



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

**FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

GRADO EN ECONOMÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TÍTULO: *La relación entre el tamaño empresarial y los gastos en innovación.*

Análisis empírico para el caso español.

AUTOR: *María Norato Hernández*

TUTOR: *Prof. Dr. D. Andrés Barge Gil*

CURSO ACADÉMICO: *2014 – 2015*

CONVOCATORIA: *Junio*

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. REVISIÓN A LA LITERATURA	5
Hechos estilizados	7
4. LOS DATOS	9
4.1 Las variables	10
5. EL MODELO	11
6. ANÁLISIS EMPÍRICO:	
6.1 El modelo univariante	12
6.2 El modelo multivariante: los controles	13
7. DIAGNOSIS DEL MODELO	18
8. EL MODELO CON CANALES	20
9. ROBUSTNESS CHECK	28
10. CONCLUSIONES	35
11. REFERENCIAS	36
12. TABLAS Y GRÁFICOS ADJUNTOS	37

1. RESUMEN:

Este trabajo trata de identificar la relación existente entre el tamaño de las empresas y su gasto total en innovación, a través de la utilización del software Stata.

Como todo análisis empírico, se debe empezar planteando una pregunta a la que dar respuesta y la de este trabajo es: ¿Qué relación existe entre el tamaño empresarial y los gastos en innovación de las empresas?

Analizaremos esta relación mediante una regresión jerárquica. Empezaremos desde el modelo más simple, relacionando el gasto total en innovación y el número de empleados como medida del tamaño. Pasaremos después a introducir en el modelo variables que ayuden a explicar el gasto en innovación, pero que no estén causadas por el tamaño, construyendo así nuestro modelo multivariante. Tras esto introduciremos las variables denominadas canal, que actúan a través del tamaño en el efecto en el gasto en innovación.

Posteriormente realizaremos los test oportunos y una pequeña comparación variando la variable dependiente, número de empleados por volumen de la cifra de negocios.

Como veremos, existe una relación menos que proporcional entre el tamaño y el gasto en innovación de las empresas, donde una vez controladas ciertas variables, la elasticidad del gasto en innovación en relación al tamaño es inferior a la unidad.

2. INTRODUCCIÓN:

“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 capacidad para hacerlo y asegurarse de que se queden en el país, serán países exitosos.” (Albert Einstein, 1940)

Como muchos economistas han resaltado, la innovación es considerada un factor clave para una mejor situación competitiva de los países, así como para su desarrollo y crecimiento económico en el largo plazo, además de constituir otra pieza clave a nivel microeconómico, ya que es fundamental también para las empresas.

Pero, ¿Qué es innovar?

Para J. Schumpeter, uno de los autores más importantes en esta literatura, la innovación implica desarrollo de los inventos, institucionalizando nuevos métodos de producción o introduciendo nuevos productos o servicios en el mercado.

“Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización o método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o de las relaciones exteriores”. (OCDE, 2005)

Así, si la innovación es tan importante para el progreso de las naciones, cabe preguntarse cuáles son los motivos que llevan a las empresas a invertir recursos en innovación. Entre ellos podemos encontrar principalmente: la supervivencia o ganancia de cuota de mercado, el incremento de los beneficios o reducción de costes, una respuesta para una demanda cambiante o una mejora de su posicionamiento (mejoras de productos, eficiencia, calidad).

Amplia es la literatura acerca de este nuevo fenómeno de estudio. Una de las líneas de investigación más habituales consiste en la relación existente entre el tamaño y la innovación empresarial. Por lo tanto la pregunta de investigación será:

¿Qué relación existe entre el tamaño de las empresas y su gasto en innovación?

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA:

Todos hemos oído quejas alguna vez sobre la escasa competitividad que sufren las empresas debido a su reducido tamaño. La mayoría de estudios empíricos concluyen que existe un efecto positivo entre el tamaño y el gasto en innovación que hacen las empresas, más concretamente que la propensión a realizar I+D y la cantidad de esta realizada, están estrechamente relacionadas con el tamaño de las empresas, lo cual apunta a una ventaja por el tamaño.

