

1771	La 1ª Revolución Industrial
1829	Lanzadera volante (textil)
1733	Motor de vapor
1769	1ª Fabrica hilandería
1771	Latas de Conservas
1875	2ª Revolución Industrial
1829	Era de vapor y ferrocarriles
1875	Locomotora
1829	Barcos de vapor
1821	Caucho Vulcanizado (1843)
1839	Telégrafo
1838	Anestesia
1846	Hormigón
1849	Convertidor de Bessemer
1855	Acero
1875	Colorante sintético
1856	Carretera asfaltada
1860	Plásticos
1860	Pasteurización
1860	Prensa rotativa
1865	Dinamita
1866	Aluminio
1867	Era de acero, electricidad e ingeniería pesada
1875	Motor de combustión interna (1885)
1860	Teléfono
1876	Vacunas
1881	Central eléctrica
1882	Bombilla (Edison)
1882	Rayón
1895	Rayos X
1897	Radio
1901	Avión
1903	Era de producción en mas, petróleo y automóvil
1908	1ª Fabrica de Ford
1908	División del trabajo (Taylorismo)
1911	Gasolina craqueada
1913	Antibióticos
1928	Televisión
1935	Microondas
1947	Transistor
1948	Ordenador
1949	Tetra brick (1963)
1951	ADN (1972)
1953	Fibra óptica (1970)
1955	Microchip (1968)
1958	Internet
1958	Bases nano tecnología
1959	Era de informática y telecomunicaciones
1971	Micro-procesador
2009	Robot industrial
1971	Ordenador PC
1973	Space Shuttle
1976	Windows
1981	1º Trasplante células madre
1985	Nanotubos de carbono
1988	GPS
1991	Grafeno
1993	
2004	

Araya Ortega Dominguez, Mikel Buesa
Blanco, Joost Heijs, Thomas Baumert,
Maria Álvarez Gonzalez,

Eficiencia en los sistemas regionales de innovación españoles

Documento de trabajo N° 96. 2015

EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN ESPAÑOLES

**ARAYA ORTEGA DOMINGUEZ, MIGUEL BUESA BLANCO,
JOOST HEIJSTHOMAS BAUMERT, MARIA ÁLVAREZ GONZALEZ,
MIKEL BUESA BLANCO**

Instituto de Análisis Industrial y Financiero
Universidad Complutense Madrid

RESUMEN

Este documento de trabajo intenta solucionar la carencia de la literatura en tratar de los Sistemas Regionales de Innovación españoles debido a las dificultades de medición. El uso de la técnica de análisis factorial permite simplificar la heterogeneidad existente entre los distintos sistemas, convertir las variables en unos factores capaces de establecer un índice de eficiencia relativa de las 17 regiones que configuran el sistema de I+D español. Este índice permite cuantificar en un solo valor el nivel innovador de los SRI (Sistemas Regionales de Innovación) con la finalidad de comparar las capacidades tecnológicas de las diferentes Comunidades Autónomas. Además, gracias al índice de Malmquist permite también realizar un análisis sobre dicha capacidad en el tiempo a la vez que mide si existe progreso o retroceso en la frontera tecnológica.

PALABRAS CLAVE

Sistemas regionales, Comunidades Autónomas, innovación, I+D, España, eficiencia

SUMMARY

This paper aims to solve the lack of literature in dealing with Spanish Regional Innovation Systems because of measurement difficulties. The factorial analysis technique allow to simplify the heterogeneity between different systems, translate the variables in some factors able to establish an index of relative efficiency of the 17 regions of the Spanish system of R&D. This index quantifies with a single value the innovative level of CRS (Regional Innovation Systems) in order to compare the technological level of the different regions. Furthermore, the Malmquist index also allows an analysis of this capacity over the time while measures whether there is progress or regress in the technological field.

KEY WORDS

CRS, Regional Innovation Systems, regions, innovation, R&D, Spain, efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se plantea la medición del nivel de eficiencia que se alcanza en las regiones existentes dentro de las fronteras españolas. Para ello nos sumergiremos en el campo de la innovación, y más concretamente en el ámbito de los Sistemas Regionales de Innovación.

En los últimos tiempos, la Economía de la Innovación viene experimentando un rápido desarrollo gracias a la aceptación de la innovación como el camino adecuado para lograr el progreso tecnológico necesario para un crecimiento económico sostenible. En este sentido, han aparecido diversas teorías relevantes como la neoclásica y la evolucionista. Esta segunda ha jugado un papel principal por aparecer como línea alternativa de análisis capaz de superar las contradicciones del modelo neoclásico entre teoría y evidencia empírica: en este contexto nace el enfoque de los Sistemas de Innovación, entre los que se encuentran los SRI.

La primera vez que el término Sistema de Innovación queda reflejado en la literatura fue en 1987 en la obra de Freeman, *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan* y hacía referencia al ámbito nacional.

Más tarde se fue desarrollando una importante proyección hacia los espacios regionales, sobre todo al constatarse en los estudios empíricos la gran heterogeneidad existente entre éstos dentro de un mismo país, en lo que atañe a la asignación de recursos a la innovación, a la organización de las actividades innovadoras y a sus resultados.

Es precisamente esa heterogeneidad, la que justifica la necesidad de considerar el problema de la eficiencia en el empleo de medios materiales, humanos e institucionales para la obtención de innovaciones, pues bien pudiera ocurrir —tal como se mostrará en los resultados empíricos que se exponen en este artículo— que una parte seguramente relevante de ellos se utilizaran con un rendimiento relativamente bajo con respecto al nivel que establece la frontera de eficiencia. Dicho de otra manera: podemos encontrarnos con la existencia de despilfarros en la utilización de los escasos recursos que las Comunidades Autónomas destinan a la innovación.

No se trata aquí de ofrecer una visión descriptiva de cómo son los SRI, sino de buscar un grupo de indicadores lo más amplio posible que recoja información acerca del esfuerzo innovador que realizan las instituciones y empresas, así como otras variables económicas, sociales, institucionales y organizativas que puedan estar influyendo en la eficiencia de las correspondientes regiones.

En este contexto se configura el objetivo principal que se persigue con este estudio: medir el grado de eficiencia estático y dinámico que presentan las regiones españolas en la asignación de dichos recursos a la innovación.

Así, se intentarán exponer resultados lo más cercanos posibles a la realidad con el fin de:

- Fomentar el estudio de las regiones españolas en cuanto al sistema de innovación.

- Ampliar los conocimientos sobre el por qué de las diferencias en el índice de eficiencia entre regiones y sobre cómo poder incrementar el grado de eficiencia de aquellas ineficientes.

La importante carencia de esta clase de estudios regionales, debida principalmente a las dificultades asociadas a la medición de la innovación, así como las limitaciones propias de las fuentes estadísticas, ha llevado a elaborar esta tesis, aunque no sin la ayuda de diversos estudios previos realizados en el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF), referentes al caso europeo, como pueden ser, el de Mónica Martínez Pellitero¹ en el capítulo sexto de su tesis doctoral o el de María Álvarez González².

Esta tesis, a diferencia de los trabajos anteriormente citados, se ha orientado hacia las diferentes regiones españolas y para dos períodos de años que van desde el año 2000 hasta 2003 y de 2004 hasta 2008. Las razones por las que se ha centrado la investigación en dos grupos de años pueden resumirse en la posibilidad de reducir la asimetría³ existente entre los distintos años.

En las siguientes secciones se expondrán en detalle los aspectos metodológicos empleados para el cálculo del índice de eficiencia de las 17 Comunidades Autónomas⁴ y los dos grupos de años; los resultados con sus respectivas interpretaciones y finalmente las principales conclusiones que de ellos se desprenden.

2. CONCEPTO Y MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

Son muchos los autores que han definido y medido la eficiencia a lo largo de la historia. Entre ellos se encuentran Koopmans (1951) y Debreu (1951), pero es Farrell (1957) quien, recurriendo a los trabajos de los dos anteriores, sienta las bases para las mediciones.

Actualmente, el concepto teórico de eficiencia⁵ radica en el enfoque microeconómico de la optimalidad paretiana⁶ propuesto por los autores Debreu y Farrel. En este sentido, una asignación será eficiente cuando no sea posible mejorar la situación de un individuo o —en nuestro caso— unidad económica sin que se produzca un empeoramiento de la situación de otro.

Si acercamos dicho término al contexto que nos concierne, éste hará referencia a la cantidad máxima de *output* que puede ser conseguida a partir de unos factores productivos o *inputs* (modelo *output* orientado), o bien de manera inversa, la cantidad mínima de *inputs* necesarios para obtener un determinado nivel de producción o *outputs* (modelo *input* orientado).

¹ Martínez Pellitero, M. 2008, *Tipología y eficiencia de los Sistemas Regionales de Innovación*.

² Álvarez González, M. 2013, *Eficiencia en los Sistemas Regionales de Innovación europeo*.

³ La inclusión del año 2004 en el segundo grupo de años se debe a que los resultados eran más similares a los proporcionados por ese periodo.

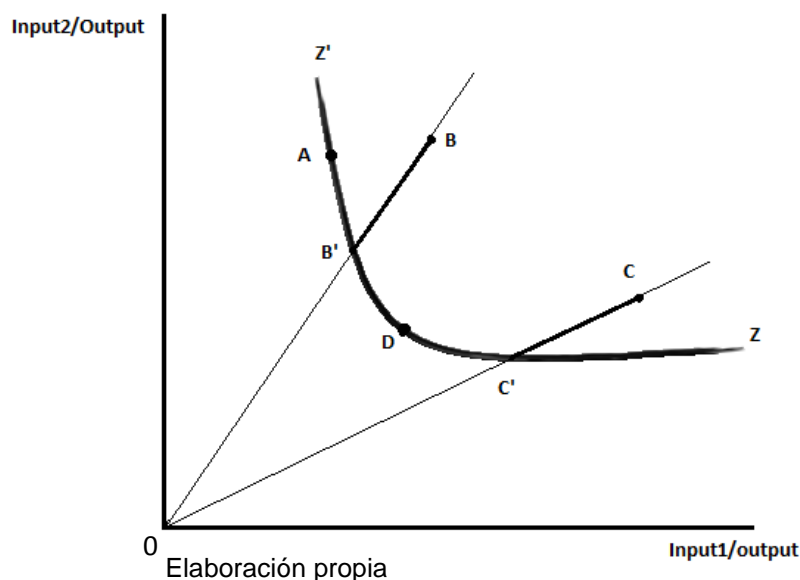
⁴ No se han incluido en el análisis las Comunidades Autónomas de Ceuta y Melilla.

⁵ Se sigue en este epígrafe básicamente a Martínez Cabrera (2003).

⁶ El concepto de eficiencia paretiana es uno de los soportes de la economía neoclásica ligado a temas tan conocidos como la Economía del Bienestar (Arrow, 1951) y el estudio de mercados de competencia imperfecta (Haberger, 1954), entre otros. Para estos aspectos remitimos al lector a Barrow y Wagstaff (1989), Albi (1992) y Martínez Cabrera (2003).

La evidencia empírica ha demostrado a lo largo de la historia que las unidades económicas no se comportan siempre de forma eficiente⁷. Es por ello por lo que Farrell⁸ introdujo distintos patrones de medición con los que contrastar el grado de eficiencia haciendo uso de la curva isocuanta e isocoste:

Gráfico 2.1. Eficiencia técnica



- a) La eficiencia técnica (global), que mediría la relación óptima entre *inputs* y *outputs*. Una relación dependiente del tipo de orientación —*input* u *output*— elegido.
- b) Y la eficiencia asignativa o precio, que representaría la capacidad de la unidad para optimizar el uso de *inputs* dados sus precios relativos.

Si se reproduce el concepto de eficiencia técnica a partir del gráfico 2.1., la isocuanta —constituida por la curva $Z'Z$ — actuaría como la representación de la frontera eficiente y, por consiguiente, del valor óptimo. De esta manera las unidades económicas por encima o debajo de la misma resultarán técnicamente ineficientes. Es el caso de las unidades B y C, ya que ambas hacen un uso excesivo de *inputs* para producir su nivel de *output*.

El grado de ineficiencia estaría definido por la distancia entre dichas unidades y la frontera eficiente y tomará valores entre cero (unidad totalmente ineficiente) y cien (unidad óptima): $ET_B = OB'/OB$ y $ET_C = OC'/OC$. Por el contrario, las unidades situadas sobre la función de producción, A y D en este caso, serán eficientes y constituirán las regiones de referencia.

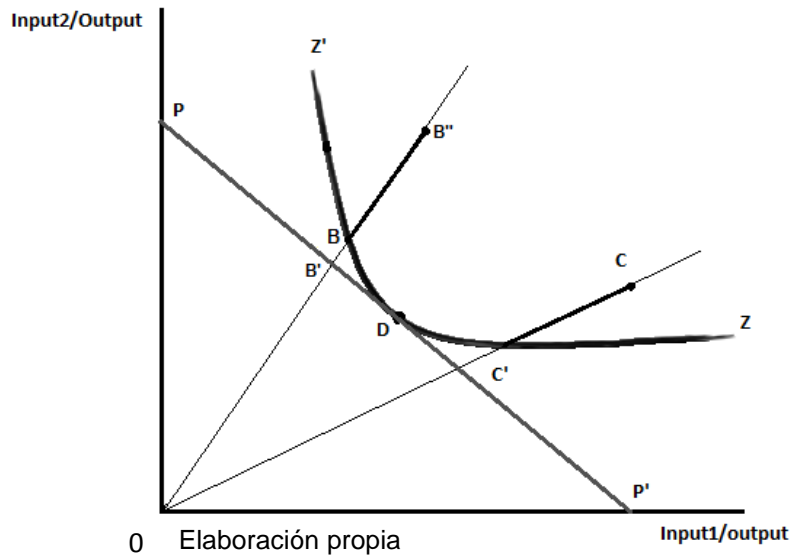
Cabe mencionar que este tipo de eficiencia se puede calcular bajo rendimientos constantes a escala —modelo CCR propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978— o bien, bajo rendimientos variables a escala —modelo BCC que plantearon Banker, Charnes y Cooper en 1984— y que las causas de la ineficiencia técnica global pueden

⁷ En este contexto autores como Leibeinstein (1966) señalaron la existencia de “ineficiencia x”, un tipo especial de ineficiencia técnica derivada de la obtención de un *output* inferior al máximo posible en las organizaciones.

⁸ Farrell (1957).

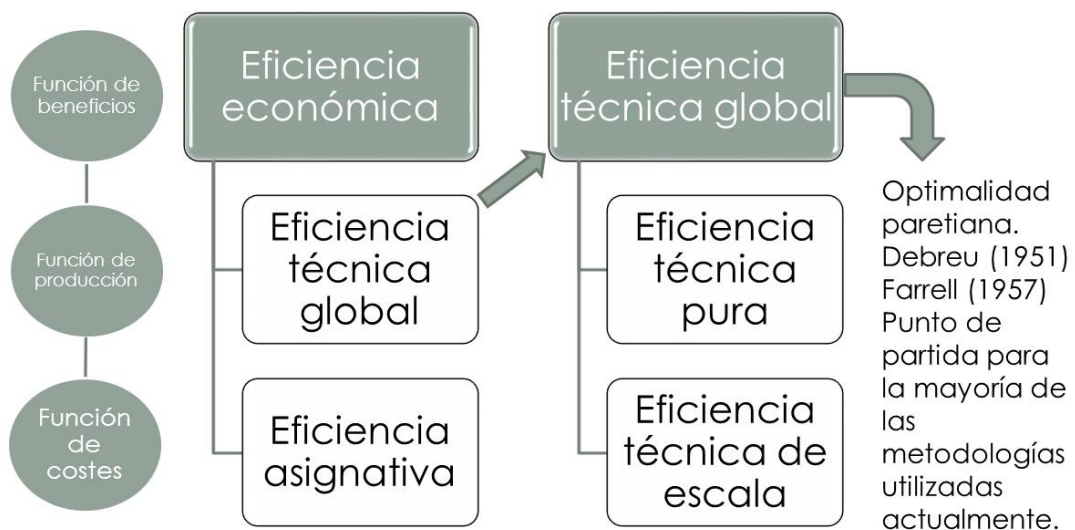
ser debidas a dificultades rigurosamente técnicas, lo que denominamos como eficiencia técnica pura, o bien a un problema de dimensión, la llamada eficiencia de escala. La primera se calcularía utilizando el modelo BCC, mientras que la segunda sería el cociente entre la eficiencia técnica global y la eficiencia técnica pura.

Gráfico 2.2. Eficiencia precio (o asignativa)



Siguiendo el procedimiento antes descrito y en base al gráfico 2.2., la línea PP' representaría la recta isocoste, esto es la relación entre los precios de los *inputs* 1 y 2, y las unidades B y D serían eficientes técnicamente al operar sobre la isocuenta eficiente. Sin embargo, en esta ocasión puede puntualizarse que únicamente la unidad D es también eficiente en precios. Para ser eficiente en precio la unidad B, debería reducir sus costes en la longitud de la línea B'B: $EP_B = 0B'/0B$.

