

# ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE LA EFICIENCIA TÉCNICA: FORMACIÓN E INNOVACIÓN.

**M<sup>a</sup> ISABEL PISÁ BÓ**

ESIC Business and Marketing School, Departamento de Economía. Avda Blasco Ibañez, 55 Valencia, Spain. Tel +34 96 361 48 11; Fax: +34 96 369 56

**ROSARIO SÁNCHEZ**

Departamento de Análisis Económico. Universidad de Valencia Campus dels Tarongers, Avda. Dels Tarongers s/n, 46022 Valencia, Spain. E-mail: [rosario.Sánchez@uv.es](mailto:rosario.Sánchez@uv.es), Tel:+34 963828252; Fax: :+34 96382824

e-mail autor de contacto: Mabel.pisa@esic.edu

## **Resumen:**

Este trabajo analiza la ineficiencia técnica de las empresas manufactureras españolas desde una nueva perspectiva. Utilizando el método de las fronteras estocásticas se obtienen los valores de ineficiencia técnica para cada empresa, con estos valores, se construye el patrón de asociaciones. El análisis de la información se lleva a cabo utilizando una estrategia multivariante basada en los métodos de interdependencia. Se utiliza el análisis factorial de correspondencias múltiple y el análisis clúster. La fuente de datos utilizada es la publicada en la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales, (ESEE) y recogida por la Fundación SEPI. Los resultados obtenidos permiten caracterizar tres grupos de empresas definidos en función de su nivel de eficiencia/ineficiencia. Las empresas que pertenecen al "cluster eficiente" son las que realizan mayores inversiones en I+D, en gastos de personal, pertenecen al sector del automóvil y tienen un tamaño superior a los 228 trabajadores. En el caso opuesto el "cluster ineficiente" muestra empresas con un tamaño inferior a 54 trabajadores, que no invierte en I+D y con unos costes laborales anuales bajos, entre otras características.

**JEL:** I25, J30, L60

**Palabras clave:** eficiencia, formación, clusters y gastos en I+D.

**Área temática:** Métodos cuantitativos para la Economía y la Empresa

## **Abstract:**

This paper analyses the technical inefficiency of Spanish manufacturing firms from a new perspective. Using the method of the stochastic frontier, technical inefficiency values are obtained for each company, with these values, the pattern of associations is built. The information analysis is carried out using a strategy based on multivariate methods of interdependence. Factorial analysis of multiple correspondences and cluster analysis was used. The data source used is that published in the Business Strategies Survey (ESEE) and collected by the SEPI Foundation. The results allow characterizing three groups of firms defined according to their level of efficiency / inefficiency. Companies that belong to the efficient cluster are doing more investment in R & D, have higher labor costs, belong to the automotive industry and have more than 228 employees. On the contrary the inefficient cluster shows firms with less than 54 workers, without investment in R&D, with lower annual labor cost, among other characteristics.

**JEL:** I25, J30, L60

**Key words:** efficiency, training, expenditure in R+D, clusters.

**Tematic area:** Quantitative Methods for Economics and Business

# 1. INTRODUCCIÓN

La investigación que se plantea en este trabajo tiene como objetivo el análisis de la ineficiencia técnica del sector industrial español. Concretamente se pretende conocer el patrón de asociaciones que se produce alrededor de determinados niveles de ineficiencia técnica, es decir, qué variables o categorías de variables quedan relacionadas con bajos/medios/altos niveles de ineficiencia técnica.

Se abordará cómo se relacionan, con la ineficiencia técnica de las empresas manufactureras españolas, variables como el número de trabajadores de los que dispone una empresa, el coste de personal anual por trabajador que paga la empresa, los gastos en formación que realiza la empresa hacia sus trabajadores; las inversiones anuales que realiza la empresa en investigación y desarrollo (I+D) y el sector industrial al que pertenece la empresa.

Se eligen estas variables entre las muchas existentes por diversas razones. Según Solow (1957), el cambio tecnológico es considerado un factor endógeno indispensable e indiscutiblemente determinante del crecimiento de las empresas. Las estadísticas oficiales de Eurostat muestran que la inversión en I + D realizada en España está muy por debajo de la media europea. Si las actividades en I + D se encuentran relacionadas con niveles bajos de ineficiencia, se puede concluir que esta inversión por parte de las empresas españolas sería beneficiosa para la productividad. De esta forma resultaría altamente recomendable en nuestro país, aplicar políticas para la promoción de la I + D. Se tendría que analizar el mejor tipo de inversión, Hall, Mairesse y Mohnen (2010) encuentran evidencia para afirmar que la I + D financiada por el gobierno es menos productiva, eficiente, que la I + D financiada de forma privada.

