencia del sistema que propone la integración, sujeto a cuatro restricciones de balance en capital, trabajo, *inputs* intermedios y *outputs* finales.

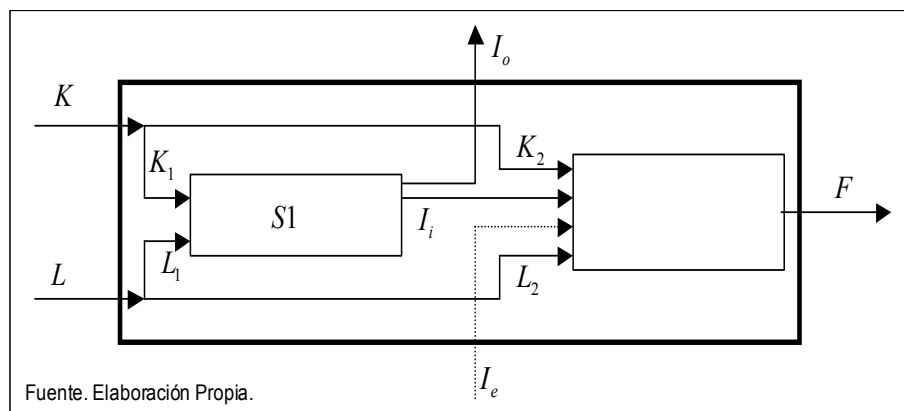


Figura 1. Representación del sistema propuesto.

3.1. MODELO 1. MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS EN UN SISTEMA INTEGRADO VERTICALMENTE HACIA ADELANTE, IVHD

El primer modelo que se plantea, MODELO 1, busca maximizar los beneficios del Sistema o DMU integrado verticalmente hacia adelante, IVHD, y mejorar los beneficios asociados a cada uno de los subsistemas que lo componen, por lo que en este caso la variable de transición serán los beneficios en vez de la eficiencia. Las características principales asociadas al modelo son:

- i) Los Sistemas están compuestos de dos subsistemas colocados en un arreglo en serie, donde el S_1 le propone a S_2 llevar a cabo una IVHD con el objetivo de mejorar los beneficios asociados a ambos subsistemas, y al mismo tiempo maximizar los beneficios totales del sistema o DMU.
- ii) El modelo estará sujeto a un conjunto de ocho restricciones, dos de ellas asociadas a los beneficios de cada subsistema, las cuatro ecuaciones de equilibrio de inventario propuestos por Golany et al., y dos restricciones de rendimientos variables (Färe y Zelenyuk, 2003).
- iii) Los precios para los *inputs* capital y trabajo, P_K y P_L , son fijados exógenamente, al igual que los precios del *output* final, P_F , y los precios para los *inputs* intermedio se asumen igual a su precio de mercado, P_I .
- iv) Se supondrá total flexibilidad en la transferencia de recursos de un sistema.

Por lo que el planteamiento del primer modelo propuesto es,

$$\begin{aligned} \theta_1, \omega_2, \lambda_{1j}, \lambda_{2j} \max \Pi_S(\bar{\theta}_2) = & \left(\sum_j \lambda_{2j} F_j \right) P_F + \left(\sum_j \lambda_{1j} I_j - \sum_j \lambda_{2j} I_j \right) P_I \\ & - \left(\sum_j \lambda_{1j} K_{1j} + \sum_j \lambda_{2j} K_{2j} \right) P_K - \left(\sum_j \lambda_{1j} L_{1j} + \sum_j \lambda_{2j} L_{2j} \right) P_L \end{aligned} \quad (3.1)$$

sujeto a

$$\left(\sum_j \lambda_{1j} I_j \right) P_I - (K_1 \theta_1) P_K - (L_1 \theta_1) P_L \geq \Pi_1^{TE} \quad (3.2)$$

$$(\omega_2 F_0) P_F - (\omega_2 \bar{\theta}_2 I_0) P_I - (\omega_2 \bar{\theta}_2 K_2) P_K - (\omega_2 \bar{\theta}_2 L_2) P_L \geq \Pi_2^{TE} \quad (3.3)$$

$$\sum_j \lambda_{1j} K_{1j} + \sum_j \lambda_{2j} K_{2j} \leq \theta_1 K_{10} + \omega_2 \bar{\theta}_2 K_{20} \quad (3.4)$$

$$\sum_j \lambda_{1j} L_{1j} + \sum_j \lambda_{2j} L_{2j} \leq \theta_1 L_{10} + \omega_2 \bar{\theta}_2 L_{20} \quad (3.5)$$

$$\sum_j \lambda_{1j} I_j + \omega_2 \bar{\theta}_2 I_0 \geq I_0 + \sum_j \lambda_{2j} I_j \quad (3.6)$$

$$\sum_j \lambda_{2j} F_j \geq \omega_2 F_0 \quad (3.7)$$

$$\sum_j \lambda_{1j} = 1 \quad (3.8)$$

$$\sum_j \lambda_{2j} = 1 \quad (3.9)$$

La ecuación (3.1), función objetivo, busca la maximización de los beneficios del sistema integrado, $\Pi_s(\bar{\theta}_2)$, (Färe y Zelenyuk, 2003), donde se ha fijado el coeficiente de eficiencia del subsistema a integrarse, en este caso el subsistema dos. Los beneficios son función de los ingresos por la venta del producto final, $\sum F_{2j}$, más los ingresos por la venta de los productos intermedios en el mercado, es decir, la diferencia entre lo que el plan de producción agregado le asigna a cada subsistema ($\sum \lambda_{1j} I_j - \sum \lambda_{2j} I_j$), debido a que existe un exceso entre lo que le asigna al segundo subsistema ($\sum \lambda_{2j} I_j$) y lo negociado ($\omega_2 \bar{\theta}_2 I_0$), menos los costes asociados a los *inputs* en capital y trabajo, $K_j = K_{1j} + K_{2j}$ y $L_j = L_{1j} + L_{2j}$, empleados en ambos subsistemas.

Las ecuaciones (3.2) y (3.3) representan las restricciones de los beneficios esperados para cada uno de los subsistemas. Estas restricciones garantizan que los beneficios bajo la integración para ambos subsistemas será mayor que los beneficios observados, sin integración. La primera de estas ecuaciones indica que el beneficio esperado para el primer subsistema, Π_1 , debe de ser mayor o igual a los beneficios esperados si únicamente se efectúa el ajuste por el análisis clásico de la eficiencia, Π_1^{TE} . Los beneficios bajo la propuesta son igual a la suma de los ingresos por *inputs* intermedios producidos por el primer subsistema $\sum \lambda_{1j} I_j$, parte de los cuales son enviados al segundo subsistema ($\sum \lambda_{2j} I_j$) y el resto se vende en el mercado ($\sum \lambda_{1j} I_j - \sum \lambda_{2j} I_j$), menos los costes asociados por los *inputs* utilizados bajo la propuesta de integración, $K_1 \theta_1$ y $L_1 \theta_1$, en donde θ_1 es una de las variables de control del modelo. La ecuación (3.3), al igual que la anterior, y nos indica que el beneficio esperado para el segundo subsistema bajo la propuesta debe de ser mayor o igual que el obtenido mediante el análisis de eficiencia clásico ($\Pi_2 \geq \Pi_2^{TE}$),

y esta dado por los ingresos generados por el producto final, $\omega_2 F_0$, menos los costes de los *inputs* empleados bajo la propuesta, $\omega_2 \bar{\theta}_2 I_0$, $\omega_2 \bar{\theta}_2 K_2$ y $\omega_2 \bar{\theta}_2 L_2$, en donde ω_2 es la otra variable de control del modelo.

