

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

Maria Álvarez Gonzalez, Mikel Buesa,
Joost Heijs Y Thomas Baumert

Eficiencia en los sistemas regionales de innovación europeos

Documento de trabajo N° 95. 2014

EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EUROPEOS

MARIA ÁLVAREZ GONZALEZ, MIKEL BUESA BLANCO

Instituto de Análisis Industrial y Financiero
Universidad Complutense Madrid

RESUMEN

El presente artículo propone un análisis de eficiencia en los sistemas regionales de innovación europeos, teniendo como objetivo la búsqueda de 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 los SRI. Los resultados que se obtengan del análisis de eficiencia pretenden ser de utilidad tanto para el campo de la Economía de la Innovación como para el de la formulación de políticas económicas.

En la interpretación de los resultados juega un papel relevante la teoría evolucionista, evolutiva o interactiva, que aparece como línea alternativa de análisis capaz de superar las contradicciones del modelo neoclásico entre teoría y evidencia empírica.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia, sistemas regionales, innovación, Europa, políticas económicas, teoría evolucionista, teoría neoclásica, indicadores.

SUMMARY

This paper proposes an analysis of efficiency in regional innovation systems in Europe, aiming at finding a set of indicators, as wide as possible, to collect information about the innovative effort by institutions and companies, and other economic, social, institutional and organizational variables, which may be influencing the performance of SRI. The results obtained from the analysis of efficiency meant to be useful to both the field of Economics of Innovation and for the formulation of economic policies.

In the interpretation of the results the evolutionary theory plays an important role, appearing as an alternative in the analysis that can overcome the contradictions of the neoclassical model between theory and empirical evidence.

KEY WORDS

Efficiency, regional systems, innovation, Europ, economic policies, evolutionary theory, neoclassical theory, indicators.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Regionales de Innovación (SRI) se componen de una serie de instituciones y empresas que interactúan para asignar los recursos económicos y humanos que se emplean en el desarrollo de las actividades científicas y técnicas en las correspondientes regiones. *“Esas instituciones y empresas pueden ser de varios tipos. Las que más inciden sobre el cambio tecnológico son las que realizan un esfuerzo organizado de investigación y desarrollo para crear y mejorar el conocimiento, como es el caso de los organismos públicos de investigación (OPI), las Universidades y las empresas innovadoras. Además de la I+D, estas instituciones y, sobre todo, empresas llevan a cabo actividades de diseño industrial e ingeniería con objeto de obtener resultados en el terreno tecnológico para su aplicación productiva. Por otra parte, también se deben tener en cuenta las instituciones que ofertan servicios tecnológicos, o las que facilitan la interacción y la cooperación entre las instituciones académicas y las empresas, como son los centros y parques tecnológicos, las fundaciones universitarias o las agencias de fomento regional. Y en tercer lugar, son también muy importantes las instituciones que favorecen la financiación de la innovación —como los gobiernos, a través de sus programas de política científica y tecnológica, o, en un plano muy distinto, las entidades de capital-riesgo—¹”*.

Las fuentes de información regional, nacional y a nivel europeo disponibles, me han permitido acceder a los datos sobre dichos recursos con el fin de analizar con qué grado de eficiencia se están asignando en cada una de las diferentes regiones europeas. 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 los SRI. Los resultados que se obtengan del análisis de eficiencia pretenden ser de utilidad tanto para el campo de la Economía de la Innovación como para el de la formulación de políticas económicas.

Numerosos autores (Schumpeter, 1959; Solow, 1956; Abramovitz, 1956; Griliches, 1986; Lichtenberg/Siegel, 1991; Fagerberg, 1988; Freeman, 1994) han identificado la innovación como un factor clave para el desarrollo y el crecimiento económico. Ya Einstein se refería a ello en 1940: *“Todos los imperios del futuro serán imperios del conocimiento y solamente los pueblos que entiendan cómo generar conocimiento y cómo protegerlo, cómo buscar jóvenes que tengan la capacidad para hacerlo y asegurarse de que se queden en el país, serán países exitosos. Los otros, por más que tengan recursos materiales, materias primas diversas, litorales extensos, historias fantásticas, etc. Probablemente no se queden ni con las mismas banderas, ni con las mismas fronteras, ni mucho menos con un éxito económico.”*

La aceptación de la innovación como el camino adecuado para lograr el progreso tecnológico necesario para un crecimiento económico sostenible, ha llevado a un rápido desarrollo de la Economía de la Innovación. Dentro de ésta, juega un papel relevante la teoría evolucionista, evolutiva o interactiva, que aparece como línea alternativa de análisis capaz de superar las contradicciones del modelo neoclásico entre teoría y

¹ Buesa, M.; Heijs, J. (Septiembre 2010). **Tecnología e Innovación**. Capítulo 5 en: Situación Económica y Social de la Comunidad de Madrid 2009. Consejo Económico y Social de la Comunidad de Madrid. (Depósito Legal: M-30.883-2010)

evidencia empírica. En este contexto nace el enfoque de los Sistemas de Innovación, entre los que se encuentran los SRI.

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Inicialmente el presente trabajo trata de replicar “El estudio de la eficiencia” llevado a cabo por Mónica Martínez Pellitero en el capítulo sexto de su tesis doctoral, la cual analiza la tipología y eficiencia de los Sistemas Regionales de Innovación, con una aplicación a la Unión Europea de los 15, abarcando el período comprendido entre los años 1998 y 2000. Respecto a este trabajo inicial y pionero he realizado una ampliación regional, incluyendo las regiones de los países incorporados a la Unión Europea después del año 2000, y otra temporal, creando una base de datos que va desde el año 1995 hasta 2008. Por tanto, contamos con un panel de datos de 193 regiones (Unión Europea – 27) y 14 años. Por último, aunque la parte central del trabajo se ajusta a las pautas del estudio de mencionado, he incluido algunas novedades que permite aumentar la capacidad de explicación e interpretación de los resultados.

Así, a partir del objetivo principal de esta investigación, que es medir el grado de eficiencia que presentan las regiones europeas en la asignación de recursos a la innovación, el trabajo también puede servir a otros fines como:

- Complementar el modelo de Baumert sobre la función de generación de conocimientos, que también está siendo objeto de réplica y actualización.
- Completar la información ofrecida por el Índice de Capacidad Innovadora elaborado por el IAIF, y comparar las respectivas puntuaciones para establecer una posible relación entre capacidad innovadora y eficiencia en la innovación.
- Analizar los posibles cambios que hayan aparecido desde la publicación de la tesis de Martínez Pellitero, o corroborar la continuidad de sus resultados hasta el año más reciente para el que disponemos de datos, es decir, 2008.

2. CONCEPTO Y MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

Diversos autores han tratado de definir y medir la eficiencia. 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 modernas de eficiencia. Su propósito era “*suministrar una medida satisfactoria de la eficiencia productiva y mostrar cómo aquella puede ser calculada en la práctica (...) para cualquier organización productiva, desde un taller a la economía global*”². A partir del concepto teórico de eficiencia basado en la optimalidad paretiana propuesto por Debreu y por Farrell, podemos ofrecer una visión general en el cuadro 3.1. del término para situarnos y entender qué se está haciendo en esta investigación.

² Farrell, M.J. (1957): “The measurement of efficiency productive”. *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, 120, pp. 253-266.

Cuadro 3.1. Esquema conceptos de eficiencia



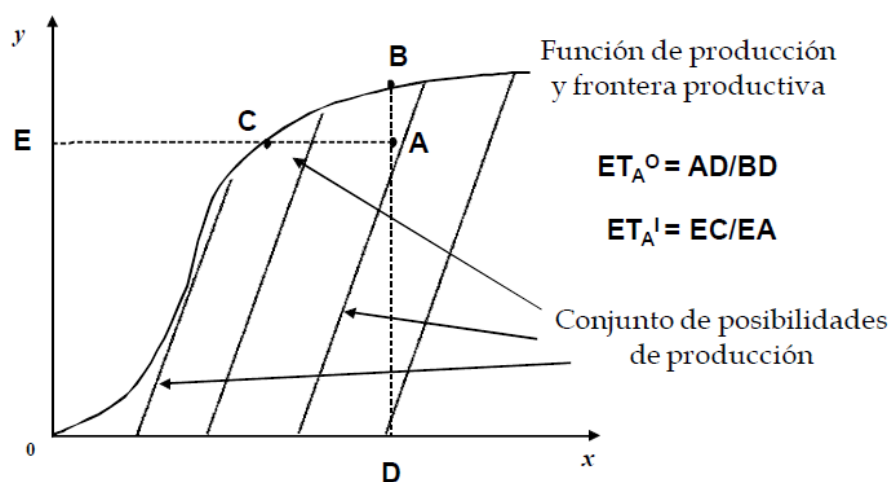
A la vista del esquema anterior, podemos hablar de **eficiencia económica** si lo que se trata es de maximizar la función de beneficios o de minimizar la función de costes, y ésta se desglosa en **eficiencia técnica global** y **eficiencia asignativa**; la primera de ellas refleja la capacidad de una unidad de decisión (en este caso las regiones) de obtener la máxima cantidad de output posible dado un determinado nivel de inputs, o de minimizar la utilización de los inputs dada la cantidad de output; la segunda refleja la capacidad de una región de utilizar esos inputs en proporciones óptimas teniendo en cuenta sus respectivos precios. A su vez, la **eficiencia técnica global**, que es el concepto válido si el instrumento microeconómico de referencia es la función de producción, está compuesta por:

- **Eficiencia técnica pura**, que alude a la utilización óptima de los inputs en relación con la producción del output. Si se elige una orientación *output*, se referiría a la máxima cantidad de *output* que se puede obtener determinado el nivel de *inputs*. Mientras que si se elige una orientación *input*, se trataría de minimizar el uso de *inputs* dada la cantidad de *output*.

- **Eficiencia de escala**, que nos dice si una región está operando en su escala o dimensión óptima.

El primer componente de la eficiencia técnica queda reflejado en la figura 3.1, donde ET_A^O mide la ineficiencia técnica de la unidad A desde una orientación *output*, y ET_A^I desde una orientación *input*. Las unidades C y B son eficientes, al situarse sobre la función de producción – que a su vez es la frontera, como explico a continuación.

Figura 3.1. Concepto y medición de la eficiencia técnica en términos de input y de output.



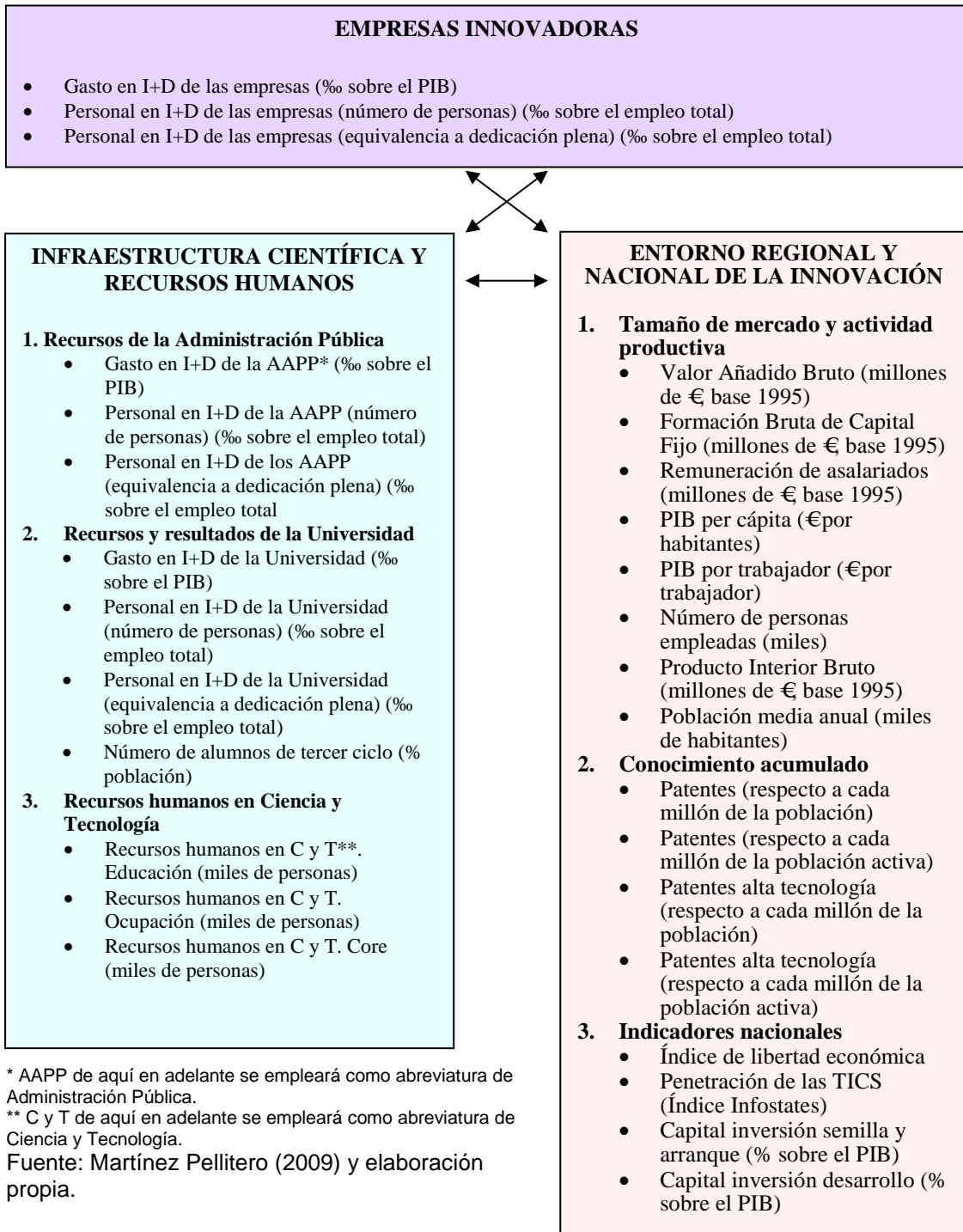
La que ~~Elaboración de~~ ~~Se~~ ~~Dir~~ (2009), ~~eficiencia~~ ~~técnica~~ ~~global~~. Esto puede hacerse mediante métodos no frontera como pueden ser los índices de productividad o los modelos econométricos, o mediante métodos frontera, que será el método elegido. Este procedimiento consiste en la estimación de fronteras de producción, de manera que la/s región/es establecida/s como referencia y considerada/s óptima/s se situarán sobre la frontera, mientras que las regiones ineficientes no la alcanzarán. Lo que es lo mismo, el nivel eficiente lo marca/n la/s región/es de referencia con una puntuación de 100, y el resto obtienen una puntuación de eficiencia en relación a la/s primera/s.

