

«El Sector de la Máquina-Herramienta: Análisis de las Economías de Escala y el Tamaño Empresarial»

Este trabajo se inserta en un estudio global donde se estudia el impacto que ha tenido la integración española en la Comunidad Europea sobre el sector de la máquina-herramienta y las condiciones en que se encuentra esta industria ante la entrada en funcionamiento del Mercado Único. En este sentido, nuestro objetivo es ahora analizar el tamaño y la concentración empresarial, así como las economías de escala, factores en principio claves para la competitividad del sector.

Lan hau Espainia Europako Elkartean sartzeak makina-erreminta alorrean izan duen eragina eta industria horren egoera Merkatu Bakarra indarrean sartzean ikertzen dituen analisi orokorrago baten atala da. Zentzu horretan, oraingo gure helburua enpresen tamaina eta konzentrazioa da eta, halaber, alorraren lehiakortasunerako, printzipioz, faktore gakoak diren eskalako ekonomiak aztertzea da.

The present work studies the impact of EEC integration on the Spanish Machine Tools industry from the supply point of view. At first deals with the returns to scale and substitution elasticity and considers its economics effects. The dimension of the enterprises and concentration are studied within the context of competition. Finally, the paper deals with specific cases. It is the authors's opinion that one of the solutions to the impact rests with proper industrial dimension.

1. Introducción
 2. El tamaño y la concentración empresarial
 3. Economías de escala y elasticidad de sustitución
 4. Conclusiones
- Referencias Bibliográficas
Apéndice

Palabras clave: Sector máquina-herramienta, mercado único, tamaño empresas, concentración empresas, economías de escala, elasticidad de sustitución.

Nº de clasificación JEL: L11, L60, L61.

1. INTRODUCCIÓN (1)

La industria de máquina-herramienta (2) es un sector esencial en la estructura productiva de cualquier país, aun cuando, desde el punto de vista cuantitativo sea reducida, con una participación muy pequeña en el conjunto de actividades industriales, tanto en términos de producción como de empleo. Sin embargo, desde el punto de vista

cualitativo, resulta de enorme trascendencia para el conjunto de la industria y de la economía en general, por los motivos que veremos a continuación.

La industria de máquina-herramienta es una actividad de carácter estratégico, una actividad intermediaria fundamental, que basándose en el hecho de que prácticamente todos los productos industriales constan de partes que deben ser fabricadas mediante máquinas-herramienta, condiciona profundamente la eficiencia del aparato productivo. En consecuencia, la productividad, calidad y competitividad de toda la producción industrial dependen, en parte, de la eficacia y del rendimiento del sector de la máquina-herramienta.

Por otro lado, el desarrollo de la industria de máquina-herramienta se encuentra íntimamente ligado al impulso de otros sectores industriales, como la automoción, aeronáutica, etc. Éstos, para ser

(1) Este trabajo forma parte de una investigación más extensa donde analizamos el impacto que ha tenido la integración económica europea sobre la industria de la máquina-herramienta española en general, y la del País Vasco en particular.

(2) Entre las diferentes definiciones que se han dado de máquina-herramienta, destacamos la ofrecida por el Comité de Cooperación de la Industria de Máquina-Herramienta, conocido por las siglas CECIMO, que ha definido las Máquinas-Herramienta para el trabajo de los metales de la siguiente manera: «las máquinas no portables, que operadas por una fuente exterior de energía conforman los metales, por arranque de viruta, abrasión, choque, presión, procedimientos eléctricos o una combinación de los anteriores». Urdangarín.C. y Aldabatrecu.F. (1982).

competitivos, necesitan incorporar en su proceso productivo avanzados y sofisticados medios de producción. Como consecuencia, el sector de la máquina-herramienta ha debido adaptarse a las nuevas necesidades de la demanda incorporando los últimos avances tecnológicos. En este sentido, cabe destacar la gran importancia que tiene como innovador y difusor de las nuevas tecnologías, experimentando un gran avance.

Este carácter estratégico de la industria de máquina-herramienta en el conjunto de la economía, ha determinado que los gobiernos de los distintos países intervengan activamente mediante una serie de programas para mantener y desarrollar el sector. Con todo, ha atravesado una severa crisis, y podemos considerar 1993 el peor de los últimos treinta años. Esta crisis se debe, entre otras causas, a la reducción de la inversión que han experimentado todas las ramas industriales como consecuencia del profundo estancamiento en el que estaba inmerso el país y, que ha repercutido directamente en la industria de máquina-herramienta. Téngase en cuenta, que ésta es muy sensible a las oscilaciones económicas y coyunturales, al depender por completo de las decisiones inversoras de los distintos sectores industriales, especialmente del mecánico y eléctrico. Pero, ¿hasta qué punto se ha visto acentuada esta crisis con la propia integración de España a la Comunidad Europea? No hay que olvidar que, si bien la adhesión a la Comunidad Europea ha reportado, indiscutiblemente, ganancias potenciales para la economía española, también ha generado problemas de importancia, repercutiendo de forma directa sobre el sector industrial, que debe hacer frente a una fuerte competencia externa al eliminarse todas las barreras comerciales.

En este sentido, podemos considerar, en principio, a la industria de máquina-herramienta, como uno de los afectados por la integración, como consecuencia,

fundamentalmente, del desarme arancelario y la total desprotección de un sector antes fuertemente promovido desde las instancias oficiales.

La mayor apertura de las economías nacionales, el endurecimiento de las condiciones de competencia y el incremento de los costes originado por el rapidísimo cambio tecnológico, entre otros, incentivan las fusiones de empresas para la obtención de economías de escala. En este entorno crecientemente competitivo son las grandes empresas las que, en principio, disponen de más recursos para hacer frente a esta situación. Nos ceñiremos, por ello, al análisis del tamaño empresarial y las economías de escala, con el objeto de ampliarlo en estudios posteriores.

Este artículo se estructura de la siguiente forma: en el apartado 2 estudiaremos el tamaño y la concentración empresarial, y a continuación, en el apartado 3 se analizarán las economías de escala del sector y la sustituibilidad de los factores productivos. Para terminar, trataremos de ver los resultados obtenidos a la luz de lo sucedido en el sector.

2 EL TAMAÑO Y LA CONCENTRACIÓN EMPRESARIAL

El sector de la máquina-herramienta está constituido por empresas de pequeña y mediana dimensión y el número de grandes empresas es bastante reducido. En este sentido, un factor de gran preocupación en España es el escaso tamaño de las empresas fabricantes, y sus consecuencias respecto a la competitividad internacional, especialmente determinante tras la integración española en la Comunidad Europea y el funcionamiento del Mercado Único.

El análisis del tamaño empresarial resulta de doble interés. En primer término, trataremos de determinar la posición que ocupa España dentro del mundo, analizando

en qué medida la estructura empresarial española se asemeja a la de sus socios comunitarios. En segundo lugar, estudiaremos si se ha producido un proceso de convergencia en la dimensión de las empresas españolas en relación a las comunitarias.