Como se ha mencionado, el modelo propuesto toma como punto de partida la estructura del propuesto por Golany et al., por lo que se conservara la tecnología de producción empleada y por lo tanto las cuatro ecuaciones de equilibrio de inventario propuestas en su modelo, ecuaciones (3.4) a (3.7). La ecuación (3.4), asociada al capital, plantea que la oferta de capital para ambos subsistemas bajo la propuesta de integración, $\theta_1 K_{10} + \omega_2 \bar{\theta}_2 K_{20}$, debe de ser mayor o igual que la demanda de capital para ambos subsistemas compuestos en el plan general o plan de producción integrado, $\sum \lambda_{1j} K_{1j} + \sum \lambda_{2j} K_{2j}$. De igual forma, la restricción asociada al trabajo, ecuación (3.5), plantea que la oferta de trabajo para ambos subsistemas bajo la propuesta de integración, $\theta_1 L_{10} + \omega_2 \bar{\theta}_2 L_{20}$, debe de ser mayor o igual que la demanda de capital para ambos subsistemas compuestos en el plan producción integrado, $\sum \lambda_{1j} L_{1j} + \sum \lambda_{2j} L_{2j}$. Por otra parte, la ecuación (3.6) plantea que la oferta del producto intermedio, dado por el plan de producción integrado del primer subsistema y la del segundo subsistema, $\sum \lambda_{1j} I_j + \omega_2 \bar{\theta}_2 I_0$, debe de ser mayor o igual a la demanda del producto intermedio para el primer subsistema y el plan de producción integrado del segundo una vez integrado, $I_0 + \sum \lambda_{2j} I_j$. La ecuación (3.7), asociada al producto final, plantea que la oferta del producto final, $\sum \lambda_{2j} F_j$, resultante del plan de producción integrado del segundo subsistema debe de ser mayor o igual a su demanda por el segundo subsistema, $\omega_2 F_0$. Finalmente, las ecuaciones (3.8) y (3.9) representan las típicas condiciones de rendimientos variables de escala (Banker *et al.* 1984) para las variables de intensidad, λ_{1j} y λ_{2j} , respectivamente. La introducción de estas restricciones es para evitar que los valores del beneficio sean no acotados, es decir generar la envolvente.

3.2. MODELO 2. MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS EN UN SISTEMA IVHD, CON RESTRICCIÓN DE FLEXIBILIDAD TOTAL EN *INPUTS-OUTPUTS*

Una de las críticas que se pueden hacer al modelo de Golany et al. es que asume completa transferibilidad o flexibilidad de los activos entre los subsistemas, lo cual es un hecho poco realista ya que existen activos específicos inherentes a cada subsistema, y que por ende pueden no ser fácilmente transferibles. En el segundo modelo que se presenta en el trabajo, se trata de modelar esta situación mediante algunas restricciones adicionales respecto a la flexibilidad de los activos (*inputs*) específicos que pueden ser transferidos. El Modelo 2 que se propone es básicamente el mismo que el de la sección anterior, solo que ahora se limitarán los valores que pueden tomar las variables de control θ_1 y ω_2 . Por otra parte, sabemos que las limitaciones asociadas a cada sistema y/o subsistema suelen ser diferentes entre sí, sin embargo para simplificar las restricciones y dado que la ω_2 afecta a ambos *inputs* para el segundo subsistema, se propondrá que $\omega_2 \leq \bar{\omega}_2$ y $\theta_1 \leq \bar{\theta}_1$, es decir los valores máximos que pueden tomar las variables de control no deben de exceder el promedio de las mismas del resultado del Modelo 1, de tal forma que el Modelo 2 esta compuesto por las ecuaciones (3.1) a (3.9) más las ecuaciones,

$$0 \leq \theta_1 \leq \bar{\theta}_1 \quad (3.10)$$

$$0 \leq \omega_2 \leq \bar{\omega}_2 \quad (3.11)$$

3.3 MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS EN UN SISTEMA IVHD, CON RESTRICCIÓN DE FLEXIBILIDAD TOTAL EN *INPUTS-OUTPUTS* Y GENERACIÓN ENDÓGENA DE PRECIOS DE TRANSFERENCIA

En el tercer modelo se estima un rango de variación para los valores de P_i , de tal suerte que ambos subsistemas puedan hacer negociaciones respecto a la propuesta de integración, por lo que el modelo plantea la maximización de los beneficios a través de los precios de transferencia o precio de los *inputs* intermedios que son transferidos de un subsistema a otro. Tomando las soluciones del Modelo 2, y dejando únicamente el precio de los *inputs*

intermedios, P_j , como la variable de control se generan los límites de variación del precio para los *inputs* intermedios.

4. SIMULACIÓN DE LOS MODELOS

Los modelos presentados están basados en el modelo de Golany et al., por lo que para validar las aportaciones que se hacen al mismo, se tomarán los datos que ellos emplearon en su artículo y se agregarán exógenamente los precios para los *inputs* y *outputs* para efectuar las simulaciones.

TABLA 1. Datos empleados para el ejemplo numérico.

DMU	K_{1j}	K_{2j}	K	L_{1j}	L_{2j}	L	I_j	F_{2j}
1	32	81	113	67	83	150	46.928	64.941
2	96	28	124	40	81	121	47.431	46.492
3	79	51	130	89	79	168	79.964	67.388
4	41	80	121	35	26	61	32.978	31.124
5	99	8	107	33	74	107	45.921	35.018
6	72	29	101	15	36	51	24.861	29.146
7	21	88	109	64	23	87	32.250	34.069
8	60	39	99	71	49	120	64.659	45.176
9	7	36	93	80	16	96	21.531	21.062
10	10	40	50	33	11	44	12.519	10.189

4.1. DATOS

Los datos empleados para ilustrar el modelo consta de 10 sistemas o DMU's, y la tecnología de cada subsistema es modelada con una función de producción Cobb-Douglas, tal que el *output* observado para cada subsistema fue $I_j = K_{1j}^\alpha L_{1j}^{(1-\alpha)} - 10\mu_{1j}$ y $F_{2j} = K_{2j}^\beta L_{2j}^\gamma I_j^{(1-\alpha-\beta)} - 10\mu_{2j}$. Los *inputs* trabajo y capital fueron aleatoriamente generados en el rango de variación [1,100], y se fijaron los parámetros $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.25$ y $\gamma = 0.45$,

además $\mu_1, \mu_2 \sim \text{Uniforme } [0,1]$, los datos resultantes de los subsistemas, (K_{1j}, L_{1j}, I_j) y $(K_{2j}, L_{2j}, I_j, F_{2j})$, se muestran en la Tabla 1.

Por otra parte, en la Tabla 2 se presentan los resultados que se obtienen de la aproximación mediante el análisis DEA clásico.

TABLA 2. Análisis de eficiencia clásica para ambos subsistemas.

DMU	SUBSISTEMA 1		SUBSISTEMA2	
	THETA 1	λ_1	THETA 2	λ_2
1	1.000	1 (1.000)	1.000	1 (1.000)
2	0.943	5 (0.825), 8 (0.148)	1.000	2 (1.000)
3	0.976	5 (0.052), 8 (1.200)	1.000	3 (1.000)
4	0.958	5 (0.154), 8 (0.401)	0.905	3 (0.035), 6 (0.080), 7 (0.775)
5	1.000	5 (1.000)	1.000	5 (1.000)
6	1.000	6 (1.000)	1.000	6 (1.000)
7	0.942	1 (0.555), 9 (0.289)	1.000	7 (1.000)
8	1.000	8 (1.000)	1.000	8 (1.000)
9	1.000	1 (1.000)	0.918	1 (0.012), 7 (0.596)
10	0.748	1 (0.203), 9 (0.138)	0.735	1 (0.032), 7 (0.241)

4.2. SIMULACIÓN DEL MODELO PROPUESTO POR GOLANY et al.

La simulación del modelo, al igual que los modelos planteados, se efectuó mediante la programación de los mismos empleando el software GAMS (*General Algebraic Modeling System*). La simulación la realizaron bajo los siguientes supuestos: i) el sistema se podrá agregar solamente cuando ambos subsistemas en el análisis clásico son clasificados como eficientes, es decir $\theta_1 = \theta_2 = 1$, ii) cada una de las eficiencias de los subsistemas y del agregado no pueden exceder la eficiencia obtenida usando la aproximación clásica del DEA, y puede ser muy pequeña, es decir θ_1 y $\theta_2 \leq 1$. Los principales resultados se

muestran en al Tabla 3, como podemos ver en las Tabla 2 y 3 los únicos que cumplen estas condiciones son los DMU's 1, 5, 6 y 8.