Cuadro 2.1. Esquema conceptos de eficiencia



Fuente: tesis *Eficiencia en los Sistemas Regionales de Innovación Europeos* por María Álvarez Blanco

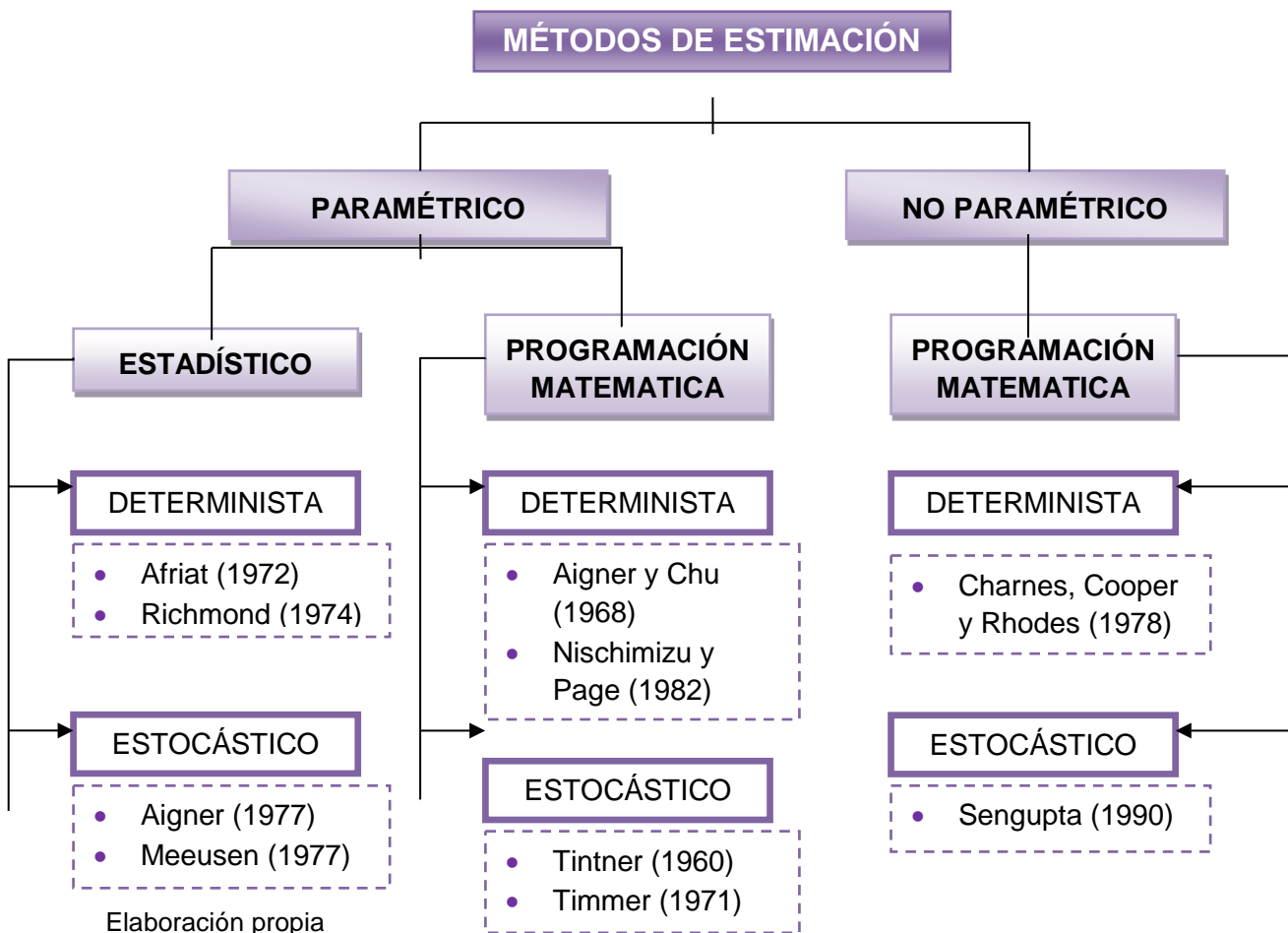
Una vez analizados los distintos conceptos de eficiencia, en la presente tesis se medirá el grado de eficiencia de las regiones españolas desde el punto de vista de la eficiencia técnica global. Así una Comunidad Autónoma será eficiente, en su forma global, cuando sea perfectamente eficiente, es decir, cuando presente eficiencia técnica y precio.

2.1. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA FRONTERA DE PRODUCCIÓN

Existen dos métodos de estimación para medir la eficiencia técnica global: el paramétrico y el no paramétrico⁹.

- El enfoque paramétrico¹⁰: se basa en representar un modelo donde se explicita cómo es la tecnología utilizada en la función de producción de los *outputs*.
- El enfoque no paramétrico: no requiere concretar una forma funcional dada.

En la siguiente figura se presenta un organigrama con las principales metodologías utilizadas en cada uno de los enfoques de estimación de fronteras.



⁹ Una comparación entre las distintas técnicas de medición de eficiencia puede consultarse entre otros en Gong y Sickles (1992).

¹⁰ Una explicación más extensa de los enfoques paramétricos se encuentra en Aigner y Chu (1968), Aigner, Lovell y Schmidt (1977), Sexton, Silkman y Hogan (1986), Lovell y Schmidt (1987) y Martínez Cabrera (2003).

Los instrumentos más utilizados para poner en práctica los métodos posibles de estimación son, para el primero la estimación de Fronteras Estocásticas (SF) y para el segundo el Análisis Envolvente de Datos (DEA).

Los resultados aquí obtenidos surgen de la segunda técnica —el DEA—. La razón radica en que esta herramienta nos permite, sin necesidad de especificar una forma funcional y bajo supuestos poco restrictivos, trazar una buena aproximación de la medida relativa de la frontera eficiente (la frontera real no puede ser observada).

Por consiguiente, el enfoque no paramétrico ha sido el procedimiento escogido para realizar esta tesis, dado que permite estimar fronteras de producción fácilmente y a partir de ellas establecer distintos grados de eficiencia: la/s región/es establecida/s como referencia y considerada/s óptima/s se situarán sobre la frontera y tomarán la puntuación 100 de eficiencia, mientras que las regiones ineficientes no la alcanzarán y obtendrán puntuaciones por debajo de 100 relativas a la/s primera/s (más bajas cuanto más ineficientes sean las unidades).

3. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS IAIF-RIS (Sp)

En la primera etapa de la construcción del índice de eficiencia se realizó un proceso de investigación conjuntamente con Hamedreza Ghanavi con el fin de crear una base de datos para el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) que abarcara la mayor cantidad de información estadística posible relacionada con la innovación en el ámbito regional español.

En resumen, se construyó una base de datos para un total de 105 variables desagregadas por Comunidades Autónomas, 17 concretamente, y para un intervalo temporal que va del año 1995 al 2011. Los datos reflejados en dicha base de datos están expresados a precios constantes y proceden del Instituto Nacional de Estadística (INE), por lo que deberían ser uniformes y estar estandarizados, esto es, estar medidos de la misma forma en todas las regiones

No obstante, para contemplar años relativamente recientes se comenzará el marco temporal en el año 2000 y se finalizará en el 2008, ya que para algunas variables no fue posible encontrar información disponible posterior al año 2009 —y al *output* publicaciones se le ha aplicado un retardo¹¹.

Una vez construida la base de datos y aplicado el análisis factorial¹² se obtuvieron las variables más relevantes para este estudio, en concreto 26, y a partir de ellas se consiguieron los *inputs*, que seguidamente se detallan, necesarios para medir la eficiencia. En último lugar, se implantará la técnica del Análisis Envolvente de Datos con el fin de alcanzar el objetivo propuesto inicialmente en esta investigación.

¹¹ Se considera que los efectos sobre la economía tienen lugar un año después al de su emisión. Nótese, que hemos prescindido de aplicar un retardo sobre las patentes por considerar que, la relación entre I+D y las patentes es casi contemporánea.

¹² Para los aspectos metodológicos que se tratan en este epígrafe se sigue un esquema similar a Martínez Pellitero (2002).

4. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS FACTORIAL

Para abordar el problema de la eficiencia en los Sistemas Regionales de Innovación desde una perspectiva empírica, se ha recurrido al uso de dos técnicas de análisis multivariantes:

- El análisis factorial de componentes principales¹³, que consiste en una técnica de reducción de datos capaz de recopilar la máxima información posible contenida en un conjunto de variables originales (correlacionadas¹⁴), a partir de combinaciones lineales entre éstas. Consigue así una menor cantidad de variables sintéticas incorrelacionadas —a las que denominaremos factores— de carácter abstracto, que de ser claras, pueden resultar incluso más nítidas en su interpretación que determinadas variables reales.
- El análisis envolvente de datos, que tiene por objetivo construir la frontera de eficiencia y determinar la posición que ocupan las distintas regiones con respecto a ella.

La función de la técnica estadística del análisis factorial resulta muy adecuada para hacer efectiva la información contenida en los indicadores del Sistema Regional de Innovación dadas las características de éste como realidad multidimensional al representarlo en un limitado número de elementos abstractos.

Es importante señalar que desde una perspectiva estadística, el análisis factorial cuenta, para el tipo de investigación que aquí se comete, con una serie de ventajas:

- Los requisitos de normalidad, homocedasticidad y linealidad no se exigen o se aplican de forma menos restrictiva.
- La multicolinealidad resulta un requerimiento para poder realizar el análisis, ya que el objetivo es identificar un conjunto de variables relacionadas que reflejen distintos rasgos de un solo aspecto.
- Los “factores” evitan en cierto modo el problema de fluctuaciones importantes en el tiempo de las variables individuales, ya que cada factor se basa en “una media” ponderada de diversas variables.
- Trabajar con factores ofrece modelos más robustos porque permite incluir de forma simultánea variables alternativas altamente correlacionadas¹⁵.

En el proceso del análisis factorial, en primer lugar se han determinado las variables separadas de la estructura, y en segundo lugar se ha indicado el grado en el que se justifica cada variable por dimensión. La síntesis de esta información queda recogida

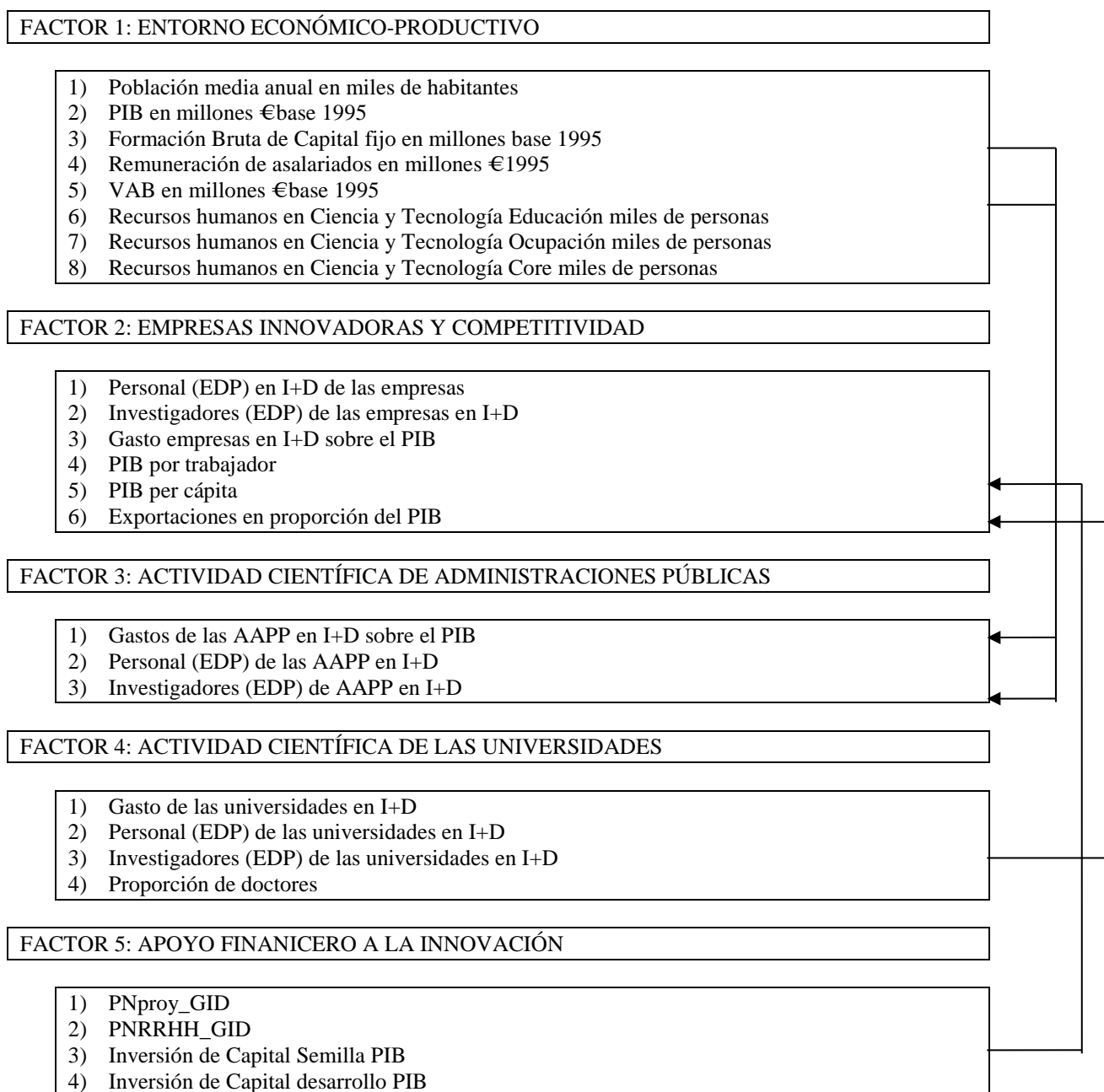
¹³ Existe también la llamada técnica del *análisis factorial común*, sin embargo las complicaciones en su ejecución han contribuido al uso generalizado del análisis de componentes principales, y más en casos donde se pretende reducir el número de variables existentes. Además, aunque todavía hay expertos que siguen discutiendo sobre qué modelo factorial es más apropiado, la investigación empírica ha mostrado una importante similitud de resultados en muchas ocasiones. Para un análisis más detallado sobre el tema véase Hair et al. (2001), pp. 89-92.

¹⁴ Ferrán (2001), p. 341.

¹⁵ Estas correlaciones reciben también el nombre de saturaciones de las variables en los factores.

por la *Matriz de componentes principales* o *matriz factorial*, que puede encontrarse en la tabla A.1.1. del anexo.

Cuadro 4.1. Componentes de los Sistemas Regionales de Innovación



Elaboración propia a partir de la base de datos IAIF-RIS (Sp)

No obstante, una vez obtenida la matriz inicial se procedió a transformarla a través de la Rotación Factorial¹⁶ en otra denominada *matriz factorial rotada*, que consiste en una combinación lineal de la primera y que explica la misma cantidad de varianza inicial. Esto se hizo, como se puede verificar en la tabla A.1.2. del anexo, con el fin de facilitar la interpretación de los factores implícitos en los Sistemas Regionales de Innovación

¹⁶ Para la rotación de factores se utilizó la Normalización Varimax propuesta por Kaiser (1958), que conduce a que la mayor parte de la varianza de las variables observables se sature en un solo factor.

españoles, ya que cuando esos son rotados las variables reales tienden a una correlación próxima a uno con uno sólo de los factores, y correlaciones próximas a cero con los restantes¹⁷.

Dicho lo cual, es sencillo deducir que las variables relevantes que constituirán los distintos factores serán aquellas que se saturan¹⁸ en los mismos. De esta forma, dentro de cada uno de ellos las variables estarán muy relacionadas entre sí y se podrán delimitar subconjuntos¹⁹ de información que funcionarán como *inputs* del sistema de innovación desagregado por Comunidades Autónomas y por grupo de años: 2000-2003 y 2004-2008.

En el cuadro 4.1. se expone una síntesis de los elementos recogidos por cada uno de los factores resultantes de los SRI con el fin de facilitar una correcta visualización de la clasificación realizada. La asignación de un nombre a cada uno de ellos se ha basado en su composición:

Como podemos observar en el cuadro anterior, una variable puede estar correlacionada —tal como indican las flechas— con más de un factor. Sin embargo, por contextualizar esta tesis en el marco de los sistemas de innovación, cada variable ha sido asignada a un solo factor en función de su mayor grado de correlación con el mismo.

Con relación a las variables *input* y *output* que determinan la función de producción, su selección se ha basado en el empleo de los elementos que configuran los Sistemas de Innovación aquí descritos. Como variables *output* encargadas de cuantificar la producción de los Sistemas han sido escogidos dos indicadores vinculados al comportamiento generador de conocimientos: las patentes y publicaciones per cápita; y como variables *inputs* encargadas de determinar el nivel de *output* alcanzado por los Sistemas Regionales de Innovación españoles, se han utilizado cinco variables hipotéticas —previamente detectadas—: *el entorno económico-productivo, las empresas innovadoras y la competitividad, las administraciones públicas, las universidades y el apoyo financiero a la innovación.*

La importancia del uso de patentes como output de la actividad tecnológica se debe a la disponibilidad periódica de datos y para muchos años, el grado de comparación internacional, el reflejo del logro de nuevas tecnologías e innovaciones, así como de la evolución de los agentes y campos tecnológicos. No obstante, también existen limitaciones en su uso entre los que cabe mencionar la exclusión casi total de los hallazgos en investigación de carácter científico que no reflejan éxito tecnológico o impacto. Por esto, es que se ha hecho uso también de las publicaciones científicas como output, dado que son el medio que utilizan los científicos para dar a conocer los avances conseguidos en el desarrollo de su actividad²⁰.

En el caso de los inputs, la importancia de incluir cada uno de ellos se explica a continuación:

¹⁷ La matriz de componentes con varimax únicamente ha sido utilizada para identificar los factores y no para realizar el análisis DEA, donde se ha hecho uso de los datos sin rotar.

¹⁸ Una variable se encontrará saturada en un factor cuando presente una correlación por encima de 0,5.

¹⁹ Ferrán (2001), p. 340.

²⁰ (Camí, 2003; Moya, 2004)

En el caso del *entorno económico-productivo*, se trata de un concepto amplio que incluye aquellos aspectos que de forma indirecta inciden sobre las capacidades tecnológicas y de innovación de las regiones. Todas las variables de las que está compuesto están altamente saturadas en el factor con valores superiores a 0,9. Esta variable se encuentra a su vez, también correlacionada con el factor que captura los elementos vinculados al ámbito científico de las administraciones públicas, lo que deja entrever la necesidad de desarrollar más este entorno regional impulsando la nueva creación de administraciones públicas ligadas a la actividad científica.

Dado que las *empresas* —y, más en concreto, las innovadoras— son, hipotéticamente, uno de los agentes más relevantes de los Sistemas de Innovación, no sólo como instrumentos capaces de generar conocimiento y resultados, sino también como fuentes de aprendizaje, y como elementos de enlace entre el sistema productivo y el de la ciencia y la innovación —en el caso de las empresas innovadoras—, un índice encargado de cuantificar el nivel de innovación de las regiones deberá incluir necesariamente variables de este tipo.

El tercer factor, muestra los recursos empleados por la *administración pública* en materia de investigación y desarrollo científico, por lo que juega también un papel dentro del aparato innovador de las regiones. Por un lado, el sector público gestiona una parte importante del aparato científico de las regiones, a la vez que ejerce un nivel notorio como agente financiador de la innovación. Por otro, su papel es también muy destacado como agente vinculado al desarrollo de las políticas tecnológicas.

El cuarto eje factorial contiene aquellos indicadores relativos a los recursos y resultados de la *actividad científica de las universidades*. Las universidades son entidades concebidas para facilitar la actividad innovadora de la empresa, fomentar la investigación científica y ayudar al sostenimiento de los diferentes grupos de investigación, a través de la financiación en la realización de proyectos de investigación, por lo que son un elemento relevante de los Sistemas de Innovación. Destaca el hecho de que las variables que poseen un grado de saturación mayor son las que hacen referencia al entorno de la investigación en su sentido más estricto —personal dedicado a proyectos de I+D—.

Por último, por *apoyo financiero a la innovación* se entiende el conjunto de entidades, políticas de I+D, sistemas de financiación... de muy diversas índoles concebidas para facilitar la actividad de creación de conocimiento en las empresas innovadoras. Es un elemento fundamental para poder lograr un crecimiento sostenido y una fuerte competitividad respecto al resto de las Comunidades.