Los datos utilizados en esta sección proceden fundamentalmente de dos fuentes estadísticas. En el caso de España, la información ha sido proporcionada por la Asociación de Fabricantes de Máquina-Herramienta (AFM). Respecto a los demás países de la Comunidad Europea, los datos utilizados corresponden a EUROSTAT—Structure and Activity of Industry— y a CECIMO (Comité Europeo de Cooperación de las Industrias de Máquinas-Herramienta).

Comparamos, en primer lugar, las cifras de dimensión media de las empresas de los países comunitarios, así como de los

principales productores mundiales. Tomamos como referencia el año 1989 para efectuar esta comparación.

La cifra de empleo medio de las empresas fabricantes de la Comunidad Europea es de 124, apreciándose sensibles diferencias entre los distintos países comunitarios (Véase Cuadro n.º 1). Por ejemplo, las empresas alemanas son mayores que las de los demás países, con una media de 250 trabajadores por empresa, en tanto que las empresas españolas sólo tienen alrededor de 55 empleados. Otros países como Japón y EE.UU. poseen un número medio de empleados por empresa superior a la media comunitaria, pero por debajo de Alemania.

Analizaremos a continuación la distribución de las empresas constructoras de máquina-herramienta por tamaño para los principales países productores de la

Cuadro n.º 1. Máquinas-herramienta para trabajar el metal. Estructura de la industria, 1989

	EMPLEO	FABRICANTES	TRABAJADORES POR COMPAÑÍA
BÉLGICA	2.100	28	75
ALEMANIA	95.000	380	250
ESPAÑA	7.874	143	55
FRANCIA ITALIA	9.475	150	63
PAÍSES BAJOS	32.100	450	71
PORTUGAL	960	20	48
REINO UNIDO	1.100	20	55
	23.700	200	119
TOTAL	172.309	1.391	124
SUIZA	13.915	115	121
EE.UU.	46.268	269	174
JAPÓN	50.907	213	239

Fuente: CECIMO, VDW, Atkins/IFO.

Cuadro n.º 2. **Distribución del número de empresas por tamaño, 1985**

(En %)

TAMAÑO (Nº de Trabajadores)	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	REINO UNIDO	ESPAÑA
<100	65,7	78,2	86,3	84,5	82,0
101-499	26,7	19,2	13,0	14,4	17,0
>=500	7,6	2,6	0,7	1,1	1,0

Fuente: EUROSTAT, *Structure and Activity of Industry*.

Comunidad Europea. Esto nos permitirá apreciar cuál es el tipo de empresa que predomina en cada uno de los países considerados.

Clasificaremos las empresas en tres grupos de acuerdo con el tamaño de sus plantillas: empresas pequeñas, con menos de 100 trabajadores, empresas medianas, con plantillas entre 100 y 500 empleados, y empresas grandes, con más de 500 trabajadores. El resultado obtenido aparece recogido en el Cuadro n.º 2.

Observamos una estructura similar en todos los países con la excepción de Alemania. Este posee un elevado porcentaje de empresas en el rango mediano y grande

(el 34% del conjunto total de empresas). Las italianas y españolas, por el contrario, responden a un esquema diferente, con la práctica totalidad de las empresas en los segmentos mediano y pequeño. Así, en España, el 82% de las empresas son de pequeño tamaño y el 17% de mediana dimensión. En Italia, el 86% de las empresas pertenecen al rango pequeño y el 13% al intermedio. Francia y el Reino Unido por su parte poseen una estructura bastante similar a la española e italiana, aunque con un mayor porcentaje de empresas de gran dimensión.

Analizaremos, a continuación, el porcentaje de empleados por tamaño de empresas. En el Cuadro n.º 3, se puede

Cuadro n.º 3. **Concentración del empleo por tamaño empresarial, 1985**

(En %)

TAMAÑO (Nº de Trabajadores)	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	REINO UNIDO	ESPAÑA
<100	19,7	35,8	50,4	45,8	45,0
101-499	34,7	38,6	37,3	42,1	48,0
>=500	45,6	25,6	12,3	12,1	7,0

Fuente: EUROSTAT, *Structure and Activity of Industry*.

observar que Alemania presenta una fuerte concentración de empleo en las grandes empresas, donde el 8% de las empresas concentran el 46% del empleo. Sin embargo, en España e Italia, el mayor volumen de empleo se concentra en las pequeñas y medianas empresas. Así, por ejemplo, en España, las pequeñas —el 82% de las empresas del sector— emplean al 55% de los trabajadores de esta industria, y las empresas medianas —el 17% del total— emplean al 38%. También en el caso de Italia, el empleo se concentra en las pequeñas empresas (que suponen el 86% del total) correspondiéndoles el 50% del empleo, mientras que las empresas medianas —13%— concentran el 37%.

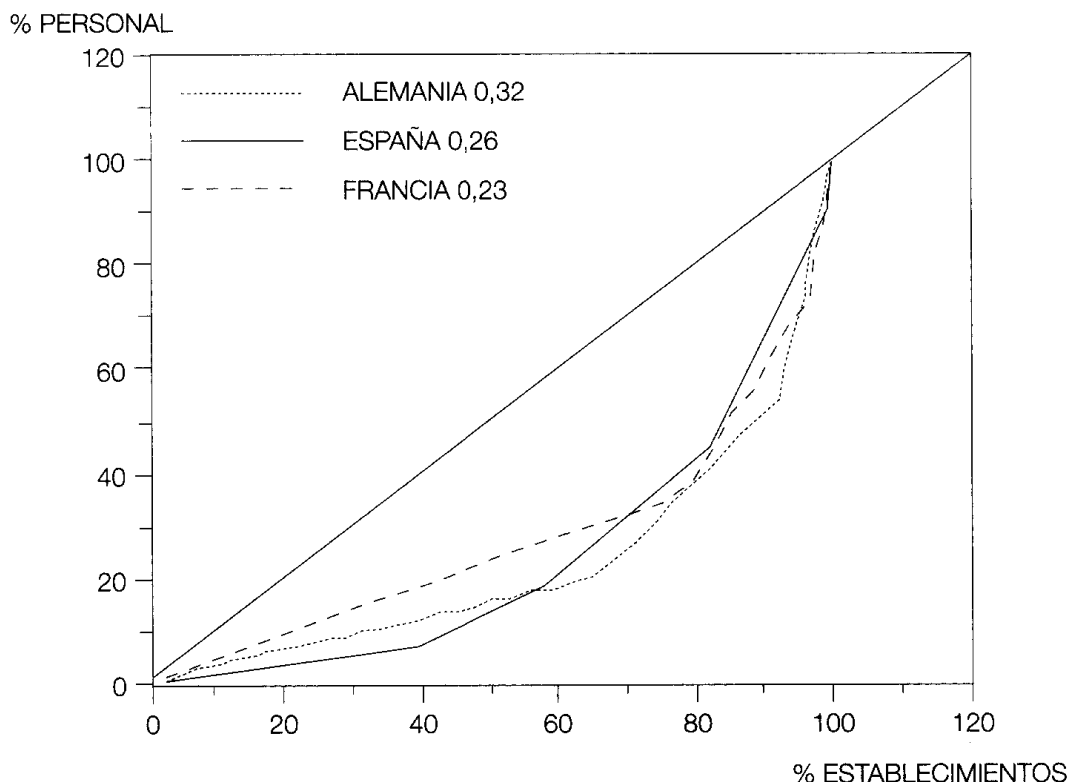
Para facilitar más la comparación entre los distintos países, hemos calculado los índices de Concentración de Gini (IG), trazando las

correspondientes curvas de Lorenz. A través de estos elementos podemos medir el grado de desigualdad o disparidad de tamaño entre las empresas (Gráfico n.º 1).