Por otra parte el subsistema que propone la integración le plantea la idea al otro subsistema con el siguiente argumento, “*mediante el plan de producción integrado que te propongo, puedes disminuir el porcentaje de inputs que empleas actualmente y aumentar el porcentaje de outputs que produces*”. Así, en el ejemplo numérico de su artículo la proposición que hace el director del primer subsistema al del segundo es la de disminuir sus *inputs* en 11.75% e incrementar sus *outputs* en 6.3%, es decir, fija el coeficiente de la eficiencia para el segundo subsistema en un valor de $\bar{\theta}_2 = 0.83$, esto es:

$$\bar{\theta}_2 = \frac{\nabla inputs}{\Delta outputs} = \frac{(1-\nu)}{(1+\mu)} = \frac{(1-0.1175)}{(1+0.063)} \cong 0.83 \quad (0.12)$$

Tabla 3. Simulación del modelo propuesto por Golany et al.

DM U	θ_1	ω_2	BENEFICIOS			Benchmarks	
			BT	B1	B2	λ_1	λ_2
1	1.000	0	615.610	221.390	394.220	1 (1.000)	
2	0.850	1.278	435.306	222.491	212.815	8 (0.619)	2 (0.915)
3	0.976	0	636.105	378.995	257.110	5 (0.052), 8 (1.200)	
4	0.976	0	308.043	155.914	152.129	5 (0.154), 8 (0.401)	
5	0.651	1.063	323.430	214.755	108.675	8 (0.575)	6 (1.277)
6	1.000	0	273.710	114.855	158.855	6 (1.000)	
7	0.712	0.46	317.242	150.252	166.990	7 (0.843)	1 (0.241)
8	0.906	4.238	499.674	308.218	191.456		1 (0.062), 6 (6.430)
9	0.302	3.555	196.412	94.955	101.457	9 (0.630)	7 (2.199)
10*	-0.110	4.146	109.521	58.133	51.389	6 (0.380)	7 (1.124)

* Solución económicamente infactible.

En realidad lo que hay detrás de la proposición es que el subsistema que propone la integración se beneficia por la reducción de *inputs* intermedios que dejará de enviar al segundo subsistema y que venderá en el mercado, además de la absorción de los *inputs*, capital y trabajo, que no empleará el segundo de los subsistemas y que el plan de producción integrado le asigna, por lo que, en principio, sus beneficios se incrementaran

más que el subsistema que es integrado, y por otra parte el sistema que se integra también verá mejorados sus beneficios.

Como podemos apreciar en la Tabla 3 todas las soluciones son desde el punto de vista matemático correctas, pero algunas no son económicamente factibles para llevar a cabo la integración, como ya se había señalado los únicos sistemas que son candidatos potenciales para llevar a cabo la integración son el 1, 5, 6, 7 y 8, pero de la Tabla 3 podemos observar que $\omega_2 = 0$ para los Sistemas 1 y 6, por otra parte la solución óptima para el 8 no es factible de implementarse económicamente ya que $\omega_2 = 4.238$ implicaría que el subsistema incrementa sus *outputs* en un 323.8% y reduciendo sus *inputs* en un 252%, con una asignación en capital, trabajo e *inputs* intermedios igual a cero en el plan de producción integrado para el subsistema uno, $\sum \lambda_{18} K_{18} = \sum \lambda_{28} L_{28} = \sum \lambda_{18} I_8 = 0$, lo que podemos interpretar como una integración hacia atrás, es decir que el primer subsistema le transfiere al segundo y además el segundo subsistema debe de incrementar sus *inputs* para alcanzar la demanda de *outputs* finales y por lo tanto mejorar sus beneficios. De hecho, esta es una de las críticas que se le pueden hacer al modelo de Golany et al., ya que no analiza la máxima reducción de los *inputs* que pueden hacer que las soluciones de su modelo sean negociables y que tengan sentido desde el punto de vista económico. Así, el único de los potenciales sistemas a integrarse y que cumple las condiciones impuestas es el 5.

A continuación se analizará la solución del Sistema 5 con detalle y el mismo análisis es aplicable para las soluciones de los Modelos propuestos en el presente trabajo. En la Tabla 4 se encuentra resumida la solución del sistema a integrarse. La interpretación de la solución para la primera de las ecuaciones es la siguiente: la demanda, es decir, la suma del capital que el sistema integrado asigna a cada una de las subunidades, 34.479 y 37.041 respectivamente, debe de ser menor o igual a la oferta, es decir, la suma de las cantidades que negocian ambos subsistemas, 64.449 y 7.058 respectivamente. Así, la diferencia entre lo que le asigna el plan de producción integrado y lo que negocia el subsistema dos ($29.983 = 37.041 - 7.058$) es transferida o absorbida por el subsistema uno, para que sumada a la cantidad que le asigna el plan integrado (34.479) pueda satisfacer las necesidades de capital

que negocia (64.449). La interpretación para la segunda de las ecuaciones, trabajo, es similar.

La tercera de las ecuaciones nos indica que la oferta, sistema integrado para el *input* intermedio, que es igual a la asignación que hace el plan de producción para el primer subsistema más lo que negocia el segundo, $(\sum \lambda_{1j} I_j + \omega_2 \bar{\theta}_2 I_j)$, debe de ser mayor o igual que su demanda $(I_0 + \sum \lambda_{2j})$, y por otra parte, la diferencia de la asignación entre ambos subsistemas por el programa de producción $(5.402 = 37.156 - 31.754)$ es lo que el sistema uno vende en el mercado, obsérvese que esta diferencia es la misma entre las cantidades que negocian $(5.402 = 45.921 - 40.519)$. Finalmente la cuarta de las ecuaciones de balance nos indica que la oferta del producto final debe de ser mayor o igual a su demanda.

Tabla 4. Solución del modelo de Golany et al. para el DMU5.

DMU 5							
ECUACIÓN BALANCE	SISTEMA INTEGRADO				CANTIDADES NEGOCIADAS		
	C1	C2	SLACK	TOT	TOT	S1	S2
K	34.479	37.041	0.000	71.520	71.507	64.449	7.058
L	40.800	45.981	0.000	86.781	86.772	21.483	65.289
I	37.156	40.516	0.000	77.672	77.675	45.921	31.754
F		37.227		37.227	37.224		37.224
BENEFICIO	176.212	202.899		379.111	379.102	219.938	159.164

De la solución obtenida también podemos extraer lo siguiente: el coeficiente asociado a la transferibilidad, $\omega_2 = 1.063$, nos indica el cambio producido en los *outputs* del segundo subsistema debido a la integración (6.3%), es decir, de 35.018 a 37.224 unidades, y el cambio en los vectores de *inputs* es de (8, 74, 45.921) a (7.058, 65.289, 40.516) en capital, trabajo e *inputs* intermedios respectivamente, es decir disminuyen en 11.75%. Por otra parte, también podemos ver que la disminución de la capacidad actual en el vector de *inputs* empleados por el primer subsistema es de $\theta_1 = 0.651$, es decir, de (99,33) a (64.449, 21.483) en capital y trabajo respectivamente.