Tal es así que Schumpeter estaba impresionado por las diferencias entre las actividades innovadoras de las pequeñas y grandes empresas. La literatura empírica posterior que ha analizado su hipótesis se ha interpretado como una ventaja de las empresas grandes en la innovación, reforzando la idea tradicional de que la actividad innovadora se incrementa más que proporcionalmente con el tamaño, suponiendo una ventaja para las grandes empresas. La hipótesis Schumpeteriana (1942) sobre el tamaño de las empresas, se ha testado regresando alguna medida de la actividad innovadora sobre una medida del tamaño de las empresas, como se hará en este trabajo.

Autores como Galbraith (1952) han ofrecido argumentos para explicar esta ventaja, tales como las que ofrece la imperfección del mercado de capitales, confiriendo más capacidad de financiación a las empresas grandes, ya que el tamaño está correlacionado con la disponibilidad de fondos. También la existencia de economías de escala en función de la I+D propia, o la existencia de rendimientos más altos de la I+D donde existen mayores volúmenes de ventas donde distribuir los costes de la I+D.

Pero existe también un amplio consenso en la literatura, que apunta más bien a todo lo contrario. Es decir, que no existen ventajas de tamaño para las empresas más grandes en la competición de I+D, ya que es posible que estas sufran desventajas. Además, estudios recientes han demostrado que las empresas de mayor tamaño, además de no tener ninguna ventaja sobre la competición de I+D, actualmente generan menos innovaciones por dólar de I+D que las pequeñas, lo que vuelve a interpretarse como una desventaja por el tamaño.

Por ejemplo Pavitt (1987) relacionó en forma de U la relación existente entre la intensidad de innovación y el tamaño de las empresas. De tal forma que las empresas

grandes y las pequeñas tienen una intensidad de innovación mayor que la media, mientras que la intensidad de innovación de las medianas se encuentra por debajo de la media¹.

Pero si según los estudios recientes, las empresas grandes no tienen ventajas en el gasto de innovación, sino desventajas, Cohen (1996) se pregunta por qué gastan proporcionalmente más que las pequeñas, y cómo consiguen sobrevivir si proporcionalmente gastan más y obtienen menos resultados. Podríamos responder aludiendo a Galbraith (1952) que las empresas de mayor tamaño poseen un input mayor sobre el que aplicar los frutos del gasto en innovación, y por lo tanto mayores rendimientos de esta. Lo mismo pasa con los costes, cuanto mayor es la empresa, mayor es el nivel de producción sobre el que promediar los costes de la innovación.

Más que ventajas de tamaño, la literatura apunta a ventajas por costes de difusión, para explicar cómo las condiciones del tamaño del mercado en su conjunto incentivan la conducta de I+D. Cohen y Klepper (1996) argumentan que estos costes de difusión permiten aumentar los rendimientos de la I+D con el tamaño de la empresa, debido a dos características de la innovación dentro de las industrias: la primera consiste en sacar provecho de las innovaciones. Es decir, las empresas utilizan mecanismos basados en la apropiabilidad como secreto, o ventajas de first mover. La segunda tiene que ver con que el crecimiento de las empresas debido a la innovación está limitado por la producción ex ante, es decir, por su tamaño actual. Así, en la medida en que las empresas puedan vender sus innovaciones, o esperen un mayor crecimiento debido al gasto en innovación realizado, los rendimientos de la I+D y el gasto en innovación dependerán menos del tamaño.

Para comprobar la hipótesis Schumpeteriana (1942) se han llevado a cabo numerosos estudios en los últimos años, llegando a algunos hechos estilizados:

¹ Pavitt considera empresas grandes las de >10.000 trabajadores, medianas entre 2.000 y 9.999 trabajadores y pequeñas entre 500-1.000 trabajadores.