Por tanto se considera interesante incluir en el análisis que se desarrolla en este trabajo, las inversiones en I + D realizadas por las empresas españolas, siguiendo la idea de Solow (1957), tal inversión debería resultar beneficiosa para la eficiencia técnica. De los numerosos trabajos que verifican esta la idea podemos destacar el realizado por Hall y Mairesse (1995), en el que se demuestra la existencia de los efectos positivos que la innovación de productos tiene sobre la productividad de las empresas. Por otra parte Doraszewski y Jaumandreu (2007) muestran una relación entre la inversión en I + D y la productividad con alto grado de incertidumbre, relación entre ambas variables no lineal y heterogénea, con el tratamiento de la heterogeneidad muestran que la I + D es un factor clave en el análisis de las diferentes productividades y también en la evolución de la productividad a lo largo del tiempo. Otros trabajos estudian no solo la inversión en I + D, sino también, las diferentes formas de innovar que se pueden desarrollar en una empresa. En este ámbito destacamos el trabajo realizado por Ballot, et al. (2013), donde se llega a la conclusión de que el éxito o el fracaso de las diferentes estrategias de innovación dependen en gran medida de la nacionalidad, los recursos y en especial de la capacidad de la empresa. Trabajan con el concepto de innovación organizativa, planteándose interrogantes sobre la organización y diseño de la

empresa y cómo la decisión entre combinar innovación de proceso y producto puede llevar a diferentes y diversos resultados.

Por otra parte, numerosos trabajos muestran que la formación ofrecida y pagada a los trabajadores por la empresa y la inversión que realizan las empresas en I + D es la principal fuente de crecimiento en una empresa a largo plazo. Hall (2011) pone de relieve que actividades como inversión en formación y actividad innovadora son componentes importantes en la productividad de las empresas. El objetivo principal de una empresa que ofrece formación a sus trabajadores es aumentar su productividad. Según la teoría del capital humano Becker (1964), una mayor inversión en capital humano llevará asociada un aumento de productividad en el individuo, a los trabajadores se les paga en función de la productividad marginal, por lo que percibirán mayor salario aquellos que posean mayor capital humano. Las empresas podrían aumentar la productividad de sus trabajadores ofreciéndoles formación. El capital humano acumulado a través de actividades de formación es uno de los principales factores de producción. La formación desarrolla habilidades en los trabajadores, siguiendo la idea de Robleda (1994) la formación tiene que ser en este momento el objetivo principal de las empresas españolas, el autor expone que en el momento actual en el que la mayoría de empresas españolas pueden acceder a la misma tecnología, lo que les diferencia es el personal que cada una de ellas tiene contratado, es lógico, en este contexto, que la formación sea entendida como una política global de los recursos humanos. Siguiendo a Bartel y Lichtenberg (1991) las empresas cuyos trabajadores acumulan más horas de formación son las que más invierten en I + D, la formación aumenta la cualificación de los trabajadores y esto favorece la implantación de nuevas tecnologías. Existe una relación positiva entre formación ofrecida por la empresa a sus empleados y productividad.

En el trabajo de Ballot, Fakhfakh y Taymaz (2002), se estudia el efecto que tienen los activos intangibles en los salarios y la productividad. Demuestran que los beneficios derivados de la inversión en capital humano e I + D son compartidos por empresa y trabajadores, pero es la empresa quien se queda con la mayor parte de tal beneficio. Si las empresas españolas invirtieran de forma racional en formación para aumentar los conocimientos de sus empleados, conseguirían posiblemente aumentar la productividad y competitividad de sus empresas. En España, la inversión destinada por las empresas del sector industrial a la formación de sus trabajadores, presentaba durante el periodo 2004 – 2007, tasas de variación negativas, disminuyó de forma continuada a lo largo del periodo, pero es en el año 2009 donde los gastos destinados a la formación experimentan una fuerte caída, presentando una tasa de variación negativa del 29.8% respecto al año 2008. Hoy en día la inversión en formación por parte de las empresas sigue disminuyendo, debido en gran parte, a las restricciones financieras que sufren casi la totalidad de empresas españolas.

Se elige la variable “Tamaño” para determinar las características que presentan las empresas con diferente número de trabajadores y analizar si es una variable que guarda relación con la ineficiencia. Buesa y Molero (1998) exponen en su trabajo que de todas las empresas innovadoras existentes en España, las

empresas pequeñas son las menos eficientes. Anteriormente relacionábamos la inversión en I + D con la ineficiencia, en su trabajo, Buesa y Molero combinan la innovación con el tamaño de la empresa y la eficiencia. En esta misma línea Sánchez y Díaz (2013), obtienen que las empresas innovadoras están más cerca de la frontera formada por las empresas más eficientes de la muestra. Cuando estiman por separado fronteras para empresas grandes y pequeñas, obtienen que la intensidad en I+D es un factor determinante de la eficiencia de las grandes empresas pero no de las pequeñas. En cambio, la intensidad de capital es un factor determinante de la eficiencia técnica de las pequeñas.

Las empresas que difieren en el número de trabajadores deben presentar características diferentes, es decir, no pueden ser homogéneas, sino que casi con certeza serán bastante heterogéneas. En España el tamaño esta positivamente relacionado con la productividad.