4.3. SIMULACIÓN DEL MODELO 1, MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS EN UN SISTEMA INTEGRADO VERTICALMENTE HACIA ADELANTE, IVHD

El primer modelo que se propone tiene como objetivo maximizar los beneficios del sistema integrado y mejorar los de cada una de las subunidades que lo componen, sujeto a las restricciones del beneficio asociados a cada subsistema, más las cuatro ecuaciones de balance y las restricciones de rendimientos variables a escala para cada una de las variables de intensidad, adicionalmente, y para poder realizar la simulación, fijamos exógenamente los precios para los *inputs* y para los *outputs*. Así mismo el hecho de mantener $\bar{\theta}_2 = 0.83$ en el modelo, al igual que en el de Golany et al., lo que nos asegura es mantener la eficiencia asignativa. Por otra parte, uno de los motivos por los cuales se plantea el modelo es hacer un análisis de las condiciones que deben de satisfacer los sistemas para ser potenciales candidatos a la integración, es decir, tomar en cuenta aquellos sistemas que no sean calificados como eficientes en el análisis clásico pero que están muy cerca de operar en la eficiencia bajo el criterio de que se es eficiente si su coeficiente asociado es igual a uno, sistemas 2, 3 y 4 de la Tabla 2.

La Tabla 5 muestra los principales resultados de la simulación del Modelo 1 propuesto. Como se puede apreciar en las soluciones del modelo, a diferencia de la incluida en la Tabla 3, todas las soluciones que se encuentran son matemáticamente factibles y, en principio, económicamente viables, aunque algunas de ellas en el corto plazo sean difíciles de implementar; por ejemplo, aquellas que implican un incremento considerable en su capacidad de producción, como las DMU's 6 y 10. Por otra parte, el hecho de que obtengamos $\theta_1 > 1$, es factible, por que estamos maximizando beneficios y no minimizando eficiencia, lo que implicaría que se debería aumentar la capacidad de producción del bien intermedio, lo cual puede ser inviable en algunos casos. De la misma forma, obtener ω_2 muy grandes, implica que las soluciones pueden ser inviables, ya que la transferibilidad sería muy alta; además, si está última es negativa implicaría que el subsistema que se integra empeora en sus resultados con la integración propuesta.

De los resultados también podemos leer para el sistema 3 que su primer subsistema tiene que aumentar en 50.9% su capacidad actual de *inputs* ($\theta_1 = 1.509$) y el segundo subsistema disminuye sus *outputs* finales en un 3.6% ($\omega_2 = 0.964$), sin embargo en la propuesta de integración los beneficios totales son mayores que los observados y los encontrados bajo el modelo de Golany et al.

Tabla 5. Resultados de la simulación del Modelo 1 propuesto, Theta 2 = 0.83, PF = 10, PI = 5, PK = 0.1 Y PL = 0.15.

DMU	θ_1	ω_2	BENEFICIOS			Benchmarks	
			BT	B1	B2	λ_1	λ_2
1	2.889	1.000	759.121	321.519	437.602	3 (1.000)	1 (1.000)
2	1.952	1.397	766.802	409.673	357.129	3 (1.000)	1 (1.000)
3	1.509	0.964	768.967	452.915	316.052	3 (1.000)	1 (1.000)
4	3.628	2.087	760.062	416.819	343.242	3 (1.000)	1 (1.000)
5	1.760	1.855	770.130	492.453	277.676	3 (1.000)	1 (1.000)
6	7.028	2.228	732.824	328.646	404.178	3 (1.000)	1 (1.000)
7	2.119	1.907	770.410	395.658	374.752	3 (1.000)	1 (1.000)
8	1.891	1.438	769.680	519.427	250.253	3 (1.000)	1 (1.000)
9	1.638	3.083	765.635	419.882	345.753	3 (1.000)	1 (1.000)
10*	3.449	6.374	764.181	475.795	288.386	3 (1.000)	1 (1.000)

Por otra parte, como se puede apreciar en las soluciones mostradas en la Tabla 5, todos los primeros subsistemas se comparan con el tercer subsistema que es el que tiene asociada la mejor combinación en beneficios totales (*BT*), coeficiente de eficiencia (θ_1) y de transferibilidad (ω_2), es decir, es el que haría mejor las cosas bajo las condiciones de integración en el primer subsistema. De la misma forma, el subsistema dos asociado al primer sistema es que tendría el mejor desempeño bajo las condiciones de integración y los demás tratarían de compararse con él.

4.4. SIMULACIÓN DEL MODELO 2, MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS EN UN SISTEMA IVHD, ACOTANDO LOS VAORES DE θ_1 Y ω_2

El segundo de los modelos que se proponen también busca maximizar los beneficios del sistema integrado y la mejora de los beneficios de los subsistemas sujeto a las nueve restricciones del Modelo 1 más dos restricciones adicionales que acotan el rango de variación del coeficiente de eficiencia del primer subsistema, θ_1 , y del coeficientes de transferibilidad, ω_2 . Con ello se pretende evitar los problemas de expansión en el plan de producción integrado que se encontraron en las soluciones del Modelo 1. El límite superior del rango de variación se tomo como el promedio de los mismos eliminando los valores extremos, *outliers*, (3.10) y (3.11), de la solución del Modelo 1.

Tabla 6. Resultados de la simulación del Modelo 2 propuesto, Theta 2 [0, 2.17], W2 [0, 1,77].

DMU	θ_1	ω_2	BENEFICIOS			Benchmarks	
			BT	B1	B2	λ_1	λ_2
1	2.175	1.000	687.241	249.639	437.602	1 (0.493), 3 (0.507)	1 (1.000)
2	1.952	1.397	766.802	409.673	357.129	3 (1.000)	1 (1.000)
3	1.509	0.964	768.967	452.915	316.052	3 (1.000)	1 (1.000)
4	2.175	1.773	584.798	293.117	291.680	3 (0.309), 5 (0.691)	1 (0.684), 7 (0.316)
5	1.798	1.773	750.819	485.333	265.486	3 (1.000)	1 (0.948), 10 (0.052)
6	2.175	1.773	483.334	161.700	321.634	5 (0.742), 6 (0.258)	1 (0.571), 7 (0.429)
7	2.065	1.773	741.071	392.686	348.385	3 (1.000)	1 (0.917), 10 (0.083)
8	1.891	1.438	769.680	519.427	250.253	3 (1.000)	1 (1.000)
9	1.402	1.773	591.095	392.268	198.828	3 (1.000)	1 (0.456), 6(0.117) 10 (0.427)
10*	2.175	1.773	340.695	260.469	80.226	1 (0.482), 4 (0.070) 8 (0.448))	6 (0.416), 10 (0.584)

La Tabla 6 muestra un resumen de los principales resultados encontrados en la simulación. Los resultados muestran una disminución en los beneficios del sistema y de los subsistemas respecto al Modelo 1, pero continúan siendo mayores que los observados y los encontrados mediante el análisis clásico. Sin embargo los resultados son más adecuados para su

implementación en el corto plazo, ya que los incrementos en los parámetros θ_1 y ω_2 no son tan grandes como los del modelo anterior.

4.5. SIMULACIÓN DEL MODELO 3, OPTIMIZACIÓN DEL PRECIO DE TRANSFERENCIA DE LOS INPUTS INTERMEDIOS, P_I

El tercero y último de los modelos que se presenta tiene como objetivo hacer más flexibles las soluciones de los modelos anteriores a través de la estimación de un intervalo de variación del precio de transferencia de los *inputs* intermedios asociados a cada sistema, tomando en cuenta las condiciones y soluciones del modelo anterior, es decir, la variable de control en este modelo serán los precios de transferencia del *input* intermedio, P_I . Por lo que, estaremos en el caso en que se conocen los *inputs* disponibles, las tecnologías a emplear por cada subsistema, el arreglo u organización de los subsistemas que componen cada sistema, la cantidad de *outputs* final a producir, y los precios de los *inputs* y *outputs*. En la Tabla 7 se muestra un resumen de los principales resultados.