Hechos estilizados:

Hecho estilizado I. *La probabilidad de que una empresa realice I+D aumenta con el tamaño de la empresa, y se aproxima a uno para el rango de empresas más grandes, lo que sugiere:*

Hecho estilizado II. *Entre las industrias que realizan I+D dentro del mismo sector, esta aumenta monótonamente con el tamaño de la empresa en todos los rangos de tamaño, explicando el tamaño de las empresas más de la mitad de la variación intra-sectorial de la actividad de I+D.*

Hecho estilizado III. *Considerando solo a las empresas que realizan I+D, en la mayoría de los sectores no hay evidencia sistemática de la relación entre el tamaño y la elasticidad de la I+D con respecto al tamaño de la empresa, entre todo el rango de tamaño de empresas. Además en la mayoría de industrias no ha sido posible rechazar la hipótesis nula de que la I+D varía proporcionalmente con el tamaño a lo largo de la distribución del tamaño de empresas.*

La principal conclusión de esta literatura es que normalmente los esfuerzos de I+D no tienden a aumentar más, ni menos que proporcionalmente con el tamaño de la empresa.

Hecho estilizado IV. *Entre todas las empresas ejecutoras de I+D, el número de patentes o innovaciones por dólar decrece con el tamaño y/o con el nivel de I+D, y además las empresas pequeñas poseen un número desproporcionadamente grande de patentes e innovaciones en relación a su tamaño.*

Por lo tanto, existen una serie de acuerdos consensuados sobre la relación del gasto en innovación de las empresas y el tamaño de estas.

Como apuntaban Cohen y Klepper (1996), la I+D aumenta monótonamente con el tamaño de la empresa y proporcionalmente más en algún umbral de tamaño de estas. Además la I+D varía con el tamaño según industrias, llegando a explicar el tamaño más de la mitad de su variación. Estudios posteriores han demostrado que controlando los efectos de la industria, la relación es básicamente proporcional y además se distingue entre el tamaño de la empresa y el de la unidad de negocio. En la mayoría de los estudios, la hipótesis nula de proporcionalidad entre la I+D y el tamaño de la empresa,

no ha podido ser rechazada. Cohen et al. (1987) encontraron que más que el tamaño de la empresa en su conjunto, es el tamaño de la unidad de negocio lo que afecta a la probabilidad de realizar I+D.

Es importante destacar que la relación entre el tamaño y la I+D puede tener lugar a través de una serie de canales. Por ejemplo, podría suceder que las empresas más grandes tuviesen más facilidad para conseguir subvenciones públicas a la I+D y que estas subvenciones públicas incrementasen la cantidad de I+D realizada. En este trabajo se explorará la importancia de diversos canales.

Como ya se ha mencionado, otro de los acuerdos consensuados demostrado² es que las empresas más pequeñas representan una parte desproporcionada de las innovaciones en relación a su tamaño, y que la productividad de la I+D tiende a reducirse con el tamaño, argumentando que las empresas más pequeñas, sobre todo las nuevas, son capaces de innovar más que las grandes.

En definitiva, los estudios concluyen la existencia de una relación monótona y positiva entre el tamaño de las empresas y la I+D, que parece ser más o menos proporcional, una vez controlados los efectos de la industria. A su vez, destaca también la disminución de la productividad de la I+D con el tamaño de las empresas, y como explicación al mayor gasto en innovación de las grandes, frente a sus menores resultados relativos, destaca la ventaja de los costes de difusión que disfrutaban las empresas más grandes en forma de mayores retornos de la I+D.

² Scherer (1965a), Gellman Research Associates (1976, 1982), The Futures Group (1984), Pavit et al. (1987) y Acs y Audretsch (1988, 1990, 1991b)

4. LOS DATOS:

El desafío principal para cualquier contexto de investigación sobre la innovación, es cómo medir esta, directa o indirectamente. Para los análisis econométricos se suele preferir utilizar medidas directas de innovación, como lo son los indicadores, por ejemplo: el número de patentes. Estas medidas directas podrán ser objetivas o subjetivas. Desde los años setenta, la medición subjetiva de la innovación se ha hecho más popular. En lugar de centrarse en el output, se considera la innovación como una serie de datos y actividades relacionadas con esta, que se recogen a través de encuestas basadas en empresas, como es el caso de este trabajo.

Por ello en este trabajo se utiliza la base de datos del Panel de Innovación Tecnológica, que permite el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas, resultado del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

PI TEC está compuesto por datos de panel. El horizonte temporal del trabajo se basa en el año 2011, siendo el penúltimo año con información disponible en la base de datos Encuesta sobre Innovación a las empresas que se ha utilizado para este trabajo.