La estimación de la frontera puede realizarse bajo un enfoque paramétrico, que explicita cómo es la tecnología utilizada en la función de producción y se fundamenta en la aplicación de técnicas estadísticas y econométricas, o bajo un enfoque no paramétrico, que no requiere concretar una forma funcional dada y utiliza técnicas de programación lineal. Dentro del primero sobresalen las funciones de producción de carácter aleatorio, con estimación de **Fronteras Estocásticas (SF)**, y de acuerdo con el segundo la metodología más utilizada es el **Análisis Envoltente de Datos (DEA)**. Esta última técnica es la que seleccionó Martínez Pellitero para su tesis doctoral, y la que implementaré a lo largo de este trabajo.

En resumen, voy a medir la eficiencia técnica de las regiones europeas en la utilización de recursos para la innovación, a lo largo del período comprendido entre los años 1995 y 2008, mediante un método frontera y bajo un enfoque no paramétrico, haciendo uso del Análisis Envoltente de Datos como herramienta principal. A partir de los

resultados, veremos qué regiones son las más eficientes en cuanto a sus Sistemas de Innovación, y cuáles serán las posibles mejoras para las regiones ineficientes.

Cuadro 4.1. Variables e indicadores de los Sistemas regionales de innovación



3. METODOLOGÍA Y VARIABLES UTILIZADAS

Dado que no voy a explicitar una forma funcional concreta – ya que ha sido elegido el modelo DEA –, la selección de las variables toma una especial trascendencia dentro del estudio. Las variables aquí incluidas son los 29 indicadores con los que trabajó Martínez Pellitero y que recogen la información relevante referida a los SRI.

Donde las 4 variables referido a las patentes son las que funcionarán como *output*, y las otras 25 las usaré más adelante para elaborar los *inputs*. La utilización de las patentes como medida del *output* tiene su justificación en una extensa literatura sobre el tema. Autores como Griliches y, posteriormente, Baumert, entre otros, han destacado tanto las ventajas como los inconvenientes de esta aproximación, y puede concluirse que el balance es positivo. A pesar de las desventajas que puedan suponer las patentes como medida del *output* innovador, esta es la mejor de las alternativas posibles y la única para la que existen datos que nos permitan realizar estudios como este.

Una vez seleccionadas las variables a utilizar, mi trabajo ha consistido en la elaboración de una base de datos lo más completa posible, la implementación del análisis factorial que explicaré seguidamente y del cual he obtenido los *inputs* necesarios, y, por último, la aplicación del Análisis Envolvente de Datos que me ha permitido alcanzar el objetivo propuesto inicialmente para esta investigación.

Se puede resaltar que, desde un punto de vista teórico, la información no es completa y faltan ciertos aspectos como podría ser las ayudas públicas o las inversiones en infraestructura. Pero, como cualquier estudio de economía aplicada, estamos limitados por la existencia de información estadística fiable y estandarizada. Un problema especialmente importante en mi caso, en el cual se ha trabajado con datos de 27 países europeos y cada uno con sus Institutos Nacionales de Estadística. Por todo ello se trabaja con datos de la Oficina Europea de Estadística (EUROSTAT) que son uniformes y estandarizados. Es decir, teóricamente se miden estos indicadores de la misma forma en cada uno de los países.

4.1. BASE DE DATOS

El marco temporal seleccionado para la construcción de la base de datos va desde 1995 a 2008, y ésta comprende las 29 variables ya comentadas. Para la extracción de los datos la fuente principal ha sido la base REGIO de EUROSTAT, salvo en el caso del Índice de Libertad Económica y el Índice de Penetración de las TICs (Índice Infostates), elaborados por fuentes independientes – ORBICOM e ITU, citadas en el apartado de referencias bibliográficas –.

Para los datos no disponibles en EUROSTAT, he recurrido a la base de datos IAIF-RIS (EU), construida a su vez con datos de la base REGIO de EUROSTAT. Y, por último, he hecho un trabajo arduo complementando los datos que aún faltaban a base de estimaciones, sobre todo respecto a la información del de 2008.

La base resultante cuenta con datos de 193 regiones pertenecientes a los 27 países de la Unión Europea. El nivel regional depende de la clasificación NUTS y fue escogido en un principio tratando de que las regiones tuvieran competencias similares en cuestiones de innovación, mientras que para los 12 países restantes he tratado de elegir un nivel de agregación similar sujeta a la disponibilidad de datos existentes. La tabla 4.1 resume este marco geográfico.

Tabla 4.1. Correspondencia entre países y nivel NUTS

| Estados analizados | Nivel NUTS | Nº de regiones |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|
| Bélgica | NUTS 1 | 3 |
| Dinamarca | NUTS 2/3 | 1 |
| Alemania | NUTS 1 | 16 |
| Grecia | NUTS 2 | 13 |
| España | NUTS 2 | 17 |
| Francia | NUTS 2 | 22 |
| Irlanda | NUTS 1 | 1 |
| Italia | NUTS 2 | 20 |
| Luxemburgo | NUTS 1/2/3 | 1 |
| Países Bajos | NUTS 2 | 12 |
| Austria | NUTS 2 | 9 |
| Portugal | NUTS 2 | 5 |
| Finlandia | NUTS 2 | 6 |
| Suecia | NUTS 2 | 8 |
| Reino Unido | NUTS 1 | 12 |
| República Checa | NUTS 2 | 8 |
| Estonia | NUTS ½ | 1 |
| Chipre | NUTS ½ | 1 |
| Letonia | NUTS ½ | 1 |
| Lituania | NUTS ½ | 1 |
| Hungría | NUTS 2 | 7 |
| Malta | NUTS ½ | 1 |
| Polonia | NUTS 2 | 16 |
| Eslovenia | NUTS 1 | 1 |
| Eslovaquia | NUTS 2 | 4 |
| Bulgaria | NUTS 1 | 2 |
| Rumanía | NUTS 1 | 4 |
| <i>Unión Europea 15</i> | | 146 |
| <i>Nuevas regiones</i> | | 47 |
| <i>Unión Europea 27</i> | | 193 |

Fuente: Martínez Pellitero (2009) y elaboración propia.

4.2. ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial de componentes principales es una técnica multivariante cuyo objetivo dentro de este estudio es el de determinar, a partir de las 25 variables seleccionadas – se excluyen las patentes, elegidas como medida del *output* –, un conjunto menor de factores implícitos que estén influyendo sobre los SRI europeos. Estos factores van a actuar como variables inobservables que tienen la capacidad de resumir casi toda la información incluida en el grupo inicial de 25 variables.

La teoría evolucionista subraya la heterogeneidad del comportamiento innovador como una actividad multidimensional que está afectada directamente por su entorno económico y social, formado por:

- Un gran número de agentes, instituciones y factores implicados.
- Un gran número de relaciones interdependientes que dificultan establecer relaciones causales unidireccionales.
- Un gran número de aspectos del contexto – no directamente relacionados con la I+D+i – tienen un impacto directo sobre las actividades innovadoras.

El sistema regional de innovación es un concepto abstracto difícil de medir de forma directa a base de variables individuales. Por ello, es útil trabajar con una técnica que reduce la información de un conjunto amplio de variables a unas pocas **variables hipotéticas** o **no observables** que serán denominadas **factores**. Estos factores o variables sintéticas reflejan mejor la realidad de cada componente del SRI de lo que podría hacerlo cada una de las variables individuales.

Desde una perspectiva estadística, el análisis factorial cuenta con una serie de ventajas, entre las que podemos destacar que:

- Los requisitos de normalidad, homoscedasticidad 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 reflejan 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 correlacionadas.

En cuanto a la viabilidad del análisis factorial, se puede decir que las variables no se asignan a priori a un factor, sino que el propio procesamiento estadístico es el que las agrupa. En este sentido, un análisis factorial sólo será útil si los resultados se ajustan a la teoría y se pueden interpretar de forma inequívoca. Esta interpretación será posible si de forma simultánea se cumple que:

- Las variables incluidas en un factor pertenecen al mismo componente o subsistema del SRI.
- Las variables pertenecientes a un cierto subsistema se agrupan en un solo factor.
- Se puede asignar a cada factor o variable hipotética no observable un “nombre”, sin ninguna ambigüedad, que expresa claramente el concepto y se ajusta a la teoría.
- Los test estadísticos aprueban el uso del factorial.

A continuación, voy a resumir las medidas de adecuación de realizar este análisis, para posteriormente presentar los resultados obtenidos a partir de mi base de datos:

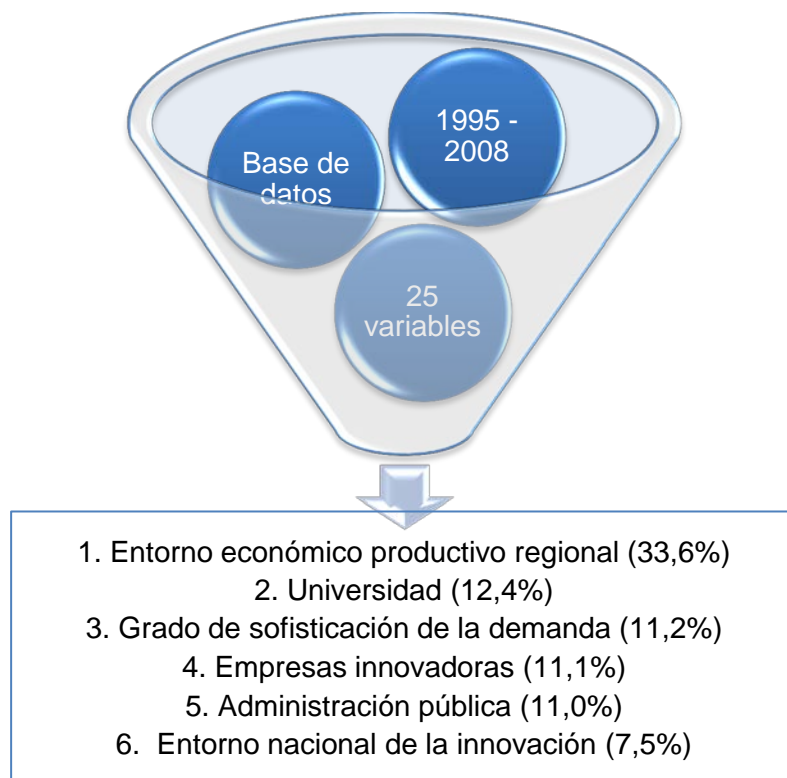
- Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): se basa en el estudio de los coeficientes de correlación parcial, y un valor adecuado para ella se situaría entre 0,6 y 0,8.

- Test de esfericidad de Barlett: contrasta la hipótesis nula que identifica la matriz de correlaciones con la matriz identidad. El objetivo es rechazar esta hipótesis nula.
- La varianza total explicada por los factores refleja, como su nombre indica, el porcentaje de la varianza inicial (anterior al análisis factorial) explicada por los factores. Habitualmente se supone que la varianza explicada por el modelo debe ser superior al 75%.
- Observación de las *comunalidades*, que son las variables encargadas de definir la variabilidad conservada por los factores de cada uno de los indicadores reales empleados. Éstas deben estar por encima del 50%.

La idea del análisis factorial queda recogida en el cuadro 4.2, que incorpora los 6 factores resultantes del análisis y la aportación que hace cada uno de ellos a la varianza total explicada. Aquí expongo un resumen de los resultados obtenidos:

- Medida KMO igual a 0,854.
- Se rechaza la hipótesis nula del test de esfericidad de Barlett con un nivel de confianza del 99%.
- Se conserva un porcentaje de la varianza total de la muestra del 86,79%.
- Todas las comunalidades son superiores al 85%, excepto seis de ellas que, en cualquier caso, están por encima del 55%. El Índice de Penetración de las TICs se encuentra en el límite, lo que puede explicarse por el hecho de que actualmente la práctica totalidad de la población tiene acceso a las tecnologías de la información y a las comunicaciones. Es decir, las diferencias entre las regiones de la Unión Europea, son cada vez menores.

Cuadro 4.2. Análisis factorial



Interesa que las variables se saturan en los distintos factores de manera que estos puedan interpretarse sencilla y claramente. Este fin es el que persigue la denominada *rotación Varimax*, cuyos resultados, incluyendo las comunalidades, son los que se incluyen en la tabla 4.2. Esta rotación es además importante porque maximiza la ortogonalidad de los factores (o minimiza su correlación), siendo muy importante para poder utilizarlas posteriormente en modelos econométricos, evitando así problemas de multicolinealidad.