En efecto, al igual de lo que veíamos en los cuadros, se puede apreciar que en el caso de Alemania, la curva de Lorenz está más alejada de la diagonal que en el resto de los países, con un índice de concentración de Gini igual a 0,32, lo que significa que la concentración empresarial es muy superior en Alemania, que a su vez es el principal productor de Europa.

Respecto a los demás países comunitarios, la concentración empresarial española (IG=0,26) es semejante [o incluso mayor, si se compara con Italia (IG=0,16) y Francia (IG=0,23)] al resto de los países comunitarios. En realidad, el índice nos está

Gráfico n.º 1. Grado de disparidad de tamaño entre las empresas



diciendo que en España son fundamentalmente las empresas de tamaño intermedio las que reúnen el mayor porcentaje de empleo, de ahí que el índice calculado sea bastante significativo.

Tras analizar la concentración del empleo vamos a comparar el porcentaje de ventas que corresponde a los diferentes tamaños de empresas. De esta forma, conoceremos si son las grandes empresas las que concentran el mayor volumen de ventas, o por el contrario, éstas se concentran en las de pequeña o mediana dimensión.

Atendiendo al volumen de ventas, se observan importantes diferencias entre los distintos países productores (Cuadro n.º4). Existen algunos como Alemania e Italia donde un reducido número de empresas medianas y grandes absorben un alto porcentaje de las ventas. Por ejemplo, en Alemania, el 4,6% de las empresas (con más de 500 trabajadores) concentran el 50% de las ventas; en Italia, el 14% de las empresas (empresas medianas y grandes) concentran el 83% de las ventas, mientras que, por el contrario, las empresas pequeñas (el 86% de las empresas tienen plantillas de menos de 100 empleados) poseen escasa participación (el 17%).

En España, el grupo de empresas pequeñas es también muy numeroso (82%),

y acumulan el 43% del total de facturación, correspondiendo el mayor porcentaje de las ventas —52%— a las empresas medianas. En Europa, a diferencia nuestra, las grandes empresas (> 500) poseen una cuota de mercado significativa, mientras que en nuestro caso son nuevamente las empresas medianas quienes poseen una mayor participación en el volumen de ventas.

Si cogemos las variables estudiadas hasta ahora y diferenciamos las grandes empresas (Cuadro n.º 5) veremos que tanto en Alemania, como en Italia y Francia las grandes empresas absorben una cuota de mercado y de empleo muy superiores a las cifras españolas. Así, por poner un ejemplo que no sea el alemán, las grandes empresas italianas (que solamente representan el 0,7 % del total de empresas del sector) emplean el 12,3%, y su participación en el mercado es el 41 % del total de ventas. En España, por el contrario, las empresas con más de 500 empleados representan el 1 % del total, trabajan en ellas el 7% del conjunto de empleados del sector y su cuota de mercado es únicamente del 5%.

Para finalizar, concluiremos esta sección resumiendo la evolución reciente para el caso de España. Se observa que la estructura de la industria no ha variado significativamente,

Cuadro n.º 4. **Concentración de las ventas por tamaño empresarial**

(En%)

TAMAÑO (Nº de Trabajadores)	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	ESPAÑA
<100	22,0	23,0	17,0	43,0
101-499	28,0	45,0	42,0	52,0
500-1.000	28,0	32,0	17,0	5,0
>1.000	22,0	-	24,0	-

Fuente: EUROSTAT, *Structure and Activity of Industry*.

Cuadro n.º 5. **Número, empleo y ventas de empresas con más de 500 empleados.** (% del total de cada país)

(En%)

	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	ESPAÑA
N.º EMPRESAS	7,6	2,6	0,7	1
EMPLEO	45,6	25,6	12,3	7 5
VENTAS	50,0	32,0	41,0	

Fuente: EUROSTAT, *Structure and Activity of Industry*.

conservando, salvo pequeñas variaciones, la misma estructura en 1992 que en 1985. Respecto a la concentración del empleo por tamaño empresarial, se atisba un incremento del número de trabajadores en las empresas de más de 250 empleados (3), de manera que tan sólo cuatro empresas concentran el 20% del empleo del sector.

Una forma alternativa de contrastar si el tamaño es o no relevante a la hora de competir es calculando las economías de escala y las elasticidades de sustitución de los factores productivos, como se verá en el siguiente apartado.

3. ECONOMÍAS DE ESCALA Y ELASTICIDAD DE SUSTITUCIÓN

3.1. Economías de Escala (4)

El objetivo inicial del análisis es comprobar si el sector de la máquina-herramienta posee rendimientos de escala constantes, crecientes o decrecientes, para lo cual utilizaremos como instrumento analítico la

(3) El mayor porcentaje del empleo corresponde a empresas que emplean entre 101 y 250 trabajadores, donde se concentra el 32% del empleo de la industria de máquina-herramienta.

(4) Donges, J.B. (1972) pp. 597-608.

función de producción Cobb-Douglas, que se expresa de la siguiente forma:

$$VA = \varepsilon L^{\alpha} K^{\beta}$$

donde VA es el valor añadido de la industria de máquina-herramienta, L es el número de trabajadores, K es el stock de capital fijo y, la constante ε es un parámetro de eficiencia. Los exponentes α y β reflejan respectivamente la elasticidad parcial de la producción con respecto al trabajo y la elasticidad parcial de la producción con respecto al capital.

Suponemos que la función es homogénea de grado $\alpha+\beta$, de forma que la suma de los exponentes nos indica con qué tipo de rendimientos de escala opera la industria. Los rendimientos de escala son crecientes cuando $\alpha+\beta$ es mayor que la unidad, decrecientes cuando es menor y constantes cuando es igual a la unidad.

Además, suponemos que los mercados de factores son competitivos y que el progreso tecnológico es "neutral" en el sentido de Hicks, es decir, no se altera el cociente de las productividades marginales entre ambos factores para una razón dada de capital-trabajo.

Tomando logaritmos a ambos lados de la función Cobb-Douglas, la transformaremos

en una ecuación lineal que permite la estimación de los coeficientes de regresión por el método de mínimos cuadrados ordinarios.

$$\log VA = \log \varepsilon + \alpha \log L + \beta \log K$$

Vamos a realizar un análisis "cross-section" basado en datos desagregados para cada empresa de la Comunidad Autónoma Vasca, para los años 1985, que corresponde al último año antes de la incorporación de España a la Comunidad Europea, y 1992, cuando ya han desaparecido todas las barreras arancelarias y buena parte de las barreras no arancelarias.