En resumen, el modelo factorial que se ha estimado se ajusta apropiadamente a la representación de los Sistemas de Innovación Regionales en España, ya que cumple todos los requisitos estadísticos y conceptuales que se exigen para ello. Por ello, todos los factores obtenidos pueden emplearse en este estudio de innovación para abordar el análisis de la eficiencia con la que se desarrollan las actividades de creación y difusión del conocimiento tecnológico en las regiones españolas²¹.

²¹ Buesa, M.; Heijs, J.; Martínez Pellitero, M. & Baumert, T. 2006, “Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case”. *Technovation*, vol. 26, no. 4, pp. 436-472.

Una vez detectados y definidos los cinco factores que describirán los SRI y que en este análisis funcionarán como *inputs*, y los dos indicadores que se toman como representantes de los *outputs*, el último paso que nos llevará hasta los resultados relevantes de esta investigación, será la aplicación del DEA para estimar cuál es el nivel de eficiencia con el que esos Sistemas utilizan los factores en la producción de los *outputs*.

5. ANALISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

5.1. ANÁLISIS BASICO DEL DEA

La técnica del Análisis Envolvente de Datos²² —también conocido como DEA²³—, tiene sus orígenes en la tesis doctoral desarrollada por Charnes, Cooper y Rhodes²⁴, quienes a través de la programación lineal, modelizaron el término de eficiencia propuesto por Farrell²⁵.

Estos autores, han hecho del DEA una técnica que, en relativamente poco tiempo, ha adquirido una gran importancia y se ha convertido en una de las metodologías más utilizadas. Destacan como características favorables del DEA las siguientes²⁶:

- Permite trabajar con múltiples *inputs* y *outputs*.
- Entrega una única puntuación de eficiencia (relativa²⁷) a cada unidad.
- Los *inputs* y los *outputs* pueden estar expresados en diferentes unidades de medida.
- Es la técnica fundamental dentro del enfoque no paramétrico²⁸ porque no se necesitan establecer hipótesis sobre la forma de la función de producción²⁹ ni hacer inferencias basadas en el análisis de residuos.
- No supone una distribución de la ineficiencia.
- Optimiza la medida de eficiencia de cada unidad en relación con las otras unidades, esto es proporciona medidas de eficiencia relativas³⁰.

²² Para un análisis detallado sobre la técnica véanse Charnes *et al.* (1994) y Cooper *et al.* (2004), donde se desarrollan los planteamientos matemáticos. Asimismo, para una revisión de la bibliografía sobre estas cuestiones véase Gattoufi *et al.* (2004).

²³ El término DEA deriva del inglés *Data Envelopment Analysis*.

²⁴ Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

²⁵ Modelo DEA CCR, que posteriormente se analizará con mayor detalle.

²⁶ Charnes, Cooper, Lewin y Seiford (1994); Restzloff-Roberts y Morey (1993); Banker, Gadh y Gorr (1993)

²⁷ Frente a la estimación de una función de producción media (Ley, 1991).

²⁸ Chang y Guh (1991) argumentan que el DEA no es una técnica no paramétrica porque el Modelo CCR no sólo construye una envolvente lineal sino que también emplea diferentes funciones de producción lineales, fronteras, para evaluar la eficiencias de las unidades.

²⁹ La metodología DEA representa la frontera utilizando métodos de programación matemática que determinan un casco convexo de los puntos observados. Implícitamente supone que no hay errores de medida sino únicamente desviaciones unilaterales que representan ineficiencias al no lograr el *output* sobre la frontera (Banker, Gadh y Gorr, 1993), Stolp (1990) indica que al imponer el supuesto más débil de que las relaciones entre los *inputs* y los *outputs* son simplemente monótonas y cóncavas, el DEA hace posible que los datos hablen por ellos mismos antes que en el idioma de alguna forma funcional impuesta.

- Indica las áreas de mejora para las unidades ineficientes.
- Puede ajustarse a variables exógenas e incorporar variables categóricas.

Por el contrario, una de las mayores críticas recibidas es que se trata de una aproximación determinista y no tiene en cuenta influencias sobre el proceso productivo de carácter aleatorio e imposibles de controlar³¹ ni la incertidumbre (como errores de medida o introducción incorrecta de datos)³². Así, la precisión de los resultados arrojados por los índices de eficiencia dependerá de la exactitud de las medidas de los *inputs* y *outputs* considerados. Si la incertidumbre está presente, los resultados pueden ser erróneos y conducir a que una unidad aparezca, falsamente, como eficiente, es decir, la frontera puede cambiar de forma y/o posición y, consecuentemente, puede estar mostrando unidades ineficientes cuando en realidad no lo son. Asimismo, el DEA es sensible a la existencia de observaciones extremas y toda desviación respecto de la frontera es tratada como ineficiencia, lo que puede derivar en una sobreestimación de la misma³³.

No obstante, no deja de ser uno de los más utilizados modelos de estimación de fronteras de producción en análisis orientados a la eficiencia en los Sistemas de Innovación.

Como se indicó en las secciones precedentes, la metodología DEA es una técnica de programación matemática que permite estimar una superficie envolvente, la frontera de producción, a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades económicas que componen el estudio, de manera que las unidades que forman la envolvente son consideradas eficientes, toman el valor 100, mientras que las que permanecen por debajo de ella son denominadas ineficientes, y toman un valor inferior a 100.

Los modelos DEA se distinguen según las características escogidas para su análisis. Y estas diferencias radican, básicamente en:

- La orientación del modelo para calcularla: *input* orientado, *output* orientado, *input-output* orientado.
- La tipología de rendimientos a escala que caracterizan la frontera eficiente: Modelo CCR, Modelo BCC.

En cuanto a la orientación, al igual que ocurría cuando se definió el término eficiencia de Pareto, existen dos posibles opciones, principalmente: la orientación *output* —dado unos *inputs* maximizar la cantidad de *outputs* obtenidos— o *input* —dado unos *outputs* minimizar la cantidad de *inputs* utilizados—. Como puede observarse en las posibles diferencias mostradas por el DEA, cabe considerar los modelos no orientados (o *input-output* orientados) como una tercera posibilidad, en los que tanto *inputs* como *output* son controlables y buscan simultáneamente la reducción *input* y expansión *output*

³⁰ El DEA no ofrece una medida de eficiencia absoluta, es decir, no compara las unidades con un máximo teórico.

³¹ Ley (1991).

³² Restzlauff-Roberts y Morey (1993).

³³ Doménech (1992).

equiproporcional, generando medidas de eficiencia “hiperbólica”³⁴. Su elección dependerá del problema a tratar en cuestión.

Gráficos 5.1. Fronteras de producción construidas con la técnica DEA



Elaboración propia

Elaboración propia

Los modelos orientados a los *outputs* tienen por objetivo maximizar el nivel de *output* manteniendo constante el nivel de *inputs*.

Los modelos orientados a los *inputs* tienen por objetivo minimizar el nivel de *inputs* produciendo al menos el mismo nivel de *output*.

³⁴ Färe, Grosskopf y Lovell (1985).

Con relación a los rendimientos que puede presentar la función de producción, existen también dos modelizaciones. El primero que surgió, y que debe el nombre a sus autores, es el conocido como modelo CCR de Charnes, Cooper y Rhodes³⁵ donde se asume el supuesto de rendimientos constantes a escala. El segundo, es el modelo BCC, que reconoce la presencia de rendimientos variables, de Banker, Charnes y Cooper³⁶. Sobre este último, debe puntualizarse que la existencia de rendimientos variables significa la aparición en la función de producción de rendimientos constantes, crecientes o decrecientes, por lo que el modelo permite obtener una eficiencia no sesgada por la escala en la que se encuentra cada unidad de análisis. De esta forma, la eficiencia bajo el supuesto de rendimientos variables será siempre mayor —o al menos igual— que la obtenida con rendimientos constantes, ya que no se consideran las posibles ineficiencias derivadas de no operar en la escala más productiva³⁷. Por tanto, estos modelos llevan en muchos casos a una sobreestimación de la eficiencia y a emplear como unidades de referencia —o SRI en este caso—, aquellas con un tamaño o escala similar, lo que origina una importante pérdida de información. Ello ha derivado, en que en gran parte de los estudios empíricos se emplee el supuesto de rendimientos constantes, tal y como se hará en este estudio. Si bien es cierto, se utilizará el modelo BCC en una de las últimas secciones de este trabajo como herramienta para conseguir la medida de la eficiencia de escala (EE).

Todos estos conceptos quedan recogidos en las siguientes figuras del gráfico 5.1., que ilustran las diferentes fronteras que pueden ser estimadas bajo rendimientos constantes y variables a escala y las diferencias entre el tipo de orientación escogido:

En base al último gráfico se puede ver como la eficiencia en orientación *input* de la unidad productiva P bajo rendimientos constantes a escala sería $ET_{CRS}^I = AP_c/AP$; mientras que bajo rendimientos variables a escala sería $ET_{VRS}^I = AP_v/AP$. A partir de ambas medidas se puede calcular la eficiencia de escala (EE) tal que $EE^I = AP_c/AP_v$, la cual será explicada con más detenimiento en secciones posteriores.

Señaladas las directrices generales con las que se puede proceder a realizar un trabajo de estas características, en esta tesis se ha hecho uso del Análisis Envoltente de Datos que proporciona índices de eficiencia de tipo radial; con una orientación *input* o *output* en función de la naturaleza de los datos —*input* u *output*—; y con rendimientos constantes a escala (Modelo CCR), siempre que no se indique lo contrario, para las 17 Comunidades españolas y para dos periodos de años comprendidos entre 2000 y 2003 y 2004 y 2008⁵. El modelo DEA aplicado para evaluar la eficiencia de las regiones se llevará a cabo a través del programa de Banxia: *Frontier Analyst*®.

5.2. ANÁLISIS DEL CAMBIO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL TIEMPO

Si se abandona el análisis estático realizado hasta ahora para afrontar un análisis dinámico con el que conocer la evolución de cada una de las 17 Comunidades Autónomas españolas con respecto a la frontera —considerando ésta también sujeto de cambio— y para los mismos años ya mencionados, aparece el término de la evolución de la productividad.

³⁵ Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

³⁶ Banker, Charnes y Cooper (1984).

³⁷ Es decir, la frontera puede incluir unidades con ineficiencias en la escala, pero técnicamente eficientes en esa escala de producción. Este resultado se demuestra en Grosskopf (1986).

Para el estudio de este interesante aspecto por medio del DEA, las principales técnicas³⁸ a emplear serán: Windows Analysis³⁹ y el índice de productividad⁴⁰ de Malmquist (M). Este último fue introducido como medida de la evolución de la productividad por Caves, Christensen y Diewert (1982), en base al trabajo de S. Malmquist (1953)⁴¹ y será el escogido en la presente tesis ya que a diferencia de otras medidas, este índice también entrega información acerca del origen del cambio de productividad a través de su descomposición en dos componentes.

La descomposición de este índice difiere a lo largo de la literatura. No obstante, el empleado en este trabajo hace referencia a la descomposición más popular, propuesta por Färe, Grosskopf, Lindgren y Ross⁴² en la que el cambio productivo viene explicado por el efecto de dos componentes distintos: el cambio en eficiencia técnica (CE), o efecto *catching-up*, y el cambio técnico (CT), o efecto *frontier shift*. El primero recoge la variación de eficiencia que un SRI experimenta en relación a las mejoras de cada período, y el segundo refleja el cambio debido al desplazamiento experimentado por la frontera eficiente entre dos periodos de tiempo.

Considérese —al igual que ocurría con el modelo DEA—, la posibilidad de llevar a cabo el Índice de Malmquist mediante una orientación *input*⁴³ u *output* y con rendimientos constantes o variables a escala. Para el tema que aquí se trata, el Índice se utilizará de acuerdo al criterio de *input* orientado y rendimientos a escala constantes, dado que en un contexto con rendimientos variables a escala el susodicho Índice no mide con precisión los cambios de productividad⁴⁴.

Con el fin de comprender más profundamente en qué se basa este índice, a continuación se muestra un ejemplo sencillo para tener una primera noción sobre ello:

³⁸ Cooper (2007).

³⁹ G. Klopp (1985), “El análisis de la eficiencia del sistema de producción con múltiples *inputs* y múltiples *outputs*”, en la universidad de Illinois en Chicago.

Este modelo relaciona los *inputs* y *outputs* de diferentes unidades a lo largo de diferentes periodos de tiempo, llamados ventanas. Y a través de una formulación similar a la de una media móvil, el análisis de Windows establece las tendencias en el rendimiento de la eficiencia de la unidad de análisis en el tiempo.

⁴⁰ Definida como la cantidad de producción obtenida por unidad de factores de producción usados para obtenerla: Parkin (1995:66).

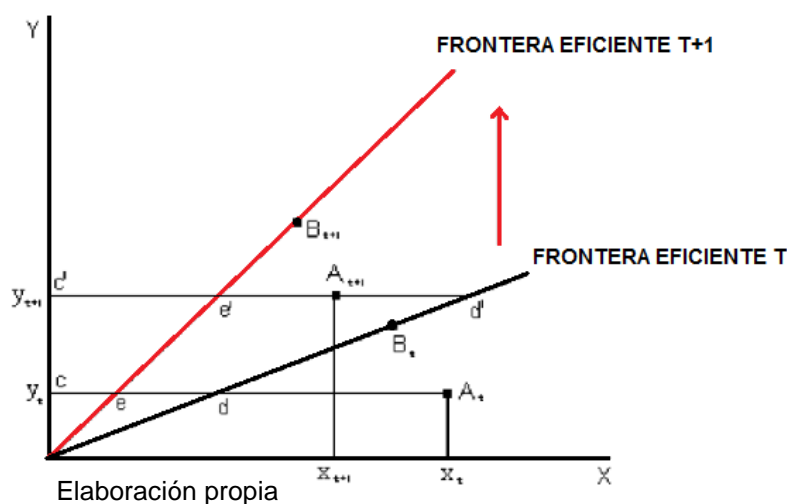
⁴¹ Denominado “Números índices y superficies de indiferencia” (1953).

⁴² FGLR (1989 y 1992)

⁴³ Caves, Chistiansen y Diewert (1982) consideran que hay, y desarrollan, “dos aproximaciones naturales a la medida de las diferencias en productividad. Una aproximación trata las diferencias en productividad como diferencias en el máximo *output* alcanzable dado un determinado nivel de *inputs*. Esta aproximación conduce a los índices de productividad *output* orientados. La aproximación alternativa trata las diferencias en productividad como diferencias en el mínimo requerimiento de *inputs* dado un nivel de *outputs*. Este punto de vista conduce a índices de productividad *input* orientados”. En Caves, Christensen y Swanson (1981) analizan la relación entre las medidas de productividad *input* y *output* orientados.

⁴⁴ Tortosa-Ausina et al (2008).

Gráfico 5.2. Frontera eficiente periodos t y t+1 (progreso tecnológico)



Supónganse dos unidades (A y B), dos periodos diferentes t y t+1, un único *output* y y un único *input* x. Considérese, asimismo, que la frontera eficiente viene definida bajo una orientación *input* y bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala.

La evaluación de eficiencia puede realizarse tomando como referencia bien la tecnología de producción del periodo inicial t, o bien la del periodo final t+1. Sin embargo, dado que aquí se va a hacer uso de la descomposición de Färe, Grosskopf, Lindgren y Ross antes señalada, emplearemos para definir el Índice de Malmquist la tecnología del periodo t+1 y la unidad A del gráfico 5.1.1.

El cambio productivo⁴⁵ (M_A^t) o índice de Malmquist, el efecto *catch-up* y el cambio tecnológico de la unidad A, respectivamente, quedarían:

$$M_A^t = \frac{E_{A,t+1}^{t+1}}{E_{A,t}^{t+1}} = \frac{c'e'/cA_{t+1}}{ce/cA_t} = \frac{D^{t+1}(x_t, y_t)}{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} ;$$

$$EC = \frac{D^t(x_t, y_t)}{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} = \frac{E_{A,t+1}^{t+1}}{E_{A,t}^t} = \frac{c'e'/cA_{t+1}}{cd/cA_t} ;$$

$$CT = \left[\frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \frac{D^{t+1}(x_t, y_t)}{D^t(x_t, y_t)} \right]^{1/2} = \left[\frac{E_{A,t+1}^t E_{A,t}^t}{E_{A,t+1}^{t+1} E_{A,t}^t} \right]^{1/2} = \left[\frac{c'd'cd}{c'e'ce} \right]^{1/2} ;$$

Donde:

- $E_{A,t}^t$ es la eficiencia técnica de la unidad A en el periodo t respecto a la frontera eficiente del mismo periodo.
- $E_{A,t+1}^t$ es la eficiencia técnica de la Unidad A en el periodo t+1 respecto a la frontera t.
- $E_{A,t}^{t+1}$ es la eficiencia técnica de la unidad A en el periodo t respecto a la frontera eficiente del periodo siguiente.

⁴⁵ Thanassoulis (2001:179).

- $E_{A,t+1}^{t+1}$ es la eficiencia técnica de la unidad A en el periodo t+1 respecto a la frontera del mismo periodo.
- $D^t(x_t, y_t)$ representa la distancia *input* de una unidad en el periodo t respecto a la frontera eficiente en dicho periodo y determina la máxima reducción que debería llevarse a cabo en el nivel de *inputs* de la unidad en el periodo t, dado el nivel de *outputs*, para situar a ésta sobre la frontera eficiente definida en el periodo t.
- $D^t(x_{t+1}, y_{t+1})$ sería la distancia *input* de una unidad en el periodo t+1 respecto a la frontera eficiente del periodo anterior, es decir, la máxima reducción que debería llevarse a cabo en el nivel de *inputs* de la unidad en el periodo t+1, dado el nivel de *outputs*, a fin de situar a ésta sobre la frontera eficiente del periodo t.
- Las interpretaciones de $D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})$ y $D^{t+1}(x_t, y_t)$ son análogas a las anteriores.

La interpretación de las anteriores ecuaciones quedaría:

Si el efecto *catch-up* es mayor que 1 significa que se ha producido progreso en la eficiencia relativa del periodo 2 respecto del periodo 1, si es igual que uno entonces la eficiencia permanece sin cambios y si es menor que 1 indica retroceso en el nivel de eficiencia.

Si el efecto *frontier shift* es mayor que 1 significa progreso en la frontera tecnológica alrededor de la región del periodo 2 respecto al periodo 1, un valor igual a la unidad quiere decir que la frontera tecnológica permanece constante y si por el contrario es menor a la unidad, indica retroceso en la frontera.