Tabla 4.2. Matriz de componentes rotados^a

| | Componente | | | | | |
|---|------------|------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Población media anual (miles de habitantes) | ,959 | | | | | |
| Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Educación (miles pers.) | ,937 | | | | | |
| Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Ocupación (miles pers.) | ,972 | | | | | |
| Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología Core (miles pers.) | ,947 | | | | | |
| PIB (millones €base 1995) | ,943 | | | | | |
| Formación Bruta de Capital Fijo (millones €base 1995) | ,913 | | | | | |
| Remuneración de asalariados (millones €1995) | ,937 | | | | | |
| VAB (millones €base 1995) | ,944 | | | | | |
| Número de personas empleadas (miles) | ,964 | | | | | |
| Gasto en I+D de las universidades (% sobre el PIB) | | ,711 | | | | |
| Personal en I+D de las universidades (personas) % sobre el empleo | | ,936 | | | | |

| | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|
| Personal en I+D de las universidades (e.d.p.) % sobre el empleo | | ,916 | | | |
| Número de alumnos de tercer ciclo (% población) | | ,805 | | | |
| PIB por trabajador (€) | | ,855 | | | |
| PIB per cápita (€) | | ,862 | | | |
| Penetración de las TICs | | ,622 | | | |
| Índice de libertad económica | | ,530 | | | ,522 |
| Gasto en I+D de las empresas (% sobre el PIB) | | | ,891 | | |
| Personal en I+D de las empresas (personas) % sobre el empleo | | | ,864 | | |
| Personal en I+D de las empresas (e.d.p.) % sobre el empleo | | | ,870 | | |
| Gasto en I+D de las AAPP (% sobre el PIB) | | | | ,901 | |
| Personal en I+D de las AAPP (personas) % sobre el empleo | | | | ,936 | |
| Personal en I+D de las AAPP (e.d.p.) % sobre el empleo | | | | ,952 | |
| Capital inversión semilla y arranque (% PIB) | | | | | ,763 |
| Capital inversión desarrollo (% PIB) | | | | | ,867 |
| Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. | | | | | |
| a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones. | | | | | |

El análisis factorial se ha realizado con el programa informático *IBM SPSS Statistics 21*.

4.3. ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

Una vez obtenidos los 6 factores que funcionarán como *inputs* y los cuatro indicadores de las patentes que constituyen los *outputs*, el último paso es aplicar el DEA para ver con qué grado de eficiencia los SRI utilizan los factores en la producción de patentes.

$$\blacktriangleright \text{Patentes} = f(\text{factor1}, \text{factor2}, \text{factor3}, \text{factor4}, \text{factor5}, \text{factor6})$$

El problema a la hora de calcular medidas de eficiencia como las presentadas en la figura 1 es que en este caso, como en la mayoría de las situaciones reales, no conocemos cómo es la función de producción de patentes. El DEA nos permite, sin necesidad de asumir una forma funcional concreta y bajo supuestos poco restrictivos, trazar la frontera eficiente, que queda determinada y localizada a partir de los propios datos disponibles. No podemos observar la frontera real, pero esta aproximación facilita una buena medida relativa de la eficiencia. Por ello, el DEA es la técnica fundamental dentro del enfoque no paramétrico y ha sido muy manejada en estudios microeconómicos con objetivos de control y evaluación de diversas unidades y actuaciones del sector público y empresarial.

Existen dos modelos diferentes que pueden implementarse para aplicar la técnica: el modelo propuesto originalmente por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978 (Modelo CCR), que asume rendimientos constantes a escala de la función de producción; y la modificación que plantean Banker, Charnes y Cooper en 1984 (Modelo BCC), que permite la existencia de rendimientos variables a escala. El modelo aplicado en este trabajo es el modelo CCR, ya que la finalidad es realizar un estudio comparativo de todas las regiones y no sólo de aquellas con una escala similar en sus Sistemas de innovación. Sin embargo, también he utilizado el modelo BCC como herramienta para

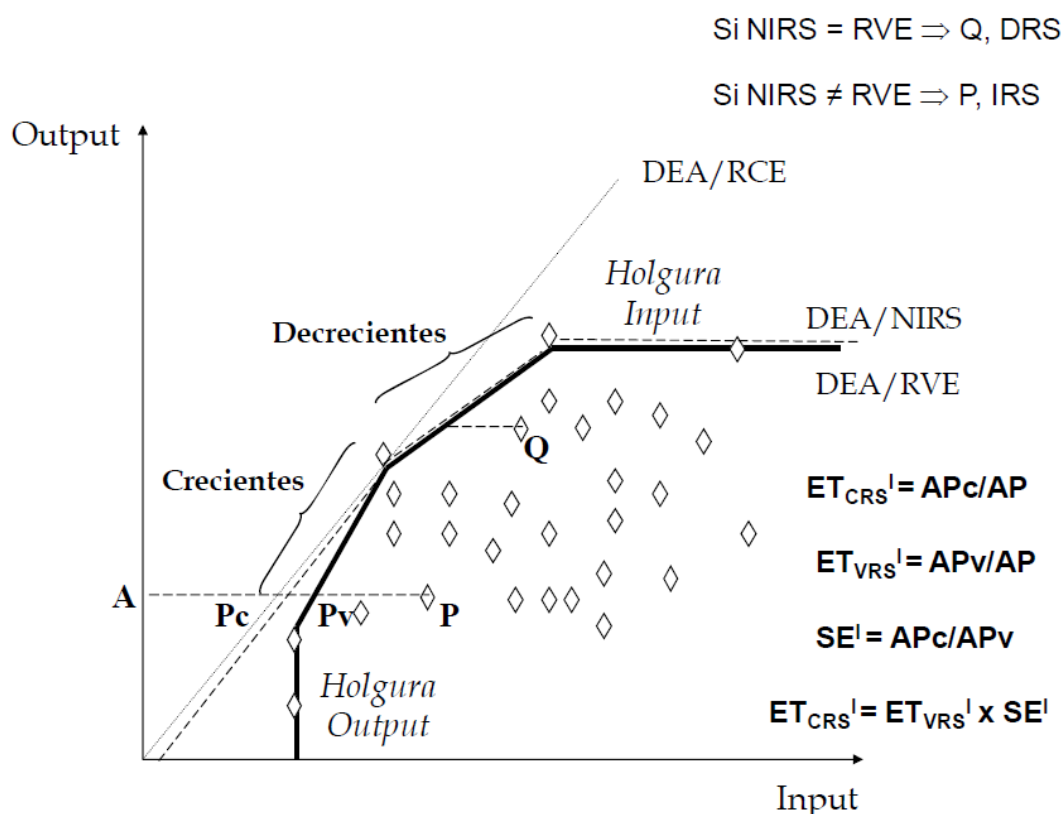
conseguir una medida de la eficiencia de escala: el cociente entre los índices obtenidos bajo el modelo CCR y los obtenidos bajo el BCC, multiplicado por 100, nos ofrece el índice de eficiencia de escala, que nos indica si una región está operando o no en su escala óptima; las ineficiencias de escala vendrían dadas bien porque la región esté ya en el tramo de rendimientos decrecientes de la función de producción, bien porque se sitúe aún en el tramo de rendimientos crecientes.

La formulación del DEA establece un problema de programación matemática para cada DMU (Decision Making Unit) – para cada región – y puede realizarse, como ya he comentado, desde una perspectiva de reducción de *inputs* o desde otra de incremento de *outputs*. A partir de la resolución del problema se obtiene un índice de eficiencia de la eficiencia técnica pura. Aquí se ha optado por una orientación *input*.

Estos índices reflejan el porcentaje de incremento de *outputs* o de reducción de *inputs* necesarios para que una región sea eficiente, pero el DEA, además, permite detectar una información relevante adicional: la cantidad de determinados *inputs* que se podría ahorrar esta región o la cantidad en que podría incrementar el/los *output/s* una vez que ya se haya situado sobre la frontera eficiente. Los índices de eficiencia proporcionan una medida de eficiencia radial, mientras que estas informaciones adicionales, denominadas holguras o *slacks*, aportan una medida de eficiencia no radial.

Todos estos conceptos quedan recogidos en la figura 4.1, que ilustra las diferentes fronteras que pueden ser estimadas bajo rendimientos constantes y variables a escala, que precede a la formulación matemática del DEA-CCR, en el cuadro 4.3.

Figura 4.1. Rendimientos constantes y variables a escala.



Elaboración: Santín (2009)

En la figura 3 vemos cómo “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 (*SE*) tal que $SE^I = AP_c/AP_v$. Computacionalmente, para saber si una unidad ineficiente de escala como *P* o *Q* se encuentra en un tramo con rendimientos crecientes (*P*) o decrecientes a escala (*Q*), se debe calcular un programa matemático adicional asumiendo rendimientos no crecientes a escala (*NIRS*) (...) De esta forma si $NIRS = RVE \Rightarrow$ Rendimientos decrecientes a escala mientras que si $NIRS \neq RVE \Rightarrow$ Rendimientos constantes a escala³.”

En conclusión, la finalidad del DEA es trazar una envolvente que incluya las regiones eficientes y sus combinaciones lineales, quedando por debajo de ésta las regiones ineficientes. Dado que la envolvente representa la frontera eficiente, la distancia de cada región a la envolvente nos proporciona una medida de su eficiencia, que toma el valor 100 si se encuentra justo sobre ella, o de su ineficiencia en caso contrario, tomando un valor inferior a 100 que es magnitud relativa obtenida por comparación con las regiones eficientes.

El software utilizado para la aplicación del DEA ha sido el *Analyst Frontier BANXIA*.

³ 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.

Cuadro 4.3. Metodología DEA

El modelo planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (CCR) para n unidades productivas que producen s *outputs* a partir de m *inputs*, matemáticamente se podrá ver tanto desde la óptica de maximización de los *outputs* como de la minimización de los *inputs*. En la versión fraccional de tipo *output*, la eficiencia de una unidad se corresponde con la ratio de la suma ponderada de los *outputs* con respecto a la suma ponderada de los *inputs*.

Orientación output

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_{i0} Y_{i0}} \\ \text{Sujeto a } \frac{\sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{i0} X_{ij}} &\leq 1; j=0, 1, 2, \dots, \\ U_{r0} &\geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \\ V_{i0} &\geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

Donde:

La unidad productiva cuya eficiencia se va a evaluar se denota con el subíndice 0

Y_{rj} = Cantidad de *output* r producido por la unidad j

X_{ij} = Cantidad de *input* i consumido por la unidad j

U_r = Ponderación asignada al *output* r

V_i = Ponderación asignada al *input* i

Con la resolución de este programa matemático se obtienen los valores U_{r0} y V_{i0} y por lo tanto, el índice de eficiencia relativa h_0 asignado a cada una de las n unidades evaluadas. Las ponderaciones obtenidas representan los valores atribuidos a cada *input* y *output*, que generan el mayor índice de eficiencia posible en cada entidad. El mismo problema puede plantearse de forma lineal de la siguiente manera⁴:

Orientación output

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } \Phi_0 &= \sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{r0} \\ \text{Sujeto a : } \sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{i0} X_{ij} &\leq 0; j=0, 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m V_{i0} X_{i0} &= 1 \\ U_{r0} &\geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \\ V_{i0} &\geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

Orientación input

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } \varphi_0 &= \sum_{i=1}^m V_{i0} X_{i0} \\ \text{Sujeto a : } \sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{i0} X_{ij} &\leq 0; j=0, 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{r0} &= 1 \\ U_{r0} &\geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \\ V_{i0} &\geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

Las variables Φ_0 y φ_0 representan los índices de eficiencia⁵ obtenidos desde ambas perspectivas y satisfacen la relación $\varphi_0 = 1/\Phi_0$ debido al supuesto de rendimientos constantes a escala.

Fuente: Martínez Pellitero (2009), a partir de Martínez Cabrera (2003), pp. 40-43.

⁴ En 1979 Charnes, Cooper y Rhodes introducen una rectificación en el programa fraccional original. Las ponderaciones deberán ser estrictamente positivas, $U_{r0} \geq \varepsilon$ y $V_{i0} \geq \varepsilon$, donde ε es un número suficientemente pequeño y positivo.

⁵ Un análisis más detallado puede consultarse en Charnes, Cooper y Rhodes (1978, 1979 y 1981).

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tras manejar el período temporal completo en la realización del análisis factorial de componentes principales y extraer los factores, he seleccionado cuatro años repartidos a lo largo del período para hacer el DEA. Éstos son 1995, 2000, 2005 y 2008, último año para el que dispongo de datos.

A través del análisis de los resultados de cada uno de los años, y la comparación entre ellos, se observa que, en general, no hay diferencias significativas en cuanto a su interpretación. Sin embargo, el año 2008 arroja algunos resultados inesperados o quizás algo dispares en comparación con los anteriores, por lo que he tomado el año 2005 como referencia para el análisis de los datos aquí presentado y su explicación. Esto puede deberse a la mayor proporción de datos estimados en la muestra para ese año, y/o a la influencia que haya podido tener la crisis económica que estamos sufriendo a partir de ese año.

Lo primero que voy a mostrar aquí son los índices de eficiencia de todas las regiones para los años citados, para posteriormente centrarme en un análisis más detallado del año 2005. En los anexos presento los resultados correspondientes a 1995, 2000 y 2008.