La muestra de la Encuesta está compuesta por las empresas de más de 200 trabajadores, y por las empresas con y sin gasto en I+D interna, I+D externa sin gastos de I+D interna, y las que no gastan en innovación, con un total de 10.074 empresas en 2011. Para este trabajo se han seleccionado aquellas empresas que gastan en innovación, no solo en I+D, resultando un número de observaciones de 5.135 empresas.

Los gastos totales en innovación que no son I+D, son las innovaciones tecnológicas. Es decir, productos (bienes o servicios) o procesos, nuevos o sensiblemente mejorados introducidos en el mercado. Por ello la innovación se basa en los resultados de nuevos desarrollos tecnológicos, nuevas combinaciones de tecnologías existentes o en la utilización de otros conocimientos adquiridos por la empresa.

4.1 Las variables:

En la siguiente tabla N° 1 se detallan las variables que aparecen a lo largo del trabajo:

TABLA N° 1 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES:

Nombre:	Explicación:	Definición:
lgtinn	Gasto en innovación	Log gasto en innovación de las empresas
ltamano	Número de empleados	Log del número de empleados de la empresa Log del número de empleados de la empresa al cuadrado
lcifra	Cifra de negocios de la empresa	Log de la cifra de negocios de la empresa +1
ledad	Edad de la empresa	log(2012-año de creación)
sectin*	Sector de actividad	Conjunto de variables dummy sectoriales
eclases2	Empresa privada sin participación extranjera	Dummy que toma el valor 1 si la empresa es privada sin participación extranjera y 0 en otro caso
eclases3	Privada con participación <10% de capital extranjero	Dummy que toma el valor 1 si la empresa es privada con participación <10% de capital extranjero y 0 en otro caso
eclases4	Privada con participación >=10% y <50% de capital extranjero	Dummy que toma el valor 1 si la empresa es privada con participación >=10% y <50% de capital extranjero y 0 en otro caso
eclases5	Privada con participación >=50% de capital extranjero	Dummy que toma el valor 1 si la empresa es privada con participación >=50% de capital extranjero
grupo	Pertenencia a un grupo de empresas	Dummy que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo y 0 en otro caso
exporta	Exportaciones	dummy (extracom+intracom) que toma el valor 1 si la empresa realiza exportaciones y 0 en otro caso
fin1	Financiación pública: Administraciones Locales o Autonómicas	Dummy que toma el valor 1 si la empresa recibe financiación pública de las Administraciones Locales o Autonómicas y 0 en otro caso
fin2	Financiación pública: Administración del Estado	Dummy que toma el valor 1 si la empresa recibe financiación pública de la Administración del Estado y 0 en otro caso
fin3	Financiación pública: UE	Dummy que toma el valor 1 si la empresa recibe financiación pública por parte de la UE y 0 en otro caso
lproductiv	Productividad de la empresa	Log[(cifra+1)/tamano]
pat	Solicitud de patentes	Dummy que toma el valor 1 si la empresa solicita una patente y 0 en otro caso
novedad	Novedad de producto	Dummy que toma el valor 1 si la empresa introduce un producto nuevo en el mercado y 0 en otro caso
innproc	Innovación de proceso	Dummy que toma el valor 1 si la empresa realiza innovación de proceso y 0 en otro caso
coopera	Cooperación con empresas	Dummy que toma el valor 1 si la empresa coopera con otras y 0 en otro caso
parque	Pertenencia a parque tecnológico	Dummy que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un parque y 0 en otro caso

5. EL MODELO:

Las medidas de innovación indirecta son a menudo usadas como variables dependientes. En nuestro trabajo, utilizamos como variable dependiente el gasto total en innovación que realizan las empresas. A su vez, suelen usarse deflatores del tamaño, como el total de ventas, bienes o número de trabajadores.

El regresor principal debe ser alguna medida del tamaño de las empresas, puesto que la pregunta principal que queremos responder en este trabajo, es como ya se ha mencionado, qué efecto tiene el tamaño en el gasto en innovación. Se utiliza por tanto en este trabajo como variable dependiente: el número de trabajadores y la cifra de volumen de negocios en una comparación posterior.

Un primer análisis exploratorio se corresponde con la regresión (1) que relaciona el gasto total en innovación de las empresas con el número de empleados, como medida del tamaño de la empresa.