Por último, el producto de los dos efectos anteriores —los cuales pueden ser, evidentemente, opuestos— origina el índice de Malmquist. En este sentido, cuando el índice toma valores por encima de uno, indica progreso en la productividad de los factores implícitos de la región del periodo 2 con respecto al 1, mientras que si arroja un resultado igual o menor que 1 indica constancia y deterioro de la productividad, respectivamente.

En la tabla A.3. del anexo se presentan los resultados correspondientes a los índices de eficiencia con sus correspondientes reducciones y aumentos potenciales de los *inputs* y *outputs*, respectivamente, y en la tabla A.4. los del índice de Malmquist, pertenecientes a los dos periodos de años (2000-2003 y 2004-2008) y para las 17 regiones del estudio.

A partir de estos resultados, se podrán determinar las regiones más eficientes en cuanto a sus Sistemas de Innovación y las posibles mejoras para las regiones ineficientes.

6. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS

6.1. ANÁLISIS ESTÁTICO

Primero de todo, es necesario recordar varias ideas en relación a los índices de eficiencia y de mejora potencial de las variables, que se exponen en la tabla A.3. del anexo:

- a) Miden la posición relativa de una región en relación al conjunto de ellas que forman parte de la frontera de eficiencia para el grupo de años (2000-2003, 2004-2008) en el que se encuentre. Dichos índices toman valores entre cero (mínimo) y cien (máximo⁴⁶).
- b) Los índices que han sido expuestos en relación a cada una de las variables sintéticas —o factores— reflejan el porcentaje de incremento del *output* o de reducción de los *inputs* que es necesario para que una región sea eficiente, es decir, para que pueda situarse en la frontera de eficiencia. Para la creación de estos índices se ha llevado a cabo un análisis bajo una perspectiva *input* con el fin de conocer la cantidad mínima de recursos que cada SRI podría utilizar sobre los que realmente emplea para conseguir una producción eficiente. Del mismo modo, se ha empleado el análisis desde una orientación *output* con la finalidad de obtener índices que reflejen, dado el nivel de *inputs*, el máximo incremento proporcional de los *outputs* indispensable para situar a las regiones en la frontera.
- c) Los resultados se han representado bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, o del Modelo CCR.
- d) De cara a la realización del análisis DEA se ha optado por las puntuaciones factoriales sin rotación, habida cuenta de que:
 - Maximizar a priori la ortogonalidad entre factores no es requisito necesario a la hora de obtener un análisis de eficiencia (a diferencia de lo que ocurre en otros análisis econométricos, como sería el empleo de factoriales en la obtención de una función de producción de conocimientos).
 - El empleo de las puntuaciones factoriales no rotadas permite obtener resultados más precisos y diferenciados en lo que a las causas de la ineficiencia se refiere (puesto que en el caso de los factores rotados, la ineficiencia tiende a asignarse en su totalidad a un único factor, el más correlado). Aunque tanto los factores rotados como no rotados resultan en índices de eficiencia muy parecidos para las regiones.

Es en este contexto en el que se ha procedido a elaborar un índice de eficiencia que permite cuantificar en un sólo valor el nivel de innovación de los SRI de España y, por ende, observar la evolución del mismo.

El indicador que se presenta se ha elaborado a partir de un conjunto de ciento cinco variables, y para un periodo de nueve años (2000-2008), lo que garantiza la estabilidad

⁴⁶ El programa informático que se ha empleado en el cálculo de los índices de eficiencia es *Frontier Analyst BANXIA*.

de los coeficientes calculados y la consistencia de los resultados obtenidos, permitiendo proseguir las series para los años siguientes sin tener que alterar los coeficientes y ponderaciones originales. A partir de este indicador y de sus componentes se presentará la situación estática de las distintas Comunidades Autónomas.

Dada la gran cantidad de datos que se derivan de la estimación, se ha decidido plasmar aquí los datos relacionados con las cinco Comunidades Autónomas más eficientes del Sistema Regional español. No obstante, la totalidad de datos quedan expuestos en la tabla A.3. del anexo.

Tabla 6.1. Índices de eficiencia presentados por las regiones que en al menos uno de los años contemplados formó parte de la frontera de eficiencia.

	Periodo 1				Periodo 2					Proporción años eficiente
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Aragón	93%	86,9%	100%	89,2%	87,6%	95,9%	100%	100%	100%	4/9
Madrid	100%	99,8%	94,9%	100%	93,7%	99,4%	100%	91,8%	100%	6/9
Navarra	95,3%	88,1%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	7/9
País Vasco	79,8%	79,8%	73,7%	80%	79%	91,8%	100%	94,5%	100%	2/9
Cataluña	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	9/9
Otros				Asturias (100%)					Asturias (99,2%)	2/9

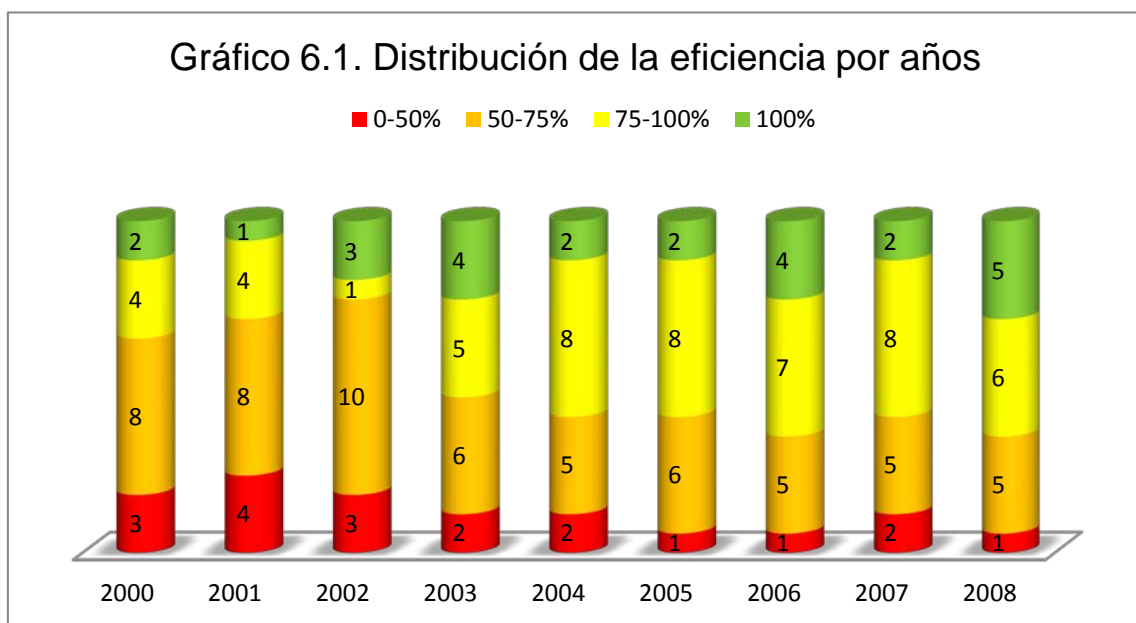
Elaboración propia

Atendiendo a los índices generados por cada una de las regiones, lo primero que debe destacarse es que el logro de la eficiencia máxima es una circunstancia reservada a muy pocos. Si se observa el primer bloque de años (2000-2003), la frontera de eficiencia corresponde a: Madrid, años 2000 y 2003; Cataluña, para todos los años; Navarra, años 2002 y 2003; Aragón, año 2002 y Asturias, año 2003; dado que alcanzaron un índice de máxima eficiencia (100). Puede señalarse que es Cataluña la región que presenta un sistema de innovación más completo ya que, como verifican sus puntuaciones, ha sido la única región que se ha mantenido sobre la frontera de eficiencia a lo largo de los nueve años estudiados. Sin embargo, aunque Madrid no haya formado parte del conjunto de referencia durante todos los años, siempre se ha mantenido muy cerca del valor 100.

A modo de indicación, cabría señalar que el resto de regiones —El País Vasco, Navarra y Aragón— que se encuentran dentro de los índices más eficientes se configuran como sistemas que podrían considerarse *asimétricos*, pues sólo alguno/s de los cinco factores se encuentra/n desarrollado/s. Las demás regiones, poseen sistemas de innovación débiles y no han logrado un desarrollo importante en ninguno de los factores identificados.

Las regiones españolas que han conseguido las puntuaciones más altas coinciden también con las que lo hicieron a nivel europeo según muestran investigaciones previas llevadas a cabo por el IAIF, lo que verifica los resultados aquí presentados⁴⁷.

A partir de la información recogida, a continuación se dispone un gráfico por número de regiones clasificadas en función del rango de variación de la eficiencia obtenido — medida con respecto a los SRI españoles que establecen la frontera—, para ver la evolución de las mismas en la economía española. De esta manera, en el rango 100-75% se incluirán aquellas regiones que obtienen una puntuación entre el 100 y el 75 por cien de las líderes, y así sucesivamente para las demás.



Elaboración propia

En el anterior gráfico se puede observar, la relativamente alta cantidad de Sistemas Regionales de Innovación en España que se sitúan sobre la frontera de eficiencia o cerca de ella, aunque, indudablemente, la mayoría de las regiones ocupan un lugar entre el 50% y el 100% del nivel máximo de eficiencia y sólo es posible encontrar un grupo reducido de regiones en los que su nivel de eficiencia no alcance ni siquiera el 50 por cien de las que ocupan las primeras posiciones en el ranking.

En términos generales, se aprecia como el nivel de eficiencia medio de las regiones españolas aumenta con el paso de los años. Sin embargo, hay que subrayar que el hecho de que el índice de una región haya aumentado o disminuido de un año a otro no quiere decir que haya mejorado o empeorado su nivel de eficiencia real, simplemente lo ha hecho en términos relativos respecto de las regiones eficientes, pero la frontera tecnológica puede haberse desplazado en uno u otro sentido. La forma de recoger esta información sería, como ya se adelantó, mediante el cálculo del Índice de Malmquist⁴⁸ que a continuación se incorpora:

⁴⁷ Martínez Pellitero, M. 2008, *Tipología y eficiencia de los sistemas regionales de innovación. Un estudio aplicado al caso europeo*; Álvarez González, M. 2013, *Eficiencia en los Sistemas Regionales de Innovación europeo*.

⁴⁸ Publicado por S. Malmquist (1953), en un trabajo denominado “Números índices y superficies de indiferencia”.

6.2. ANÁLISIS DINÁMICO

Al igual que cuando se calculó el análisis estático, el análisis dinámico también estará sujeto a los resultados dados por el programa *Frontier Analyst* a través del análisis DEA.

A continuación se ha elaborado la tabla 6.2. de doble entrada, en donde se puede ver para cada uno de los ocho pares de años del periodo 2000-2008, el Índice de Malmquist por Comunidades Autónomas y, consecuentemente, la mejora o deterioro que se produjo con respecto al año anterior.

En la misma tabla, se ha determinado, mediante colores, el/los componente/s causantes de que la productividad haya logrado crecer o, al menos, no quedarse relegada a valores ínfimos: el progreso en la eficiencia técnica (color azul), el progreso en la frontera tecnológica (color verde) o ambos progresos simultáneamente (color amarillo)⁴⁹. Como en los casos anteriores, los resultados completos y sus detalles quedan reflejados en la tabla A.4. del anexo.

Tabla 6.2. Índice de productividad de Malmquist por regiones y años.

Periodo CCAA	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Andalucía	1,1897	1,0975	1,0293	1,1174	1,1039	1,0046	0,9487	1,0313
Aragón	1,0067	1,0993	0,9473	1,0639	1,0948	1,069	0,9695	1,0031
Canarias (ES)	0,9954	1,0123	0,9993	1,0844	0,9826	1,1015	0,8865	1,02
Cantabria	0,8663	1,148	1,0631	1,0855	1,1598	0,828	1,0856	0,9341
Castilla y León	1,098	1,0003	1,0832	1,0859	1,0885	1,0211	0,9236	1,0413
Castilla-la Mancha	1,2439	1,1621	1,0948	1,1794	1,1801	1,0431	0,852	1,3432
Cataluña	1,0796	1,0189	1,006	1,1608	1,0168	1,0412	0,9264	0,9891
Comunidad Foral de Navarra	0,9854	1,273	0,8881	1,5443	0,8709	0,8491	1,0383	0,966
Comunidad Valenciana	1,0384	1,0914	1,1188	1,1113	1,0046	1,0313	0,9358	1,1084
Comunidad de Madrid	1,0447	0,9838	1,0814	1,1019	1,0225	1,089	0,8146	1,0807
Extremadura	1,1216	1,0428	1,1028	1,0492	1,0475	1,0652	0,8137	1,1089
Galicia	1,1726	1,0746	0,9743	1,0737	1,0757	1,0134	0,9022	1,0338
Illes Balears	1,1697	0,9835	1,1314	1,0305	0,948	0,8969	0,9676	1,1097
La Rioja	0,915	1,121	1,5938	1,159	0,7614	1,0731	1,1622	0,7329
País Vasco	1,0219	0,9286	1,0453	1,2881	1,1556	1,1026	0,9244	1,0747
Principado de Asturias	1,1548	0,9864	1,5171	0,7478	1,0683	1,0229	0,9181	1,147
Región de Murcia	1,1095	1,0893	0,9583	1,1978	0,8966	1,2992	0,804	1,0838

Elaboración propia

Los valores antes indicados, sugieren para la mayoría de los periodos que la eficiencia técnica de las Comunidades Autónomas se ha visto reducida, ha mejorado débilmente o se ha mantenido constante, mientras que la frontera tecnológica ha progresado para casi todas las regiones y años.

⁴⁹ Los valores calculados para el efecto *Catch up* (eficiencia) y *Frontier shift* (cambio tecnológico) pueden encontrarse en el anexo.

6.2.1. *Catch Up* (eficiencia)

Destacan como regiones que mantuvieron su nivel de eficiencia en la producción de patentes y publicaciones per cápita constante a lo largo de todos los periodos (valor igual a la unidad): Aragón —exceptuando los años 2003 y 2004 en los que sufrió una leve caída y recuperación, respectivamente—, Cataluña, Madrid y Navarra. A partir de 2006, País Vasco también se unió a este grupo de regiones después de venir aumentando su nivel de eficiencia durante los años previos.

En general, el nivel de eficiencia ha sufrido un leve retroceso (valor inferior a la unidad) durante bastantes años y para todas las Comunidades Autónomas, a excepción de las citadas anteriormente, y en su mayor parte ha experimentado progreso a la par que lo hacía la frontera de eficiencia.

Por lo tanto, las regiones españolas han manifestado un tímido avance en los niveles de eficiencia técnica durante la serie de años considerada, sin alcanzar importantes progresos.

6.2.2. *Frontier Shift* (cambio tecnológico)

Con respecto al cambio tecnológico, podemos observar que la frontera tecnológica ha progresado en casi todas las unidades de análisis y periodos (su valor es superior a la unidad). De nuevo, destacan las Comunidades Autónomas que forman el conjunto de referencia, debido a que su frontera tecnológica se mantuvo prácticamente siempre en continuo desplazamiento hacia la derecha (o hacia afuera).

En definitiva, este ha sido el componente principal que ha impulsado el Índice de Productividad de Malmquist de las regiones en España.

6.2.3. Índice de Malmquist

Teniendo en cuenta la influencia que sobre el Índice de Malmquist efectúan el cambio técnico y las ganancias de eficiencia, cabría esperar que las regiones que forman el conjunto de referencia presentasen valores crecientes y una menor volatilidad en los valores tomados por dicho índice en relación al resto. Y a pesar de que a grandes rasgos parece cumplirse, la Comunidad de Madrid podría divergir de esta tendencia hacia 2007 y sobretodo Navarra, que destaca porque aún formando parte de la frontera ha experimentado una irregular evolución en la productividad de los factores que conforman su Sistema de Innovación.

Otros aspectos que pueden derivarse del análisis de la tabla 6.2. son los progresos que dominaron el cambio de la productividad entre los años 2003 y 2004 y entre 2004 y 2006. En el primer intervalo de años la productividad de los factores queda principalmente explicada por un aumento en la eficiencia técnica, mientras que se da la explicación contraria para el segundo.

Por último, cabe señalar, que pese a algunas excepciones en las que se produjo una pérdida de la productividad —principalmente en el cambio de año de 2006 a 2007—, su impacto sobre la tendencia general es poco significativo, ya que se puede percibir una mejora en la productividad de Malmquist en la mayoría de los años —al tomar valores mayores a la unidad—.

6.2.4. Conclusiones

Como conclusión, se podría señalar que en general las regiones españolas han experimentado un comportamiento aceptable en cuanto a sus niveles de eficiencia técnica, cambio tecnológico y, por lo tanto, en la productividad de los factores implícitos en sus Sistema de Innovación durante el periodo 2000-2008.

7. CORRELACIONES FACTOR-EFICIENCIA

Si, junto a la estimación, se quiere establecer una comparación en el grado de determinación de la eficiencia de los cinco factores configurados en el Sistema de Innovación, será necesario realizar un cuadro, como el que a continuación se muestra, en el que se reflejen las correlaciones entre los factores que sintetizan los indicadores de esa estructura y el nivel de eficiencia:

Tabla 7.1. Correlaciones entre los factores y la eficiencia por grupos de años.

Correlaciones factor – eficiencia (2000-2003)

	Eficiencia	Orden de correlación (valor absoluto)
Factor 1: Entorno económico-productivo	0,448**	1°
Factor 2: Empresas innovadoras y competitividad	0,080	2°
Factor 3: Administraciones públicas	-0,078	3°
Factor 4: Universidades	0,061	4°
Factor 5: Apoyo financiero a la innovación	0,058	5°

Correlaciones factor – eficiencia (2004-2008)

	Eficiencia	Orden de correlación (valor absoluto)
Factor 1: Entorno económico-productivo	0,307**	2°
Factor 2: Empresas innovadoras y competitividad	0,367**	1°
Factor 3: Administraciones públicas	-0,129	4°
Factor 4: Universidades	0,016	5°
Factor 5: Apoyo financiero a la innovación	-0,139	3°

**La correlación es significativa (al nivel 0,01, bilateral)

Elaboración propia a partir de la base de datos IAIF-RIS (Sp)

De acuerdo con los resultados del Test de Pearson, que comprueba el nivel de significación de cada correlación, y que aparece en la tabla 7.1., y en detalle en la tabla A.5. del anexo, se puede concluir que los SRI aparecen asentados fuertemente en el *entorno económico-productivo* y las *empresas innovadoras y la competitividad*, mientras que de la aparente debilidad sobre los restantes factores —*actividades científicas de las universidades y de las administraciones públicas* y las *actividades de apoyo financiero a la innovación*— no se puede asegurar con certeza que exista una relación —negativa o positiva— sobre el nivel de eficiencia alcanzado por las Comunidades.