Tabla 5.1. Índices de eficiencia (ordenados de mayor a menor por el año 2005)

| Región | 1995 | 2000 | 2005 | 2008 | País |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Baden-Württemberg | 100 | 99.76 | 100 | 100 | Alemania |
| Nordrhein-Westfalen | 100 | 98 | 100 | 54.82 | Alemania |
| Vorarlberg | 100 | 100 | 100 | 100 | Austria |
| Noord-Brabant | 100 | 100 | 100 | 100 | Países Bajos |
| Bayern | 100 | 89.73 | 90.87 | 76.23 | Alemania |
| Rheinland-Pfalz | 100 | 52.73 | 78.21 | 57.66 | Alemania |
| Pohjois-Suomi (NUTS 2006) | 100 | 53.22 | 75.18 | 73.86 | Finlandia |
| Luxembourg | 59.81 | 63.95 | 73.32 | 41.74 | Luxemburgo |
| Etelä-Suomi (NUTS 2006) | 90.5 | 60.8 | 66.41 | 74.63 | Finlandia |
| Hessen | 100 | 65.37 | 65.38 | 95.97 | Alemania |
| Sydsverige | 96.03 | 60.75 | 62.42 | 100 | Suecia |
| Länsi-Suomi | 65.82 | 54.23 | 61.92 | 40.71 | Finlandia |
| Île de France | 85.16 | 56.9 | 61.48 | 48.92 | Francia |
| Saarland | 58.97 | 39.23 | 56.81 | 29.09 | Alemania |
| Bretagne | 23.01 | 21.79 | 55.49 | 87.4 | Francia |
| Stockholm | 100 | 71.61 | 55.09 | 100 | Suecia |
| London | 66.81 | 33.1 | 54.64 | 26.72 | Reino Unido |
| Hamburg | 57.65 | 38.86 | 52.62 | 40 | Alemania |
| Wien | 36.22 | 32.73 | 51.66 | 31.65 | Austria |
| Rhône-Alpes | 76.09 | 42.17 | 51.28 | 66.8 | Francia |
| Emilia-Romagna | 57.15 | 42.31 | 50.38 | 43.05 | Italia |
| Västsverige | 80.95 | 45.95 | 49.38 | 54.83 | Suecia |
| Utrecht | 54.64 | 44.94 | 48.1 | 52.37 | Países Bajos |
| Veneto | 41.7 | 29.8 | 47.75 | 25.22 | Italia |
| Alsace | 50.47 | 34.33 | 46.53 | 42.47 | Francia |
| Östra Mellansverige | 78.78 | 41.83 | 45.79 | 65.28 | Suecia |
| Niedersachsen | 46.61 | 38.54 | 45.24 | 36.43 | Alemania |

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Lombardia | 48.37 | 40.61 | 44.84 | 27.74 | Italia |
| Denmark | 55.96 | 42.49 | 44.1 | 47.61 | Dinamarca |
| Berlin | 56.29 | 30.47 | 43.89 | 47.51 | Alemania |
| Zuid-Holland | 68.33 | 31.39 | 43.72 | 28.72 | Países Bajos |
| Schleswig-Holstein | 46.71 | 36.22 | 43.63 | 34.46 | Alemania |
| Oberösterreich | 56.81 | 43.5 | 42.76 | 48.44 | Austria |
| Salzburg | 46.87 | 37.5 | 42.43 | 44.05 | Austria |
| Vlaams Gewest | 51.24 | 25.67 | 40.87 | 35.65 | Bélgica |
| Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste | 12.36 | 19.13 | 40.23 | 9.02 | Italia |
| Tirol | 47.24 | 31.32 | 40.04 | 39.54 | Austria |
| Gelderland | 58.84 | 29.07 | 39.08 | 27.61 | Países Bajos |
| Thüringen | 24.66 | 23.45 | 38.39 | 26.43 | Alemania |
| Friuli-Venezia Giulia | 39.17 | 24.7 | 38.35 | 29.67 | Italia |
| Niederösterreich | 41.7 | 28.1 | 38 | 23.23 | Austria |
| Limburg (NL) | 55.55 | 28.08 | 37.94 | 33.33 | Países Bajos |
| South East (England) | 62.7 | 32.17 | 37.24 | 23.3 | Reino Unido |
| Provence-Alpes-Côte d'Azur | 35.89 | 25.42 | 34.75 | 48.12 | Francia |
| Brandenburg | 17.1 | 16.28 | 34.7 | 17.5 | Alemania |
| Övre Norrland | 54.19 | 38.96 | 34.36 | 28.84 | Suecia |
| Piemonte | 36.27 | 24.46 | 33.84 | 29.33 | Italia |
| Overijssel | 51.03 | 19.59 | 33.35 | 28.59 | Países Bajos |
| East of England | 71.63 | 32.24 | 33.11 | 21.69 | Reino Unido |
| Steiermark | 38.17 | 35.69 | 32.39 | 43.12 | Austria |
| Småland med öarna | 62.57 | 26.3 | 31.74 | 25.94 | Suecia |
| Noord-Holland | 41.77 | 24.04 | 31.58 | 19.43 | Países Bajos |
| Région Wallonne | 30.47 | 28.11 | 31.48 | 27.27 | Bélgica |
| Région de Bruxelles-Capitale/Brussels Ho | 58.76 | 31.79 | 31.13 | 28.48 | Bélgica |
| Toscana | 20.73 | 20.07 | 30.89 | 17.23 | Italia |
| Norra Mellansverige | 68.72 | 37.71 | 28.9 | 19.73 | Suecia |
| Mellersta Norrland | 58.14 | 28.1 | 28.59 | 18.68 | Suecia |
| Midi-Pyrénées | 34.08 | 17.01 | 28.29 | 45.24 | Francia |
| Groningen | 63.86 | 24.05 | 28.17 | 23.79 | Países Bajos |
| South West (England) | 22.17 | 26.39 | 27.89 | 16.9 | Reino Unido |
| Haute-Normandie | 36.47 | 17.59 | 27.57 | 26.7 | Francia |
| Franche-Comté | 40.21 | 25.79 | 26.58 | 27.36 | Francia |
| Provincia Autonoma Bolzano-Bozen | 17.83 | 19.9 | 26.13 | 26.09 | Italia |
| Kärnten | 36.34 | 26.94 | 26.1 | 25.16 | Austria |
| Scotland | 0.16 | 21.2 | 25.84 | 15.06 | Reino Unido |
| Marche | 20.24 | 19.2 | 24.84 | 16.56 | Italia |
| Centre | 38.08 | 22.22 | 24.69 | 22.28 | Francia |
| Bremen | 20.07 | 15 | 24.3 | 20.3 | Alemania |
| Yorkshire and The Humber | 40.27 | 20.32 | 24.17 | 11.21 | Reino Unido |
| Sachsen | 20.24 | 18.84 | 23.86 | 24.17 | Alemania |
| Picardie | 29.76 | 17.11 | 23.51 | 17.13 | Francia |
| North East (England) | 33.1 | 14.97 | 23.32 | 15.12 | Reino Unido |
| Limousin | 15.71 | 12.84 | 22.84 | 15.92 | Francia |

| | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Provincia Autonoma Trento | 23.78 | 20.53 | 22.16 | 11.64 | Italia |
| East Midlands (England) | 28.49 | 16.2 | 21.66 | 17.09 | Reino Unido |
| Languedoc-Roussillon | 34.9 | 14.96 | 21.01 | 13.11 | Francia |
| North West (England) | 29.89 | 18.05 | 20.83 | 13.26 | Reino Unido |
| Poitou-Charentes | 25.57 | 18.66 | 20.34 | 14.37 | Francia |
| Umbria | 14.15 | 12.44 | 19.91 | 9.07 | Italia |
| Auvergne | 23.76 | 23.38 | 19.64 | 26.95 | Francia |
| Comunidad Foral de Navarra | 23.56 | 11.37 | 19.63 | 20.85 | España |
| Pays de la Loire | 22.85 | 12.46 | 19.44 | 17.21 | Francia |
| Ireland | 19.34 | 13.57 | 19.2 | 16.41 | Irlanda |
| West Midlands (England) | 42.55 | 20.06 | 19.07 | 10.96 | Reino Unido |
| Bourgogne | 39.56 | 19.21 | 18.92 | 10.77 | Francia |
| Drenthe | 57.68 | 22.47 | 18.81 | 19.96 | Países Bajos |
| Cataluña | 16.37 | 14.75 | 18.27 | 12.46 | España |
| Burgenland | 18.5 | 16.53 | 18.26 | 18.66 | Austria |
| Lorraine | 29.02 | 18.18 | 18.11 | 15.73 | Francia |
| Lazio | 19.24 | 13.06 | 18.07 | 11.76 | Italia |
| Nord - Pas-de-Calais | 25.85 | 13.12 | 17.92 | 11.28 | Francia |
| Basse-Normandie | 19.78 | 17.13 | 17.9 | 14.65 | Francia |
| Itä-Suomi (NUTS 2006) | 36.59 | 13.91 | 17.79 | 13.89 | Finlandia |
| Champagne-Ardenne | 25.83 | 19.73 | 17.32 | 10.19 | Francia |
| Flevoland | 60.84 | 27.61 | 16.74 | 13.99 | Países Bajos |
| Friesland (NL) | 47.47 | 11.56 | 16.65 | 15.31 | Países Bajos |
| Liguria | 19.21 | 15.8 | 16.3 | 41.93 | Italia |
| Wales | 8.89 | 16.49 | 14.82 | 8.06 | Reino Unido |
| Sachsen-Anhalt | 12.46 | 11.59 | 14.67 | 8.19 | Alemania |
| Zeeland | 34.13 | 14.1 | 14.22 | 23.31 | Países Bajos |
| Aquitaine | 23.17 | 9.41 | 13.43 | 16.34 | Francia |
| Northern Ireland | 9.04 | 7.71 | 13.17 | 7.28 | Reino Unido |
| Abruzzo | 12.76 | 16.14 | 13.08 | 7.37 | Italia |
| Mecklenburg-Vorpommern | 8.55 | 10.21 | 13.06 | 9.73 | Alemania |
| Åland | 68.25 | 42.7 | 12.75 | 10.76 | Finlandia |
| Slovenia | 10.95 | 7.58 | 12.69 | 15.41 | Eslovenia |
| Pais Vasco | 6.73 | 8.75 | 11.96 | 11.48 | España |
| Aragón | 7.25 | 8.68 | 11.82 | 8.92 | España |
| Sicilia | 15.94 | 5.22 | 10.84 | 3.39 | Italia |
| Comunidad de Madrid | 11.22 | 7.1 | 10.27 | 10.71 | España |
| Közép-Magyarország | 15.77 | 8.69 | 9.79 | 9.95 | Hungría |
| Malta | 4.82 | 4.52 | 9.41 | 4.24 | Malta |
| Comunidad Valenciana | 8.78 | 6.57 | 8 | 3.93 | España |
| Lisboa | 7.08 | 1.17 | 7.93 | 3.17 | Portugal |
| Campania | 3.07 | 3.15 | 7.86 | 7.66 | Italia |
| Cyprus | 4.99 | 2.82 | 7.4 | 3.01 | Chipre |
| Puglia | 3.8 | 3.49 | 6.47 | 4.42 | Italia |
| Castilla y León | 2.74 | 3.01 | 6.43 | 3.56 | España |
| Principado de Asturias | 4.66 | 3 | 6.1 | 6.85 | España |

| | | | | | |
|--|------|------|------|-------|-----------------|
| Corse | 3.15 | 1.09 | 6.03 | 1.61 | Francia |
| Bratislavský kraj | 9.52 | 2.48 | 5.96 | 8.35 | Eslovaquia |
| Basilicata | 6.42 | 1.95 | 5.61 | 3.71 | Italia |
| Lubuskie | 6.17 | 0.2 | 5.52 | 0.76 | Polonia |
| Castilla-la Mancha | 2.53 | 1.29 | 5.18 | 1.91 | España |
| Praha | 6.14 | 2.95 | 5.08 | 6.66 | República Checa |
| Attiki | 3.49 | 2.41 | 5.02 | 3.64 | Grecia |
| Cantabria | 4.7 | 0.47 | 4.96 | 3.4 | España |
| Molise | 5.84 | 2.79 | 4.83 | 0.87 | Italia |
| Sardegna | 5.85 | 2.73 | 4.67 | 5.38 | Italia |
| La Rioja | 1.18 | 1.04 | 4.53 | 2.67 | España |
| Calabria | 1.6 | 1.39 | 4.49 | 1.54 | Italia |
| Kriti | 2.36 | 2.35 | 4.25 | 2.45 | Grecia |
| Galicia | 3.06 | 0.63 | 3.78 | 2.44 | España |
| Centro (PT) | 3.36 | 1.48 | 3.62 | 2.32 | Portugal |
| Észak-Alföld | 2.75 | 3.18 | 3.48 | 1.75 | Hungría |
| Dél-Alföld | 2.71 | 1.67 | 3.32 | 6.44 | Hungría |
| Severovýchod | 1.7 | 1.92 | 3.3 | 4.12 | República Checa |
| Andalucia | 2.89 | 1.93 | 3.28 | 1.71 | España |
| Střední Čechy | 0.5 | 0.83 | 3.2 | 4.8 | República Checa |
| Podkarpackie | 1.37 | 0.13 | 3.11 | 0.78 | Polonia |
| Estonia | 1.62 | 1.17 | 3.09 | 10.36 | Estonia |
| Kentriki Makedonia | 1.84 | 2.05 | 3.01 | 1.64 | Grecia |
| Thessalia | 2.06 | 0.21 | 2.95 | 0.78 | Grecia |
| Región de Murcia | 3.91 | 2.8 | 2.89 | 2.2 | España |
| Norte | 1.59 | 1.11 | 2.79 | 2.48 | Portugal |
| Dytiki Makedonia | 7.45 | 2.37 | 2.71 | 1.99 | Grecia |
| Latvija | 1.53 | 1.14 | 2.7 | 2.66 | Letonia |
| Dél-Dunántúl | 2.31 | 0.67 | 2.68 | 1.9 | Hungría |
| Jihovýchod | 1.44 | 1.9 | 2.39 | 5.12 | República Checa |
| Mazowieckie | 2.26 | 0.46 | 2.33 | 1.6 | Polonia |
| Voreio Aigaio | 3.19 | 1.88 | 2.31 | 1.33 | Grecia |
| Jihozápad | 1.74 | 0.39 | 2.21 | 4.05 | República Checa |
| Illes Balears | 2.76 | 3.48 | 2.09 | 1.44 | España |
| Dytiki Ellada | 1.02 | 2.29 | 2.07 | 1.26 | Grecia |
| Canarias (ES) | 1.61 | 1.87 | 2.04 | 1.12 | España |
| Extremadura | 1.63 | 0.91 | 2.01 | 0.4 | España |
| Ionía Nisia | 2.81 | 1.53 | 1.82 | 1.11 | Grecia |
| Západné Slovensko | 0.75 | 0.46 | 1.78 | 0.55 | Eslovaquia |
| Zachodniopomorskie | 0.67 | 0.78 | 1.68 | 1.28 | Polonia |
| Moravskoslezsko | 1.12 | 1.51 | 1.65 | 1.38 | República Checa |
| Yugozapadna I Yuzhna Tsentralna Bulgaria | 2.88 | 1.32 | 1.58 | 0.8 | Bulgaria |
| Közép-Dunántúl | 1.3 | 0.87 | 1.57 | 1.83 | Hungría |
| Macrogiunea Trei | 2.22 | 0.28 | 1.46 | 1.59 | Rumanía |
| Ipeiros | 2.76 | 1.15 | 1.43 | 1.19 | Grecia |
| Severozápad | 0.07 | 0.75 | 1.38 | 2.91 | República Checa |

| | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|-----------------|
| Opolskie | 1.49 | 0.33 | 1.35 | 2.23 | Polonia |
| Stereia Ellada | 1.07 | 0.68 | 1.27 | 0.44 | Grecia |
| Lódzkie | 1.36 | 0.74 | 1.25 | 1.71 | Polonia |
| Notio Aigaio | 2.71 | 2.18 | 1.18 | 3.22 | Grecia |
| Alentejo | 1.91 | 0.5 | 1.18 | 0.91 | Portugal |
| Dolnoslaskie | 1.84 | 0.34 | 1.17 | 1.41 | Polonia |
| Peloponnisos | 0.4 | 0.55 | 1.13 | 1.29 | Grecia |
| Wielkopolskie | 0.83 | 0.22 | 1.11 | 1.38 | Polonia |
| Észak-Magyarország | 2.51 | 1.65 | 1.08 | 2.25 | Hungría |
| Východné Slovensko | 1.61 | 0.45 | 1.05 | 1.57 | Eslovaquia |
| Lietuva | 100 | 0.45 | 0.96 | 0.99 | Lituania |
| Algarve | 2.5 | 0.84 | 0.96 | 1.82 | Portugal |
| Malopolskie | 2.56 | 0.4 | 0.93 | 2.1 | Polonia |
| Nyugat-Dunántúl | 1.22 | 1.3 | 0.89 | 2.32 | Hungría |
| Stredné Slovensko | 1.99 | 0.56 | 0.82 | 0.69 | Eslovaquia |
| Macrogiunea Unu | 0.74 | 0.27 | 0.73 | 0.23 | Rumanía |
| Slaskie | 0.76 | 0.23 | 0.72 | 1.16 | Polonia |
| Pomorskie | 0.64 | 0.83 | 0.66 | 1.24 | Polonia |
| Severna I Yugoiztochna Bulgaria | 1.13 | 0.52 | 0.64 | 0.29 | Bulgaria |
| Strední Morava | 0.65 | 1.52 | 0.6 | 4.07 | República Checa |
| Swietokrzyskie | 0.75 | 0.36 | 0.5 | 0.51 | Polonia |
| Macrogiunea Patru | 1.2 | 0.28 | 0.45 | 0.63 | Rumanía |
| Kujawsko-Pomorskie | 0.25 | 0.14 | 0.4 | 1.49 | Polonia |
| Lubelskie | 0.47 | 0.06 | 0.33 | 1.93 | Polonia |
| Podlaskie | 0.59 | 0.23 | 0.32 | 0.42 | Polonia |
| Anatoliki Makedonia, Thraki | 1.22 | 0.68 | 0.16 | 0.43 | Grecia |
| Warminsko-Mazurskie | 0.42 | 0.1 | 0.16 | 0.27 | Polonia |
| Macrogiunea Doi | 0.34 | 0.08 | 0.11 | 0.11 | Rumanía |

Elaboración propia

En el año 2005 había cuatro regiones con un índice de máxima eficiencia (100), dos alemanas, una austríaca y otra holandesa. La puntuación que obtienen las otras 189 regiones está expresada en términos relativos con respecto a las cuatro primeras. Dos de estas regiones se han mantenido sobre la frontera de eficiencia en los cuatro períodos estudiados – Vorarlberg y Noord-Brabant –. Hay que destacar 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, 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 mediante el cálculo del Índice de Malmquist, también basado en el DEA, pero que incorpora los cambios debidos al progreso tecnológico.

Tabla 5.2. Eficiencia de escala (de mayor a menor por el año 2005)

| Región | 1995 | 2000 | 2005 | 2008 | País |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| Vorarlberg | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | Austria |
| Baden-Württemberg | 100.00 | 99.76 | 100.00 | 100.00 | Alemania |
| Nordrhein-Westfalen | 100.00 | 98.00 | 100.00 | 54.82 | Alemania |
| Noord-Brabant | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | Países Bajos |
| Bayern | 100.00 | 89.73 | 90.87 | 80.09 | Alemania |
| Rheinland-Pfalz | 100.00 | 57.58 | 79.30 | 57.66 | Alemania |
| Pohjois-Suomi (NUTS 2006) | 100.00 | 53.22 | 75.18 | 81.95 | Finlandia |
| Luxembourg | 59.81 | 63.95 | 73.32 | 43.05 | Luxemburgo |
| Etelä-Suomi (NUTS 2006) | 90.50 | 69.38 | 69.44 | 74.63 | Finlandia |
| Hessen | 100.00 | 70.62 | 66.25 | 95.97 | Alemania |
| Stockholm | 100.00 | 73.88 | 63.31 | 100.00 | Suecia |
| Sydsverige | 96.03 | 60.75 | 62.42 | 100.00 | Suecia |
| Länsi-Suomi | 68.46 | 54.23 | 61.92 | 43.90 | Finlandia |
| Île de France | 85.16 | 63.28 | 61.48 | 52.43 | Francia |
| Bretagne | 25.41 | 25.20 | 57.77 | 87.40 | Francia |
| Saarland | 58.97 | 39.72 | 56.81 | 29.09 | Alemania |
| Rhône-Alpes | 78.44 | 49.94 | 56.38 | 66.80 | Francia |
| London | 66.81 | 33.10 | 54.64 | 26.72 | Reino Unido |
| Hamburg | 61.47 | 43.55 | 54.05 | 45.02 | Alemania |
| Emilia-Romagna | 57.15 | 43.18 | 52.23 | 43.05 | Italia |
| Wien | 39.52 | 32.73 | 51.66 | 32.38 | Austria |
| Niedersachsen | 51.03 | 44.70 | 50.41 | 38.08 | Alemania |
| Utrecht | 56.36 | 44.94 | 50.36 | 52.37 | Países Bajos |
| Denmark | 60.27 | 47.22 | 50.24 | 47.61 | Dinamarca |
| Berlin | 61.27 | 37.59 | 49.89 | 48.94 | Alemania |
| Västssverige | 80.95 | 45.95 | 49.43 | 54.83 | Suecia |
| Östra Mellansverige | 78.78 | 44.17 | 48.67 | 65.38 | Suecia |
| Alsace | 51.34 | 36.21 | 48.19 | 42.47 | Francia |
| Veneto | 41.70 | 29.80 | 47.75 | 27.00 | Italia |
| Zuid-Holland | 68.33 | 34.30 | 47.15 | 28.72 | Países Bajos |
| Lombardia | 48.71 | 43.07 | 44.84 | 29.16 | Italia |
| Schleswig-Holstein | 47.44 | 36.85 | 44.11 | 34.46 | Alemania |
| Vlaams Gewest | 51.97 | 28.02 | 43.55 | 36.26 | Bélgica |
| Oberösterreich | 59.10 | 43.50 | 42.76 | 48.44 | Austria |
| Gelderland | 61.91 | 32.00 | 42.59 | 27.78 | Países Bajos |
| South East (England) | 63.42 | 33.48 | 42.54 | 27.47 | Reino Unido |
| Salzburg | 46.87 | 37.50 | 42.45 | 44.05 | Austria |
| Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste | 12.36 | 19.13 | 40.23 | 9.11 | Italia |
| Tirol | 47.75 | 31.32 | 40.04 | 40.13 | Austria |
| Friuli-Venezia Giulia | 40.26 | 26.13 | 40.02 | 33.91 | Italia |
| East of England | 71.63 | 34.08 | 39.62 | 24.93 | Reino Unido |
| Thüringen | 24.66 | 23.45 | 38.39 | 26.43 | Alemania |
| Limburg (NL) | 56.17 | 28.48 | 38.30 | 33.33 | Países Bajos |
| Provence-Alpes-Côte d'Azur | 39.25 | 29.81 | 38.25 | 48.12 | Francia |

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Niederösterreich | 41.70 | 28.10 | 38.00 | 25.88 | Austria |
| Overijssel | 52.58 | 20.17 | 35.04 | 28.59 | Países Bajos |
| Noord-Holland | 46.89 | 29.21 | 34.72 | 19.71 | Países Bajos |
| Brandenburg | 18.15 | 17.25 | 34.70 | 21.43 | Alemania |
| Övre Norrland | 54.19 | 38.96 | 34.36 | 28.84 | Suecia |
| Piemonte | 36.64 | 25.78 | 34.19 | 29.33 | Italia |
| Steiermark | 38.68 | 35.69 | 32.66 | 43.12 | Austria |
| Toscana | 21.22 | 20.69 | 31.80 | 19.86 | Italia |
| Småland med öarna | 62.57 | 26.30 | 31.74 | 27.05 | Suecia |
| Région Wallonne | 31.68 | 29.51 | 31.48 | 27.27 | Bélgica |
| Midi-Pyrénées | 37.88 | 19.73 | 31.40 | 45.24 | Francia |
| Région de Bruxelles-Capitale/Brussels Ho | 58.76 | 33.74 | 31.13 | 28.48 | Bélgica |
| South West (England) | 23.98 | 27.13 | 30.58 | 20.01 | Reino Unido |
| Norra Mellansverige | 68.72 | 39.41 | 29.92 | 23.49 | Suecia |
| Mellersta Norrland | 58.14 | 28.10 | 28.59 | 20.84 | Suecia |
| Groningen | 63.86 | 24.05 | 28.17 | 23.79 | Países Bajos |
| Haute-Normandie | 37.37 | 17.95 | 27.86 | 30.69 | Francia |
| Sachsen | 23.83 | 22.79 | 27.73 | 24.17 | Alemania |
| Centre | 41.08 | 24.91 | 27.66 | 24.10 | Francia |
| Franche-Comté | 40.21 | 25.79 | 26.58 | 27.36 | Francia |
| Provincia Autonoma Bolzano-Bozen | 17.83 | 19.90 | 26.13 | 27.11 | Italia |
| Kärnten | 36.60 | 26.94 | 26.10 | 25.16 | Austria |
| Scotland | 0.17 | 21.40 | 26.09 | 15.88 | Reino Unido |
| Marche | 20.24 | 19.20 | 24.84 | 18.98 | Italia |
| Bremen | 20.72 | 15.43 | 24.30 | 21.96 | Alemania |
| Yorkshire and The Humber | 40.27 | 20.32 | 24.17 | 11.21 | Reino Unido |
| Picardie | 30.36 | 17.42 | 23.59 | 17.14 | Francia |
| North East (England) | 33.55 | 14.97 | 23.32 | 15.12 | Reino Unido |
| Limousin | 16.04 | 12.93 | 22.84 | 15.92 | Francia |
| East Midlands (England) | 30.83 | 17.10 | 22.79 | 17.97 | Reino Unido |
| Languedoc-Roussillon | 35.72 | 16.56 | 22.72 | 13.24 | Francia |
| Provincia Autonoma Trento | 23.78 | 20.83 | 22.16 | 11.79 | Italia |
| Poitou-Charentes | 26.74 | 19.51 | 21.31 | 14.37 | Francia |
| Cataluña | 17.06 | 15.61 | 21.29 | 12.68 | España |
| Pays de la Loire | 24.72 | 13.86 | 21.23 | 17.21 | Francia |
| Auvergne | 24.97 | 24.75 | 20.86 | 28.29 | Francia |
| North West (England) | 30.63 | 18.33 | 20.83 | 13.26 | Reino Unido |
| Bourgogne | 41.76 | 20.80 | 20.40 | 12.70 | Francia |
| Ireland | 21.57 | 15.13 | 20.29 | 16.86 | Irlanda |
| Umbria | 14.15 | 12.73 | 20.18 | 10.74 | Italia |
| Lorraine | 30.77 | 19.65 | 20.01 | 15.73 | Francia |
| Comunidad Foral de Navarra | 23.56 | 11.64 | 19.66 | 20.85 | España |
| West Midlands (England) | 45.39 | 20.89 | 19.10 | 11.51 | Reino Unido |
| Basse-Normandie | 20.13 | 18.28 | 18.91 | 16.84 | Francia |
| Drenthe | 57.68 | 22.47 | 18.81 | 20.00 | Países Bajos |
| Burgenland | 18.50 | 16.53 | 18.26 | 18.66 | Austria |

| | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Itä-Suomi (NUTS 2006) | 37.63 | 14.38 | 18.24 | 14.55 | Finlandia |
| Lazio | 19.82 | 13.73 | 18.16 | 11.79 | Italia |
| Nord - Pas-de-Calais | 26.29 | 13.39 | 18.01 | 11.28 | Francia |
| Liguria | 20.52 | 17.14 | 17.76 | 41.93 | Italia |
| Champagne-Ardenne | 26.16 | 19.93 | 17.32 | 11.39 | Francia |
| Friesland (NL) | 48.05 | 11.76 | 16.81 | 15.31 | Países Bajos |
| Flevoland | 60.84 | 27.61 | 16.74 | 13.99 | Países Bajos |
| Sachsen-Anhalt | 13.71 | 12.52 | 15.07 | 8.24 | Alemania |
| Wales | 9.02 | 16.49 | 14.90 | 8.08 | Reino Unido |
| Aquitaine | 25.46 | 10.43 | 14.75 | 16.34 | Francia |
| Zeeland | 34.13 | 14.10 | 14.22 | 23.72 | Países Bajos |
| Abruzzo | 13.42 | 17.04 | 13.99 | 7.44 | Italia |
| Northern Ireland | 9.42 | 7.94 | 13.57 | 7.50 | Reino Unido |
| Mecklenburg-Vorpommern | 8.84 | 10.33 | 13.35 | 10.22 | Alemania |
| Pais Vasco | 7.12 | 9.30 | 13.22 | 13.01 | España |
| Slovenia | 10.95 | 7.99 | 13.20 | 15.41 | Eslovenia |
| Aragón | 7.54 | 9.34 | 12.78 | 9.67 | España |
| Åland | 68.25 | 42.70 | 12.75 | 11.41 | Finlandia |
| Comunidad de Madrid | 12.52 | 7.57 | 12.30 | 10.83 | España |
| Sicilia | 15.94 | 5.22 | 10.95 | 3.39 | Italia |
| Közép-Magyarország | 16.46 | 9.21 | 10.44 | 10.03 | Hungría |
| Malta | 4.82 | 4.52 | 9.41 | 4.25 | Malta |
| Lisboa | 7.30 | 1.25 | 9.00 | 3.17 | Portugal |
| Comunidad Valenciana | 8.88 | 6.71 | 8.77 | 4.46 | España |
| Campania | 3.18 | 3.33 | 8.38 | 7.66 | Italia |
| Cyprus | 4.99 | 2.82 | 7.49 | 3.02 | Chipre |
| Castilla y León | 2.76 | 3.10 | 7.04 | 3.56 | España |
| Puglia | 3.87 | 3.58 | 6.63 | 4.43 | Italia |
| Principado de Asturias | 4.72 | 3.14 | 6.48 | 7.06 | España |
| Corse | 3.15 | 1.09 | 6.07 | 1.71 | Francia |
| Bratislavský kraj | 9.52 | 2.48 | 5.96 | 8.35 | Eslovaquia |
| Basilicata | 6.53 | 1.99 | 5.71 | 3.77 | Italia |
| Lubuskie | 6.17 | 0.20 | 5.52 | 0.76 | Polonia |
| Castilla-la Mancha | 2.59 | 1.33 | 5.30 | 1.91 | España |
| Cantabria | 4.75 | 0.48 | 5.10 | 3.85 | España |
| Praha | 6.44 | 3.05 | 5.08 | 6.66 | República Checa |
| Attiki | 3.59 | 2.67 | 5.02 | 3.64 | Grecia |
| Molise | 5.84 | 2.79 | 4.87 | 0.88 | Italia |
| Sardegna | 5.85 | 2.75 | 4.67 | 5.38 | Italia |
| La Rioja | 1.19 | 1.05 | 4.54 | 2.81 | España |
| Calabria | 1.60 | 1.39 | 4.49 | 1.56 | Italia |
| Kriti | 2.36 | 2.35 | 4.25 | 2.77 | Grecia |
| Galicia | 3.09 | 0.65 | 4.15 | 2.62 | España |
| Centro (PT) | 3.39 | 1.52 | 3.79 | 2.32 | Portugal |
| Észak-Alföld | 2.75 | 3.23 | 3.54 | 1.75 | Hungría |
| Dél-Alföld | 2.72 | 1.68 | 3.34 | 6.44 | Hungría |

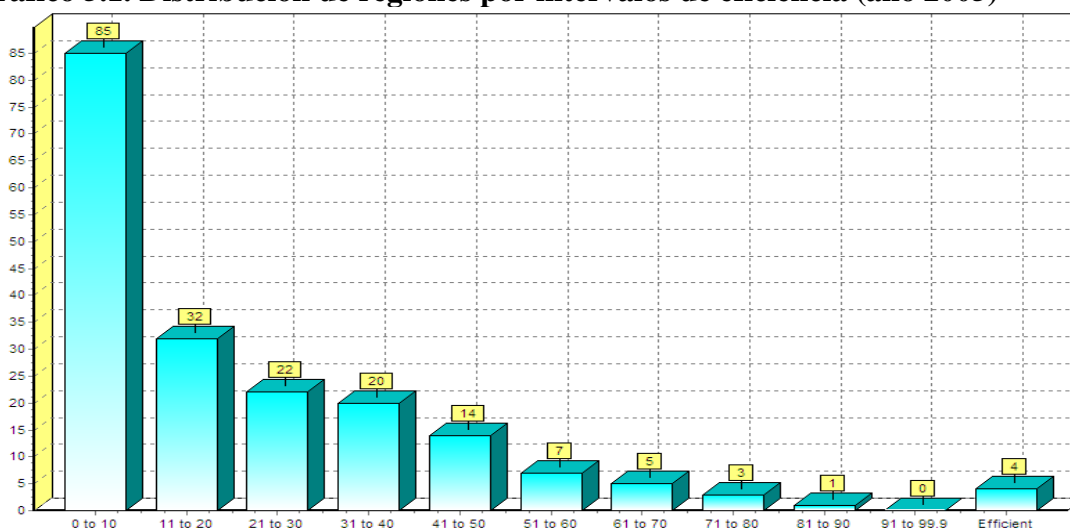
| | | | | | |
|--|--------|------|------|-------|-----------------|
| Severovýchod | 1.70 | 1.92 | 3.33 | 4.47 | República Checa |
| Andalucia | 2.89 | 1.93 | 3.28 | 1.89 | España |
| Estonia | 1.62 | 1.17 | 3.25 | 10.36 | Estonia |
| Střední Čechy | 0.50 | 0.83 | 3.20 | 6.03 | República Checa |
| Podkarpacie | 1.37 | 0.13 | 3.11 | 0.79 | Polonia |
| Región de Murcia | 3.99 | 2.92 | 3.10 | 2.26 | España |
| Kentriki Makedonia | 1.84 | 2.10 | 3.01 | 1.64 | Grecia |
| Thessalia | 2.08 | 0.21 | 2.95 | 0.78 | Grecia |
| Norte | 1.59 | 1.12 | 2.86 | 2.48 | Portugal |
| Dytiki Makedonia | 7.45 | 2.38 | 2.71 | 1.99 | Grecia |
| Latvija | 1.53 | 1.16 | 2.70 | 2.66 | Letonia |
| Dél-Dunántúl | 2.31 | 0.67 | 2.68 | 1.93 | Hungría |
| Jihovýchod | 1.51 | 1.95 | 2.47 | 5.28 | República Checa |
| Mazowieckie | 2.41 | 0.49 | 2.33 | 1.60 | Polonia |
| Voreio Aigaio | 3.19 | 1.88 | 2.31 | 1.46 | Grecia |
| Jihozápad | 1.78 | 0.39 | 2.26 | 4.16 | República Checa |
| Illes Balears | 2.76 | 3.48 | 2.10 | 1.56 | España |
| Dytiki Ellada | 1.02 | 2.29 | 2.07 | 1.30 | Grecia |
| Extremadura | 1.63 | 0.92 | 2.06 | 0.41 | España |
| Canarias (ES) | 1.61 | 1.87 | 2.06 | 1.26 | España |
| Ionia Nisia | 2.81 | 1.53 | 1.82 | 1.19 | Grecia |
| Západné Slovensko | 0.76 | 0.46 | 1.82 | 0.57 | Eslovaquia |
| Zachodniopomorskie | 0.67 | 0.78 | 1.68 | 1.31 | Polonia |
| Moravskoslezsko | 1.14 | 1.51 | 1.67 | 1.57 | República Checa |
| Yugozapadna I Yuzhna Tsentralna Bulgaria | 2.88 | 1.32 | 1.58 | 0.81 | Bulgaria |
| Közép-Dunántúl | 1.30 | 0.88 | 1.58 | 1.83 | Hungría |
| Macrogiunea Trei | 2.22 | 0.28 | 1.46 | 1.61 | Rumanía |
| Ipeiros | 2.76 | 1.15 | 1.43 | 1.36 | Grecia |
| Severozápad | 0.07 | 0.75 | 1.38 | 2.91 | República Checa |
| Opolskie | 1.49 | 0.33 | 1.35 | 2.23 | Polonia |
| Stereá Ellada | 1.07 | 0.68 | 1.27 | 0.48 | Grecia |
| Lódzkie | 1.40 | 0.76 | 1.26 | 1.71 | Polonia |
| Dolnoslaskie | 1.87 | 0.35 | 1.19 | 1.41 | Polonia |
| Alentejo | 1.94 | 0.52 | 1.18 | 0.91 | Portugal |
| Notio Aigaio | 2.71 | 2.18 | 1.18 | 3.70 | Grecia |
| Peloponnisos | 0.40 | 0.55 | 1.14 | 1.31 | Grecia |
| Wielkopolskie | 0.85 | 0.22 | 1.12 | 1.38 | Polonia |
| Észak-Magyarország | 2.51 | 1.65 | 1.09 | 2.25 | Hungría |
| Východné Slovensko | 1.63 | 0.45 | 1.06 | 1.57 | Eslovaquia |
| Lietuva | 100.00 | 0.45 | 0.96 | 1.05 | Lituania |
| Algarve | 2.50 | 0.84 | 0.96 | 1.82 | Portugal |
| Malopolskie | 2.62 | 0.41 | 0.94 | 2.14 | Polonia |
| Nyugat-Dunántúl | 1.22 | 1.31 | 0.90 | 2.34 | Hungría |
| Stredné Slovensko | 1.99 | 0.56 | 0.83 | 0.69 | Eslovaquia |
| Macrogiunea Unu | 0.74 | 0.27 | 0.73 | 0.23 | Rumanía |
| Slaskie | 0.79 | 0.24 | 0.72 | 1.16 | Polonia |

| | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|-----------------|
| Pomorskie | 0.65 | 0.85 | 0.67 | 1.25 | Polonia |
| Severna I Yugoiztochna Bulgaria | 1.13 | 0.52 | 0.64 | 0.29 | Bulgaria |
| Strední Morava | 0.66 | 1.52 | 0.60 | 4.31 | República Checa |
| Swietokrzyskie | 0.75 | 0.36 | 0.50 | 0.51 | Polonia |
| Macrogiunea Patru | 1.20 | 0.28 | 0.45 | 0.63 | Rumanía |
| Kujawsko-Pomorskie | 0.25 | 0.14 | 0.40 | 1.52 | Polonia |
| Lubelskie | 0.47 | 0.06 | 0.33 | 1.93 | Polonia |
| Podlaskie | 0.59 | 0.23 | 0.32 | 0.42 | Polonia |
| Anatoliki Makedonia, Thraki | 1.23 | 0.69 | 0.16 | 0.43 | Grecia |
| Warminsko-Mazurskie | 0.42 | 0.10 | 0.16 | 0.30 | Polonia |
| Macrogiunea Doi | 0.34 | 0.08 | 0.11 | 0.11 | Rumanía |

Elaboración propia

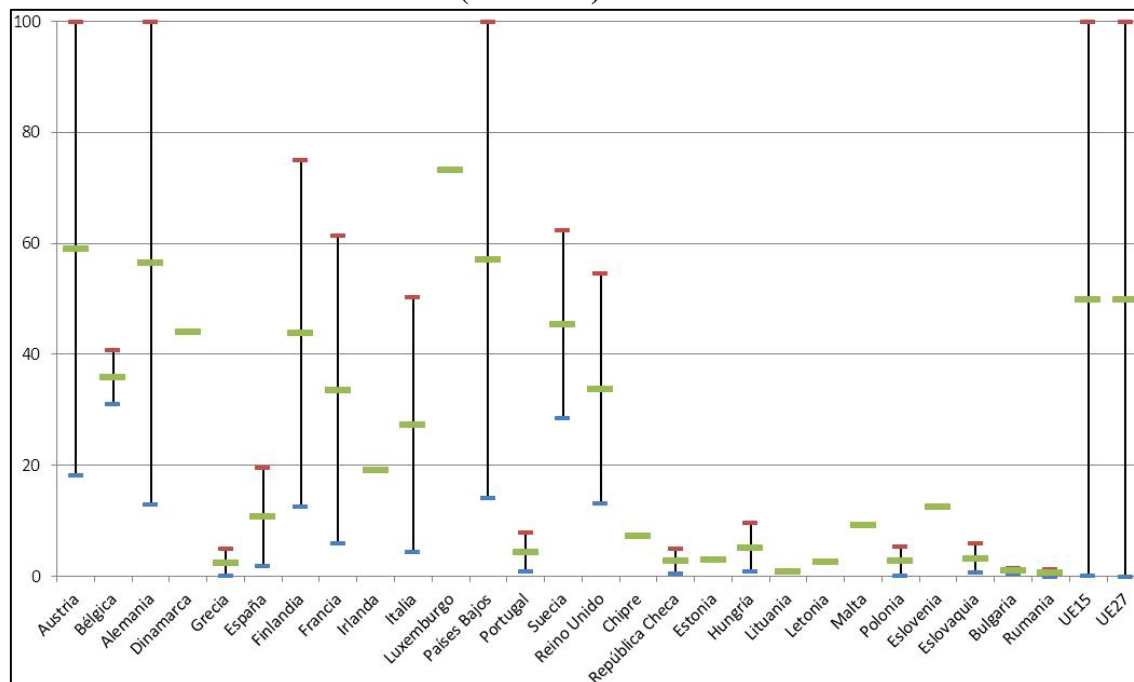
La eficiencia de escala nos muestra la posible existencia de efectos derivados de la escala de operación de los SRI que estén causando ineficiencias, de manera que un índice cercano a 100 es indicativo de que las ineficiencias serán de tipo técnico y no por la escala en la que opera la región. Las cuatro regiones eficientes técnicamente son también las que presentan eficiencias de escala de 100. Además, vemos que pocas regiones se acercan a ese valor, por lo que la mayor parte de las ineficiencias de los SRI europeos estarían causadas por la escala y no por aspectos técnicos. Para complementar esta información, sería interesante conocer si cada región está operando con rendimientos decrecientes o crecientes a escala, para saber si la escala es demasiado grande o demasiado pequeña en relación al tamaño que debería tener para ser eficiente. El software utilizado en esta investigación advierte de la posible presencia de errores en este resultado, por lo que no ha sido tenido en cuenta. Sin embargo, podría utilizarse la misma base de datos para trabajar con otro programa llamado DEA P, que sí nos ofrece información fiable al respecto.

Gráfico 5.1. Distribución de regiones por intervalos de eficiencia (año 2005)



Quizás el resultado más llamativo es que sólo un grupo reducido de regiones se encuentra a un nivel de eficiencia muy alto, ya que únicamente 20 de ellas se encuentran por encima del 50% de la eficiencia máxima. Al mismo tiempo, más de la mitad de las regiones se encuentran por debajo del 20% del nivel máxima de eficiencia. Este gráfico destaca las enormes ineficiencias con que operan los SRI en Europa.

Gráfico 5.2. Índices de eficiencia (año 2005)



El gráfico 5.2 muestra la enorme dispersión de los índices de eficiencia que hay entre las regiones dentro incluso de un mismo país. Los países donde se sitúan las regiones eficientes son los que presentan una mayor dispersión – en ellos coexisten regiones con eficiencias muy bajas y muy altas, como en el caso de Alemania o los Países Bajos –, y en los países donde la dispersión es menor, los índices de eficiencia son muy bajos.