Por último, se considera que el coste de personal es una variable relevante en el estudio de la ineficiencia, en el trabajo de Pisa y Sanchez (2013) se pone en evidencia el impacto de los costes laborales relativos sobre la eficiencia de las empresas manufactureras españolas, demostrando que aquellas empresas cuyos salarios se sitúan por encima de la media del sector industrial al que pertenecen reducen su ineficiencia. Se utilizan en este trabajo los costes de personal por trabajador anuales, como una aproximación del salario que reciben los trabajadores. Felipe y Kumar, (2011), critican en su trabajo, la medida que se impone para salir de la crisis en Europa, referente a la reducción de costes laborales, particularmente a través de una reducción significativa de los salarios nominales. Apoyan que de los 12 países que estudiaron la reducción de los costes laborales aumento la participación laboral solamente en uno (Grecia), redujo tal participación en nueve y se mantuvo constante en dos. Con la inclusión de esta variable en el análisis, se pretende mostrar una relación positiva entre costes laborales y eficiencia técnica.

## **2. METODOLOGÍA: ANÁLISIS NO-PARAMÉTRICO DE LA INEFICIENCIA.**

En este apartado describimos dos métodos. El primero es el de las fronteras estocásticas que nos permite obtener los niveles de ineficiencia para cada empresa. El segundo método es el no-paramétrico con el que se analizará los factores que diferencian a las empresas más eficientes de las menos eficientes.

### **2.1 OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE INEFICIENCIA: ESTIMACIÓN DE LA FRONTERA ESTOCÁSTICA**

En primer lugar se calculará un índice para medir la ineficiencia técnica, utilizando métodos de dependencia, los cuales se basan en evaluar relaciones entre una o más variables dependientes y un conjunto de variables independientes. Se analiza la ineficiencia técnica a partir de una serie de variables explicativas. En concreto se utiliza para el cálculo de la ineficiencia el método de las fronteras

estocásticas, con el que se estiman los efectos de la ineficiencia técnica en una frontera de producción. El modelo queda expresado como:

$$Y_{it} = f(X_{it}; \beta) \exp(v_{it} - u_{it}) \quad (1)$$

Donde  $i$  indica las empresas y  $t$  representa el periodo,  $X$  representa los inputs,  $\beta$  es el conjunto de parámetros,  $v_{it}$  representa el error aleatorio, se supone que

$iid N(0, \sigma_v^2)$ ,  $u_{it}$  será una variable aleatoria no negativa que representa la ineficiencia técnica, se supone que se distribuye independientemente y se obtiene mediante truncamiento en cero de  $N(\mu, \sigma_u^2)$ , se asume que la media de esta dis-

tribución va a depender de una constante para no condicionar los resultados de ineficiencia.

Teniendo en cuenta que la eficiencia técnica es la proporción de la producción observada sobre la producción que hubiera obtenido con los mismos factores de producción si estuviera en la frontera eficiente, el índice de eficiencia (TE) de la empresa  $i$  en el año  $t$  se podría escribir como:

$$TE = \frac{f(X_{it}; \beta) \exp(v_{it} - u_i)}{f(X_{it}; \beta) \exp(v_{it})} = \exp(-u_i) \quad (2)$$

Los valores de eficiencia obtenidos de la expresión (2) son igual a 1 si la empresa es totalmente eficiente y menor que uno cuando no lo es.

## 2.2 EL MÉTODO NO-PARAMÉTRICO

Metodológicamente el análisis de la información se ha llevado a cabo utilizando una estrategia multivariante basada en los métodos de interdependencia. De manera operativa se utiliza el análisis factorial de correspondencias múltiple y el análisis clúster.

El análisis factorial de correspondencias múltiple es un método que se encuadra dentro de los procedimientos de escalamiento óptimo que se realizan a partir de una tabla de contingencia multidimensional formada generalmente por variables de carácter cualitativo. Una de las características más importantes de este tipo de procedimientos es que permite asignar un indicador cuantitativo a cada una de las categorías de las variables incluidas en el análisis. Adicionalmente el análisis factorial de correspondencias múltiple permite representar las relaciones entre

las variables a partir de un número relativamente pequeño de dimensiones en un espacio multidimensional.

En nuestro caso, esta técnica de análisis nos va a permitir estudiar la relación entre: ineficiencia técnica, tamaño de la empresa, coste laboral anual por trabajador, gastos en formación y gastos en I + D.

Una vez obtenidas las cuantificaciones numéricas a las categorías de cada variable, se realiza un análisis tipológico, concretamente el Análisis de Conglomerados Jerárquico, para encontrar un criterio de partición que permita una clasificación que cumpla con el siguiente criterio: conseguir grupos formados por elementos homogéneos entre sí y que a la vez estos grupos sean lo más distintos posible unos de otros. Este análisis es una metodología objetiva de cuantificación de las características estructurales de un conjunto de observaciones. Aquellas empresas que pertenezcan a un mismo conglomerado serán más parecidas entre sí, que aquellas que pertenezcan a otro conglomerado. El objeto principal del análisis, es definir una estructura de datos agrupando las observaciones (*empresas*) más parecidas en grupos, se agrupan aquellas observaciones que son más similares. Los algoritmos de obtención de los conglomerados pueden clasificarse en jerárquicos y no jerárquicos. Se elige en este artículo un método jerárquico. Método óptimo cuando todas las variables utilizadas son del mismo tipo. El método jerárquico, ofrece la posibilidad de conglomerar casos o variables. Este procedimiento intenta identificar grupos relativamente homogéneos de casos basándose en las características seleccionadas. Cada caso empieza en un conglomerado diferente y se combinan los conglomerados hasta que sólo queda uno, se procede paso a paso para formar un rango completo de soluciones Clúster. Los conglomerados se forman por la combinación de conglomerados existentes. Se persigue encontrar una estructura que represente finalmente agrupaciones homogéneas.