A pesar de que el test de correlación no proporciona una relación concluyente entre estos últimos factores y la eficiencia, el análisis DEA ofrece otro método para medir la mejora potencial que debería darse en los *inputs* y *outputs* para situarse sobre la frontera

de eficiencia. Si se observan tales mejoras en la tabla A.3. del anexo, se puede intuir, a rasgos generales, el papel trivial que tienen las actividades científicas tanto en las *administraciones públicas* como en las *universidades* en cuanto al logro de la eficiencia innovadora se refiere.

No obstante, no se deben de discriminar esta serie de factores por el mero hecho de incidir en menor medida en el nivel de eficiencia que las *empresas innovadoras* y la *competitividad* y el *entorno económico-productivo*, ya que su apoyo a estas dos variables determinantes del índice de eficiencia es fundamental si se busca fomentar el desarrollo tecnológico.

En consecuencia, resulta de vital importancia crear políticas, estructuras productivas y un tamaño del mercado regional apropiados, de manera que promuevan las actividades de innovación, con especial énfasis en las empresas y la creación de instituciones necesarias para el desarrollo empresarial (como nuevos productos y procesos) con el fin de mejorar el desarrollo del Sistema de Innovación.

El hecho de que el factor que recoge los elementos vinculados a la administración pública sea una de las principales causas —junto al factor universidades— del distanciamiento de las regiones españolas en relación a la frontera eficiente se debe, seguramente, a una proliferación de los organismos públicos de investigación en los SRI españoles acompañada de una caída importante de la productividad consecuencia de sus deficiencias institucionales. Este comportamiento de las instituciones públicas en la producción científica revela la existencia de problemas importantes de ineficiencia⁵⁰ que deberían de solventarse si se pretenden asegurar las inversiones en I+D y la innovación, ya que la administración pública juega un importante papel como agente de financiación para la innovación en las empresas privadas y en la investigación pública.

Por otra parte, el factor que alude al sistema universitario cuenta con un papel relativo según la región en cuestión. Aunque no se encuentre dentro de los factores más influyentes en los SRI, unas buenas prácticas universitarias determinan un alto nivel en la producción de conocimiento de las Comunidades Autónomas. Y así lo corroboran la productividad y dimensiones de las tres metrópolis españolas —Madrid, Cataluña y País Vasco— que son las que presentan los mejores resultados en este ámbito a la par que lo hacen en el ranking de índices de eficiencia.

Finalmente, a modo de conclusión, se puede afirmar que, las actividades relativas al *entorno regional* y las *empresas de carácter innovador* y la *competitividad*, son las que originan un mayor impacto sobre la generación de conocimiento tecnológico en el caso español, aproximado por las patentes y las publicaciones per cápita (los outputs). La relación entre ambas percibe un peso muy superior al ejercido por las *administraciones públicas* y, sobre todo, por la *universidad*. Luego, se vuelve de súbita importancia implantar políticas que logren crear los incentivos necesarios para un mayor apoyo a las *empresas innovadoras*, con el fin de lograr una inversión en el sector tecnológico que dé lugar a un crecimiento fuerte y sostenido para cada región y, por tanto, para el conjunto de la economía española. Una conveniente política podría ser, por ejemplo, la competencia, ya que ésta presiona a las empresas a apostar por la innovación.

⁵⁰ Buesa Blanco, M. 2012, *El sistema nacional de innovación en España: un panorama*. Información Comercial Española, no. 869.

8. EFICIENCIA DE ESCALA

A continuación, con el objetivo de indagar en las posibles causas de las ineficiencias de las regiones españolas, se procederá a calcular el índice de *eficiencia de escala* a través del cociente entre los índices obtenidos según el enfoque CCR —rendimientos constantes a escala— y el BCC— rendimientos variables a escala—, multiplicado por 100⁵¹.

La eficiencia de escala nos muestra la posible existencia de efectos derivados de la escala de operación de los SRI que están causando ineficiencias, de manera que si una región presenta una *eficiencia de escala* de 100 o cercana a este valor, las posibles ineficiencias serán de tipo técnico y no por la escala en la que opera la región. Las regiones eficientes técnicamente también presentarán eficiencias de escala de 100.

De esta manera, para la elaboración de la eficiencia de escala, se ha calculado el nivel de eficiencia bajo rendimientos variables a escala (Modelo BCC) cuyos resultados quedan reflejados en la tabla A.6. del anexo.

Dada la limitación de páginas de este estudio y la similitud de resultados entre ambos periodos de años, se expondrá a continuación como representación de los índices de eficiencia de escala el intervalo temporal que comprende los años 2004-2008. La diferencia más notable entre ambos grupos de periodos radica básicamente en que en el primer periodo —presentado en la tabla A.6. del anexo— se obtienen índices de eficiencia de escala más bajos, pero dado que esto no distorsiona las conclusiones derivadas de la eficiencia de escala se puede proceder a representar un único periodo y generalizar los resultados:

Tabla 8.1. Eficiencia de escala (para el periodo 2004-2008)

CCAA	AÑO	EE (%)
Andalucía	2004	72,6
	2005	80,01
	2006	80,69
	2007	78,15
	2008	81,18
Aragón	2004	89,79
	2005	95,89
	2006	100
	2007	100
	2008	100
Canarias (ES)	2004	61,53
	2005	61,44
	2006	65,88
	2007	61,49
	2008	65,81
Cantabria	2004	81,27
	2005	93,59
Comunidad de Navarra	2006	96,21
	2007	99,82
	2008	100
Comunidad Valenciana	2004	85,09
	2005	87,11
	2006	89,46
	2007	84,78
Extremadura	2004	93,06
	2005	49,62
	2006	53,8
	2007	55,63
Galicia	2004	49,44
	2005	58,76
	2006	77,53
	2007	86,49
Galicia	2006	82,74
	2007	86,19
	2008	91,34

⁵¹ Esta forma de estudiar el tipo de rendimientos es empleada en diversos estudios. Véanse, entre otros, Santín (1998), Nasierowsky y Arcelus (2003), Martín Cabrera (2003) y García-Aracil (2007).

	2006	82,1			
	2007	91,2			
	2008	92,67			
Castilla y León	2004	60,4	Illes Balears	2004	62,59
	2005	67,58		2005	56,82
	2006	68,72		2006	53,05
	2007	68,71		2007	54,26
Castilla-la Mancha	2008	74,53	2008	61,35	
	2004	39,64	La Rioja	2004	78,49
	2005	46,62		2005	58,89
2006	48,48	2006		64,32	
2007	44,26	2007		73,97	
Cataluña	2008	56,78	País Vasco	2008	58,58
	2004	100		2004	78,97
	2005	100		2005	91,88
	2006	100		2006	100
Comunidad de Madrid	2007	100	2007	94,96	
	2008	100	2008	100	
	2004	93,73	Principado de Asturias	2004	83,69
	2005	99,42		2005	88,65
	2006	100		2006	89,4
2007	97,59	2007		90,96	
Comunidad de Navarra	2008	100	2008	99,18	
	2004	100	Región de Murcia	2004	74,06
	2005	100		2005	70,70
				2006	83,64
		2007		76,31	
			2008	85,80	

Como se puede interpretar en los datos expuestos en la anterior tabla, el Modelo BCC conduce en casi todas las regiones a valores próximos a 100. Esto significa que cuando, conforme a lo que antes se ha señalado, se obtiene el cociente entre los resultados del Modelo CCR y los del Modelo BCC para calcular el índice de eficiencia de escala, los valores obtenidos son, en general, los mismos o muy próximos a los que corresponden al primero de esos modelos, por lo que pocas regiones se acercan a un índice igual a 100. Lo cual quiere decir que prácticamente todas las ineficiencias que se registran en los SRI españoles derivan de un problema de escala o tamaño en su sistema y no uno de carácter técnico. De esta forma, es el tamaño de los Sistemas Regionales de Innovación el que conduce a la obtención de resultados innovadores (patentes y publicaciones per cápita) inferiores a los que les corresponderían en función de los recursos utilizados en ellos (factores).

9. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

Con este artículo se ha tratado de adentrarse en la medición de la eficiencia con la que se asignan los recursos económicos e institucionales a la obtención de patentes y publicaciones per cápita susceptibles de ser empleadas como representantes de las capacidades de los SRI en España.

Para conseguir alcanzar el objetivo propuesto, se han llevado a cabo distintos análisis econométricos: en primer lugar, se partió de una base de datos regionalizada que

comprende una extensa batería de indicadores referentes a los elementos que configuran los Sistemas de Innovación; a partir de ella y para el periodo temporal que nos atañe (2000-2008), se ha aplicado la técnica multivariante del análisis de componentes principales con el fin de identificar los factores o variables hipotéticas sintetizadoras de la información esencial en los mismos: *el entorno económico-productivo, las empresas innovadoras y la competitividad, las actividades científicas de las administraciones públicas y de las universidades y el apoyo financiero a la innovación.*

Si se presta atención a los resultados obtenidos, se concluye que el entorno económico-productivo y las empresas innovadoras y la competitividad, por ese orden, son los factores que más están teniendo una influencia positiva y significativa sobre la eficiencia total de los SRI. Por tanto, las medidas de política económica que intenten incentivar la innovación deberían ir encaminadas tanto a favorecer el esfuerzo innovador de las empresas, como a mejorar el entorno productivo donde se enmarca el Sistema de Innovación. Sin embargo, lo que se observa en la realidad española es muy diferente: los políticos insisten en fomentar la actividad innovadora de universidades y administraciones públicas, que tienen una baja o nula influencia tanto en el nivel de *output* innovador como en la eficiencia de su producción.

La metodología empleada para estudiar ese análisis sobre la eficiencia ha sido el DEA por sus consistentes resultados en este tipo de investigaciones. Esta técnica estadística permite establecer la frontera de la eficiencia identificando las regiones en las que se maximiza la relación entre los *outputs* y los *inputs* utilizados para obtenerla; y con relación a esa frontera, el DEA sitúa a todas las unidades de análisis —en nuestro caso las regiones españolas— midiendo su eficiencia como porcentaje del nivel de la frontera.

El análisis envolvente de datos es una técnica de programación lineal no paramétrica que permite medir el nivel de eficiencia de las unidades analizadas. Entre sus ventajas se encuentra que no requiere asumir una forma funcional concreta para la creación de la frontera de eficiencia. No obstante, el análisis de la eficiencia a través de los modelos DEA no permite conocer si existe progreso o retroceso en la frontera tecnológica. Por esta razón, en el presente estudio se utilizó el índice de Malmquist como medida de la evolución a través del tiempo de los niveles de eficiencia y del cambio tecnológico experimentado por las regiones españolas para el periodo 2000-2008.

En definitiva, en los resultados obtenidos mediante esta técnica no se aprecian grandes ineficiencias relativas entre las regiones españolas, aunque como cabría esperar la frontera eficiente es un nivel reservado para muy pocas, por lo que prácticamente todas las regiones estimadas se encuentran alejadas de la frontera debido, casi en su totalidad, a que no lo están haciendo en su escala óptima: la estimación del índice de eficiencia de escala para cada uno de los SRI revela que la eficiencia técnica es alta entre las regiones.

A pesar de ello, la evolución temporal de la eficiencia medida con el índice de productividad de Malmquist muestra, de forma global, un tímido avance en la productividad de todas las Comunidades Autónomas —si bien Navarra, La Rioja y Asturias consiguieron incrementarla fuertemente durante uno de los periodos de la serie—. El nivel de cambio de productividad satisfactorio es 1,0496, que corresponde al cambio en la productividad promedio de los SRI. De las 17 regiones bajo estudio, solamente 8 de ellas —Andalucía, Castilla-La Mancha, Comunidad Foral de Navarra,

Comunidad Valenciana, Islas Baleares, La Rioja, País Vasco, Principado de Asturias y Región de Murcia— alcanzaron un Índice de Malmquist promedio superior a este valor.

A la vista de los resultados obtenidos, el sistema nacional de innovación en España, aunque madurando, aún está por explotarse y, a juzgar por la evolución del número de publicaciones y de patentes registradas, sigue acaparando un interés creciente de una parte de la comunidad científica. En cualquier caso, si finalmente se aprovechan de manera más eficiente o no los recursos a la innovación de las regiones españolas a lo largo del tiempo podrá ser uno de los objeto de estudio de futuras investigaciones con sucesivas actualizaciones de la base de datos, si así se considera oportuno.

Referencias Bibliograficas

- Álvarez González, M. 2013, *Eficiencia en los Sistemas Regionales de Innovación europeo*. Documentos de trabajo del Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Complutense Madrid.
- Base de datos IAIF-RIS (Sp). Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF).
- Buesa Blanco, M. 2012, “El sistema nacional de innovación en España: un panorama”. *Información Comercial Española*, no. 869.
- Buesa, M.; Heijs, J.; Baumert, T.; Álvarez, M. & Kahwash, O.: *Eficiencia de los sistemas regionales de innovación en la unión europea*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>
- Buesa, M.; Heijs, J. & Baumert, T. 2010, “The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach”. *Research Policy*, vol. 39, no. 6, pp. 722-735.
- Buesa, M.; Heijs, J.; Martínez Pellitero, M. & Baumert, T. 2006, “Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case”, *Technovation*, vol. 26, no. 4, pp. 436-472.
- Chen, K. & Guan, J. 2014, *Measuring the Efficiency of China's Regional Innovation Systems: Application of Network Data Envelopment Analysis (DEA)*.
- Farrell, M. J. 1957, “The measurement of efficiency productive”. *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, 120, pp. 253-266.
- Fritsch, M. & Slavtchev, V. 2007, *How Does Agglomeration Affect the Efficiency of Regional Innovation Systems? Agglomeration and Growth in Knowledge Based Societies*, Kiel, Germany.
- Giovanna Bosco, M. & Brugnoli, A. 2011, *Regional Efficiency, Innovation and Productivity*.
- Heijs, J.; Buesa, M. & Baumert, T (2007), *Sistemas Regionales de Innovación: nuevas formas de análisis y medición*. Ed. Fundación de las Cajas de Ahorros. Madrid (España). ISBN 978-84-89116-32-0.
- Martínez Pellitero, M. & Baumert, T (2003), *Medida de la capacidad innovadora de las Comunidades Autónomas españolas: construcción de un índice regional de la innovación*. Documento de trabajo nº 35, Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Universidad Complutense. Madrid. www.ucm.es/BUCM/cee/iaif
-

- Martínez Pellitero, M.; Buesa, M. & Heijs, J. 2008, *The IAIF for European regional innovation systems*. Documento de trabajo, nº 61. Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Universidad Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>
- Martínez Pellitero, M.; Buesa, M. & Heijs, J. 2008, *A novel way of measuring regional systems of innovation: factor analysis as a methodological approach*. Documento de trabajo, nº 60. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>
- Martínez Pellitero, M.; Buesa, M.; Heijs, J. & Baumert, T. 2004, *Configuración estructural y capacidad de producción de conocimientos en los Sistemas Regionales de Innovación: un estudio del caso español*. Documento de trabajo nº 45. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>
- Martínez Pellitero, M. 2008, *Tipología y eficiencia de los Sistemas Regionales de Innovación. Un estudio aplicado al caso europeo*, Consejo Económico y Social, Comunidad de Madrid.
- Niu, D.; Wang, R.; Zhang, X. & Song, W. 2013: *Comparative Studies on Efficiency of China's Regional Innovation. System on the Basis of Cooperation Measurement Model*. School of Public Affairs. University of Science and Technology of China. Hefei.
- Ortega Domínguez, A. 2014, *Frontier Analyst®. Una herramienta para medir la eficiencia*. Guía de uso. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Complutense Madrid.
- Santín, D. 2009, *La Medición de la Eficiencia en el Sector Público. Técnicas Cuantitativas. I Curso de Evaluación de Políticas Públicas y Programas Presupuestarios*. Instituto de Estudios Fiscales (IEF) y Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. *Disponible en:* http://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/apresentacoes/gerados/apresentacoes_madr_i/UD_EFICIENCIA_DANIEL_SANTIN.pdf

Anexo

A.1. Factorial

Matriz de correlaciones^a

a. Determinante = 8,04E-031

KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,785
Chi-cuadrado aproximado		9874,697
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	325
	Sig.	,000

Comunalidades

	Inicial	Extracción
Poblaciónmediaanualmilesdehabitantes	1,000	,968
PIBmillonesbase1995	1,000	,994
FormaciónBrutadeCapitalFijomillonesbase1995	1,000	,987
Remuneracióndeasalariadosmillones1995	1,000	,991
VABmillonesbase1995	1,000	,994
Númerodepersonasempleadasmiles	1,000	,995
RecursosHumanosenCienciayTecnologíaEducaciónmilespers	1,000	,992
RecursosHumanosenCienciayTecnologíaOcupaciónmilespers	1,000	,992
RecursosHumanosenCienciayTecnologíaCoremilespers	1,000	,991
PersonalenIDdelasempresasnúmerodepersonassobreel	1,000	,860
PersonalenIDdelasempresassequivalenciaadedicaciónplena	1,000	,947
GastoenIDdelasempresasobreelPIB	1,000	,943
PIBportrabajador	1,000	,833
PIBper cápita	1,000	,810
EXP_por_c_pib	1,000	,743
GastoenIDdelasAAPPsobreeelPIB	1,000	,929
PersonalenIDdelasAAPPnúmerodepersonassobreempl	1,000	,831
PersonalenIDdelasAAPPequivalenciaadedicaciónplena	1,000	,974
GastoenIDdelasuniversidadessobreelPIB	1,000	,735
PersonalenIDdelasuniversidadesnúmerodepersonassobr	1,000	,807
PersonalenIDdelasuniversidadessequivalenciaadedicación	1,000	,836
PORC_doctor	1,000	,456
PNproy_GID	1,000	,780
PNrrrh_GID	1,000	,577
CapitalinversiónsemillayarranquesobreelPIBpor100pa	1,000	,429
CapitalinversióndesarrollosobreelPIBpor100paracambi	1,000	,420

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza
1	11,402	43,855	43,855	11,402	43,855
2	4,312	16,583	60,438	4,312	16,583
3	2,435	9,367	69,805	2,435	9,367
4	2,021	7,772	77,577	2,021	7,772
5	1,642	6,314	83,891	1,642	6,314
6	,882	3,393	87,285		
7	,790	3,039	90,323		
8	,666	2,562	92,885		
9	,433	1,666	94,551		
10	,333	1,282	95,833		
11	,324	1,245	97,078		
12	,241	,928	98,007		
13	,180	,694	98,700		
14	,107	,413	99,113		
15	,079	,304	99,418		
16	,053	,203	99,620		
17	,030	,115	99,735		
18	,024	,092	99,827		
19	,020	,077	99,905		
20	,012	,046	99,950		
21	,009	,036	99,987		
22	,002	,007	99,994		
23	,001	,003	99,997		
24	,001	,002	99,999		
25	,000	,001	100,000		
26	1,775E-005	6,825E-005	100,000		