Tabla 5.3. Correlaciones *input* – *output*

| Año 2005 | Patentes (por millón de habitantes) | Patentes (por millón de activos) | Patentes alta tecnología (por millón de habitantes) | Patentes alta tecnología (por millón de activos) |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Factor 1: Entorno económico productivo regional | 0,34 | 0,34 | 0,21 | 0,20 |
| Factor 2: Universidad | -0,03 | -0,04 | 0,14 | 0,15 |
| Factor 3: Grado de sofisticación de la demanda | 0,38 | 0,40 | 0,22 | 0,23 |
| Factor 4: Empresas innovadoras | 0,67 | 0,67 | 0,64 | 0,64 |
| Factor 5: Administración pública | 0,00 | -0,01 | 0,06 | 0,07 |
| Factor 6: Entorno nacional de la innovación | 0,10 | 0,08 | 0,13 | 0,11 |

El grado de sofisticación de la demanda, seguido por el entorno económico productivo regional y, sobre todo, las empresas innovadoras, son los factores que tienen una mayor correlación con las diferentes medidas del *output*. Los gráficos 5.3 y 5.4 simbolizan la correlación entre los dos factores más determinantes y las patentes por millón de activos.

Gráfico 5.3. Correlaciones *input* – *output* (Factor 4: empresas innovadoras)

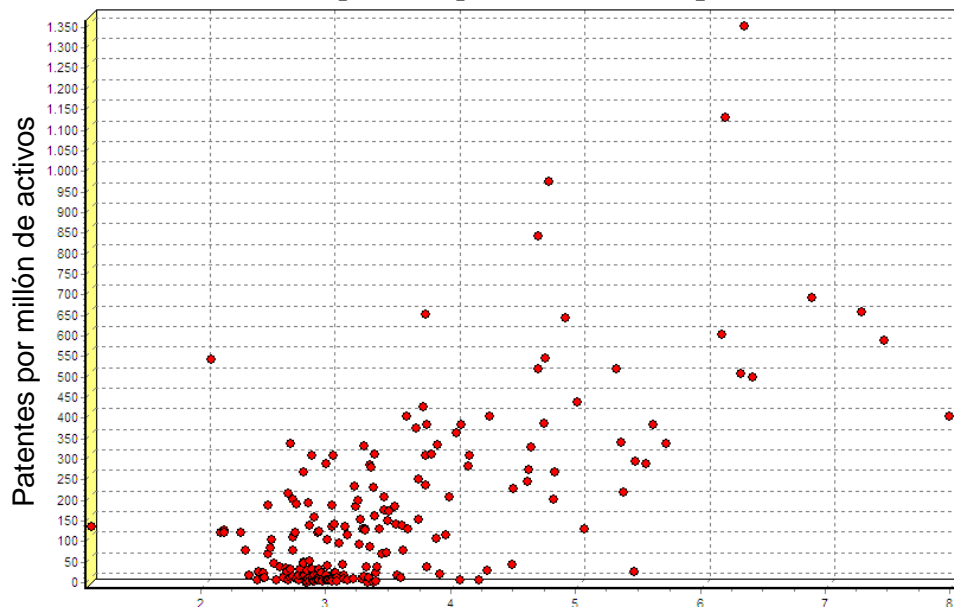


Gráfico 5.4. Correlaciones *input* – *output* (Factor 3: grado de sofisticación de la demanda)

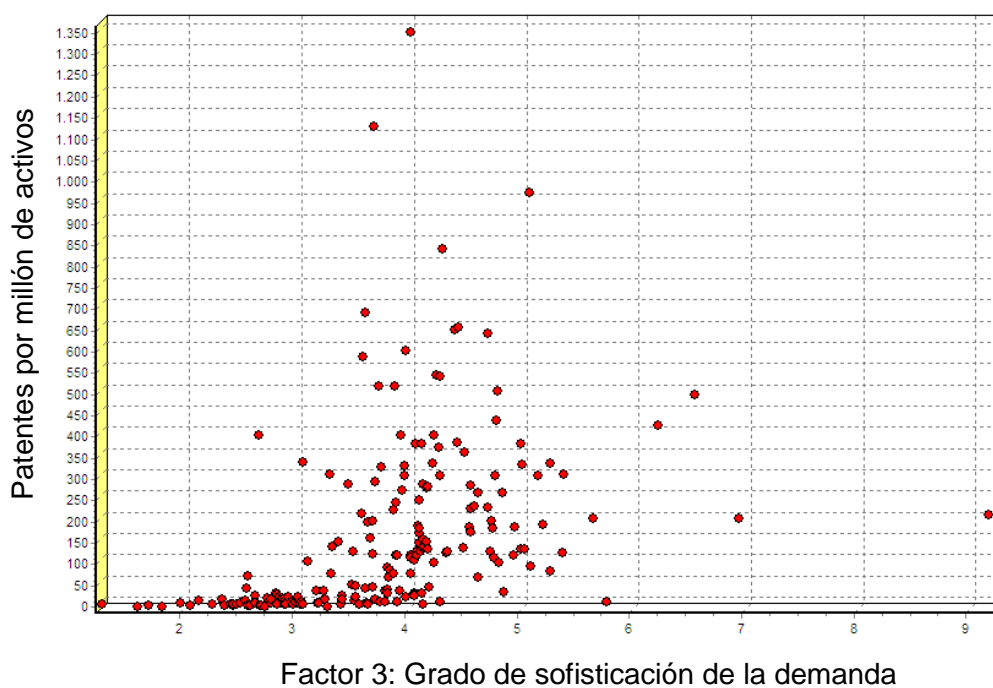
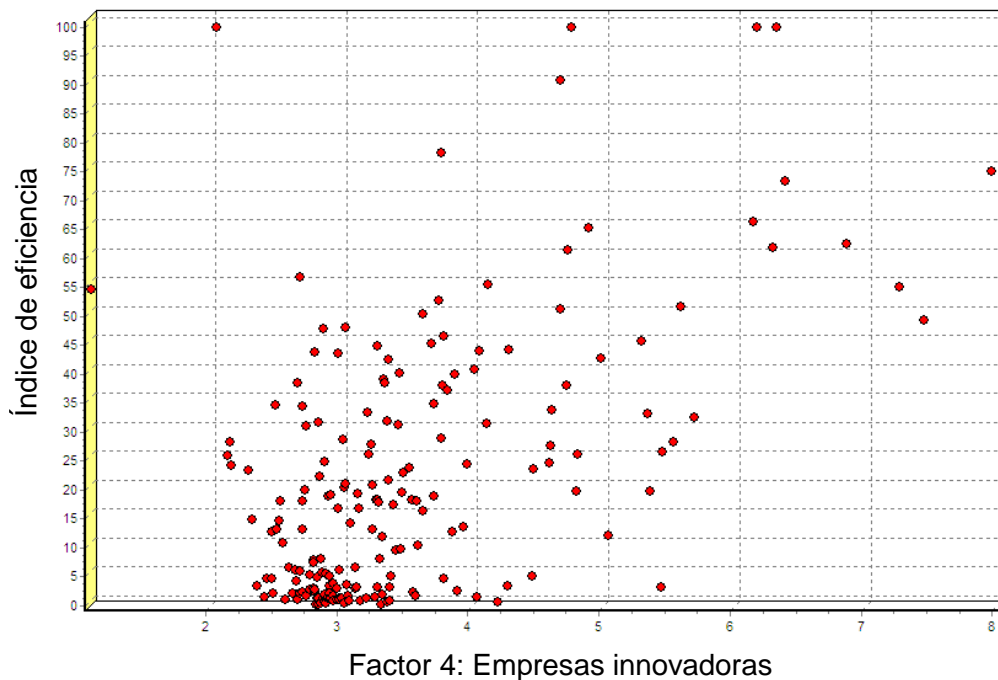


Tabla 5.4. Correlaciones factor – eficiencia (año 2005)

| | Eficiencia | Orden de correlación |
|---|------------|----------------------|
| Factor 1: Entorno económico productivo regional | 0,41 | 3° |
| Factor 2: Universidad | -0,01 | 6° |
| Factor 3: Grado de sofisticación de la demanda | 0,52 | 2° |
| Factor 4: Empresas innovadoras | 0,54 | 1° |
| Factor 5: Administración Pública | 0,02 | 5° |
| Factor 6: Entorno nacional de la innovación | 0,11 | 4° |

De nuevo, las empresas innovadoras, el grado de sofisticación de la demanda y el entorno económico productivo regional, por ese orden, son los factores que exhiben una mayor correlación no solamente con el nivel de *output* sino también con la eficiencia en su producción. Sin embargo, el entorno nacional de la innovación, compuesto por las variables de capital inversión, no presenta una correlación débil con la eficiencia. A su vez, la Administración Pública jugaría un papel casi nulo en este sentido, y las universidades se correlacionan con la eficiencia negativamente. El gráfico 5 representa cómo es la eficiencia en relación con el esfuerzo que realizan las empresas innovadoras.

Gráfico 5.5. Correlación factor – eficiencia (Factor 4: empresas innovadoras)



Los gráficos 5.6 y 5.7 representan cómo es la frontera eficiente teniendo en cuenta uno de los *inputs* y dos de los *outputs* – para que sea posible su representación en dos dimensiones –. En el primero de ellos el *input* elegido es el factor de las empresas innovadoras, que es el más determinante de la eficiencia, y en el segundo el grado de sofisticación de la demanda, que seguiría al anterior. Uno de los *outputs* se refiere a las patentes totales (por millón de activos) y otro a las de alta tecnología (en el eje de abscisas).

Gráfico 5.6. Frontera eficiente (*Input = factor 3*)

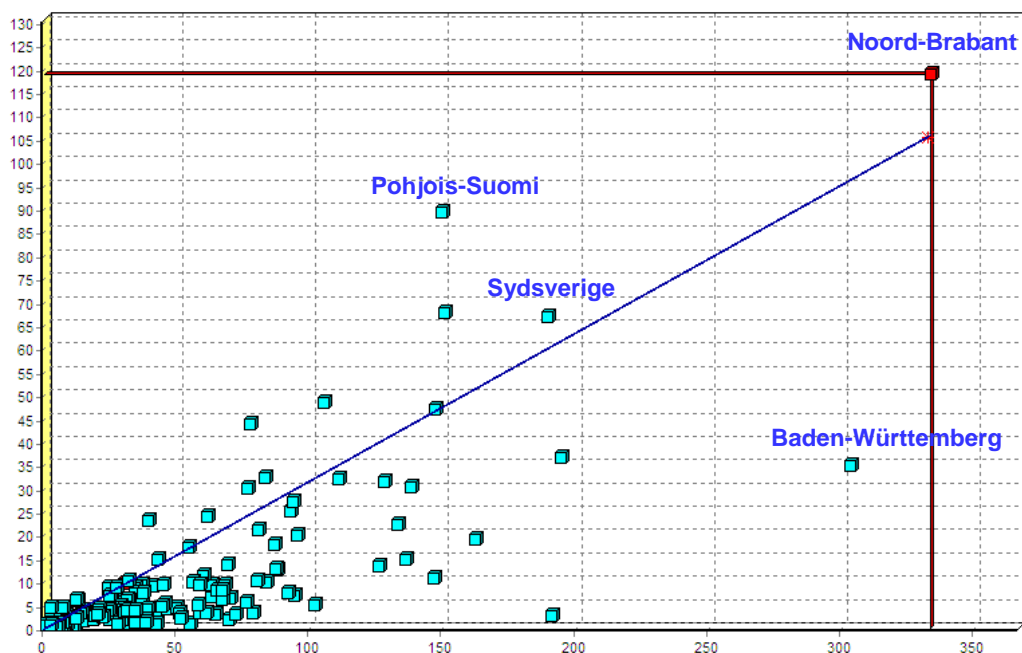
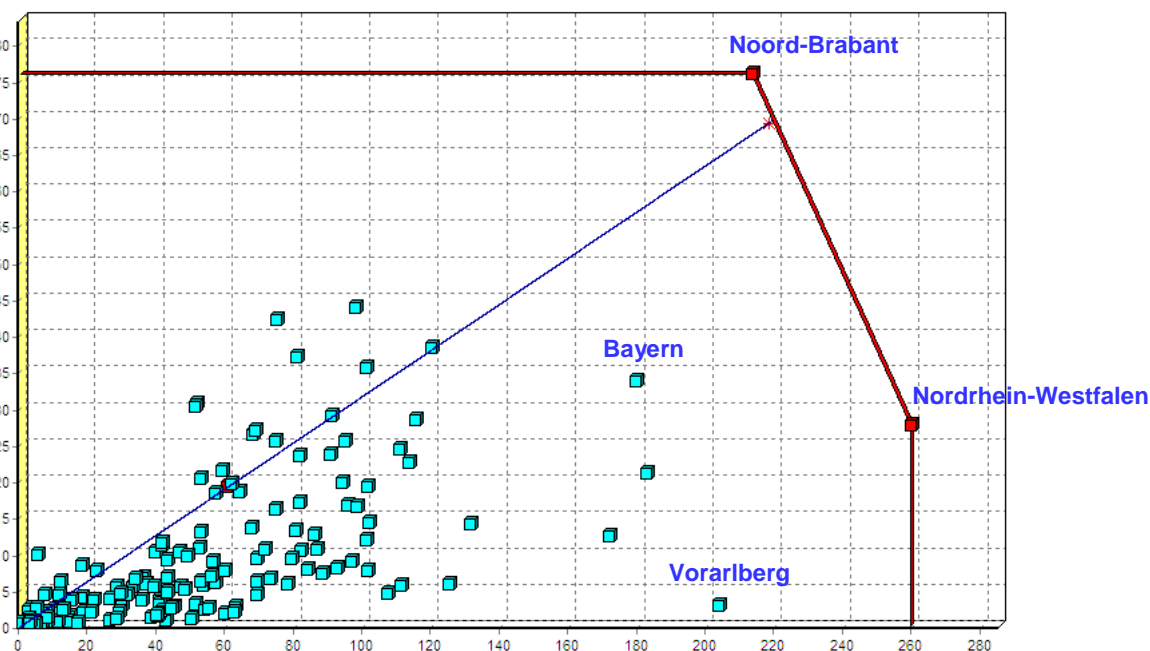


Gráfico 5.7. Frontera eficiente (*Input = factor 4*)



6. CONCLUSIONES

Por lo general, vemos que un gran número de las regiones de la Unión Europea de los 27 operan con enormes ineficiencias, y que el hecho de que no lo estén haciendo en su escala óptima es una causa importante de ello. Si nos fijamos en España los resultados son aún más alarmantes, dado que la región más eficiente se sitúa en el puesto 81 – de 193 –, con un índice de eficiencia de 19,63 sobre 100. Los países más aventajados serían algunos del centro y norte de Europa, como Alemania, Países Bajos, Austria, Finlandia, Luxemburgo, Suecia, Francia... Y los que obtienen los peores

resultados son los últimos incorporados a la Unión Europea, que provocan una reducción de la media de eficiencia y, en muchos casos, arrojan índices inferiores a 2.