Para realizar el análisis empírico hemos utilizado datos proporcionados por el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT), que han sido obtenidos mediante encuestas realizadas a 75 empresas constructoras de máquina-herramienta vascas. La industria española de máquina-herramienta emplea aproximadamente 7600 trabajadores. Existe, sin embargo, una fuerte concentración geográfica en el País Vasco, donde se localizan el 75% de las empresas y del empleo del sector, así como el 80% de la facturación, destacando Guipúzcoa donde están ubicadas el 54% de las empresas. Los resultados obtenidos en el análisis empírico para la industria vasca son, por lo tanto, extrapolables al caso español.

Sin embargo, hay que advertir que a la hora de interpretar los resultados, se debe tener una cierta precaución, puesto que el análisis cuenta con dos posibles limitaciones. En primer lugar, no disponemos de datos sobre el capital fijo de cada empresa, de ahí que, utilicemos el "consumo eléctrico" como variable *proxy* (refleja propiamente la utilización de la capacidad productiva instalada). En segundo lugar, los coeficientes están algo sesgados por la multicolinealidad existente entre las variables exógenas. En cualquier caso, pensamos que el análisis proporcionará alguna evidencia empírica al respecto, a pesar de las dificultades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Regresión para 1985

$$\log VA = 6,62 + 0,70 \log L + 0,3 \log K$$

estadísticos (26,1) (13,1) (5,92)
t

$$R^2 = 96,5\% \quad F = 225$$

Regresión para 1992

$$\log VA = 7,2 + 0,93 \log L + 0,15 \log K$$

estadísticos (26,3) (14,4) (2,75)
t

$$R^2 = 95\% \quad F = 241$$

Tanto en 1985, como siete años después, la industria de la máquina-herramienta opera bajo rendimientos constantes de escala ($\alpha + \beta = 1,01$ y $\alpha + \beta = 1,08$ respectivamente (5)).

Podemos aventurar, además, que la producción es muy elástica con respecto al empleo (6), debido a que la elasticidad parcial de la producción con respecto al trabajo, a , para los años 1985 y 1992, es respectivamente 0,7 y 0,93. Y es lógico que sea así. En primer lugar, porque el sector de la máquina-herramienta, en comparación con otros sectores industriales, no emplea gran cantidad de capital fijo; la producción se hace normalmente en pequeñas cantidades, siendo lo más usual la fabricación por lotes. La producción no es seriada, dado que normalmente la fabricación de las máquinas se hace sobre la base de las especificaciones del cliente.

(5) Los resultados coinciden con los obtenidos por Smith y Venables: la empresa europea standard opera bajo rendimientos constantes de escala. Smith, A. y Venables, A. (1988).

(6) Esta afirmación la tomamos con reservas por el tema de la multicolinealidad.

Por otro lado, si tomamos los grupos de técnicos y obreros cualificados como indicador de la cualificación de la mano de obra, se puede concluir que la industria de máquina-herramienta es en comparación con los demás sectores, una actividad caracterizada por un alto grado de cualificación de la mano de obra empleada, con elevado nivel de habilidad técnica y experiencia (7). El sector de la máquina-herramienta es una industria con una continua innovación tecnológica, que tiene un gran efecto multiplicador como difusor de tecnología. Este desarrollo tecnológico requiere la intervención de personal cualificado, que domine técnicas muy diversas y de complejidad creciente, con una gran capacidad de adaptación a los nuevos avances tecnológicos. Hemos visto, por lo tanto, que el sector no es intensivo en capital físico, pero sí lo es en capital humano, de ahí la elevada elasticidad parcial del trabajo (8).

Pero, además, se están produciendo cambios aún más profundos en las necesidades de personal cualificado: aumenta la importancia relativa del montaje dentro de la fabricación, reduciéndose la importancia de la parte mecánica. Por este motivo, está teniendo lugar una disminución de los puestos de trabajo en las cualificaciones tradicionales, como torneros, fresadores, montadores mecánicos, etc., y por el contrario, se ha elevado la cualificación de los operadores de máquina, debido fundamentalmente a la introducción del Control Numérico. Los cambios en las necesidades de personal cualificado no sólo abarcan al personal de fabricación, sino que departamentos como calidad, compras o comercial están aumentando su peso en el conjunto de mano de obra empleada,

(7) Caja Laboral Popular. Dpto. de Estudios (1983).

(8) El resultado obtenido concuerda perfectamente con la afirmación hecha por la Comisión de la Comunidad Europea, que ha clasificado la máquina-herramienta como un sector de baja intensidad de capital, o lo que es lo mismo, de alta intensidad de trabajo, y muy fuerte cualificación de la mano de obra. Commission des Communautés Européennes (1979).

umentando por tanto, la preparación del personal dedicado a estas tareas. Esta tendencia ha motivado que las empresas lleven a cabo iniciativas para elevar la formación del personal. Entre estas iniciativas, podemos mencionar la puesta en marcha de un proceso para la formación profesional continua en las empresas, la creación del Instituto de Máquina-Herramienta de Elgoibar o la organización de diferentes cursos destinados a los técnicos superiores.

Resumiendo, el análisis empírico realizado a través de las funciones Cobb-Douglas nos informa que el sector opera bajo rendimientos constantes de escala. Introduzcamos una nueva contrastación empírica, a través de funciones CES, que trate de superar las posibles deficiencias de la aproximación anterior.

3.2. Elasticidad de Sustitución

La evidencia empírica muestra que la elasticidad de sustitución entre los factores capital y trabajo no es nula, y que a medida que progresa la tecnología industrial, las elasticidades de sustitución entre trabajo y capital tienden a ser positivas y crecientes a lo largo del tiempo, de ahí que el encarecimiento de uno de los factores productivos lleve a la industria a utilizar de modo más intensivo el otro factor, ahora comparativamente más barato. Asimismo, en el estudio realizado por Donges (9) para 1968, las industrias que operaban bajo rendimientos constantes de escala, tenían hacia elasticidades de sustitución más reducidas cuando los rendimientos dejaban de ser constantes. Si nos atenemos a este resultado, podría ser un indicio de que los rendimientos dejan de ser constantes.

En el estudio de las economías de escala, utilizamos una función Cobb-Douglas. Sin embargo, esta función supone una

9 Donges, J.B. (1973), p.173 y ss.

elasticidad de sustitución unitaria entre los factores productivos. De manera que, para dar cabida a elasticidades de sustitución mayores o menores que uno, además de la unitaria, utilizaremos la función de producción CES, función de producción con elasticidad de sustitución constante (10).

La expresión tradicional de la función CES es la siguiente:

$$VA = \varepsilon [\delta K^{-\gamma} + (1 - \delta) L^{-\gamma}]^{-\lambda/\gamma}$$

donde VA es el valor añadido, K es el factor capital y L el factor trabajo. La constante ε es un parámetro de eficiencia y δ , γ y λ son respectivamente parámetros de distribución, sustitución y homogeneidad. El parámetro γ puede adoptar valores iguales o inferiores a 1 y el parámetro de distribución, δ entre 0 y 1.