Varianza total explicada

Componente	Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	43,855	9,174	35,284	35,284
2	60,438	4,815	18,521	53,805
3	69,805	2,834	10,900	64,705
4	77,577	2,621	10,081	74,786
5	83,891	2,367	9,105	83,891
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Tabla A.1.1.1. Matriz de componentes^a

	Componente				
	1	2	3	4	5
Poblaciónmediaanualmilesdehabitantes	,851	-,412			
PIBmillonesbase1995	,944				
FormaciónBrutadeCapitalFijomillonesbase1995	,929				
Remuneracióndeasalariadosmillones1995	,950				
VABmillonesbase1995	,944				
Númerodepersonasempleadasmiles	,903				
RecursosHumanosenCienciayTecnologíaEducaciónmilespers	,964				
RecursosHumanosenCienciayTecnologíaOcupaciónmilespers	,965				
RecursosHumanosenCienciayTecnologíaCoremilespers	,969				
PersonalenIDdelasempresasnúmerodepersonassobreel	,443	,790			
PersonalenIDdelasempresassequivalenciaadedicaciónplena	,556	,751			
GastoenIDdelasempresasobreelPIB	,626	,710			
PIBportrabajador	,411	,637		-,432	
PIBpercápita	,437	,624			
EXP_por_c_pib		,716			
GastoenIDdelasAAPPsobreeelPIB	,700				,531
PersonalenIDdelasAAPPnúmerodepersonassobreempl	,667				,503
PersonalenIDdelasAAPPequivalenciaadedicaciónplena	,748				,559
GastoenIDdelasuniversidadessobreelPIB				,747	
PersonalenIDdelasuniversidadesnúmerodepersonassobr	,584			,553	
PersonalenIDdelasuniversidadessequivalenciaadedicación		,525		,649	
PORC_doctor				,488	
PNproy_GID			,746		
PNrrhh_GID			,670		
CapitalinversiónsemillayarranquesobreelPIBpor100pa			-,523		
CapitalinversióndesarrollosobreelPIBpor100paracambi			-,560		

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 5 componentes extraídos

Matriz de componentes^a

	Componente	
	4	5
Población media anual miles de habitantes		
PIB millones base 1995		
Formación Bruta de Capital Fijo millones base 1995		
Remuneración de asalariados millones 1995		
VAB millones base 1995		
Número de personas empleadas miles		
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Educación miles pers		
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Ocupación miles pers		
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Core miles pers		
Personal en ID de las empresas número de personas sobre el		
Personal en ID de las empresas equivalencia a dedicación plena		
Gasto en ID de las empresas sobre el PIB		
PIB por trabajador	-,432	
PIB per cápita		
EXP_porc_pib		
Gasto en ID de las AAPP sobre el PIB		,531
Personal en ID de las AAPP número de personas sobre el empl		,503
Personal en ID de las AAPP equivalencia a dedicación plena		,559
Gasto en ID de las universidades sobre el PIB	,747	
Personal en ID de las universidades número de personas sobr	,553	
Personal en ID de las universidades equivalencia a dedicación	,649	
PORC_doctor	,488	
PNproy_GID		
PNrrrh_GID		
Capital inversión semilla y arranque sobre el PIB por 100 pa		
Capital inversión desarrollo sobre el PIB por 100 para cambi		

Método de extracción: Análisis de componentes principales^a

a. 5 componentes extraídos

Tabla A.1.2. Matriz de componentes rotados^a

	Componente				
	1	2	3	4	5
Población media anual miles de habitantes	,972				
PIB millones base 1995	,970				
Formación Bruta de Capital Fijo millones base 1995	,971				
Remuneración de asalariados millones 1995	,960				
VAB millones base 1995	,969				
Número de personas empleadas miles	,987				
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Educación miles pers	,949				
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Ocupación miles pers	,939				
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Core miles pers	,933				
Personal en ID de las empresas número de personas sobre el		,895			
Personal en ID de las empresas equivalencia a dedicación plena		,935			
Gasto en ID de las empresas sobre el PIB		,898			
PIB por trabajador		,866			
PIB per cápita		,737			0,447
EXP_porc_pib		,668		0,450	
Gasto en ID de las AAPP sobre el PIB	,423		0,842		
Personal en ID de las AAPP número de personas sobre el empl			0,798		
Personal en ID de las AAPP equivalencia a dedicación plena	,469		0,851		
Gasto en ID de las universidades sobre el PIB				,799	
Personal en ID de las universidades número de personas sobr				,742	
Personal en ID de las universidades equivalencia a dedicación				,834	
PORC_doctor				,527	
PN proy_GID					0,861
PN rrrh_GID					0,683
Capital inversión semillay arranques sobre el PIB por 100 pa					-0,644
Capital inversión desarrollo sobre el PIB por 100 para cambi					-0,606

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser^a.

a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Matriz de componentes rotados^a

	Componente	
	3	4
Población media anual miles de habitantes		
PIB millones base 1995		
Formación Bruta de Capital Fijo millones base 1995		
Remuneración de asalariados millones 1995		
VAB millones base 1995		
Número de personas empleadas miles		
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Educación miles pers		
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Ocupación miles pers		
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Core miles pers		
Personal en ID de las empresas número de personas sobre el		
Personal en ID de las empresas equivalencia a dedicación plena		

Gasto en ID de las empresas sobre el PIB		
PIB por trabajador		
PIB per cápita		
EXP_porcentaje_pib		,450
Gasto en ID de las AAPP sobre el PIB	,842	
Personal en ID de las AAPP número de personas sobre el empl	,798	
Personal en ID de las AAPP equivalencia a dedicación plena	,851	
Gasto en ID de las universidades sobre el PIB		,799
Personal en ID de las universidades número de personas sobre		,742
Personal en ID de las universidades equivalencia a dedicación		,834
PORC_doctor		,527
PNproy_GID		
PNrrhh_GID		
Capital inversión semillay arranques sobre el PIB por 100 pa		
Capital inversión desarrollo sobre el PIB por 100 para cambi		

Matriz de componentes rotados^a

	Componente
	5
Población media anual miles de habitantes	
PIB millones base 1995	
Formación Bruta de Capital Fijo millones base 1995	
Remuneración de asalariados millones 1995	
VAB millones base 1995	
Número de personas empleadas miles	
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Educación miles pers	
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Ocupación miles pers	
Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Core miles pers	
Personal en ID de las empresas número de personas sobre el	
Personal en ID de las empresas equivalencia a dedicación plena	
Gasto en ID de las empresas sobre el PIB	
PIB por trabajador	
PIB per cápita	,447
EXP_porcentaje_pib	
Gasto en ID de las AAPP sobre el PIB	
Personal en ID de las AAPP número de personas sobre el empl	
Personal en ID de las AAPP equivalencia a dedicación plena	
Gasto en ID de las universidades sobre el PIB	
Personal en ID de las universidades número de personas sobre	
Personal en ID de las universidades equivalencia a dedicación	
PORC_doctor	
PNproy_GID	,861
PNrrhh_GID	,683
Capital inversión semilla y arranques sobre el PIB por 100 pa	-,644
Capital inversión desarrollo sobre el PIB por 100 para cambi	-,606

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser^a.

a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Matriz de transformación de las componentes

Componente	1	2	3	4	5
1	,850	,343	,327	,215	,078
2	-,414	,855	-,036	,269	,154
3	-,150	-,196	,420	-,048	,872
4	-,060	-,332	-,115	,934	,022
5	-,283	-,044	,838	,080	-,458

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Tabla A.3. Índices de eficiencia y mejoras potenciales de los inputs/outputs por regiones y años.

ORIENTACION INPUT

ANDALUCÍA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-46,72%	-52,23%	-56,42%	-56,76%	-40,32%	-36,68%	-39,12%	-40,61%	-34,29%
Empresas innovadoras y competitividad	-39,78%	-32,41%	-27,58%	-25,47%	-27,4%	-19,99%	-19,31%	-21,85%	-18,91%
AAPP	-39,78%	-45,62%	-47,38%	-46,46%	-55,62%	-55,25%	-48,72%	-60,52%	-59,77%
Universidades	-71,79%	-66,32%	-59,92%	-60,5%	-69,56%	-67,59%	-69,82%	-67,39%	-60,18%
Apoyo financiero innovación	-39,78%	-32,41%	-27,58%	-25,47%	-27,4%	-19,99%	-19,31%	-21,85%	-18,91%
Índice Eficiencia	60,20%	67,60%	72,40%	74,50%	72,60%	80,00%	80,70%	78,10%	81,10%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	66,06%	47,96%	38,09%	34,18%	37,74%	24,98%	23,94%	27,96%	23,32%
PAT_pc	300,34%	146,16%	38,09%	36,75%	484%	308,63%	193,76%	504,85%	500,04%
Índice Eficiencia	60,20%	67,60%	72,40%	74,50%	72,60%	80,00%	80,70%	78,10%	81,10%

ORIENTACION INPUT

ARAGÓN									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-7,01%	-13,15%	0%	-10,8%	-12,39%	-4,11%	0%	0%	0%
Empresas innovadoras y competitividad	-11,91%	-20,75%	0%	-14,54%	-13,56%	-4,11%	0%	0%	0%
AAPP	-7,01%	-17,85%	0%	-15,51%	-12,39%	-9,4%	0%	0%	0%
Universidades	-7,01%	-13,15%	0%	-10,8%	-20,61%	-8,81%	0%	0%	0%
Apoyo financiero innovación	-39,54%	-24,24%	0%	-10,8%	-12,39%	-4,11%	0%	0%	0%
Índice Eficiencia	93%	86,90%	100%	89,20%	87,60%	95,90%	100,00%	100,00%	100,00%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	7,54%	15,14%	0%	12,1%	14,14%	4,28%	0%	0%	0%
PAT_pc	7,54%	15,14%	0%	12,1%	38,97%	4,28%	0%	0%	0%
Índice Eficiencia	93%	86,90%	100%	89,20%	87,60%	95,90%	100,00%	100,00%	100,00%

ORIENTACION INPUT

CANARIAS (ES)									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-44,46%	-50,22%	-49,03%	-48,62%	-39,32%	-40,22%	-34,12%	-41,57%	-40,18%
Empresas innovadoras y competitividad	-48,08%	-50,22%	-49,03%	-48,62%	-39,32%	-40,22%	-34,12%	-41,57%	-40,18%
AAPP	-44,46%	-51,34%	-53,7%	-56,79%	-54,14%	-59,83%	-51,01%	-63,71%	-61,34%
Universidades	-56,65%	-58,43%	-60,7%	-61,48%	-64,55%	-63,99%	-61,02%	-65,17%	-57,26%
Apoyo financiero innovación	-54,6%	-57,81%	-57,69%	-55,5%	-48,88%	-50,5%	-47,7%	-45,49%	-40,87%
Índice Eficiencia	55,50%	49,80%	51%	51,40%	60,70%	59,80%	65,90%	58,40%	59,80%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	80,04%	100,87%	96,21%	94,63%	64,8%	67,27%	51,8%	71,15%	67,17%
PAT_pc	80,04%	270,7%	186,92%	94,63%	571,31%	416,67%	595,14%	800,04%	425,9%
Índice Eficiencia	55,50%	49,80%	51%	51,40%	60,70%	59,80%	65,90%	58,40%	59,80%

ORIENTACION INPUT

CANTABRIA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-25,53%	-37,93%	-27,64%	-22,07%	-18,73%	-6,41%	-18,8%	-11,2%	-14,01%
Empresas innovadoras y competitividad	-41,67%	-44,2%	-47,73%	-37,84%	-19,16%	-6,41%	-19,86%	-15,25%	-17,04%
AAPP	-25,53%	-42,15%	-53,2%	-50,66%	-39,19%	-34,02%	-31,03%	-27,41%	-26,58%
Universidades	-36,13%	-37,93%	-27,64%	-22,07%	-19,24%	-16,63%	-36,75%	-33,32%	-37,69%
Apoyo financiero innovación	-42,4%	-47,9%	-32,76%	-28,39%	-18,73%	-6,41%	-22,96%	-11,2%	-14,01%
Índice Eficiencia	74,50%	62,10%	72,40%	77,90%	81,30%	93,60%	81,20%	88,80%	86,00%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	34,29%	61,1%	38,19%	28,32%	23,04%	6,85%	23,15%	12,61%	16,29%
PAT_pc	504,05%	61,1%	653,75%	28,32%	251,13%	119,15%	48,7%	342,76%	104,81%
Índice Eficiencia	74,50%	62,10%	72,40%	77,90%	81,30%	93,60%	81,20%	88,80%	86,00%

ORIENTACION INPUT

CASTILLA Y LEÓN									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-46,67%	-47,99%	-50,71%	-47,11%	-43,56%	-38,03%	-36,75%	-39,69%	-34,88%
Empresas innovadoras y competitividad	-63,92%	-58,38%	-56,48%	-51,96%	-52,99%	-42,61%	-42,32%	-45,71%	-42,76%
AAPP	-46,67%	-47,99%	-50,71%	-47,11%	-43,56%	-38,03%	-36,75%	-39,69%	-34,88%
Universidades	-73,5%	-64,8%	-63,28%	-57,6%	-67,04%	-60,07%	-57,69%	-60,36%	-54,11%
Apoyo financiero innovación	-47,67%	-57,38%	-54,18%	-47,78%	-43,56%	-38,03%	-36,75%	-39,69%	-34,88%
Índice Eficiencia	53,30%	52%	49,30%	52,90%	56,40%	62,00%	63,20%	60,30%	65,10%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	87,5%	92,28%	102,86%	89,07%	77,17%	61,36%	58,11%	65,81%	53,57%
PAT_pc	87,5%	92,28%	102,86%	89,07%	110,02%	117,33%	191,28%	201,92%	274,47%
Índice Eficiencia	53,30%	52%	49,30%	52,90%	56,40%	62,00%	63,20%	60,30%	65,10%

ORIENTACION INPUT

CASTILLA-LA MANCHA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-74,3%	-69,64%	-68,91%	-65,34%	-60,36%	-53,38%	-51,52%	-57,56%	-43,22%
Empresas innovadoras y competitividad	-79,13%	-69,64%	-68,91%	-65,34%	-60,36%	-53,38%	-51,52%	-57,56%	-48,43%
AAPP	-74,3%	-72,59%	-70,04%	-70,66%	-66,28%	-66,12%	-57,9%	-63,37%	-72,72%
Universidades	-75,56%	-69,64%	-68,91%	-65,34%	-70,56%	-64,83%	-62,1%	-71,19%	-61,29%
Apoyo financiero innovación	-80,28%	-73,85%	-72,11%	-65,78%	-60,36%	-53,38%	-51,52%	-57,56%	-43,22%
Índice Eficiencia	25,70%	30,40%	31,10%	34,70%	39,60%	46,60%	48,50%	42,40%	56,80%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	289,09%	229,43%	221,64%	188,48%	152,26%	114,51%	106,25%	135,62%	76,11%
PAT_pc	289,09%	229,43%	221,64%	188,48%	201,16%	114,51%	152,79%	231,45%	322,85%
Índice Eficiencia	25,70%	30,40%	31,10%	34,70%	39,60%	46,60%	48,50%	42,40%	56,80%

ORIENTACION INPUT

CATALUÑA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Empresas innovadoras y competitividad	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
AAPP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Universidades	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Apoyo financiero innovación	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Índice Eficiencia	100%	100%	100%	100%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PAT_pc	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Índice Eficiencia	100%	100%	100%	100%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

ORIENTACION INPUT

COMUNIDAD DE MADRID									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	0%	-3,81%	-6,67%	0%	-6,27%	-0,85%	0%	-8,48%	0%
Empresas innovadoras y competitividad	0%	-2,59%	-7,61%	0%	-6,27%	-0,58%	0%	-8,16%	0%
AAPP	0%	-0,21%	-5,13%	0%	-11,33%	-16%	0%	-31,39%	0%
Universidades	0%	-0,21%	-5,13%	0%	-7,31%	-2,45%	0%	-8,16%	0%
Apoyo financiero innovación	0%	-20,22%	-8,95%	0%	-9,48%	-0,58%	0%	-8,16%	0%
Índice Eficiencia	100%	99,80%	94,90%	100%	93,70%	99,40%	100,00%	91,80%	100,00%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	0%	0,21%	5,41%	0%	6,69%	0,58%	0%	8,89%	0%
PAT_pc	0%	0,21%	9,16%	0%	10,22%	2,82%	0%	21,46%	0%
Índice Eficiencia	100%	99,80%	94,90%	100%	93,70%	99,40%	100,00%	91,80%	100,00%

ORIENTACION INPUT

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-4,67%	-11,93%	0%	0%	0%	0%	-5,68%	-0,36%	0%
Empresas innovadoras y competitividad	-4,67%	-17,4%	0%	0%	0%	0%	-26,23%	-0,36%	0%
AAPP	-4,67%	-11,93%	0%	0%	0%	0%	-5,68%	-3,73%	0%
Universidades	-13,6%	-11,93%	0%	0%	0%	0%	-17,57%	-0,36%	0%
Apoyo financiero innovación	-30,34%	-21,79%	0%	0%	0%	0%	-10,48%	-17,06%	0%
Índice Eficiencia	95,30%	88,10%	100%	100%	100,00%	100,00%	94,30%	99,60%	100,00%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	4,89%	13,54%	0%	0%	0%	0%	6,02%	8,29%	0%
PAT_pc	4,89%	13,54%	0%	0%	0%	0%	6,02%	0,36%	0%
Índice Eficiencia	95,30%	88,10%	100%	100%	100,00%	100,00%	94,30%	99,60%	100,00%

ORIENTACION INPUT

COMUNIDAD VALENCIANA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-20,17%	-30,46%	-29,35%	-17,84%	-14,91%	-13,8%	-10,54%	-15,22%	-6,94%
Empresas innovadoras y competitividad	-28,34%	-30,46%	-27,6%	-18,27%	-14,91%	-13,8%	-10,54%	-15,22%	-12,85%
AAPP	-20,17%	-30,51%	-27,6%	-27,39%	-14,91%	-20,94%	-13,44%	-32,09%	-21,72%
Universidades	-42,95%	-50,71%	-45,32%	-41,55%	-51,36%	-51,88%	-49,93%	-51,06%	-46,18%
Apoyo financiero innovación	-20,17%	-33,9%	-27,6%	-17,84%	-14,91%	-13,8%	-10,54%	-15,22%	-6,94%
Índice Eficiencia	79,80%	69,50%	72,40%	82,20%	85,10%	86,20%	89,50%	84,80%	93,10%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	25,26%	43,8%	38,13%	21,71%	17,52%	16%	11,78%	17,96%	7,46%
PAT_pc	41,35%	43,8%	42,18%	85,23%	96,17%	97,32%	151,06%	148,49%	129,25%
Índice Eficiencia	79,80%	69,50%	72,40%	82,20%	85,10%	86,20%	89,50%	84,80%	93,10%