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano \quad (1)$$

A lo largo del trabajo se detalla con más precisión esta relación existente entre el gasto en innovación y el tamaño, mediante una regresión jerárquica: descripción univariante, multivariante, de controles y por último los canales.

Tras la descripción univariante para explicar mejor el modelo, incorporamos en la regresión variables denominadas control, las cuales afectan al gasto en innovación y no están causadas por el tamaño. A estas regresiones las denominamos regresión multivariante. Por último incluimos todas las variables juntas o de controles, y las variables incorporadas son: edad de la empresa, sector de actividad, tipo de empresa y grupo.

Posteriormente se introducen una serie de canales, que como su propio nombre indica, son variables que a través del tamaño influyen en el gasto total en innovación de las empresas. A estas regresiones las denominamos regresión con canales y estos son: exportaciones, financiación, productividad, cooperación, novedad e innovación de proceso, y pertenencia a un parque tecnológico.

6. ANÁLISIS EMPÍRICO:

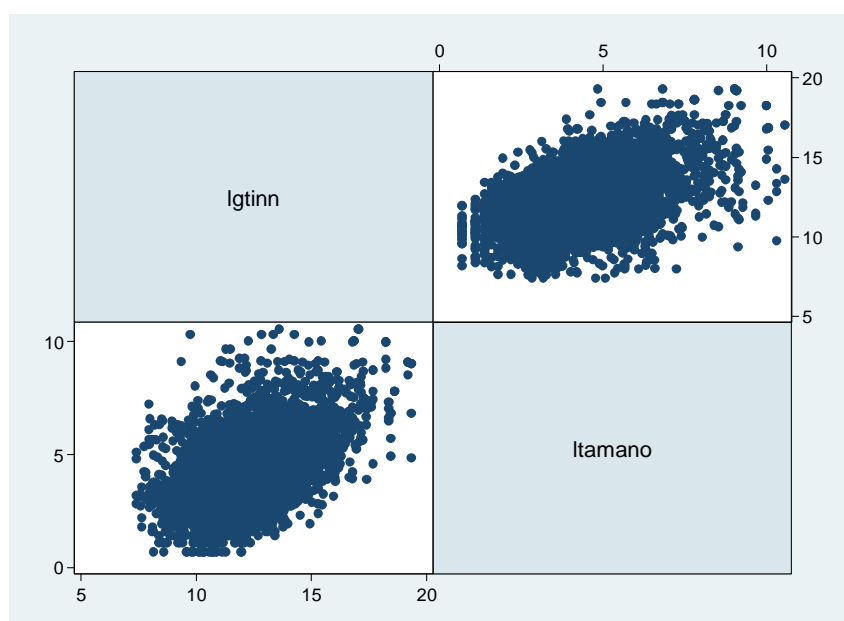
6.1 El modelo univariante:

El trabajo empieza analizando qué relación existe entre la variable dependiente, gasto total en innovación de las empresas, y la variable independiente, número de empleados, utilizando esta como una medida del tamaño de las empresas. Puesto que por definición de la encuesta todas las empresas tienen al menos un empleado, utilizamos el logaritmo neperiano de esta variable, para estimar la elasticidad. Para no confundir el análisis del efecto sobre la probabilidad de gastar en innovación con el efecto sobre cuánto se gasta en innovación, restringimos nuestra muestra, de tal forma que solo tengamos en cuenta aquellas que sí realicen gastos en innovación, y no solo en I+D. Al igual que para la variable independiente, tomamos el logaritmo neperiano, y obtenemos como resultado de la estimación la elasticidad del gasto en innovación en relación al tamaño.

Presentamos a continuación el Gráfico N° I donde se representa la relación que existe entre $lgtinn$ y $ltamano$.

A su vez encontramos una correlación positiva entre $lgtinn$ y $ltamano$ igual a 0.5021.

GRÁFICO N° I: RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS Y SU GASTO EN INNOVACIÓN



Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

Una vez descrita la relación existente entre el gasto en innovación y el tamaño gráficamente, pasamos a describir los resultados empíricos de esta más detalladamente:

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano \quad (1)$$

Como puede observarse en la Tabla N° 1, el resultado de la estimación (1) nos muestra que un aumento de un 1% en el tamaño de la empresa se relaciona con un aumento esperado del gasto en innovación de las empresas de 0,556%, significativo a todos los niveles habituales.