La elasticidad de sustitución, denotada por el símbolo σ , la podemos expresar de la siguiente manera $1/(1 + \gamma)$. Por otra parte, deberemos transformar la función CES en una función lineal, para que podamos así, aplicar el método de regresión de mínimos cuadrados. ¿Cómo? Hemos visto con anterioridad, que el sector de máquina-herramienta opera bajo rendimientos constantes a escala, por tanto, λ es igual a 1. Este supuesto implica que existe una relación lineal entre el VA por empleado y el salario, exógenamente determinado, independientemente del stock de capital. Si tomamos el valor añadido por persona empleada (VA/L) como una variable *proxy* de la intensidad de capital (humano y físico), como lo sugiere Hal Lary (11), estamos suponiendo que el grado de intensidad en capital del proceso productivo está positivamente asociado al salario. De ahí, que nuestra función será (12):

$$\ln (VA/L) = a + \sigma \ln w$$

donde a es un término residual y σ la elasticidad de sustitución.

(10) Arrow, K.I. (1961), pp.225 y ss.

(11) Hal, B.L (1968), Capítulos 2 y 3.

Partiendo de esta ecuación, realizamos el análisis empírico para los años 1985 y 1992, obteniendo los siguientes resultados.

Regresión para 1985

$$\log VA/L = 1,9 + 0,8 \log w/L$$

estadísticos t (2,13) (6,6)

$$R^2=58,7\% \quad F=15,9$$

Regresión para 1992

$$\log VA/L = 4,7 + 0,45 \log w/L$$

estadísticos t (8,17) (6,27)

$$R^2= 72,7\% \quad F=23,3$$

Las elasticidades de sustitución para 1985 y 1992 son 0,8 y 0,45 respectivamente, en ambos casos inferior a la unidad. Luego, teniendo en cuenta que la elasticidad de sustitución es muy reducida, se puede aceptar la hipótesis de relaciones fijas entre los factores capital y trabajo, independientemente de los precios relativos de los factores.

Hay que advertir, sin embargo, que en nuestro caso, una muy reducida elasticidad

(12) $VA = \varepsilon [\delta K^{-\gamma} + (1 - \delta) L^{-\gamma}]^{-1/\gamma}$ donde $\lambda = 1$ (supuesto de partida) y tomando la derivada parcial respecto al factor trabajo e igualando al salario:

$$\frac{\partial VA}{\partial L} = \frac{(1-\delta)}{\varepsilon\gamma} \left(\frac{VA}{L} \right)^{1+\gamma} = \frac{W}{L}$$

De donde tomando logaritmos y teniendo en cuenta que $\sigma = 1/(1+\gamma)$

$$\ln \frac{VA}{L} = \ln \frac{\varepsilon^\gamma (1-\delta)^{-1}}{1+\gamma} + \frac{1}{1+\gamma} \ln \frac{W}{L}$$

$$\ln \frac{VA}{L} = a + \sigma \ln \frac{W}{L}$$

de sustitución no es necesariamente un indicador de ineficiencia, sino por el contrario, está reflejando las características propias del sector. Por un lado, tal como indicábamos en el apartado anterior, la industria de máquina-herramienta es un sector en el que la producción se hace en pequeñas cantidades —no es seriada— sino que en la mayoría de los casos, es el cliente quien determina las características del producto antes de fabricarse. Después, se encargarán los técnicos e ingenieros de reproducir la mencionada máquina; repetimos que éste sector es intensivo en trabajo, pero en mano de obra cualificada, y en consecuencia, de difícil sustitución. Este alto nivel de preparación del personal tiene su reflejo en unos mayores costes salariales para la empresa. Sin embargo éstas no van a disminuir la contratación de mano de obra cualificada a pesar de los mayores salarios.

En segundo lugar, si bien la elasticidad de sustitución es inferior a la unidad tanto en 1985 como en 1992, se observa una sensible reducción, de 0,8 a 0,45. ¿Qué nos sugiere este nuevo resultado? Decíamos que podría ser un indicio de que los rendimientos han dejado de ser constantes. Sin embargo, pensamos que dicha deducción es aventurada, tratándose de un sector intensivo en trabajo y donde la producción es discreta.

En la medida en que los resultados empíricos se mantienen en el estado actual de conclusiones (los rendimientos de escala son constantes), tendríamos que deslindarlos de algunas consideraciones externas propias de cualquier observador, que pasamos a exponer a continuación.

La experiencia nos señala que las grandes empresas mundiales poseen múltiples ventajas frente a las reducidas. Veíamos que en Alemania las empresas son de gran tamaño. De hecho siguen un modelo donde se integra todo el proceso productivo. Su dimensión les permite buscar y contratar expertos a la hora de desarrollar y diseñar las nuevas máquinas, comprar e instalar costosos equipos para la mecanización de

determinados productos, organizar las estructuras comerciales necesarias para competir con eficacia en el mercado mundial y pueden, además, beneficiarse de su mayor capacidad para financiar y aceptar riesgos. Por lo tanto, las grandes empresas alemanas, japonesas y estadounidenses pueden realizar algunas operaciones (investigación, aprovisionamiento...) en condiciones más ventajosas.

Desde esta perspectiva, existen razones de conveniencia que recomiendan el aumento de la dimensión de nuestras empresas. Sin embargo, las fusiones y absorciones pueden ir acompañadas o sustituidas en parte por "acuerdos de cooperación", beneficiándose de determinadas ventajas sin perder la flexibilidad y autonomía de que disfrutaban por su reducida dimensión. Estos acuerdos de cooperación pueden darse en áreas de comercialización, investigación y desarrollo de nuevos productos.

Bajo esta óptica se comprende la atención prestada por las empresas constructoras de máquina-herramienta y el Gobierno Vasco a las políticas de desarrollo tecnológico, destinadas a favorecer la introducción de innovaciones en el sector. Uno de los instrumentos adoptados por el Gobierno Vasco ha sido el apoyo ofrecido a los Centros de Investigación. IKERLAN, TEKNIKER, e IDEKO son los principales centros de Investigación interesados en el desarrollo tecnológico de la máquina-herramienta. Cabe destacar la importante cooperación entre los mencionados centros y algunas empresas.

Existe, por otro lado, una intensa colaboración entre las empresas constructoras de máquina-herramienta, sobre la base de acuerdos de producción y comercialización, destinada principalmente al desarrollo de proyectos de investigación comunes. Esta iniciativa ha hecho posible actuaciones que no podrían haber sido llevadas a cabo por las empresas en solitario. La cooperación ha dado lugar a la creación de distintos grupos que interactúan

entre sí, destacando Danobat, Fatronik y Mil (13).