El resultado final será una estructura en forma de árbol, los resultados obtenidos en un paso previo siempre necesitaran encajarse dentro de los resultados del siguiente paso, creando la representación gráfica de tal unión, dicha representación recibe el nombre de "dendograma".

Con el análisis clúster, se agrupará a un gran número de empresas de forma empírica. Si una estructura propuesta puede definirse para un conjunto de empresas, se puede aplicar el análisis clúster, y puede compararse con una tipología previamente propuesta. El concepto de similitud es determinante en el análisis clúster.

En el apartado 4 se analizará la formación de los diferentes grupos de empresas en el periodo 2004 - 2009. Aquí se relacionará de forma conjunta las variables favorables/desfavorables a la eficiencia técnica.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

Las variables que se utilizaran en el Análisis de Correspondencia Múltiple y posterior análisis Clúster, se explican detalladamente en este apartado.

### 3.1 VARIABLES DE LA FRONTERA ESTOCÁSTICA

Con la utilización del método de frontera estocástica se calcularon los índices de ineficiencia técnica para todas las empresas manufactureras españolas que componen la muestra. Se utilizan los resultados obtenidos de ineficiencia de la estimación de la frontera estocástica de la función de producción translogarítmica que aparece en la Tabla 1 del Anexo. El programa facilita dichos valores para cada observación de la muestra. Con estos valores de ineficiencia se procede a categorizar dicha variable.

**VA:** El valor agregado en términos reales. Esta es la variable dependiente.

**CAPITAL (K):** Valor de inventario de activos fijos excluidos terrenos y edificios.

**L:** El empleo total existente en la empresa

**T:** variable indicativa de la tendencia en el tiempo

Clasificación sectorial: hay siete variables ficticias que toman valor uno cuando la empresa pertenece al sector de la actividad correspondiente, y en caso contrario este valor es cero.

**SEC 1:** Carne y producción de carne, la industria de alimentos y bebidas del tabaco, textiles, prendas de vestir y calzado, cuero, calzado y derivados. Categoría de referencia.

**SEC 2:** Madera y derivados, papel y derivados.

**SEC 3:** Productos químicos y plásticos, corcho, productos no metálicos minerales.

**SEC 4:** Productos básicos elaborados de metal; productos metálicos, equipos industriales

**SEC 5:** Maquinaria de oficina y otros, materiales eléctricos

**SEC 6:** coches y motores; otro material de transporte

**SEC 7:** Otros productos manufactureros.

### 3.2 VARIABLES DEL ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO

Para poder establecer la categorización de la variable, se calculan los cuartiles de la variable para la muestra y posteriormente se codifica la variable con el fin de poder establecer una sistematización común a todo el periodo de análisis. Una vez realizada la categorización, se obtienen cuatro niveles para la variable ineficiencia técnica.

**INEF 1:** Empresas con niveles de ineficiencia técnica inferiores al 14.15%

**INEF 2:** Empresas con niveles de ineficiencia técnica entre el 14.151% y el 17.27%

**INEF 3:** Empresas con niveles de ineficiencia técnica entre el 17.271% y el 20.11%

#### **INEF 4:** Empresas con niveles de ineficiencia técnica superiores al 20.11%

##### **Tamaño**

Esta variable indica el número de trabajadores que posee la empresa. Para poder transformar la variable en cualitativa, se realiza la misma operación que la empleada en la variable ineficiencia técnica. Se calculan los cuartiles de la variable para el periodo de análisis y se define una codificación común a todos los años. Una vez realizada la categorización, se obtienen cuatro niveles para la variable tamaño.

**TAMAÑO 1:** Empresas que tienen como máximo en su plantilla 22 trabajadores.

**TAMAÑO 2:** Empresas que tienen entre 23 y 54 trabajadores.

**TAMAÑO 3:** Empresas que tienen entre 54 y 228 trabajadores.

**TAMAÑO 4:** Empresas que tiene más de 228 trabajadores.

##### **Coste de personal anual por trabajador**

Esta variable indica el coste de personal anual que soporta la empresa por trabajador. Para poder cualificar esta variable se realiza la misma operación que la empleada en variables anteriores. Se calculan los cuartiles de la variable para la muestra y posteriormente se obtiene una codificación común a todos los años. Una vez realizada la categorización, se obtienen cuatro categorías para la variable coste de personal

**CP1:** Empresas con costes de personal inferiores a los 22.4188, 4 euros anuales.

**CP2:** Empresas con costes de personal entre los 22.4188, 41 y 29.805,3 euros anuales.

**CP3:** Empresas con costes de personal entre los 29.805,31 y 38.914,37 euros anuales.

**CP4:** Empresas con costes de personal superiores a los 38.914,37 euros anuales.

##### **Gastos en formación**

Esta variable indica los gastos de personal anuales que realiza la empresa. Para poder cualificar esta variable, primero se eliminó de la muestra a aquellas empresas que no realizaron gastos en formación. Y posteriormente se codificaron los valores de aquellas empresas de la muestra, que invierten en formación en los años de estudio. Se calculan los cuartiles de la variable para toda la muestra y posteriormente se obtiene una codificación común a todos los años. Una vez realizada la categorización, se obtienen cuatro categorías para la variable gastos en formación, más una nueva categoría que indica la no inversión en formación.