Por lo tanto, la elasticidad del gasto en innovación en relación al tamaño de las empresas es de 0,55. Además realizado el test (adjunto Test I), podemos afirmar que el aumento en el gasto en innovación de las empresas es menos que proporcional al aumento del tamaño.

6.2 El modelo multivariante: los controles

Una vez realizado el análisis simple entre el gasto total en innovación y el tamaño, pasamos a introducir en el modelo controles que ayuden a explicar este. Sospechamos que existen variables que afectan también al gasto en innovación y que podrían estar relacionadas con el tamaño, pero no causadas por este, por lo cual podríamos estimar el efecto del tamaño de manera insesgada y comprobar si el efecto del tamaño sobre el gasto en innovación se estaba sobrevalorando, infravalorando o era correcto. Los resultados están representados en la siguiente Tabla N°2. Los controles del modelo son:

- **La edad:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 ledad \quad (2)$$

Existen divergencias sobre la relación entre la edad de las empresas y el gasto en innovación, puesto que existen autores que afirman que las empresas jóvenes son más innovadoras, y que a medida que envejecen se hacen menos receptivas a las oportunidades tecnológicas y por ello gastan menos en innovación. En cambio otros autores apuntan lo contrario, que las empresas más adultas están más capacitadas para la acumulación de conocimiento innovador y experiencia, por learning by doing, y que como resultado de ello, generan más innovación que las pequeñas. La razón de controlar

por edad es que las jóvenes suelen ser pequeñas y no queremos atribuirle al tamaño lo que es de la edad.

Introducimos por tanto la variable edad en el modelo (2) creada mediante la diferencia entre el año 2012 y el momento de creación de la empresa, en logaritmos.

Observamos en la Tabla N°2 que un aumento de un 1% en la edad de la empresa, reduce el gasto total en innovación en aproximadamente un 0,2%. A su vez podemos decir, que el efecto del tamaño sobre el gasto en innovación varía en tres décimas al introducir edad como una segunda variable explicativa, pasando de una elasticidad de 0,55 a 0,58.

- **Sector de actividad:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 eactin \quad (3)$$

Esta variable describe los sectores de actividad a los que se dedican las empresas de la muestra según el CNAE-2009, con un total de 44 ramas de actividad. Para su análisis creamos una variable dummy para cada rama de actividad, y la introducimos en el modelo (3) donde se han omitido por comodidad de la tabla.

Controlar por el sector es importante puesto que hay sectores donde las empresas son más grandes, por ejemplo porque se requieran más costes fijos, o más intensivas en innovación, como puede ser el sector del software, y no queremos atribuirle al tamaño lo que es del sector.

Como resultados obtenemos un incremento de la elasticidad del gasto en innovación respecto del tamaño, pasando de 0,55 a 0,58 una vez controlada la rama de actividad. Es decir, a igual rama de actividad de las empresas, el tamaño explica algo más el gasto en innovación.

- **Tipo de empresa:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 eclasen \quad (4)$$

Esta variable hace referencia a la clase de empresa que se está analizando. Es decir, clasifica las empresas según sean públicas (*eactin1*), privadas sin participación

extranjera (eactin2), privadas con una participación igual o superior al 50% de capital extranjero (eactin5), o asociaciones de investigación (eactin6). Se dejan fuera de la regresión como referencia, las empresas públicas (eactin1) y las asociaciones de investigación (eactin6).

Para su análisis al igual que con el sector de actividad, creamos una variable dummy para cada tipo de empresa, y las introducimos como regresores en el modelo (4).

Se han introducido estas variables como control puesto que el gasto en innovación varía también en función del tipo de empresa.