ORIENTACION INPUT

EXTREMADURA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-63,51%	-63,44%	-62,65%	-59,09%	-50,38%	-48,02%	-44,55%	-54,69%	-49,24%
Empresas innovadoras y competitividad	-67,97%	-63,82%	-62,65%	-59,09%	-50,38%	-48,02%	-44,55%	-54,69%	-49,24%
AAPP	-63,51%	-63,44%	-65,93%	-60,51%	-64,62%	-62,68%	-53,83%	-70,6%	-65,34%
Universidades	-74,9%	-74,48%	-73,3%	-70,04%	-66,08%	-69,42%	-68,41%	-73,31%	-69,85%
Apoyo financiero innovación	-71,97%	-67,76%	-67,7%	-63,58%	-55,86%	-52,85%	-58,22%	-59,93%	-49,24%
Índice Eficiencia	36,50%	36,60%	37,40%	40,90%	49,60%	52,00%	55,50%	45,30%	50,80%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	174,06%	173,54%	167,71%	144,42%	101,53%	92,37%	80,34%	120,68%	97%
PAT_pc	228,8%	403,56%	313,56%	164,18%	913,14%	449,05%	899,54%	1994,15%	1646,48%
Índice Eficiencia	36,50%	36,60%	37,40%	40,90%	49,60%	52,00%	55,50%	45,30%	50,80%

ORIENTACION INPUT

GALICIA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-34,71%	-32,06%	-30,04%	-33,12%	-24,29%	-17,58%	-18,48%	-22,55%	-17,63%
Empresas innovadoras y competitividad	-43,25%	-34,33%	-31,58%	-33,12%	-24,29%	-17,58%	-18,48%	-22,55%	-17,63%
AAPP	-34,71%	-32,06%	-30,04%	-33,12%	-24,29%	-17,58%	-18,48%	-22,55%	-17,63%
Universidades	-59,99%	-52,51%	-42,86%	-42,65%	-51,72%	-51,4%	-47,74%	-49,94%	-45,79%
Apoyo financiero innovación	-38,81%	-32,06%	-30,04%	-33,12%	-24,29%	-17,58%	-18,48%	-22,55%	-17,63%
Índice Eficiencia	65,30%	67,90%	70%	66,90%	75,70%	82,40%	81,50%	77,40%	82,40%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	53,17%	47,19%	42,94%	49,52%	32,09%	21,33%	22,67%	29,12%	21,4%
PAT_pc	528,21%	164,06%	120,77%	189,02%	300,07%	214,38%	179,79%	352,34%	261,89%
Índice Eficiencia	65,30%	67,90%	70%	66,90%	75,70%	82,40%	81,50%	77,40%	82,40%

ORIENTACION INPUT

ISLAS BALEARES									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-42,7%	-38,13%	-40,52%	-33,82%	-37,41%	-43,18%	-46,95%	-48,88%	-42,9%
Empresas innovadoras y competitividad	-64%	-59,82%	-63,32%	-56,34%	-45,1%	-51,03%	-46,95%	-48,88%	-51,3%
AAPP	-60,76%	-60,53%	-64,81%	-63,15%	-49,2%	-64,11%	-58,43%	-59,08%	-62,66%
Universidades	-42,7%	-38,13%	-40,52%	-33,82%	-37,41%	-43,18%	-46,95%	-48,88%	-42,9%
Apoyo financiero innovación	-64,49%	-48,82%	-45,74%	-33,89%	-47,57%	-43,18%	-57,91%	-54,66%	-45%
Índice Eficiencia	57,30%	61,90%	59,50%	66,20%	62,60%	56,80%	53,00%	51,10%	57,10%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	74,51%	61,64%	68,11%	51,11%	59,77%	75,99%	88,52%	95,61%	75,14%
PAT_pc	74,51%	61,64%	428,2%	78,5%	479,95%	346,11%	387,89%	270,11%	280,79%
Índice Eficiencia	57,30%	61,90%	59,50%	66,20%	62,60%	56,80%	53,00%	51,10%	57,10%

ORIENTACION INPUT

LA RIOJA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-51,69%	-56,28%	-42,27%	-10,59%	-21,51%	-42,02%	-37,93%	-31,36%	-51,58%
Empresas innovadoras y competitividad	-69,85%	-73,39%	-63,69%	-46,39%	-21,51%	-55,22%	-57,21%	-31,36%	-66,85%
AAPP	-51,69%	-63,52%	-65,73%	-58,05%	-22,39%	-42,02%	-37,93%	-49,27%	-61,07%
Universidades	-51,69%	-56,28%	-42,27%	-10,59%	-21,51%	-42,02%	-37,93%	-31,36%	-51,58%
Apoyo financiero innovación	-62,71%	-65,89%	-70,49%	-63,57%	-65,41%	-55,28%	-72,56%	-72,77%	-65,29%
Índice Eficiencia	48,30%	43,70%	57,70%	89,40%	78,50%	58,00%	62,10%	68,60%	48,40%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	106,99%	128,72%	73,21%	32,04%	27,41%	72,48%	61,1%	76,44%	106,54%
PAT_pc	143,77%	172,6%	73,21%	11,85%	27,41%	72,48%	61,1%	45,69%	139,91%
Índice Eficiencia	48,30%	43,70%	57,70%	89,40%	78,50%	58,00%	62,10%	68,60%	48,40%

ORIENTACION INPUT

PAIS VASCO									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-20,17%	-20,16%	-26,26%	-19,95%	-21,03%	-8,18%	0%	-5,52%	0%
Empresas innovadoras y competitividad	-42,78%	-46,8%	-49,82%	-50,41%	-31,61%	-12,36%	0%	-10,83%	0%
AAPP	-20,17%	-27,77%	-40,13%	-26,02%	-21,03%	-8,18%	0%	-5,52%	0%
Universidades	-20,17%	-20,16%	-26,26%	-19,95%	-21,03%	-8,18%	0%	-5,52%	0%
Apoyo financiero innovación	-57,02%	-52,05%	-52,97%	-43,95%	-36,71%	-20,3%	0%	-11,26%	0%
Índice Eficiencia	79,80%	79,80%	73,70%	80%	79,00%	91,80%	100,00%	94,50%	100,00%

ORIENTACION
OUTPUT

WOS_pc	25,27%	36,89%	35,96%	24,93%	26,63%	8,91%	0%	5,84%	0%
PAT_pc	25,27%	25,25%	35,61%	24,93%	26,63%	8,91%	0%	5,84%	0%
Índice Eficiencia	79,80%	79,80%	73,70%	80%	79,00%	91,80%	100,00%	94,50%	100,00%

ORIENTACION INPUT

PRINCIPADO DE ASTURIAS									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-29,43%	-28,54%	-30,99%	0%	-16,31%	-11,35%	-10,6%	-15,59%	-0,82%
Empresas innovadoras y competitividad	-46,38%	-28,54%	-37,09%	0%	-16,31%	-11,35%	-10,6%	-15,59%	-0,82%
AAPP	-29,43%	-28,54%	-30,99%	0%	-25,38%	-27,35%	-17,34%	-27,7%	-11,91%
Universidades	-56,16%	-40,11%	-43,84%	0%	-36,79%	-35,09%	-37,88%	-40,84%	-31,84%
Apoyo financiero innovación	-49,46%	-45%	-42,09%	0%	-16,31%	-11,35%	-17,78%	-15,59%	-0,82%
Índice Eficiencia	70,60%	71,50%	69%	100%	83,70%	88,70%	89,40%	84,40%	99,20%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	41,69%	39,94%	44,9%	0%	19,49%	12,8%	11,85%	18,46%	0,83%
PAT_pc	41,69%	39,94%	44,9%	0%	125,9%	96,99%	139,39%	115,24%	65,58%
Índice Eficiencia	70,60%	71,50%	69%	100%	83,70%	88,70%	89,40%	84,40%	99,20%

ORIENTACION INPUT

REGIÓN DE MURCIA									
	periodo 1				periodo 2				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Entorno económico-productivo	-47,38%	-49,49%	-42,58%	-46,16%	-27,64%	-35,24%	-16,36%	-30,97%	-22,07%
Empresas innovadoras y competitividad	-47,69%	-49,49%	-42,58%	-46,16%	-27,64%	-35,24%	-16,36%	-30,97%	-22,07%
AAPP	-47,38%	-50,16%	-49,64%	-49,05%	-40,5%	-46,18%	-24,68%	-37,01%	-27,96%
Universidades	-55,17%	-53,14%	-48,49%	-54,89%	-55,13%	-59,14%	-48,74%	-59,18%	-54,29%
Apoyo financiero innovación	-63,34%	-56,49%	-48,05%	-47,57%	-30,78%	-35,24%	-22,1%	-30,97%	-22,07%
Índice Eficiencia	52,60%	50,50%	57,40%	53,80%	72,40%	64,80%	83,60%	69,00%	77,90%

ORIENTACION OUTPUT

WOS_pc	90,03%	97,99%	74,16%	85,73%	38,19%	54,41%	19,56%	44,86%	28,32%
PAT_pc	90,03%	97,99%	74,16%	85,73%	281,41%	268,3%	160,63%	112,05%	279,82%
Índice Eficiencia	52,60%	50,50%	57,40%	53,80%	72,40%	64,80%	83,60%	69,00%	77,90%

Tabla A.4. El índice de Malmquist y sus componentes

❖ Grupo de años: 2000-2003

Año	Comunidad Autónoma	Índice de Malmquist	Catch-up	Frontier shift
2000	Andalucía			
2001	Andalucía	1,1897	1,1028	1,0788
2002	Andalucía	1,0975	1,0792	1,0169
2003	Andalucía	1,0293	0,8687	1,1849
2000	Aragón			
2001	Aragón	1,0067	1	1,0067
2002	Aragón	1,0993	1	1,0993
2003	Aragón	0,9473	0,9484	0,9989
2000	Canarias (ES)			
2001	Canarias (ES)	0,9954	0,9535	1,044
2002	Canarias (ES)	1,0123	1,0273	0,9854
2003	Canarias (ES)	0,9993	0,7169	1,3939
2000	Cantabria			
2001	Cantabria	0,8663	0,8337	1,0391
2002	Cantabria	1,148	1,1228	1,0225
2003	Cantabria	1,0631	0,8361	1,2714
2000	Castilla y León			
2001	Castilla y León	1,098	1,0542	1,0415
2002	Castilla y León	1,0003	0,971	1,0302
2003	Castilla y León	1,0832	0,8883	1,2194
2000	Castilla-La Mancha			
2001	Castilla-La Mancha	1,2439	1,1987	1,0377
2002	Castilla-La Mancha	1,1621	1,1377	1,0214
2003	Castilla-La Mancha	1,0948	0,8641	1,2671
2000	Cataluña			
2001	Cataluña	1,0796	1	1,0796
2002	Cataluña	1,0189	1	1,0189
2003	Cataluña	1,006	1	1,006
2000	Comunidad de Navarra			
2001	Comunidad de Navarra	0,9854	1	0,9854
2002	Comunidad de Navarra	1,273	1	1,273
2003	Comunidad de Navarra	0,8881	1	0,8881
2000	Comunidad Valenciana			
2001	Comunidad Valenciana	1,0384	0,9517	1,0911
2002	Comunidad Valenciana	1,0914	1,0574	1,0321
2003	Comunidad Valenciana	1,1188	0,8735	1,2809
2000	Comunidad de Madrid			
2001	Comunidad de Madrid	1,0447	1	1,0447
2002	Comunidad de Madrid	0,9838	1	0,9838
2003	Comunidad de Madrid	1,0814	1	1,0814
2000	Extremadura			

2001	Extremadura	1,1216	1,0858	1,033
2002	Extremadura	1,0428	1,0577	0,9859
2003	Extremadura	1,1028	0,7457	1,4788
2000	Galicia			
2001	Galicia	1,1726	1,1134	1,0532
2002	Galicia	1,0746	1,0502	1,0233
2003	Galicia	0,9743	0,7283	1,3378
2000	Illes Balears			
2001	Illes Balears	1,1697	1,1015	1,0619
2002	Illes Balears	0,9835	0,9829	1,0005
2003	Illes Balears	1,1314	0,9593	1,1794
2000	La Rioja			
2001	La Rioja	0,915	0,8835	1,0357
2002	La Rioja	1,121	1,0639	1,0537
2003	La Rioja	1,5938	1,7089	0,9326
2000	País Vasco			
2001	País Vasco	1,0219	0,9916	1,0305
2002	País Vasco	0,9286	0,8192	1,1335
2003	País Vasco	1,0453	1,1121	0,94
2000	Principado de Asturias			
2001	Principado de Asturias	1,1548	1,1452	1,0083
2002	Principado de Asturias	0,9864	0,9972	0,9892
2003	Principado de Asturias	1,5171	1,0134	1,4971
2000	Región de Murcia			
2001	Región de Murcia	1,1095	1,0509	1,0557
2002	Región de Murcia	1,0893	1,0921	0,9974
2003	Región de Murcia	0,9583	0,6949	1,379

❖ Grupo de años: 2004-2008

Año	Comunidad Autónoma	Índice de Malmquist	Catch-up	Frontier shift
2004	Andalucía	1,1174	1,0866	1,0284
2005	Andalucía	1,1039	1,0026	1,101
2006	Andalucía	1,0046	0,9938	1,0109
2007	Andalucía	0,9487	1,0562	0,8983
2008	Andalucía	1,0313	1,028	1,0032
2004	Aragón	1,0639	1,0544	1,009
2005	Aragón	1,0948	1	1,0948
2006	Aragón	1,069	1	1,069
2007	Aragón	0,9695	1	0,9695
2008	Aragón	1,0031	1	1,0031
2004	Canarias (ES)	1,0844	1,3306	0,815
2005	Canarias (ES)	0,9826	0,9153	1,0735
2006	Canarias (ES)	1,1015	1,0527	1,0464
2007	Canarias (ES)	0,8865	0,9804	0,9042
2008	Canarias (ES)	1,02	1,004	1,016
2004	Cantabria	1,0855	1,2344	0,8794
2005	Cantabria	1,1598	1,0351	1,1204
2006	Cantabria	0,828	0,812	1,0197
2007	Cantabria	1,0856	1,1523	0,9421
2008	Cantabria	0,9341	0,9304	1,004
2004	Castilla y León	1,0859	1,1995	0,9053
2005	Castilla y León	1,0885	1,0401	1,0465
2006	Castilla y León	1,0211	0,9442	1,0814
2007	Castilla y León	0,9236	1,0431	0,8854
2008	Castilla y León	1,0413	1,0516	0,9902
2004	Castilla-La Mancha	1,1794	1,282	0,92
2005	Castilla-La Mancha	1,1801	1,079	1,0937
2006	Castilla-La Mancha	1,0431	0,9989	1,0443
2007	Castilla-La Mancha	0,852	0,9199	0,9261
2008	Castilla-La Mancha	1,3432	1,2729	1,0552
2004	Cataluña	1,1608	1	1,1608
2005	Cataluña	1,0168	1	1,0168
2006	Cataluña	1,0412	1	1,0412
2007	Cataluña	0,9264	1	0,9264
2008	Cataluña	0,9891	1	0,9891
2004	Comunidad de Navarra	1,5443	1	1,5443
2005	Comunidad de Navarra	0,8709	1	0,8709
2006	Comunidad de Navarra	0,8491	1	0,8491
2007	Comunidad de Navarra	1,0383	1	1,0383
2008	Comunidad de Navarra	0,966	1	0,966
2004	Comunidad Valenciana	1,1113	1,1963	0,929
2005	Comunidad Valenciana	1,0046	0,9134	1,0998

2006	Comunidad Valenciana	1,0313	0,9996	1,0318
2007	Comunidad Valenciana	0,9358	0,9922	0,9431
2008	Comunidad Valenciana	1,1084	1,0451	1,0605
2004	Comunidad de Madrid	1,1019	1	1,1019
2005	Comunidad de Madrid	1,0225	1	1,0225
2006	Comunidad de Madrid	1,089	1	1,089
2007	Comunidad de Madrid	0,8146	1	0,8146
2008	Comunidad de Madrid	1,0807	1	1,0807
2004	Extremadura	1,0492	1,3912	0,7542
2005	Extremadura	1,0475	0,9685	1,0817
2006	Extremadura	1,0652	1,0059	1,0589
2007	Extremadura	0,8137	0,8951	0,909
2008	Extremadura	1,1089	1,0956	1,0122
2004	Galicia	1,0737	1,268	0,8468
2005	Galicia	1,0757	1,006	1,0694
2006	Galicia	1,0134	0,947	1,0701
2007	Galicia	0,9022	1,0121	0,8914
2008	Galicia	1,0338	1,0476	0,9868
2004	Illes Balears	1,0305	1,0796	0,9546
2005	Illes Balears	0,948	0,8717	1,0875
2006	Illes Balears	0,8969	0,8645	1,0375
2007	Illes Balears	0,9676	1,0676	0,9063
2008	Illes Balears	1,1097	1,0084	1,1004
2004	La Rioja	1,159	0,8875	1,306
2005	La Rioja	0,7614	0,7158	1,0637
2006	La Rioja	1,0731	1,0323	1,0395
2007	La Rioja	1,1622	1,0991	1,0575
2008	La Rioja	0,7329	0,6875	1,0661
2004	País Vasco	1,2881	1,0802	1,1925
2005	País Vasco	1,1556	1,129	1,0236
2006	País Vasco	1,1026	1	1,1026
2007	País Vasco	0,9244	1	0,9244
2008	País Vasco	1,0747	1	1,0747
2004	Principado de Asturias	0,7478	0,962	0,7773
2005	Principado de Asturias	1,0683	0,9813	1,0887
2006	Principado de Asturias	1,0229	0,9471	1,08
2007	Principado de Asturias	0,9181	0,9909	0,9265
2008	Principado de Asturias	1,147	1,1288	1,0161
2004	Región de Murcia	1,1978	1,5297	0,783
2005	Región de Murcia	0,8966	0,826	1,0855
2006	Región de Murcia	1,2992	1,2119	1,0721
2007	Región de Murcia	0,804	0,8708	0,9233
2008	Región de Murcia	1,0838	1,0801	1,0034

Tabla A.5. Correlaciones entre los factores y la eficiencia.

❖ Para todos los años contemplados.