Hemos observado también que las empresas constructoras de máquina-herramienta tienden cada vez más a la subcontratación, sobre todo en el área de mecanizado, dejando la mecanización de piezas críticas —aquellas piezas de elevado valor o cuya mecanización requiere una especial precisión y calidad— y el montaje, como principales actividades de la empresa. Esta mayor concentración de los recursos de personal en el área de montaje facilita una mayor especialización y aumenta la capacidad de producción, haciendo que empresas con poca plantilla y gran volumen de subcontratación puedan facturar cifras similares a empresas con plantillas mayores. En la medida en que se vaya hacia un aumento de la subcontratación por parte de las empresas constructoras de máquina-herramienta, éstas verán reducidas también sus necesidades de capital fijo.

(13) El grupo Danobat se formó en 1980. Actualmente está constituido por 3 empresas (Danobat, Lealde y Soraluze), que facturan el 10% del total nacional, y las exportaciones representan el 50% de su producción. El principal objetivo del grupo es alcanzar un desarrollo equilibrado de sus empresas a través de la coordinación y planificación de sus distintas actividades industriales y financieras, así como de investigación. Los acuerdos cooperativos no se han restringido al grupo y, en los últimos años, Danobat ha empezado a colaborar con otras empresas nacionales y extranjeras. Por ejemplo, con Renault Automation (Francia) para la comercialización en Francia de los productos Danobat.

El grupo Fatronik se creó en 1986 por la iniciativa de 17 fabricantes, con el objeto de formar una acción interempresarial para responder a los retos planteados en las áreas de investigación y Desarrollo (I+D). Aunque la mayoría de las empresas del grupo se dedican a la producción de máquinas-herramienta, el grupo incluye también una empresa dedicada a las exportaciones y una asociación de investigación aplicada, Fatronik I+D y Fatronik System. La primera, Fatronik I+D, es una unidad común de investigación y desarrollo, y Fatronik System es una empresa experimental, que pretende contrastar las ventajas de los sistemas de fabricación flexible y hacer operativos los estudios que surgen de la unidad I+D.

El grupo Mil está formado por cuatro empresas de tamaño mediano-pequeño (CME, Ibarmia, Metosa y Sierras Sabi). Los acuerdos de estas empresas están dirigidos exclusivamente para la comercialización y promoción de sus productos.

Tomado de: Calabrese, G. (1993).

La subcontratación permite, además, que los empresarios centren sus esfuerzos en el diseño, venta, producción de piezas fundamentales, servicio post-venta y financiación. De esta manera, se reducen las inversiones y se emplean los recursos en otros usos más productivos, además de contribuir a la flexibilidad y reducción de costes. Aumenta el nivel de cualificación del personal empleado y se centran los esfuerzos en actividades más productivas. Luego, es evidente que estas empresas que subcontratan van a tener una serie de ventajas sobre aquellas otras del mismo tamaño cuyo proceso productivo está integrado.

Sin negar valor a estas observaciones hay que advertir, no obstante, que la subcontratación puede tener repercusiones en términos de producción, pero mucho menos en términos de valor añadido (recuérdese que es la variable dependiente utilizada en nuestro estudios empíricos).

4. CONCLUSIONES

La industria de máquina-herramienta en España se compone fundamentalmente de empresas de pequeña y mediana dimensión. Por tanto, de inferior tamaño que las de los principales países productores mundiales como Alemania, Japón y EE.UU. Si lo comparamos con el resto de los países europeos, vemos que en el caso español la gran empresa apenas tiene relevancia y son las comprendidas entre 100 y 250 empleados las que reúnen mayores porcentajes de cuota de mercado. En Alemania, Italia y Francia, por el contrario, las grandes (≥ 500 operarios) absorben respectivamente el 50%, 41% y 32% del total de ventas.

En el análisis cuantitativo efectuado (véanse las regresiones), hemos obtenido que las empresas del sector operan con rendimientos constantes de escala tanto en

1985 como en 1992 y, en consecuencia, no parece en principio que un aumento del tamaño de las empresas vaya a suponer la aparición de economías de escala. De hecho, las operaciones de fusión y absorción no constituyen una práctica tan frecuente. Con todo, la realidad demuestra que las empresas cooperan mucho entre sí. El endurecimiento de las condiciones de competencia ha impulsado a las PYMES a colaborar para afrontar los nuevos retos. El desarrollo de nuevos productos y procesos ha reforzado los nexos entre las empresas en todas las fases del ciclo del producto (en el aprovisionamiento, marketing,

comercialización y especialmente en el campo de I+D), y su tendencia a la subcontratación es creciente.

En este sentido, merece cierta confianza las iniciativas que se están llevando a cabo desde instancias oficiales y no oficiales, para impulsar la formación de alianzas entre las distintas empresas, por sus efectos positivos. Desconocemos, a pesar de ello, el tipo de beneficios que se derivarían del redimensionamiento de las empresas del sector puesto que, reiteramos, no hemos podido confirmar empíricamente tal hipótesis de economías de escala crecientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN CONSULTING (1990) *Estudio sectorial de la máquina-herramienta*.
- ARROW, K.I. (1961) Capital Labour Substitution and Economic Efficiency. *Review of Economics and Statistics*, Vol. XLIII, pp. 225-235.
- CAJA LABORAL POPULAR. DPTO. DE ESTUDIOS (1983) *El Sector de la Máquina-Herramienta. Situación y Perspectivas*.
- CALABRESE, G. (1993) La industria española de Máquina-herramienta. Estructura, actividad y resultados. *Ekonomiaz* n.º 26, pp. 239-263.
- COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES (1979) *Forces et faiblesses de la spécialisation Internationale des pays de la CEE face à la nouvelle division du travail industriel*, Bruxelles, OPOCE
- DONGES, J.B. (1972) Returns to Scale and Factor Substitutability in the Spanish Industry. *WELT-WIRTSCHAFTLICHES ARCHIV*, pp. 597-608.
- DONGES, J.B. (1973) *La industrialización en España*. Ed. Oikos-Tau.
- HAL, B.L. (1968) Imports of Manufactures from Less Developed Countries, *National Bureau of Economic Research, Studies in International Economic Relations*, 4, Nueva York, Capítulos 2 y 3.
- PRATEN, C.F. (1971) Economies of Scale for Machine Tool Production, *Journal of Industrial Economics*, Vol. 19, pp. 148-165.
- SMITH, A. y VENABLES, A. (1988) Completing the Internal Market in the European Community, *European Economic Review* 32, pp. 1501-1525.
- URDANGARIN, C. y ALDABATRECU, F. (1982) *Historia Técnica y Económica de la Máquina-Herramienta*. Caja de Ahorros Provincial de Guipúzcoa.
- WS ATKINS MANAGEMENT CONSULTANTS (1990) *Estudio estratégico sobre el sector de la máquina-herramienta en la CE*, Comisión de las Comunidades Europeas.

APÉNDICE: DIAGNOSTICO DE LAS REGRESIONES (1).

Se ha efectuado el diagnóstico de las siguientes regresiones:

1) $VA = \varepsilon L^\alpha K^\beta$ para los años 1985 y 1992

donde VA es el valor añadido de la industria de máquina-herramienta, L es el número de trabajadores, K es el stock de capital fijo y la constante ε es un parámetro de eficiencia. Los exponentes α y β reflejan respectivamente la elasticidad parcial de la producción con respecto al trabajo y la elasticidad parcial de la producción con respecto al capital.