**NO GF:** Empresas que no realizan gastos en formación.



**GF 1:** Empresas que realizan gastos en formación inferiores a los 4.052 euros anuales.

**GF 2:** Empresas que realizan gastos en formación entre los 4.052,1 y 17.268 euros anuales.

**GF 3:** Empresas que realizan gastos en formación entre los 17.268,1 y 60.611 euros anuales.

**GF 4:** Empresas que realizan gastos en formación superiores a los 60.611 euros anuales.

### **Gastos en investigación y desarrollo**

Esta variable indica las inversiones en I + D. Para poder cualificar esta variable, al igual que se hizo con los gastos en formación, se elimina de la muestra cada año, aquellas empresas que no realizan inversiones en I + D. Posteriormente se codifican los valores para aquellas que si han realizado en los años de estudio inversiones en I + D. Se calculan los cuartiles de la variable para toda la muestra y posteriormente por aproximación se obtiene una codificación común a todos los años. Una vez realizada la categorización, se obtienen cuatro categorías para la variable gastos en I + D, más una nueva categoría que indicara la no inversión en I + D.

**NO GID:** Empresas que no realizan inversión en I + D

**GID 1:** Empresas que realizan inversiones en I + D inferiores a los 81.651,5 euros anuales.

**GID 2:** Empresas que realizan inversiones en I + D entre los 81.651,51 y 296.915 euros anuales.

**GID 3:** Empresas que realizan inversiones en I + D entre los 296.915,1 y 1.008.261,5 euros anuales.

**GID 4:** Empresas que realizan inversiones en I + D superiores a los 1.008.261.5 euros anuales.

### **Clasificación sectorial**

Se agrupan los sectores de la muestra, obteniendo una total de 7 sectores, coincidiendo con la misma clasificación sectorial utilizada en el capítulo 1. Los sectores resultantes son:

**SEC 1:** Carne y producción de carne, la industria de alimentos y bebidas del tabaco, textiles, prendas de vestir y calzado, cuero, calzado y derivados.

**SEC 2:** Madera y derivados, papel y derivados.

**SEC 3:** Productos químicos y plásticos, corcho, productos no metálicos minerales.

**SEC 4:** Productos básicos elaborados de metal; productos metálicos, equipos industriales.

**SEC 5:** Maquinaria de oficina y otros, materiales eléctricos.

**SEC 6:** coches y motores; otro material de transporte.

**SEC 7:** Otros productos manufactureros.

#### 4. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Las variables utilizadas a lo largo del trabajo son del tipo cualitativo, son variables que no siguen las condiciones de parametricidad.

Para analizar el comportamiento de estas variables, se realizan en este apartado una serie de pruebas no paramétricas, en concreto, la prueba de independencia. Se parte de dos variables que representan  $p$  y  $q$  niveles exhaustivos y mutuamente excluyentes, cuya independencia deseamos contrastar.

La hipótesis nula que contrastaremos será:

*$H_0$ : Independencia entre las dos variables*

Frente a la hipótesis alternativa:

*$H_1$ : Ambas variables presentan asociación*

El objetivo es conocer si a lo largo de todos los años existe relación entre la ineficiencia técnica y el resto de variables que utilizamos en el estudio (tamaño de la empresa, gastos en formación, gastos en I + D y costes de personal).

Las hipótesis que se contrastan para cada año y sus resultados se muestran a continuación:

##### Variable Tamaño

*$H_0$ : La ineficiencia técnica es independiente del tamaño de la empresa*

*$H_1$ : La ineficiencia técnica y el tamaño de la empresa están relacionados*

**Tabla 1: Prueba de independencia sobre la ineficiencia técnica y el tamaño de la empresa.**

Años	$\chi^2$	Grados libertad	Significación asintótica (bilateral)
2004 - 2009	1157,125	9	,000

Fuente: Elaboración propia

### Variable Costes de personal

$H_0$ : La ineficiencia técnica es independiente de los costes de personal

$H_1$ : La ineficiencia técnica y los costes en personal están relacionados

**Tabla 2:** Prueba de independencia sobre la ineficiencia técnica y el coste de personal.

Años	$\chi^2$	Grados libertad	Significación asintótica (bilateral)
2004 - 2009	1473,625	9	,000

Fuente: Elaboración propia

### Variable Gastos en Formación

$H_0$ : La ineficiencia técnica es independiente de los gastos en formación

$H_1$ : La ineficiencia técnica y los gastos en formación están relacionados

**Tabla 3:** Prueba de independencia sobre la ineficiencia técnica y los gastos en formación.

Años	$\chi^2$	Grados libertad	Significación asintótica (bilateral)
2004 - 2009	1146,093	12	,000

Fuente: Elaboración propia

### Variable Gastos en I + D

$H_0$ : La ineficiencia técnica es independiente de los gastos en I + D

$H_1$ : La ineficiencia técnica y los gastos en I + D están relacionados

**Tabla 4:** Prueba de independencia sobre la ineficiencia técnica y los gastos en I +D

Años	$\chi^2$	Grados libertad	Significación asintótica (bilateral)
2004 - 2009	859,982	12	,000

Fuente: Elaboración propia

Para un nivel de significación  $\alpha < 0,05$ , no se acepta la hipótesis nula, para ninguna de las variables, se concluye que existe una relación estadísticamente significativa entre la ineficiencia técnica y el resto de variables.