		F5	F4	F3	F2	F1	Score
Apoyo financiero a la innovación (F5)	Correlación de Pearson	1	-,051	,004	-,030	-,080	-,091
	Sig. (bilateral)		,531	,957	,712	,327	,262
	N	153	153	153	153	153	153
Universidad (F4)	Correlación de Pearson	-,051	1	,021	,020	,036	,054
	Sig. (bilateral)	,531		,796	,804	,659	,508
	N	153	153	153	153	153	153
AAPP (F3)	Correlación de Pearson	,004	,021	1	,042	,010	,002
	Sig. (bilateral)	,957	,796		,609	,898	,978
	N	153	153	153	153	153	153
Empresas innovadoras y competitividad (F2)	Correlación de Pearson	-,030	,020	,042	1	,043	,263**
	Sig. (bilateral)	,712	,804	,609		,601	,001
	N	153	153	153	153	153	153
Entorno económico productivo (F1)	Correlación de Pearson	-,080	,036	,010	,043	1	,387**
	Sig. (bilateral)	,327	,659	,898	,601		,000
	N	153	153	153	153	153	153
Score	Correlación de Pearson	-,091	,054	,002	,263**	,387**	1
	Sig. (bilateral)	,262	,508	,978	,001	,000	
	N	153	153	153	153	153	153

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

❖ Correlaciones entre los factores y la eficiencia para el grupo de años: 2000-2003.

V. ficticia		F5	F4	F3	F2	F1	Score	
0,0	F5	Correlación de Pearson	1	-,131	-,003	,102	,249*	,058
		Sig. (bilateral)		,288	,983	,407	,040	,641
		N	68	68	68	68	68	68
	F4	Correlación de Pearson	-,131	1	-,018	,037	,122	,061
		Sig. (bilateral)	,288		,885	,762	,323	,621
		N	68	68	68	68	68	68
	F3	Correlación de Pearson	-,003	-,018	1	-,094	-,100	-,078
		Sig. (bilateral)	,983	,885		,444	,418	,526
		N	68	68	68	68	68	68
	F2	Correlación de Pearson	,102	,037	-,094	1	-,052	,080
		Sig. (bilateral)	,407	,762	,444		,673	,517
		N	68	68	68	68	68	68
	F1	Correlación de Pearson	,249*	,122	-,100	-,052	1	,448**
		Sig. (bilateral)	,040	,323	,418	,673		,000
		N	68	68	68	68	68	68
	Score	Correlación de Pearson	,058	,061	-,078	,080	,448**	1
		Sig. (bilateral)	,641	,621	,526	,517	,000	
		N	68	68	68	68	68	68

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

❖ Correlaciones entre los factores y la eficiencia para el grupo de años: 2004-2008.

V. ficticia		F5	F4	F3	F2	F1	Score	
1,0	F5	Correlación de Pearson	1	,029	,170	-,060	-,255*	-,139
		Sig. (bilateral)		,793	,120	,586	,018	,205
		N	85	85	85	85	85	85
	F4	Correlación de Pearson	,029	1	-,013	-,010	-,048	,016
		Sig. (bilateral)	,793		,906	,929	,660	,884
		N	85	85	85	85	85	85
	F3	Correlación de Pearson	,170	-,013	1	,021	-,014	-,129
		Sig. (bilateral)	,120	,906		,851	,902	,240
		N	85	85	85	85	85	85
	F2	Correlación de Pearson	-,060	-,010	,021	1	,072	,367**
		Sig. (bilateral)	,586	,929	,851		,511	,001
		N	85	85	85	85	85	85
	F1	Correlación de Pearson	-,255*	-,048	-,014	,072	1	,307**
		Sig. (bilateral)	,018	,660	,902	,511		,004
		N	85	85	85	85	85	85
	Score	Correlación de Pearson	-,139	,016	-,129	,367**	,307**	1
		Sig. (bilateral)	,205	,884	,240	,001	,004	
		N	85	85	85	85	85	85

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla A.6. Índice de eficiencia generado por el modelo BCC, modelo CCR y la eficiencia de escala

❖ Grupo de años: 2000-2003

COMUNIDAD AUTÓNOMA	AÑO	MODELO BCC (%)	MODELO CCR (%)	EE (%)
Andalucía	2000	100	60,22	60,22
	2001	100	67,59	67,59
	2002	100	72,42	72,42
	2003	100	74,53	74,53
Aragón	2000	100	92,99	92,99
	2001	95,01	86,85	91,41
	2002	100	100	100,00
	2003	93,21	89,2	95,70
Canarias (ES)	2000	99,97	55,54	55,56
	2001	97,12	49,78	51,26
	2002	94,22	50,97	54,10
	2003	96,57	51,38	53,20
Cantabria	2000	100	74,47	74,47
	2001	97,06	62,07	63,95
	2002	97,55	72,36	74,18
	2003	100	77,93	77,93
Castilla y León	2000	93,55	53,33	57,01
	2001	91,42	52,01	56,89
	2002	90,19	49,29	54,65
	2003	89,64	52,89	59,00
Castilla-la Mancha	2000	100	25,7	25,70
	2001	100	30,36	30,36
	2002	98,6	31,09	31,53
	2003	98,41	34,66	35,22
Cataluña	2000	100	100	100,00
	2001	100	100	100,00
	2002	100	100	100,00
	2003	100	100	100,00
Comunidad de Madrid	2000	100	100	100,00
	2001	100	99,79	99,79
	2002	97,36	94,87	97,44
	2003	100	100	100,00
Comunidad Foral de Navarra	2000	100	95,33	95,33
	2001	100	88,07	88,07
	2002	100	100	100,00
	2003	100	100	100,00
Comunidad Valenciana	2000	100	79,83	79,83
	2001	100	69,54	69,54
	2002	98,15	72,4	73,76
	2003	100	82,16	82,16
Extremadura	2000	100	36,49	36,49

	2001	99,71	36,56	36,67
	2002	100	37,35	37,35
	2003	96,27	40,91	42,50
Galicia	2000	96,76	65,29	67,48
	2001	95,14	67,94	71,41
	2002	93,1	69,96	75,15
	2003	92,24	66,88	72,51
Illes Balears	2000	100	57,3	57,30
	2001	100	61,87	61,87
	2002	100	59,48	59,48
	2003	100	66,18	66,18
La Rioja	2000	100	48,31	48,31
	2001	97,62	43,72	44,79
	2002	97,58	57,73	59,16
	2003	100	89,41	89,41
País Vasco	2000	100	79,83	79,83
	2001	100	79,84	79,84
	2002	96,69	73,74	76,26
	2003	97,05	80,05	82,48
Principado de Asturias	2000	94,64	70,57	74,57
	2001	94,19	71,46	75,87
	2002	91,2	69,01	75,67
	2003	100	100	100,00
Región de Murcia	2000	96,38	52,62	54,60
	2001	92,28	50,51	54,74
	2002	93,3	57,42	61,54
	2003	89,65	53,84	60,06

❖ Grupo de años: 2004-2008

COMUNIDAD AUTÓNOMA	AÑO	MODELO BCC (%)	MODELO CCR (%)	EE (%)
Andalucía	2004	100,00	72,6	72,60
	2005	100,00	80,01	80,01
	2006	100,00	80,69	80,69
	2007	100,00	78,15	78,15
	2008	99,89	81,09	81,18
Aragón	2004	97,57	87,61	89,79
	2005	100,00	95,89	95,89
	2006	100,00	100	100,00
	2007	100,00	100	100,00
	2008	100,00	100	100,00
Canarias (ES)	2004	98,62	60,68	61,53
	2005	97,30	59,78	61,44
	2006	100,00	65,88	65,88
	2007	95,02	58,43	61,49
	2008	90,90	59,82	65,81
Cantabria	2004	100,00	81,27	81,27
	2005	100,00	93,59	93,59
	2006	98,90	81,2	82,10
	2007	97,37	88,8	91,20
	2008	92,79	85,99	92,67
Castilla y León	2004	93,45	56,44	60,40
	2005	91,70	61,97	67,58
	2006	92,04	63,25	68,72
	2007	87,77	60,31	68,71
	2008	87,37	65,12	74,53
Castilla-La Mancha	2004	100,00	39,64	39,64
	2005	100,00	46,62	46,62
	2006	100,00	48,48	48,48
	2007	95,89	42,44	44,26
	2008	100,00	56,78	56,78
Cataluña	2004	100,00	100	100,00
	2005	100,00	100	100,00
	2006	100,00	100	100,00
	2007	100,00	100	100,00
	2008	100,00	100	100,00
Comunidad de Madrid	2004	100,00	93,73	93,73
	2005	100,00	99,42	99,42
	2006	100,00	100	100,00
	2007	94,11	91,84	97,59
	2008	100,00	100	100,00
Comunidad Foral de Navarra	2004	100,00	100	100,00
	2005	100,00	100	100,00

	2006	98,04	94,32	96,21
	2007	99,82	99,64	99,82
	2008	100,00	100	100,00
Comunidad Valenciana	2004	100,00	85,09	85,09
	2005	98,96	86,2	87,11
	2006	100,00	89,46	89,46
	2007	100,00	84,78	84,78
	2008	100,00	93,06	93,06
Extremadura	2004	100,00	49,62	49,62
	2005	96,62	51,98	53,80
	2006	99,68	55,45	55,63
	2007	91,64	45,31	49,44
	2008	86,38	50,76	58,76
Galicia	2004	97,65	75,71	77,53
	2005	95,29	82,42	86,49
	2006	98,53	81,52	82,74
	2007	89,86	77,45	86,19
	2008	90,18	82,37	91,34
Illes Balears	2004	100,00	62,59	62,59
	2005	100,00	56,82	56,82
	2006	100,00	53,05	53,05
	2007	94,21	51,12	54,26
	2008	93,08	57,1	61,35
La Rioja	2004	100,00	78,49	78,49
	2005	98,46	57,98	58,89
	2006	96,50	62,07	64,32
	2007	92,79	68,64	73,97
	2008	82,66	48,42	58,58
País Vasco	2004	100,00	78,97	78,97
	2005	99,94	91,82	91,88
	2006	100,00	100	100,00
	2007	99,49	94,48	94,96
	2008	100,00	100	100,00
Principado de Asturias	2004	100,00	83,69	83,69
	2005	100,00	88,65	88,65
	2006	100,00	89,4	89,40
	2007	92,80	84,41	90,96
	2008	100,00	99,18	99,18
Región de Murcia	2004	97,70	72,36	74,06
	2005	91,60	64,76	70,70
	2006	100,00	83,64	83,64
	2007	90,46	69,03	76,31
	2008	90,83	77,93	85,80

ÚLTIMOS TÍTULOS PUBLICADOS

Para el listado completo de las publicaciones véanse:
<https://www.ucm.es/iaif/documentos-en-texto-completo-del-instituto>

- 72.- *El coste económico de la violencia terrorista..* Mikel Buesa (2009).
- 73.- *El sistema neerlandés de innovación.* Joost Heijs y Javier Saiz Briones (2009).
- 74.- *Actualización del recuento estadístico de las actividades terroristas de ETA y de la política antiterrorista.* Mikel Buesa (2010).
- 75.- *Actividades terroristas de ETA y de la política antiterrorista en el primer semestre de 2010.* Mikel Buesa (2010).
- 76.- *Relaciones industria - ciencia: Importancia, conceptos básicos y factores de éxito.* Joost Heijs y Leticia Jiménez (2010);
- 77.- *An inventory of obstacles, challenges, weaknesses of the innovation system and of the objectives and trends of R&D and innovation policies in selected European countries.* Joost Heijs (2010).
- 78.- *¿Reinsertar a los presos de ETA? Una crítica de la política penitenciaria española.* Mikel Buesa (2010).
- 79.- *Actividades terroristas de ETA y la política antiterrorista en el segundo semestre de 2010.* Mikel Buesa (2011).
- 80.- *La capacidad innovadora como determinante del aprendizaje.* Joost Heijs (2011).
- 81.- *Dismantling terrorist´s economics – the case of ETA.* Mikel Buesa y Thomas Baumert (2012)
- 82.- *Actividades terroristas de ETA y de la política antiterrorista en el año 2011.* Mikel Buesa (2012).
- 83.- *Los presos de ETA y el juego de la gallina.* Cátedra de Economía del Terrorismo (2012).
- 84.- *Calidad de las universidades: un índice sintético.* Mikel Buesa, Joost Heijs y Raquel Velez (2012).
- 85.- *Terrorism as a strategic challenge for business: Crisis management in the German rail travel industry.* Cátedra de Economía del Terrorismo. Sabine Tomasco & Thomas Baumert (2012).
- 86.- *Impacto de la innovación sobre el empleo y el mercado laboral: efectos cualitativos y cuantitativos.* Joost Heijs (2012)
- 87.- *ETA: Estadística de actividades terroristas - Edición 2012.* Cátedra de Economía del Terrorismo. Mikel Buesa (2013).

88.- *The impact of terrorism on stock markets: The boston bombing experience in comparison with previous terrorist events.* Cátedra de Economía del Terrorismo. Thomas Baumert, Mikel Buesa, Timothy Lynch (2013).

89.- *Nota de prensa.* Cátedra de Economía del Terrorismo, 2013.

90.- *Eficiencia de los sistemas regionales de innovación en la Unión Europea.* Mikel Buesa, Joost Heijs, Thomas Baumert, María Álvarez, Omar Kahwash (2013).

91.- *Resistencia Gallega: Una organización terrorista emergente.* Cátedra de Economía del Terrorismo. Mikel Buesa (2013).

92.- *¿Cómo se relacionan la paz y la seguridad con la crisis económica?* Cátedra de Economía del Terrorismo. Aurelia Valiño (2013).

93.- *Calidad universitaria, un ranking por áreas de conocimiento.* Raquel Velez Pascual, M^a Covadonga de la Iglesia Villasol (2013).

94.- *The inertia of the systemic failures: the case of Spain.* Joost Heijs (2014).

95.- *Eficiencia en los sistemas regionales de innovación europeo.* Maria Álvarez Gonzalez, Mikel Buesa, Joost Heijs Y Thomas Baumert (2014).

96.- *Eficiencia en los sistemas regionales de innovación españoles.* Araya Ortega Dominguez, Miguel Buesa Blanco, Joost Heijs, Thomas Baumert, Maria Álvarez Gonzalez, Mikel Buesa Blanco (2015).

97.- *El impacto de las innovaciones de producto y de proceso sobre el empleo industrial.* Joost Heijs, Gabriel Marques Moles, M^a Covadonga De La Iglesia Villasol (2015)

98.- *Herramientas económicas y secesión. Un enfoque heurístico para el caso catalán.* Juan Manuel Sánchez Cartas, M^a Covadonga de la Iglesia Villasol, Mikel Buesa Blanco, Joost Heijs (2015).

Normas de edición para el envío de trabajos:

Texto: Word para Windows

Tipo de letra del texto: Times New Roman 12 Normal

Espaciado interlineal: Sencillo

Tipo de letra de las notas de pie de página: Times New Roman 10 Normal

Numeración de páginas: Inferior centro

Cuadros y gráficos a gusto del autor indicando programas utilizados

En la página 1, dentro de un recuadro sencillo, debe figurar el título (en negrilla y mayúsculas), autor (en negrilla y mayúsculas) e institución a la que pertenece el autor (en letra normal y minúsculas)

En la primera página del trabajo, se deberá incluir un Resumen en español e inglés (15 líneas máximo), acompañado de palabras clave

Los trabajos habrán de ser enviados en papel y en soporte magnético a la dirección del Instituto de Análisis Industrial y Financiero.

Para el listado completo de las publicaciones véanse:

<https://www.ucm.es/iaif/documentos-en-texto-completo-del-instituto>

El IAIF es un Instituto Complutense de Investigación con más de 20 años de experiencia en la investigación en el campo de la Economía de Innovación. El IAIF desarrolla su actividad bajo la dirección de los profesores Mikel Buesa y Joost Heijs y cuenta con diversas líneas de investigación como:

- Medición de sistemas nacionales y regionales de innovación
- Análisis, diseño y evaluación de políticas de I+D
- Eficiencia de la I+D+i en empresas y a nivel regional
- Innovación, crecimiento y competitividad
- Innovación e internacionalización
-

Durante este periodo el IAIF y sus miembros han colaborado con los Institutos de Investigación y Organismos Nacionales e Internacionales más importantes de Europa y en América Latina, como:

- Science and Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex (Inglaterra)
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI (Karlsruhe-Alemania)
- Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM – México).
- Comisión Europea (DG of Regional and Urban Policies; DG of Research and Innovation)
- Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) en Sevilla
- Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT)
- Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)
- Diversos ministerios Españoles (MICINN, MINECO, MEC) y gobiernos regionales (Madrid, País Vasco, La Rioja; Galicia y Andalucía)



Prehistoria - Paleolítico	AC 600.000
Hachas de mano	AC 250.000
Fuego por mantenimiento	AC 200.000
Puntas de lanza	AC 200.000
Crear fuego	AC 60.000
Arco y flechas	AC 30.000
Lámparas de aceite	AC 20.000
Prehistoria – Mesolítico	AC 10.000
Barco de remos	AC 7.500
Cerámica	AC 7.000
Hilado con Rueda	AC 7.000
Hierro	AC 6000
Prehistoria – Neolítico	AC 5.000
Casas de adobe y ladrillo	AC 5.000
Ganadería	AC 5.000
Piedra de Moler	AC 5.000
Cristal	AC 4.000
Alfiler (Egipto)	AC 4.000
Cosmética	AC 3.700
Clavo	AC 3.500
Papel/Papiros	AC 3.500
Rueda con eje	AC 3.500
Escritura (jeroglíficos)	AC 3.000
Bronce (Mesopotamia)	AC 3.000
Barco de vela	AC 3.000
Brújula	AC 3.000
Edad antigua- Edades	AC 3.000
Del Bronce y del Hierro	DC 300
Ábaco (Asia menor)	AC 2.700
Estandarización medidas y pesos	AC 2.630
Pergamino	AC 2.650
Alfabeto (Francia)	AC 1.700
Hiladora de lana (China)	AC 1.000
Acero (India y Oriente)	AC 1.000
Monedas (Libia-Asia)	AC 620
Molino (Grecia)	AC 85
Horse shoe (Roma)	DC 100
Compás (Roma)	DC 100
Papel (China)	DC 200
Edad Media	DC 300
Ajedrez (India)	DC 600
Molino de viento	DC 650
Xilografía	DC 740
Cámara oscura (China)	DC 950
Imprenta de libros (China)	DC 868
Pólvora (China)	DC 950
Esclusa	DC 983
Brújula (China-Arabia)	DC 1.090
Rueda (Europa)	DC 1.100
Hojalata (Bohemia)	DC 1.250
Cañón (China)	DC 1.280
Gafas (Italia)	DC 1.286
Imprentas tipos móviles (Alemania Gutenberg)	DC 1.450
Edad Moderna	DC 1.500
Tapón de corcho	DC 1.530
Lápiz	DC 1.565
Microscopio Telescopio	DC 1.590
Termómetro	DC 1.592