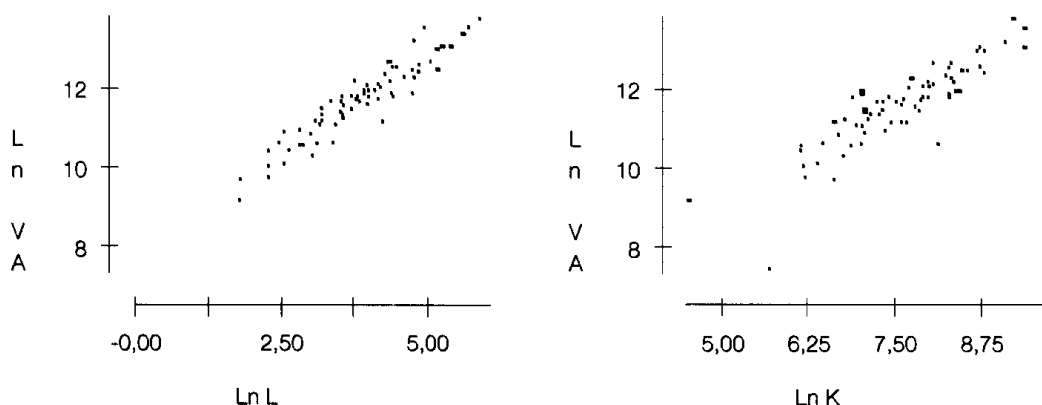
2) $\ln(VA/L) = a + \rho \ln w$ para los años 1985 y 1992

donde a es la elasticidad de sustitución entre L y K, y w los salarios.

Regresión n° 1: $VA = \varepsilon L^\alpha K^\beta$

para 1985

Comenzaremos determinando el tipo de relación que existe entre cada variable explicativa y la variable a explicar y, seguido, calcularemos los coeficientes de correlación.



Coefficiente de correlación de Pearson:

	VA	L	K
VA	1,000		
L	0,928	1,000	
K	0,905	0,879	1,000

(1) Los tres programas estadísticos que se han empleado en este trabajo de investigación son: Datadesk (para el diagnóstico de las regresiones), Cricketgraph (confección de gráficos y regresiones) y Excel (elaboración de tablas).

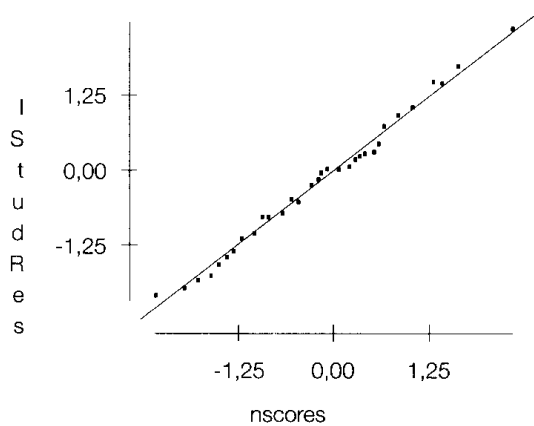
Luego, partimos de la base de que la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente son lineales. Sin embargo L y K presentan problemas de colinealidad. A continuación analizamos si existen valores extremos en las variables explicativas y en la variable a explicar que distorsionen el ajuste. Vamos a prescindir de la tabla con las medidas de dispersión, pasando directamente a los resultados.

Dependent variable is: Ln VA
 $R^2 = 96,5\%$ R^2 (adjusted) = 96,0%
 $s = 0,2164$ with 75 - 9 = 66 degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	84,4403	8	10,56	225
Residual	3,08979	66	0,046815	

Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	6,62108	0,2532	26,1
Ln L	0,702772	0,0537	13,1
Ln K	0,314168	0,0531	5,92
D1	-1,03214	0,2531	-4,08
D21	-0,598129	0,2193	-2,73
D31	-0,647121	0,2187	-2,96
D72	-0,823123	0,2195	-3,75
D77	0,501197	0,2184	2,30
D118	-0,675477	0,2196	-3,08

Hemos eliminado D1 porque es un caso atípico e influyente. Se han excluido de la regresión los valores D21, D31, D72, D77 y D118 por problemas de Normalidad. Veamos ahora la prueba definitiva de Normalidad.



Dependent variable is: IStudRes
 $R^2 = 99,3\%$ R^2 (adjusted) = 99,2%
 $s = 0,0843$ with $75 - 2 = 73$ degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	68,9874	1 73	68,99	9718
Residual	0,518235		0,007099	

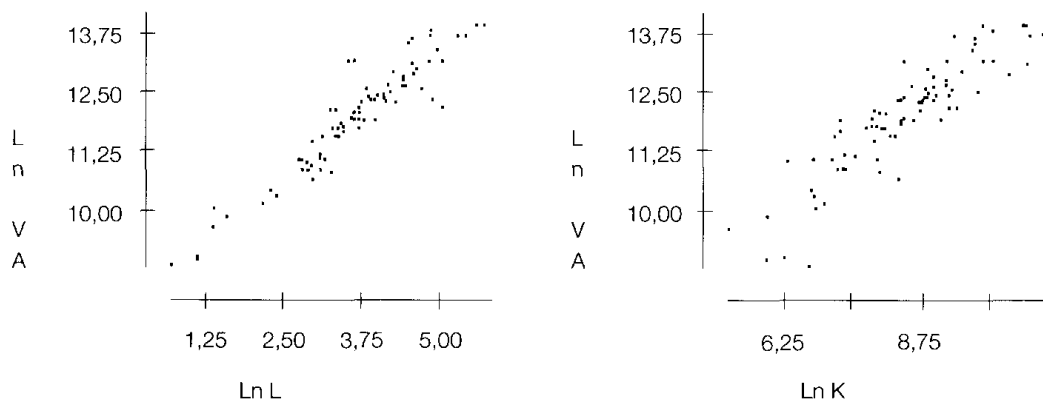
Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	-0,003758	0,0097	-0,386
nscors	0,982416	0,0100	98,6

La regresión entre los residuos estudiantizados y los valores teóricos de la Normal es muy buena. Luego la distribución sigue una $N(0,1)$.

Regresión n° 2: $VA = \varepsilon L^\alpha K^\beta$

para 1992

Comenzaremos determinando el tipo de relación que existe entre cada variable explicativa y la variable a explicar y, seguido, calcularemos los coeficientes de correlación.



Coefficiente de correlación de Pearson:

	VA	L	K
VA	1,000		
L	0,867	1,000	
K	0,775	0,759	1,000

Luego, partimos de la base de que la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente son lineales. Sin embargo L y K presentan problemas de colinealidad. Veamos ahora cuáles son los valores atípicos e influyentes.