Como vemos, una vez controlado el tipo de empresa, la elasticidad del gasto en innovación respecto del tamaño se ve algo reducido en aproximadamente 0,03 puntos porcentuales. El efecto de ser una empresa privada sin participación extranjera (eactin2), o una empresa privada con participación entre el 10 y el 50%, o superior al 50% del capital extranjero, (eactin4 y eactin 5 respectivamente), y no de las de la referencia, tiene un efecto negativo en el gasto en innovación. Esto es lógico, puesto que indica que el efecto esperado en el gasto en innovación de ser una de las anteriores empresas y de no ser una empresa pública o una asociación de investigación, es negativo, ya que son estas últimas las que mayor gasto en innovación suelen acometer. Por otro lado el efecto de ser una empresa privada con participación inferior al 10% de capital extranjero y no una empresa pública o una asociación de investigación, supone un incremento de 0,3% en el gasto en innovación de las empresas.

- **Grupo:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 grupo \quad (5)$$

Grupo es una variable dummy que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo de empresas, y 0 si no.

Puesto que la literatura indica que el gasto en I+D está afectado por el tamaño de la unidad de negocio, más que por el tamaño de las empresas en su conjunto, se ha introducido esta variable para comprobar el efecto que tiene sobre el gasto en innovación la pertenencia a un grupo de empresas, frente al caso contrario.

Los resultados de la estimación del modelo (5) revelan que existe un efecto positivo en el gasto en innovación por pertenecer a un conjunto de empresas. Concretamente el efecto de pertenecer a un grupo de empresas frente al caso contrario, implica un aumento del 50% en el gasto de innovación. Además una vez controlado por grupo, el tamaño explica en menor medida el gasto en innovación, siendo el modelo donde más se reduce la elasticidad de entre los estudiados, pasando de 0,55 a 0,47.

Por lo tanto del modelo multivariante, podemos concluir con respecto a la relación del tamaño y el gasto en innovación de las empresas, que una vez introducidos los controles, la elasticidad apenas varía en cada modelo. Además el aumento del gasto en innovación es menos que proporcional al tamaño, una vez testado (Adjunto Test II).

En relación con las variables de control, las regresiones sugieren que:

A medida que las empresas envejecen, el gasto en innovación de estas tiende a reducirse.

Y que por lo general, el efecto de ser una empresa privada y no una empresa pública o asociación de investigación tiene un efecto negativo en el gasto en innovación.

Pero si ahora introducimos todos los controles en la misma regresión, vemos que existen algunas variaciones.

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 edad + \beta_3 eactin + \beta_4 eclasen + \beta_5 grupo \quad (6)$$

La elasticidad del gasto en innovación con respecto del tamaño, controlado por todas las anteriores variables, se reduce en 0,045. El efecto negativo de la edad de la empresa en el gasto en innovación se reduce significativamente una vez controlado por las demás variables. Los efectos del tipo de empresa se mantienen en signo, a excepción del efecto de ser una empresa privada con una participación en el capital extranjero entre el 10 y el 50% y no una pública o asociación de investigación, que pasa a tener signo positivo, aumentando el gasto en innovación un 18%. La pertenencia a un grupo de empresas mantiene el efecto positivo aunque en menor medida.

Resultados estimaciones modelo multivariante:

TABLA N° 2: RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS Y SU GASTO EN INNOVACIÓN I

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn
ltamano	0.556*** (36.30)	0.582*** (33.97)	0.587*** (38.01)	0.519*** (33.40)	0.479*** (27.47)	0.511*** (27.02)
ledad		-0.194*** (-4.76)				-0.021 (-0.55)
eclases2				-0.826*** (-6.37)		-0.188 (-1.56)
eclases3				0.003 (0.02)		0.304 (1.59)
eclases4				-0.214 (-1.14)		0.180 (1.08)
eclases5				-0.434** (-3.03)		-0.106 (-0.77)
grupo					0.508*** (10.13)	0.457*** (9.31)
_cons	10.128*** (160.41)	10.635*** (90.24)	9.951*** (156.60)	10.987*** (77.89)	10.215*** (160.80)	10.281*** (61.86)
N	5135	5135	5135	5135	5135	5135

Test

$B_{ltamano=1}$

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

7. DIAGNOSIS DEL MODELO:

Una vez descrita la relación existente entre el gasto en innovación de las empresas y su tamaño, analizamos los resultados de los contrastes más habituales, cuyos resultados se adjuntan al final del trabajo, para nuestro modelo principal:

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 edad + \beta_3 eactin * + \beta_4 eclasen * + \beta_5 grupo \quad (6)$$