Por otro lado, considero que el resultado más relevante es el que relaciona los diferentes factores con los niveles de eficiencia. Así, las empresas innovadoras, el grado de sofisticación de la demanda y el entorno económico productivo regional, en ese orden, son los factores que 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 a favorecer el esfuerzo innovador de las empresas y a mejorar tanto el grado de sofisticación de la demanda, compuesto por dos medidas del PIB – en términos per cápita y por trabajador –, el Índice de Penetración de las TICs y el Índice de Libertad Económica, como el entorno productivo donde se enmarca el Sistema de Innovación. Sin embargo, lo que observamos en la realidad en el caso español es muy diferente, puesto que 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 en su producción.

El software utilizado ofrece información individualizada con las potenciales mejoras en cada una de las regiones, pero habría que acudir al ya mencionado DEA P con el fin de poder analizar las holguras en cada caso. Este es un punto que queda aquí pendiente y que puede ser objeto de análisis en futuras investigaciones, ya que quizá sea la parte más útil en la medida en que aporta información muy relevante a la hora de determinar las directrices que deberían seguir las autoridades regionales en materia de política económica referida a la innovación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARTÍNEZ PELLITERO, M. 2009, *Tipología y eficiencia de los Sistemas regionales de innovación. Un estudio aplicado al caso europeo*, Consejo Económico y Social, Comunidad de Madrid.
- COLL, V.; BLASCO, O.M. 2006, *Frontier Analyst®. Una herramienta para medir la eficiencia*, Edición electrónica, Texto completo en www.eumed.net/libros/2006c/206
- COELLI, T.J. 1996, *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) Working Papers, Department of Econometrics, University of New England; Armidale, NSW 2351, Australia.
- SEIJAS DÍAZ, A.; IGLESIAS GÓMEZ, G. 2009, “Medida de la eficiencia técnica en los hospitales públicos gallegos”, *Revista Galega de Economía*, vol. 18, núm. 1, junio, 2009, pp. 1-22; Universidad de Santiago de Compostela.
- SANTÍN, D. 2009, *Programas informáticos para el análisis de la eficiencia mediante técnicas de frontera*, Programa de formación para funcionarios iberoamericanos en materia financiera y tributaria 2009, I Curso de Evaluación de Políticas Públicas y Programas Presupuestarios, módulo VIII, 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_madri/Daniel_Santin.pdf
- 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_madri/UD_EFICIENCIA_DANIEL_SANTIN.pdf
- Farrell, M.J. 1957, “The measurement of efficiency productive”. *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, 120, pp. 253-266.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), *Medición de la sociedad de la información*, 2010, <http://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/03/26-es.aspx> [Consulta: sábado, 9 de marzo de 2013].
- International Telecommunication Union (ITU), *World Information Society Report 2007*. Second edition. “Chapter Seven. The ICT Opportunity Index (ICT-OI)”. Disponible en: <http://www.itu.int/osg/spu/publications/worldinformationsociety/2007/>
- Sciadas, G. 2004, *International Benchmarking for the Information Society*. Busan: ITU. <http://www.itu.int/osg/spu/ni/digitalbridges/docs/background/BDB-intl-indices.pdf>
- Statistical Office of the European Communities (EUROSTAT) http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) *Base de datos IAIF-RIS (UE)*

8. ANEXOS

Gráfico 8.1. Distribución de regiones por intervalos de eficiencia (año 1995)

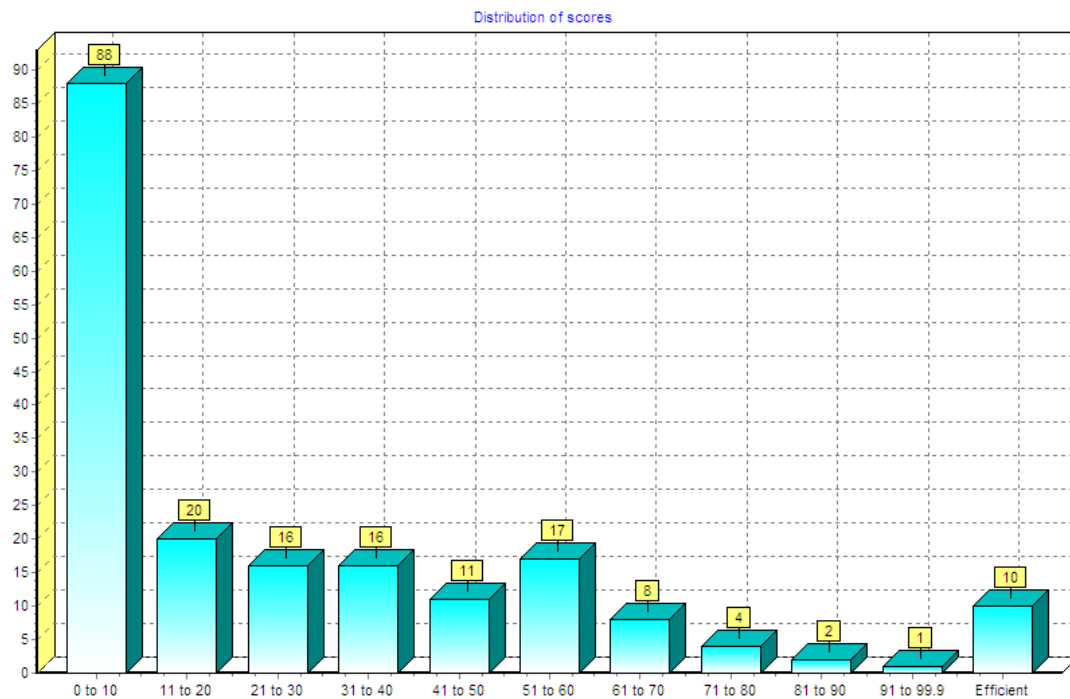


Gráfico 8.2. Distribución de regiones por intervalos de eficiencia (año 2000)

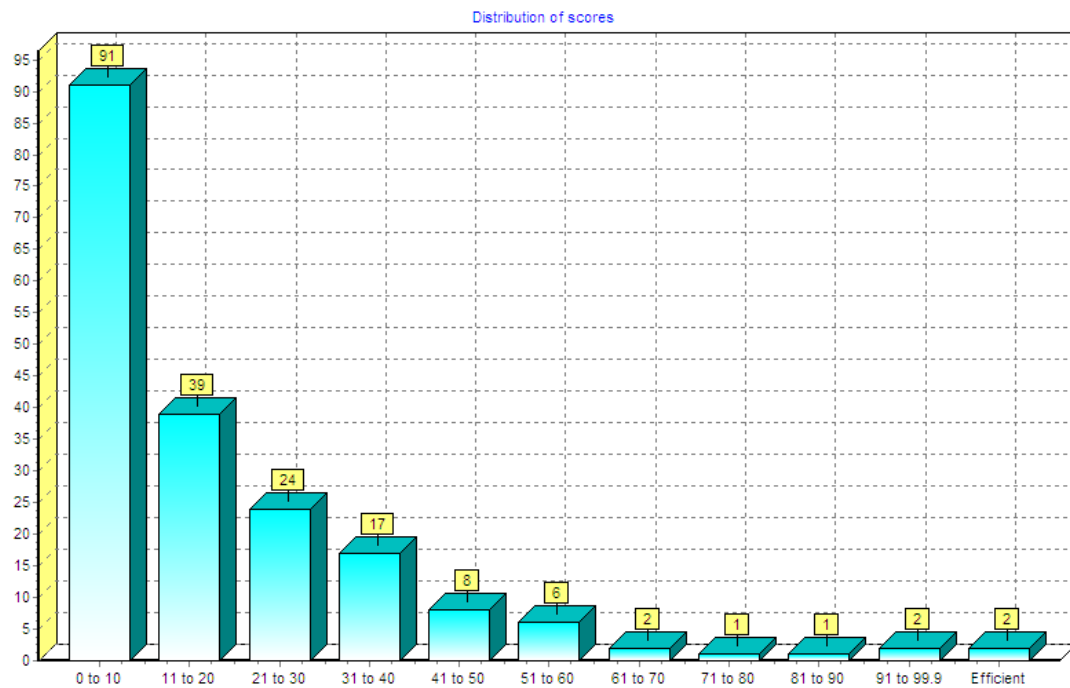


Gráfico 8.3. Distribución de regiones por intervalos de eficiencia (año 2008)

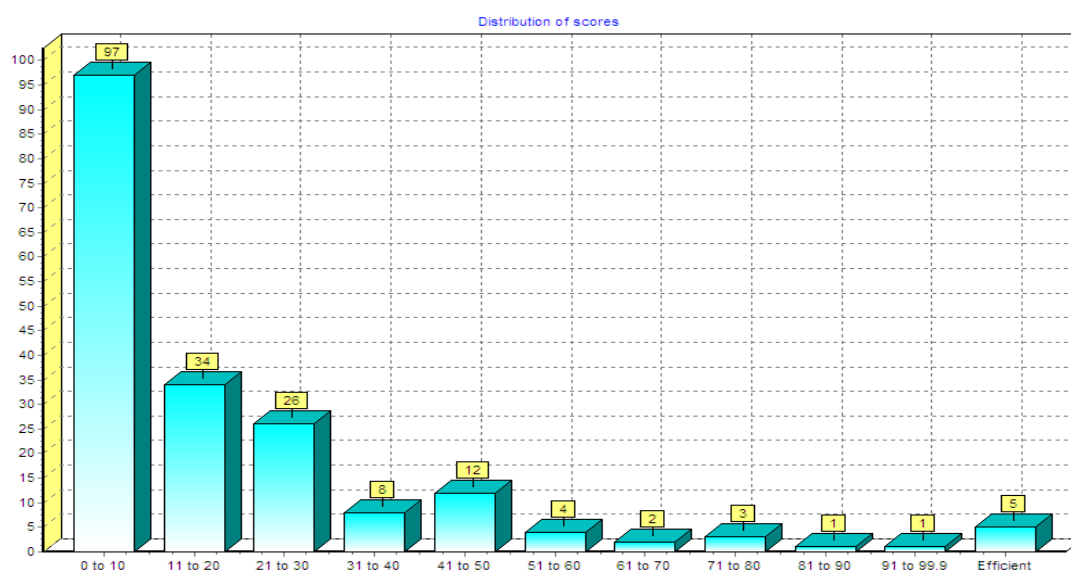


Tabla 8.1. Correlaciones *input – output*

| Año 1995 | Patentes (por millón de habitantes) | Patentes (por millón de activos) | Patentes alta tecnología (por millón de habitantes) | Patentes alta tecnología (por millón de activos) |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Factor 1: Entorno económico productivo regional | 0,38 | 0,35 | 0,2 | 0,17 |
| Factor 2: Universidad | 0,21 | 0,22 | 0,28 | 0,27 |
| Factor 3: Grado de sofisticación de la demanda | 0,39 | 0,4 | 0,21 | 0,21 |
| Factor 4: Empresas innovadoras | 0,66 | 0,65 | 0,61 | 0,58 |
| Factor 5: Administración pública | 0 | 0 | 0,07 | 0,08 |
| Factor 6: Entorno nacional de la innovación | -0,1 | -0,07 | -0,01 | 0,02 |

| Año 2000 | Patentes (por millón de habitantes) | Patentes (por millón de activos) | Patentes alta tecnología (por millón de habitantes) | Patentes alta tecnología (por millón de activos) |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Factor 1: Entorno económico productivo regional | 0,33 | 0,34 | 0,22 | 0,21 |
| Factor 2: Universidad | 0,01 | 0,01 | 0,11 | 0,1 |
| Factor 3: Grado de sofisticación de la demanda | 0,35 | 0,36 | 0,16 | 0,14 |
| Factor 4: Empresas innovadoras | 0,67 | 0,68 | 0,59 | 0,58 |
| Factor 5: Administración pública | -0,01 | -0,02 | 0,07 | 0,05 |
| Factor 6: Entorno nacional de la innovación | 0,23 | 0,22 | 0,26 | 0,25 |

| Año 2008 | Patentes (por millón de habitantes) | Patentes (por millón de activos) | Patentes alta tecnología (por millón de habitantes) | Patentes alta tecnología (por millón de activos) |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Factor 1: Entorno económico productivo regional | 0,11 | 0,1 | 0,06 | 0,05 |
| Factor 2: Universidad | -0,03 | -0,03 | 0,01 | 0 |
| Factor 3: Grado de sofisticación de la demanda | 0,07 | 0,08 | 0,02 | 0,03 |
| Factor 4: Empresas innovadoras | 0,11 | 0,09 | 0,21 | 0,19 |
| Factor 5: Administración pública | 0,09 | 0,1 | 0,05 | 0,05 |
| Factor 6: Entorno nacional de la innovación | -0,05 | -0,04 | -0,04 | -0,04 |

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)

Innovaciones institucionales, comercio y de organización

| | | |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Medicina | Transporte | Energía Química |
| Nuevos materiales | Información y Comunicaciones | Producto o sistema productivo |

| | |
|--|------------|
| 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 |