Dependent variable is: Ln VA
 $R^2 = 95,3\%$ R^2 (adjusted) = 94,9%
 $s = 0,2633$ with 79 - 7 = 72 degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	100,300	6 72	16,7	241
Residual	4,99052		0,069313	

Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	7,28078	0,2769	26,3
LnL	0,931330	0,0648	14,4
LnK	0,152904	0,0555	2,75
D35	1,07835	0,2798	3,85
D159	-1,23042	0,2694	-4,57
D38	1,22142	0,2650	4,61
D131	-0,846119	0,2700	-3,13

D35, D38 y D159 son valores atípicos. Hemos eliminado también D131 por problemas de Normalidad. Veamos la prueba definitiva de Normalidad.

Dependent variable is: IStudRes
 79 total cases of which 4 are missing
 $R^2 = 97,6\%$ R^2 (adjusted) = 97,6%
 $s = 0,1569$ with 75 - 2 = 73 degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	73,1800	1	73,18	2972
Residual	1,79752	73	0,024624	

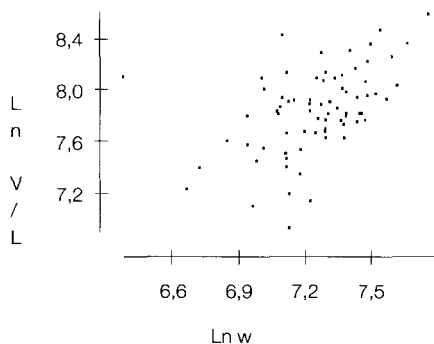
Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	-0,001298	0,0181	-0,072
nscores	1,01181	0,0186	54,5

La regresión entre los residuos estudiantizados y los valores teóricos de la Normal es buena. Luego la distribución sigue una $N(0,1)$.

Regresión n° 3: $\ln(V/L) = a + \sigma \ln w$

para 1985

Veamos el tipo de relación que existe entre cada variable explicativa y la variable a explicar y, seguido, calcularemos los coeficientes de correlación.



Coefficiente de Correlación de Pearson:

	Ln V/L	Ln W
Ln V/L	1,000	
Ln w	0,446	1,000

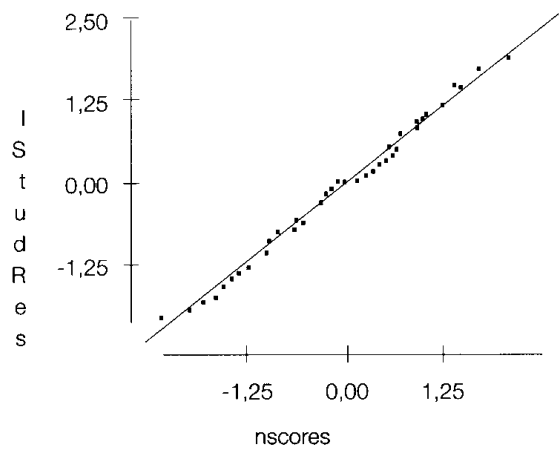
Luego, partimos de la base de que la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente son lineales. Veamos ahora cuáles son los valores atípicos e influyentes.

Dependent variable is: Ln V/L
 75 total cases of which 1 are missing
 $R^2 = 58,7\%$ R^2 (adjusted) = 55,0%
 $s = 0,2129$ with 74 - 7 = 67 degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	4,31396	6	0,71899	15,9
Residual	3,03567	67	0,045309	

Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	1,90639	0,8959	2,13
Ln w	0,819852	0,1231	6,66
D31	-0,590285	0,2151	-2,74
D72	-0,841317	0,2151	-3,91
D86	0,986416	0,2413	4,09
D118	-0,709221	0,2145	-3,31
D123	0,695841	0,2155	3,23

D31, D72, D86 y D118 son valores atípicos. También hemos eliminado D123 por cuestiones de Normalidad. Veamos la prueba definitiva de Normalidad.



Dependent variable is: IStudRes
 $R^2 = 99,3\%$ R^2 (adjusted) = 99,2%
 $s = 0,0843$ with $75 - 2 = 73$ degrees of freedom

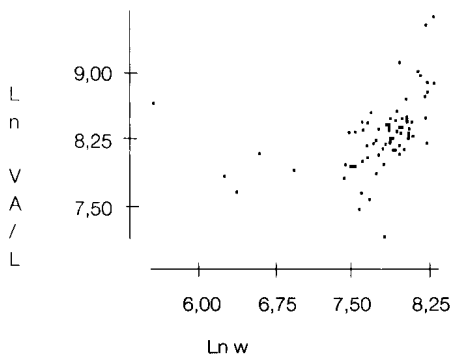
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	68,9874	1	68,99	9718
Residual	0,518235	73	0,007099	

Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	-0,003758	0,0097	-0,386
nscores	0,982416	0,0100	98,6

Regresión n° 4: $\ln(VA/L) = a + a \ln w$

para 1992

Comenzaremos determinando el tipo de relación que existe entre cada variable explicativa y la variable a explicar y, seguido, calcularemos los coeficientes de correlación.



Coefficiente de Correlación de Pearson:

	Ln VA/L	Ln w
Ln VA/L	1,000	
Ln w	0,358	1,000

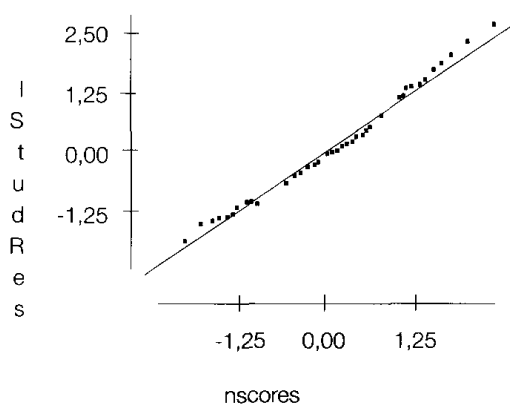
Luego, partimos de la base de que la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente son lineales. Tras la configuración del modelo procedemos al cálculo de la regresión incluyendo los valores atípicos e influyentes.

Dependent variable is: Ln VA/L
 $R^2 = 72,7\%$ R^2 (adjusted) = 69,6%
 $s = 0,2118$ with 79 - 9 = 70 degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	8,35231	8 70	1,0440	23,3
Residual	3,13954		0,044851	

Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	4,69965	0,5754	8,17
Ln w	0,458914	0,0732	6,27
D4	1,42923	0,2722	5,25
D35	1,10859	0,2160	5,13
D38	1,05778	0,2151	4,92
D159	-1,15854	0,2132	-5,43
D131	-0,712483	0,2141	-3,33
D94	0,741677	0,2135	3,47
D26-bis	-0,632328	0,2136	-2,96

Veamos la Normalidad de la distribución.



Dependent variable is: IStudRes
 79 total cases of which 7 are missing
 $R^2 = 98,5\%$ R^2 (adjusted) = 98,5%
 $s = 0,1240$ with 72 - 2 = 70 degrees of freedom

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio
Regression	72,1065	1	72,11	4687
Residual	1,07696	70	0,015385	

Variable	Coefficient	s.e. of Coeff	t-ratio
Constant	0,007263	0,0146	0,497
nscores	1,02594	0,0150	68,5