Las columnas dos y tres de la Tabla 7 muestra los valores mínimos y máximos respectivamente para el precio transferencia de los *inputs* intermedios asociados a cada sistema, los cuales fueron encontrados minimizando y maximizando los valores de P_I , en el Modelo 3. Las siguientes columnas de la tabla muestran los beneficios de los subsistemas y del sistema asociados a los valores de P_I mínimo, $P_I = 5$ y P_I máxima. Cabe señalar que para cada sistema se genera un intervalo de valores para el precio de transferencia que contiene al precio igual a cinco que es el precio que fijamos exógenamente para los Modelos 1 y 2, también se puede apreciar que en algunos casos la asignación del P_I es más flexible para algunos sistemas.

Finalmente, en la Tabla 8 se muestran los resultados de los beneficios totales y de los dos subsistema asociados a cada uno de los sistemas, como se puede leer los beneficios que se obtienen bajo los modelos propuestos en el presente trabajo son mayores que los observados, que los obtenidos bajo el análisis de eficiencia clásico y los del modelo propuesto por Golany.

TABLA 7. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL MODELO 3

DMU	PI		BENEFICIOS CON PI MIN			BENEFICIOS CON PI =5.0			BENEFICIOS CON PI MAX		
	MIN	MAX	B1	B2	BT	B1	B2	BT	B1	B2	BT
1	4.49	6.11	221.236	457.467	678.704	250.180	437.600	687.780	311.454	394.368	705.822
2	2.87	7.62	222.177	474.257	696.435	409.670	357.130	766.800	640.299	213.056	853.356
3	4.24	5.92	379.198	364.662	743.860	452.920	316.050	768.970	542.151	257.209	799.360
4	2.81	7.88	155.826	397.967	553.793	293.820	291.170	584.990	473.664	151.907	625.571
5	2.36	7.32	214.976	443.898	658.874	485.060	265.020	750.080	722.919	108.700	831.619
6	3.71	9.45	114.680	368.831	483.511	162.500	321.070	483.570	323.902	158.822	482.724
7	2.09	8.82	150.082	486.497	636.580	392.620	347.780	740.400	711.153	167.084	878.237
8	3.07	6.72	306.774	399.146	705.920	519.430	250.250	769.680	708.941	117.560	826.502
9	1.37	8.07	94.5532	313.849	408.402	392.190	198.480	590.670	644.053	101.550	745.604
10	1.30	6.56	58.1472	148.394	206.541	260.770	80.090	340.860	345.771	51.485	397.257

TABLA 8. BENEFICIOS OBSERVADOS Y OBTENIDOS MEDIANTE AL ANÁLISIS CLÁSICO Y LOS MODELOS 1 Y 2 PROPUESTOS

DMU	OBSERVADO			ANÁLISIS CLASICO			MODELO DE GOLANY			MODELO 1			MODELO 2		
	BT	B1	B2	BT	B1	B2	BT	B1	B2	BT	B1	B2	BT	B1	B2
1	615.610	221.390	394.220	615.610	221.390	394.220	615.620	221.400	394.220	759.120	321.520	437.600	687.780	250.18	437.6
2	434.370	221.555	212.815	435.306	222.491	212.815	593.710	222.490	371.220	766.800	409.670	357.130	766.800	409.67	357.13
3	635.680	378.570	257.110	636.105	378.995	257.110	636.090	378.980	257.110	768.970	452.920	316.050	768.970	452.92	316.05
4	289.990	155.540	134.450	308.043	155.914	152.129	308.049	155.920	152.129	760.060	416.820	343.240	584.990	293.82	291.17
5	323.430	214.755	108.675	323.430	214.755	108.675	509.510	214.750	294.760	770.130	492.450	277.680	750.090	485.06	265.02
6	273.710	114.855	158.855	273.710	114.855	158.855	273.705	114.850	158.855	732.820	328.650	404.180	483.580	162.5	321.07
7	316.540	149.550	166.990	317.242	150.252	166.990	464.070	150.250	313.820	770.410	395.660	374.750	740.400	392.62	347.78
8	423.860	306.645	117.215	423.860	306.645	117.215	499.674	308.22	191.46	769.680	519.430	250.250	769.680	519.43	250.25
9	186.920	94.955	91.965	196.412	94.955	101.457	446.820	94.950	351.870	765.630	419.880	345.750	590.670	392.19	198.48
10	90.290	56.645	33.645	109.521	58.133	51.389	289.170	58.140	231.030	764.180	475.790	288.390	340.850	260.77	80.09

5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Uno de los principales retos a los que siempre se han enfrentado la mayoría de las empresas y sectores industriales es el de ser más competitivos y eficientes, y uno de los caminos para poder alcanzar dichos objetivos es a través de una buena administración de sus recursos específicos. Por otra parte, una de las formas que una empresa o sector industrial puede adquirir esta ventaja competitiva es empleando la estrategia empresarial de la integración de las empresas o subsistemas que forman parte de un sector industrial o sistema respectivamente. Perry (1989) señala que la integración vertical hacia delante, IVHD, permite a la empresa adquirir esa ventaja competitiva basada en el incremento por diferenciación y como consecuencia, salvaguarda el potencial resultante de los beneficios económicos.

Por otro lado, el marco teórico del presente trabajo está sustentado a partir de los trabajos desarrollados en la década pasada y que relacionan la metodología del DEA con la Teoría de Redes (Färe, 1991; Färe y Whittaker, 1995; Färe y Grosskopf, 1996a, 1996b, 2000, Färe y Zelenyuk, 2003; entre otros) y con el Control de Gestión (Mensah y Li, 1993), y sobre todo en el novedoso planteamiento que hacen Golany et al. basados en el trabajo de Hackman y Passy (2002), de un sistema integrado verticalmente hacia delante.

5.1 CONCLUSIONES

Como se ha puesto de manifiesto en el desarrollo del presente trabajo, el modelo de IVHD planteado por Golany et al. es novedoso en su planteamiento y formulación y proporcionará varias líneas de investigación a desarrollar en el futuro, sin embargo el modelo no toma en cuenta algunos puntos que se cuestionan y se abordan en el presente trabajo.

El primero de ellos, y que dio origen al planteamiento del primero de los objetivos y de los modelos propuestos, parte del hecho de que el modelo de Golany et al., está bien planteado en términos de eficiencia, pero no en términos de beneficios, por lo que no garantiza que los beneficios bajo la integración para ambos subsistemas sea mejor que los observados o alcanzados por los ajuste que sugiere el análisis clásico de la eficiencia. Por tal motivo el

primer modelo planteado toma esta observación e incorpora las restricciones en los beneficios asociados a cada uno de los subsistemas, más la generación de la envolvente mediante la adición de las restricciones de rendimientos variables a escala de ambas variables de intensidad y se busca maximizar los beneficios asociados al sistema.

Así, la principal conclusión que se deriva del Modelo 1 y de sus resultados (Tabla 5), es que todos los sistemas son potenciales candidatos a la integración, es decir, todas las soluciones para los subsistemas son matemáticamente correctas y en principio económicamente factibles, aunque algunas no sean negociables en el corto plazo ya que las soluciones implican incrementos en sus capacidades de producción en *inputs* y *outputs* muy grandes, por ejemplo los DMU's 6 y 10. Además, se garantiza que los beneficios esperados para los dos subsistemas son mayores o iguales que los observados y los que se obtendrían por hacer los ajustes sugeridos por el análisis clásico.