Una vez realizadas las pruebas, se puede verificar la relación existente entre la ineficiencia técnica y las variables: tamaño de la empresa, costes de per-

sonal, gastos en formación y gastos en I + D. Las pruebas realizadas solo verifican la relación existente entre las variables, pero no dan información sobre cómo se relacionan las diferentes modalidades de las variables.

Al objeto de seguir profundizando en el análisis de la información contemplada en el presente estudio, se llevará a cabo, una serie de análisis desde una perspectiva multivariante. Concretamente tal y como se indicó en el apartado de metodología se mostrarán en la sección 5 los resultados obtenidos con el análisis factorial de correspondencia múltiple y el análisis clúster.

## 5. RESULTADOS

Con los resultados de ineficiencia para cada empresa obtenidos con la estimación de la frontera estocástica que se muestra en la tabla 1 se procederá al análisis no paramétrico de la ineficiencia.

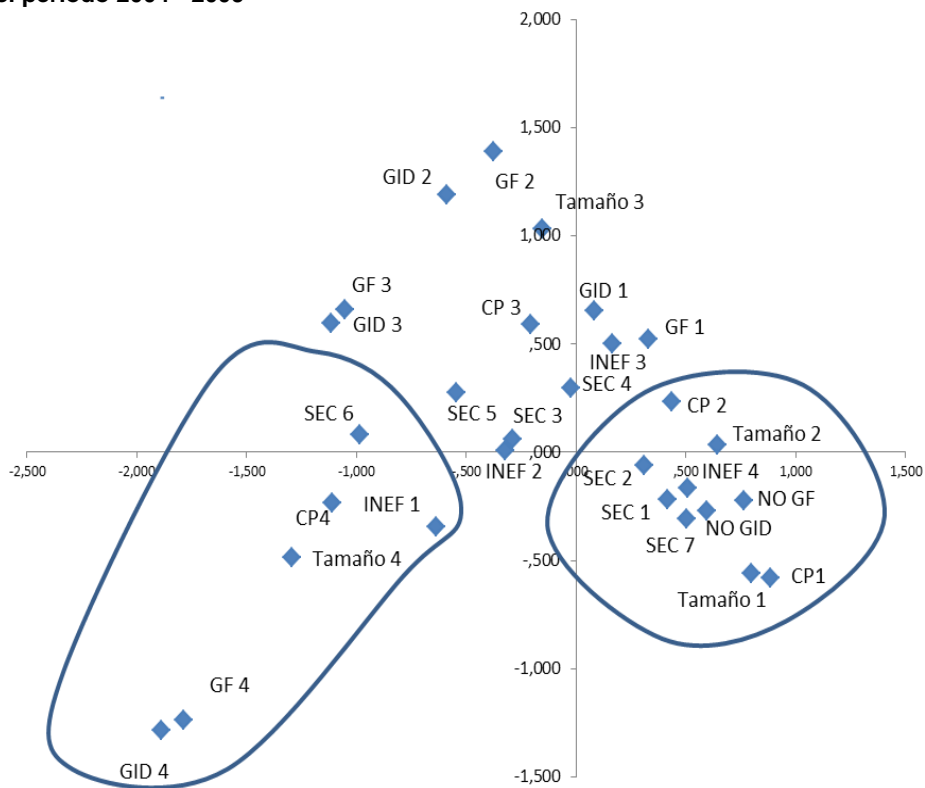
**Tabla1: Estimación a través del método de las fronteras estocásticas de la función de producción translog.**

Variables	Parámetros	Coefficientes	t-value
Constante	$\beta_0$	6.211	48.566
T	$\beta_1$	0.157	10.384
L	$\beta_2$	1.139	27.361
K	$\beta_3$	-0.037	-2.144
$K^2$	$\beta_{11}$	0.033	19.182
$L^2$	$\beta_{22}$	0.043	6.109
$T^2$	$\beta_{33}$	-0.012	-7.543
KxL	$\beta_{12}$	-0.150	-10.798

LxT	$\beta_{13}$	0.029	8.292
KxT	$\beta_{23}$	-0.021	-9.718
INP	$\theta_1$	0.031	2.256
INPR	$\theta_2$	0.031	2.913
SEC2	$\gamma_1$	0.075	1.946
SEC3	$\gamma_2$	0.218	8.660
SEC4	$\gamma_3$	0.269	10.925
SEC5	$\gamma_4$	0.310	8.589
SEC6	$\gamma_5$	0.166	5.090
SEC7	$\gamma_6$	0.154	5.324
<b>Modelo de Ineficiencia</b>			
Constante	$\bar{\delta}_1$	4.409	36.967
<b>Componentes de varianza</b>			
Lambda	$\lambda$	1.063	61.867
Sigma(u)	$\sigma_u^2$	0.372	70.355

En el gráfico 1 se muestra los resultados obtenidos con los niveles de ineficiencia, los gastos en formación, la inversión en I+D, los costes laborales el tamaño de la empresa y los sectores de actividad.