Otra de las críticas al modelo de Golany et al. es la suposición de completa transferencia de *input* y *outputs* entre los subsistemas, por lo que el segundo de los modelos que se plantean trata de suavizar esta suposición mediante la inclusión de restricciones en los parámetros de eficiencia del sistema que propone la integración, θ_1 , y la transferencia de recursos, ω_2 . En particular, se toman los promedios de sus valores resultantes del Modelo 1 (Tabla 5), eliminando los *outliers*, como límite superior de su intervalo de variación.

Así, la segunda de las conclusiones que se pueden derivar es que la limitación de los valores que pueden alcanzar las variables θ_1 y ω_2 produce una disminución en los beneficios (Tabla 6) respecto al Modelo 1, pero continúan siendo superiores respecto a los observados y al del análisis clásico (Tabla 8). Así conseguimos resultados más realistas que los del Modelo 1.

Por lo que respecta al tercero de los modelos propuestos, cuyo principal objetivo es encontrar un intervalo de variación en los precios internos de transferencia de los *inputs* intermedios (Tabla 7), podemos concluir que, bajo las condiciones impuestas, algunos de los Sistemas o DMU'S son más flexibles en los precios de transferencias (7 y 9) que otros (1 y 3).

En este sentido, la relevancia del presente estudio estriba precisamente en que a través de la formulación e interpretaciones de las soluciones a los modelos presentados, se trata de facilitar la tarea del director al tomar las decisiones dentro de la caja negra o DMU frente a propuestas de IVHD que le den una ventaja competitiva y que, indudablemente, se vería reflejada en sus beneficios.

Otro valor añadido del presente trabajo es la mayor comprensión que los directores de los subsistemas y sistema en general tendrán del proceso de producción que se lleva a cabo y del que forman parte. Además, tratar de contribuir en el vacío que existe en la literatura del DEA en este tema específico.

5. 2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las futuras líneas de investigación las podemos enmarcar en dos grupos, mejoras de los modelos propuestos y aplicaciones empíricas.

Dentro de las mejoras que podemos llevar a cabo a los modelos propuestos en el presente trabajo es posible:

1. Incorporar de forma explícita el precio de mercado para el producto intermedio, es decir, eliminar el supuesto de que el precio para el *input* intermedio es igual al precio de mercado.
2. Agregar la posibilidad de adquirir los *inputs* intermedios en el mercado por parte del subsistema a integrarse.
3. Analizar los intervalos de variación en los cuales es económicamente factible la integración, esto es la combinación de intervalos para θ_1 , $\bar{\theta}_2$ y ω_2 .
4. Realizar un estudio comparativo entre Sistemas de producción rígidos y flexibles.

Por lo que respecta a las aplicaciones empíricas, una vez tomado en cuenta los ajustes y sugerencias de mejoras al mismo, aplicar el modelo en los sectores eléctrico y de la banca, para estimar los precios de transferencia de los productos intermedios que se producen en ambos sectores.

La selección del sector eléctrico es debido a la estructura del mismo, ya que éste cuenta, dependiendo del país, con empresas productoras, empresas comercializadoras, empresas de distribución y consumidores de tarifa regulada o cualificados. De aquí el interés por aplicar el modelo que se pretende desarrollar, ya que claramente existen problemas de precios de transferencia y problemas de control de gestión.

En la revisión bibliográfica realizada se han identificado los trabajos donde se emplean los modelos DEA en el sector eléctrico, trabajos que podemos clasificar en tres grandes grupos. En el primero de ellos tenemos los que evalúan la eficiencia y el desempeño por planta (Athanasopoulos *et al.*, 1999; Park y Lesourd, 2000; entre otros) o por sector (Sueyoshi, 1999; Whiteman, 1999; entre otros). En el segundo, los que analizan los índices de eficiencia en la distribución de electricidad (Tser-Yieth, 2002, entre otros) y en el tercero, los que analizan la estructura y las tarifas de las compañías (Sueyoshi, 1999, entre otros).

Por otra parte, la idea de forma muy general que hace que sea factible un análisis, y por lo tanto una aplicación del modelo que se plantea en sector el bancario y en particular en alguna de las grandes entidades, es motivada por el siguiente planteamiento: Las grandes entidades bancarias tienen ubicadas a lo largo de una región sus sucursales, que por su propia ubicación pueden tener exceso o carencia de pasivos, por lo que es factible que exista un flujo de pasivos entre las sucursales, así a través del modelo se trataría de optimizar los precios de transferencia de los flujos de pasivos entre las sucursales.

En esta área, la mayoría de los estudios que emplean el DEA la unidad de valoración son normalmente las sucursales bancarias, y los estudios se centran en derivar un resumen de medidas eficiencia de cada DMU e identificar el papel de las unidades eficientes. Entre los principales trabajos revisados tenemos Soteriou y Zenios (1999a), Cook y Kress (1999) y Thanassoulis (1999), quienes analizan los costes de los productos bancarios a nivel de sucursales, Soteriou y Zenios (1999b) analizan modelos de eficiencia operacional, eficiencia de la calidad del servicio y eficiencia de los beneficios. Cook et al. (2000) analizan la distribución de los recursos para optimizar el índice agregado de la eficiencia, estudiando el área de las ventas y servicios.

En actividades bancarias los usos adicionales del DEA incluyen la medición de eficiencia en función de los recursos y precios de los *outputs*, la estimación del presupuesto de operación que suelen conducir a la eficiencia, valoración del riesgo financiero a nivel de sucursal bancaria y la medición del impacto por cambios en la iniciativa de productividad, Avkiran (1999), Cook and Hababou (2001), Donatos *et al.* (2002), entre otros.

Finalmente, los modelos planteados en el presente trabajo, así como las mejoras que se realicen, podrán proporcionar una mayor comprensión a los directores de los subsistemas y sistema en general del proceso de producción que se lleva a cabo y del que forman parte, además de poder hacer una evaluación del nivel de beneficios cuando los subsistemas, centros de responsabilidad, negocian entre ellos mismos o en el mercado. Por otra parte, uno de los valores añadidos del presente trabajo, es la integración de dos líneas de investigación, muy diferentes entre sí, los precios de transferencia y sistemas de control de gestión con la metodología del DEA, que se produce debido a los posibles flujos de *inputs* u *output* intermedios entre los diferentes subsistemas o centros de responsabilidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Athanassopoulos, A. D., N. Lambroukos, and L. Seiford. (1999). "Data envelopment scenario analysis for setting targets to electricity generating plants". *European Journal of Operational Research* 115 (3), 413-428.
- Avkiran, Necmi Kemal. (1999). "The Evidence on Efficiency Gains: The Role of Mergers and the Benefits to the Public". *Journal of Banking and Finance* 23 (7), 991-1013.
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. (1984). "Some Models for Estimating Teaching and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science* 30 (9), 1078-1092.
- Baumol, W. J., and T. Fabian. (1964). "Decomposition, Pricing for Decentralization and External Economies". *Management Science* 11 (1), 1-13.
- Burton, R. M., and B. Obel. (1980). "Efficiency of the Price, Budget, and Mixed Approaches Under Varying A Priori Information Levels for Decentralized Planning". *Management Science* 4, 401-417.
- Carleton, W. T., G. Kendall, and S. Tandon. (1974). "Application of Decomposition principle to the Capital Budgeting Problem in a Decentralized Firm". *The Journal of Finance* 29 (3), 815-827.
- Cook, W., D. Chain, J. Doyle, and R. Green. (1998). "Hierarchies and Groups in DEA". *Journal of Productivity Analysis* 10 (2), 177-198.
- Cook, W. D., and M. Hababou. (2001). "Sales performance measurement in bank branches". *Omega: International Journal Of Management Science* 29 (49), 299-307.
- Cook, W., M. Hababou, and H. Tuenter. (2000). "Multicomponent Efficiency Measurement and Share Inputs in Data Envelopment Analysis: An Application to Sales and Service Performance in Bank Branches". *Journal of Productivity Analysis* 14, 209-224.
- Cook, W. D., and M. Kress. (1999). "Characterizing an equitable allocation of shared costs: A DEA approach". *European Journal of Operational Research* 119 (3), 652-661.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes. (1978). "Measuring the Efficiency of the Decision Making Units". *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.
- Charnes, A., W. W. Cooper, B. Golany, R. Halek, G. Klopp, E. Schmitz, and D. Thomas. (1986). "Two Phase. Data Envelopment Analysis Approaches to Policy Evaluation and Management of Army Recruiting Activities: trade off Between Joint Services and Army Advertising". *Research Report CCS 532, Center for Cybernetic Studies, The University of Texas at Austin*, 5-23.
- Charnes, A., W. W. Cooper, A. R. Lewin, and L. M. Seiford. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*. Kluwer Academic Publishers.
- Donatos, G., D. Giokas., and A. Athanasius. (2002). "Alternative Models of Input-Output for the Evaluation of Relative Performance for a Greek Bank's Network of Branches". (In Greek. With English summary). *Spoudai* 52 (1-2), 136-59.
- Dopuch, N., and D. Drake. (1964). "Accounting Implications of a Mathematical Programming Approach to the Transfer Price Problem". *Journal Accounting Research*, 10-24.
- Färe, R. (1991). "Measuring Farrell Efficiency for Firm with Intermediate Inputs". *Academia Economic Papers* 19 (2), 329-340.
- Färe, R., and S. Grosskopf. (2000). "Network DES". *Socio-Economic Planning Science* 34 (1), 35-49.