**Gráfico 1: Representación gráfica del análisis de correspondencia y agrupación clúster para el periodo 2004 - 2009**



Fuente: Elaboración propia

**Resultado para el periodo 2004 – 2009.**

En primer lugar se forman dos grandes clúster. Uno de ellos compuesto por seis variables, destacando entre ellas el nivel más bajo de ineficiencia (INEF1). Las variables que forman este clúster son las que guardan relación con los niveles más bajos de ineficiencia. Se denomina a este clúster, “clúster eficiente” con unos índices de ineficiencia técnica inferiores al 14,15%. En el gráfico 1, lo encontramos en la parte izquierda ocupando casi en su totalidad el cuadrante inferior y parte baja del superior. Las características que presentan las empresas en este clúster son: empresas grandes, con más de 228 trabajadores, con costes de personal anuales superiores a los 38.914,37 euros, empresas que realizan gastos en formación que superan los 60.611 euros anuales y que realizan inversiones en I +D

que superan el 1.008.261,5 euros anuales. Podemos considerar que el sector más eficiente en el periodo de análisis corresponde al **SECTOR 6**: Coches y motores, otros materiales de transporte.

El otro clúster resultante en un principio queda dividido en dos. En uno de ellos situaremos a las empresas que poseen el mayor nivel de ineficiencia, se denominará a este clúster, "*clúster ineficiente*". En el grafico 1, lo encontramos en la parte derecha cuadrante inferior. El alto nivel de ineficiencia (INEF 4) se relaciona con empresas de pequeño tamaño, empresas que no superan los 54 trabajadores, empresas con un coste de personal relativamente bajo, presentando cifras inferiores a los 29.805,3 euros anuales por trabajador y por empresas que no realizan inversión en formación a sus trabajadores y no invierten en I + D. Los sectores que para el periodo de análisis se encuentran relacionados con un alto nivel de ineficiencia son: **SECTOR 1**: Carne y producción de carne, Industria de alimentos y bebida, tabaco, textiles, prendas de vestir y calzado, cuero, calzados y derivados, **SECTOR 2**: Madera y derivados, Papel y derivados y **SECTOR 7**: Otros productos manufactureros, siendo estos los tres sectores más ineficientes en el periodo analizado. Las empresas que forman este clúster comparten una serie de características, enunciadas con anterioridad, que les llevaría a ser relativamente más ineficientes técnicamente hablando que el resto de empresas que componen la muestra.

El último clúster que nos queda por analizar, se caracteriza por niveles de ineficiencia intermedios, índices entre el 14,151% y el 20,11%. Se sitúa en la parte intermedia del grafico 1. Encontramos aquí situadas a las empresas que poseen entre 54 y 228 trabajadores, con unos costes de personal anuales entre 29.805,31 y 38.914,37 euros y que realizan inversiones en gastos de formación entre los 42.521 y los 60.611 euros anuales e inversiones en I + D entre los 81.651,51 y los 1.008.261,5 euros anuales e incluiríamos en este clúster al resto de sectores de la muestra.

Como conclusión se expone, que en el periodo de análisis quedan delimitados tres clúster. Pudiendo distinguir de entre ellos, uno como el *clúster eficiente*, por ser el que posee los menores niveles de ineficiencia y otro como el *clúster ineficiente*, presentando los niveles más altos de ineficiencia.

Las variables que en el periodo de análisis posicionan o caracterizan a las empresas como las más eficientes de la muestra serian: elevado tamaño, elevados gastos en formación e I + D y elevados costes de personal. Estas serían las características óptimas para que las empresas alcancen niveles de ineficiencia por debajo del 14%.





baja ineficiencia técnica. Empresas que se caracterizan por realizar elevadas inversiones en formación a sus trabajadores y en destinar grandes cantidades a la I + D, son las que siempre encontramos situadas, en el clúster eficiente. Se puede atribuir a estas variables, un valor determinante en el logro de una mejor eficiencia técnica por parte de las empresas españolas. El sector de la Industria Automovilística y la Industria Eléctrica aparecen como los más eficientes de la muestra, a lo largo de todo el análisis. Siendo estos los dos sectores que mayores inversiones en formación e I + D realizan a lo largo de los años.

**Tabla 2: Variables relacionadas con bajos índices de ineficiencia**

<b>Clúster: análisis de la Ineficiencia de las empresas manufactureras españolas (Índices inferiores al 17%)</b>	<b>Año 2004</b>	<b>Año 2005</b>	<b>Año 2006</b>	<b>Año 2007</b>	<b>Año 2008</b>	<b>Año 2009</b>
Más de 220 trabajadores	x	x	x	x	x	
Coste de personal superiores a 40.000 euros/año	x	x	x	x	x	x
Gastos de formación entre los 16.000 y 60.000 euros anuales	x		x	x		x
Gastos en investigación y desarrollo entre los 210.000 y 800.000 euros anuales	x		x	x		x
Industria química	x	x	x		x	x
Industria del metal						x
Industria eléctrica, maquinaria		x	x	x	x	x
Industria del motor	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia

## 6. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el análisis, se puede explicar la relación existente entre diversas características de empresas e ineficiencia técnica. En todos los años analizados, ser una empresa relativamente pequeña, con menos de 55 trabajadores es una característica relacionada siempre con elevados niveles de ineficiencia

técnica. Todo indica, que el tamaño de la empresa y la ineficiencia técnica mantienen a lo largo de los años, una relación negativa. Junto con el tamaño, se encuentra otra característica relacionada con los altos índices de ineficiencia técnica, unos bajos costes de personal. Con la estimación del método de las fronteras estocásticas, se obtuvieron idénticas conclusiones. Otro variable común a todos los años, relacionada con elevados índices de ineficiencia técnica, es la ausencia de inversión en formación por parte de la empresa a sus trabajadores, siempre aquellas empresas que no ofrecen formación a sus trabajadores se encuentran muy relacionadas con el clúster ineficiente. Comportamiento idéntico presenta la variable gastos en investigación y desarrollo. La ausencia de inversión en I + D, es una de las características que siempre se asocia con la elevada ineficiencia técnica. Las dos variables citadas, son componentes claves en el crecimiento a largo plazo de una empresa y en la mejora de la eficiencia. En la tabla 2, se puede apreciar de una forma clara, las características más relacionadas cada año con índices elevados de ineficiencia técnica. Las variables que aparecen representadas, estarán relativamente más relacionadas con este nivel de ineficiencia. Con respecto a los sectores más ineficientes, siempre se relacionan con elevada ineficiencia técnica, la industria alimenticia y lo relacionado con ella, a la industria de la madera y el grupo de otras empresas manufactureras.

## Referencias

Ballot G., Fakhfakh F., Galia F. and Salter A. (2013) “The Fateul Triangle complementarities between product, process organizational innovation in the UK and France” Working papers halshs – 00812141, Hal

Ballot G., Fakhfakh F. and Taymaz E., (2002) “Who benefits from training and R and D: The firm or the workers? A study on panels of French and Swedish firms” ERC Working Papers in Economics 02/ 01

Ballot G. and Taymaz E. (1999) “Thecnological change, learning and macro – economic coordination: An evolutionary model” journal of Artificial Societies and Social simulation, Vol 2, No 2

Bartel, A. P. Lichtenberg, F. R. (1987). The Skill Distribution and Competitive Trade Advantage of High-Technology Industries. *Advances in Industrial and Labor Relations*, 4, pp 161–176.

Bartel, A. P. Lichtenberg, F. R. (1991) “The age of technology and its impact on employee wages”, *Economics. Innov. New Technology*, 1, pp. 215 – 231

Becker, G. S. (1964) *Human capital: A theoretical and empirical analysis, whit special reference to education*, New York: Columbia University Press and the NBER.

Buesa, M y Molero, J. (1998) "Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española", *Revista de Economía*, nº 773, pp 155 – 173

Chih-Hai Yang and Ku-Hsich Chen. (2009) "Are small firms less efficient?", *Small Business* 32: 375-395

Chennells L. and Reenen J.V. "Has Technology Hurt Less Skilled Workers? An Econometric survey of the effects of technical change on the structure of pay and jobs" the institute for fiscal studies, working paper series No. W99/27

Corvers F. (1997) "The impact of human capital on labour productivity in manufacturing sectors of the European Union" *Applied Economics*, 29, pp.975 – 987

Doraszelski, U. and J. Jaumandreu (2009), R&D and Productivity: Estimating Endogenous Productivity, mimeo, Harvard University.

Fariñas, J.C. and Jaumandreu, J., (2004), "Diez años de encuesta sobre estrategias empresariales (ESEE)", *Economía Industrial*, 329, pp. 29-42.

Felipe J. and Kumar U. (2011) "Unit labour Costs in the Eurozone: The competitiveness Debate Again" Levy Economics Institute of Bard College, working Paper No. 651

Hall B.H. (2011). " Innovation and Productivity". United Nations University Working Paper. ISSN 1871-9872

Hair, Anderson, Tatham and Black "Análisis multivariante" 5º Edición, Editorial: Prentice Hall, ISBN: 0-13-930587-4

Hall, B. H. and Mairesse, J (1995), Exploring the relationship between R and D and Productivity in French manufacturing firm. *Journal of Econometrics*, 65 ( 1), pp 263 – 293

Hall B. H., Mairesse J. and Mohnen P. (2011). "Measuring the Returns to R&D". United Nations University Working Paper. ISSN 1871-9872

Pisá-Bó, M. and Sánchez-Pérez, R. "Work incentive and productivity in Spain" MPRA paper nº 46487, posted 23

Robleda, H (1994) "Análisis de los costes de formación del personal" *Revista española de financiación y Contabilidad*, Vol. XXIV, n. 81, pp. 969 – 982

Sánchez-Pérez, R. and M. A. Díaz-Mayans. (2013). "Are large innovative firms more efficient?" *Theoretical and Practical Research in Economic Fields* 4 - 1: 89-97

Solow, R (1957) "Technical Change and the Aggregated Production Function",  
Review of Economics and Statistics, n° 39, pp 312 – 20