- Färe, R., and S. Grosskopf. (1996a). "Productivity and Intermediate Products: A Frontier Approach". *Economics Letters* 50 (1), 65-70.
- Färe, R., and S. Grosskopf. (1996b). *Intertemporal Production Frontier: With Dynamic DEA*. Boston, Kluwer Academic Publishers, London.
- Färe, R., S. Grosskopf, and S. K. Li. (1992). "Linear Programming Models for Firm and Industry Performance". *The Scandinavian Journal of Economics* 94, 599-608.
- Färe, R., and D. Primont. (1984). "Efficiency Measurement for Multiplant Firm". *Operations Research Letters* 3 (5), 257-260.
- Färe, R., and G. Whittaker. (1995). "An Intermediate Input Model of Dairy Production Using Complex Survey Data". *Journal of Agricultural Economics* 46 (2), 201-213.
- Färe, R., and V. Zelenyuk. (2003). "On Aggregate Farrell Efficiencies". *European Journal of Operational Research* 146, 615-620.
- Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Production Efficiency". *Journal of Royal Statistical Society, Serie A, General* 120 (3), 253-281.
- Golany, B., S. Hackman, and U. Passy. (en prensa). "An Efficiency Measurement Framework for Multi-Stage Production System". *Seventh European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis*, Oviedo Spain 2001.
- Hackman, S. T., and U. Passy. (2002). "Maximizing a Linear Fractional Function on a Pareto Efficient Frontier". *Journal of Optimization Theory and Applications* 113, 83-103.
- Harris, M., C.H. Kriebel, and A. Raviv. (1982). "Asymmetric Information Incentives and Intrafirm Resource Allocation". *Management Science* 604-20.
- Harrigan, K. R. (1983). "Strategies for Vertical Integration". *D. C. Heath*, Lexington.
- Hayes, R. D., and J. A. Millar. (1993). "Measuring Production Efficiency in a Not-for-Profit Setting: An Extension". *The Accounting Review* 65 (7), 505-519.
- Hirshleifer, J. (1956). "On the Economics of Transfer Pricing". *Journal of Business* 4, 172-84.
- Hoopes, B., K. P. Triantis, and N. Partangel. (2000). "The relationship Between process and Manufacturing Plant Performance: a Goal Programming Approach". *International Journal on Operations and Quantitative Management* 6, 287-310.
- Ismail, G. E. (1982). "Transfer Pricing Under Demand Uncertainty". *Review of Business and Economic Research* Fall, 1-14.
- Jaenicke, E. C. (2000). "Testing for Intermediate Output in Dynamic DEA Models: Accounting for Soil Capital Rotational Crop Production and Productivity Measures". *Journal of Productivity Analysis* 14 (3), 247-266.
- Löthgren, M., and M. Tambour. (1999). "Productivity and Consumer Satisfaction in Swedish Pharmacies: A DEA Network Model". *European Journal of Operational Research* 113 (3), 449-458.
- Mensah, Y. M., and Shu-Hsing Li. (1993). "Measuring Production Efficiency in a Not-for-Profit Setting: An Extension". *The Accounting Review* 68 (1), 66-88.
- Morris J. R. (1975). "An Application of the Decomposition Principle to Financial Decision Models". *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 3, 37-49.
- Park, Soo-Uk, and J. Lesourd. (2000). "The efficiency of conventional fuel power plants in South Korea: A comparison of parametric and non-parametric approaches". *International Journal of Production Economics* 63 (1), 59-67.
- Perry, M. K. (1989). "Vertical Integration: Determinants and Effects". In *Handbook of Industrial Organization 1* (Schmalensee, R., and R. D. Richard Eds.), 133-255.

- Pollak, R., and T. Wales. (1992a). "Specification and Estimation of Nonseparable Two-stage Technologies: The Leontief CES and the Cobb-Douglas CES". *Journal of Political Economy* 95 (2), 311-333.
- Pollak, R., and T. Wales. (1992b). "Price-Augmenting Returns to Scale: An Application to Nonseparable Two-stage Technologies". *Review of economic and Statistics* 74 (2), 213-220.
- Thanassoulis, Emmanuel (1999). "Data envelopment analysis and its use in banking". *Interfaces* 29 (3), 1-13.
- Tser-yieth Chen. (2002). "An assessment of technical efficiency and cross-efficiency in Taiwan's electricity distribution sector". *European Journal of Operational Research* 137 (2), 421-433.
- Soteriou, A. C., and S. A. Zenios. (1999a). "Using data envelopment analysis for costing bank products". *European Journal of Operational Research* 114 (2), 234-248.
- Soteriou, A. C., and A. Zenios. (1999b). "Operations, quality, and profitability in the provision of banking services". *Management Science* 45 (9), 1221-1238.
- Sueyoshi, Toshiyuki (1999). "Tariff structure of Japanese electric power companies: An empirical analysis using DEA". *European Journal of Operational Research* 118 (2), 350-374.
- Watson, D. J., and J. V. Baumer. (1975). "Transfer Pricing: A Behavioral Context". *The Accounting Review* 7, 466-474.
- Whiteman, John (1999). "The potential benefits of Hilmer and related reforms: Electricity supply". *Australian Economic Review* 32 (1), 17-30.
- Zhu, J. (2000). "Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 Companies". *European Journal of Operational Research* 123 (1), 105-124.

Edicions / Issues:

- 95/1 *Productividad del trabajo, eficiencia e hipótesis de convergencia en la industria textil-confección europea*
Jordi López Sintas
- 95/2 *El tamaño de la empresa y la remuneración de los máximos directivos*
Pedro Ortín Ángel
- 95/3 *Multiple-Sourcing and Specific Investments*
Miguel A. García-Cestona
- 96/1 *La estructura interna de puestos y salarios en la jerarquía empresarial*
Pedro Ortín Ángel
- 96/2 *Efficient Privatization Under Incomplete Contracts*
Miguel A. García-Cestona
Vicente Salas-Fumás
- 96/3 *Institutional Imprinting, Global Cultural Models, and Patterns of Organizational Learning: Evidence from Firms in the Middle-Range Countries*
Mauro F. Guillén (The Wharton School, University of Pennsylvania)
- 96/4 *The relationship between firm size and innovation activity: a double decision approach*
Ester Martínez-Ros (Universitat Autònoma de Barcelona)
José M. Labeaga (UNED & Universitat Pompeu Fabra)
- 96/5 *An Approach to Asset-Liability Risk Control Through Asset-Liability Securities*
Joan Montllor i Serrats
María-Antonia Tarrazón Rodón
- 97/1 *Protección de los administradores ante el mercado de capitales: evidencia empírica en España*
Rafael Crespi i Cladera
- 97/2 *Determinants of Ownership Structure: A Panel Data Approach to the Spanish Case*
Rafael Crespi i Cladera
- 97/3 *The Spanish Law of Suspension of Payments: An Economic Analysis From Empirical Evidence*
Esteban van Hemmen Almazor
- 98/1 *Board Turnover and Firm Performance in Spanish Companies*
Carles Gispert i Pellicer
- 98/2 *Libre competencia frente a regulación en la distribución de medicamentos: teoría y evidencia empírica para el caso español*
Eva Jansson
- 98/3 *Firm's Current Performance and Innovative Behavior Are the Main Determinants of Salaries in Small-Medium Enterprises*
Jordi López Sintas y Ester Martínez Ros

- 98/4 *On The Determinants of Export Internalization: An Empirical Comparison Between Catalan and Spanish (Non-Catalan) Exporting Firms*
Alex Rialp i Criado
- 98/5 *Modelo de previsión y análisis del equilibrio financiero en la empresa*
Antonio Amorós Mestres
- 99/1 *Avaluació dinàmica de la productivitat dels hospitals i la seva descomposició en canvi tecnològic i canvi en eficiència tècnica*
Magda Solà
- 99/2 *Block Transfers: Implications for the Governance of Spanish Corporations*
Rafael Crespi, and Carles Gispert
- 99/3 *The Asymmetry of IBEX-35 Returns With TAR Models*
M.^a Dolores Márquez, César Villazón
- 99/4 *Sources and Implications of Asymmetric Competition: An Empirical Study*
Pilar López Belbeze
- 99/5 *El aprendizaje en los acuerdos de colaboración interempresarial*
Josep Rialp i Criado
- 00/1 *The Cost of Ownership in the Governance of Interfirm Collaborations*
Josep Rialp i Criado, i Vicente Salas Fumás
- 00/2 *Reasignación de recursos y resolución de contratos en el sistema concursal español*
Stefan van Hemmen Alamazor
- 00/3 *A Dynamic Analysis of Intrafirm Diffusion: The ATMs*
Lucio Fuentelsaz, Jaime Gómez, Yolanda Polo
- 00/4 *La Elección de los Socios: Razones para Cooperar con Centros de Investigación y con Proveedores y Clientes*
Cristina Bayona, Teresa García, Emilio Huerta
- 00/5 *Inefficient Banks or Inefficient Assets?*
Emili Tortosa-Ausina
- 01/1 *Collaboration Strategies and Technological Innovation: A Contractual Perspective of the Relationship Between Firms and Technological Centers*
Alex Rialp, Josep Rialp, Lluís Santamaria
- 01/2 *Modelo para la Identificación de Grupos Estratégicos Basado en el Análisis Envolvente de Datos: Aplicación al Sector Bancario Español*
Diego Prior, Jordi Surroca
- 01/3 *Seniority-Based Pay: Is It Used As a Motivation Device?*
Alberto Bayo-Moriones

- 01/4 *Calidad de Servicio en la Enseñanza Universitaria: Desarrollo y Validación de una Escala de Medida.*
Joan-Lluís Capelleras, José M.^a Veciana.
- 01/5 *Enfoque estructural vs. recursos y capacidades: un estudio empírico de los factores clave de éxito de las agencias de viajes en España.*
Fabiola López-Marín, José M.^a Veciana.
- 01/6 *Opción de Responsabilidad Limitada y Opción de Abandonar: Una Integración para el Análisis del Coste de Capital.*
Neus Orgaz.
- 01/7 *Un Modelo de Predicción de la Insolvencia Empresarial Aplicado al Sector Textil y Confección de Barcelona (1994-1997).*
Antonio Somoza López
- 01/8 *La Gestión del Conocimiento en Pequeñas Empresas de Tecnología de la Información: Una Investigación Exploratoria.*
Laura E. Zapata Cantú.
- 01/9 *Marco Institucional Formal de Creación de Empresas en Catalunya: Oferta y Demanda de Servicios de Apoyo*
David Urbano y José María Veciana.
- 02/1 *Access as a Motivational Device: Implications for Human Resource Management.*
Pablo Arocena, Mikel Villanueva.
- 02/2 *Efficiency and Quality in Local Government. The Case of Spanish Local Authorities*
M.T. Balaguer, D. Prior, J.M. Vela
- 02/3 *Single Period Markowitz Portfolio Selection, Performance Gauging and Duality: A variation on Luenberger's Shortage Function*
Walter Briec, Kristiaan Kerstens, Jean Baptiste Lesourd.
- 02/4 *Innovación tecnológica y resultado exportador: un análisis empírico aplicado al sector textil-confección español*
Rossano Eusebio, Alex Rialp Criado
- 02/5 *Caracterización de las empresas que colaboran con centros tecnológicos*
Lluís Santamaria, Miguel Ángel García Cestona, Josep Rialp
- 02/6 *Restricción de crédito bancario en economías emergentes: el caso de la PYME en México*
Esteban van Hemmen Almazor
- 02/7 *La revelación de información obligatoria y voluntaria (activos intangibles) en las entidades de crédito. Factores determinantes.*
Gonzalo Rodríguez Pérez
- 02/8 *Measuring Sustained Superior Performance at the Firm Level*
Emili Grifell - Tatjé, Pilar Marquès - Gou
- 02/9 *Governance Mechanisms in Spanish Financial Intermediaries*
Rafel Crespi, Miguel A. García-Cestona, Vicente Salas

- 02/10 *Endeudamiento y ciclos políticos presupuestarios: el caso de los ayuntamientos catalanes*
Pedro Escudero Fernández, Diego Prior Jiménez
- 02/11 *The phenomenon of international new ventures, global start-ups, and born-globals: what do we know after a decade (1993-2002) of exhaustive scientific inquiry?*
Àlex Rialp-Criado, Josep Rialp-Criado, Gary A. Knight
- 03/1 *A methodology to measure shareholder value orientation and shareholder value creation aimed at providing a research basis to investigate the link between both magnitudes*
Stephan Hecking
- 03/2 *Assessing the structural change of strategic mobility. Determinants under hypercompetitive environments*
José Ángel Zúñiga Vicente, José David Vicente Lorente
- 03/3 *Internal promotion versus external recruitment: evidence in industrial plants*
Alberto Bayo-Moriones, Pedro Ortín-Ángel
- 03/4 *El empresario digital como determinante del éxito de las empresas puramente digitales: un estudio empírico*
Christian Serarols, José M.^a Veciana
- 03/5 *La solvencia financiera del asegurador de vida y su relación con el coste de capital*
Jordi Celma Sanz
- 03/6 *Proceso del desarrollo exportador de las empresas industriales españolas que participan en un consorcio de exportación: un estudio de caso*
Piedad Cristina Martínez Carazo
- 03/7 *Utilidad de una Medida de la Eficiencia en la Generación de Ventas para la Predicción del Resultado*
María Cristina Abad Navarro
- 03/8 *Evaluación de fondos de inversión garantizados por medio de portfolio insurance*
Sílvia Bou Ysàs
- 03/9 *Aplicación del DEA en el Análisis de Beneficios en un Sistema Integrado Verticalmente Hacia Adelante*
Héctor Ruiz Soria