Contraste de Heteroscedasticidad:

La varianza del término de error de nuestro modelo debe ser constante, puesto que de no serlo el estimador dejaría de ser eficiente. Para testarlo utilizamos el Contraste de Breusch-Pagan y obtenemos en el test un p-valor inferior a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula de no existencia de heteroscedasticidad. Es por ello que en todo el trabajo se han utilizado desviaciones típicas robustas. (Tablas adjuntas I y II)

Contraste de Normalidad:

El test de Shapiro-Wilk y el gráfico de los residuos, confirman que estos se distribuyen como una Normal. (Gráfico adjunto B)

Multicolinealidad:

Comprobamos si existen problemas de multicolinealidad, ya que no deberían aparecer combinaciones lineales entre los regresores del modelo. Con este test se calculan los factores de inflación de la varianza $VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}$, donde R_j es el coeficiente de determinación R^2 que explica el regresor j en función del resto de regresores. Para todos $VIF < 10$, por lo tanto no existen problemas de multicolinealidad. (Tabla adjunta III)

Contraste RESET:

Al introducir la variable Itamano elevada al cuadrado, observamos que no existe relación no lineal. (Tabla adjunta IV)

Valores influyentes:

Puesto que las observaciones atípicas pueden variar los resultados del modelo, analizamos el nuestro sin aquellas observaciones atípicas, y obtenemos aproximadamente los mismos resultados, de hecho y más importante, la elasticidad no varía. (Tabla adjunta V)

8. EL MODELO CON CANALES:

El siguiente paso siguiendo con la regresión jerárquica consiste en la introducción en el modelo de canales. Estas variables permiten al tamaño influir en el gasto en innovación, actuando como canal de influencia.

Los canales son variables que están parcialmente afectadas por el tamaño, pero que en este caso además están causadas por este, y consiguen así influir en el gasto total en innovación de las empresas. Un ejemplo claro es que las empresas más grandes pueden ser capaces de atraer más financiación, y que por ello consigan gastar más en innovación.

Los resultados de estas estimaciones podemos encontrarlos en la Tabla N°3. En ella se han introducido todos los controles anteriores, pero se omiten para estudiar con más claridad cómo varía el efecto del tamaño. Los canales que se han introducido en el modelo son:

- **Exportaciones:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 exporta \quad (7)$$

Exportaciones es una variable dummy que se ha construido mediante la suma de las exportaciones intracomunitarias y las extracomunitarias, tomando el valor 1 para aquellas empresas exportadoras y 0 para el resto.

Se sospecha que las empresas más grandes influidas por su mayor volumen de exportaciones, gastan más en innovación. Esto es, a mayor tamaño, mayor volumen de exportaciones, y mayor gasto en innovación por lo tanto.

Los resultados lo corroboran, puesto que el efecto esperado en el gasto en innovación de una empresa exportadora frente a una no exportadora es de 0,7%. La elasticidad en este caso, pasa de 0,511 a 0,547 al incorporar el canal exportaciones.

- **Financiación:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 f1 + \beta_3 f2 + \beta_4 f3 \quad (8)$$

Incorporamos esta variable a través de fina1-fina3. Estas son variables dummy de financiación pública diferenciadas según su procedencia: de las Administraciones Locales o Autonómicas (fina1), de la Administración del Estado (fina2) o de la Unión Europea (fina3). A diferencia de las dummy anteriores, en estas, la pertenencia a una de ellas no excluye de poder pertenecer a cualquiera de las otras.

La literatura señala que las empresas grandes suelen encontrar menos limitaciones de recursos financieros que las pequeñas. Por lo tanto, esta variable actúa de canal como las exportaciones, pero tiene un efecto aún mayor. Existe una relación positiva entre la financiación pública de las empresas y su tamaño. A mayor tamaño, mayor es el acceso a financiación del que disponen las empresas y mayor podrá ser el gasto en innovación al disponer de más recursos para poder llevarla a cabo.

De los tres tipos de financiación pública considerados vemos que la financiación pública de la Administración del Estado es con diferencia la que mayor incremento esperado del gasto total en innovación genera 112,2%. La elasticidad apenas varía, se mantiene en 0,51 puntos.

- **Productividad:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 lproductiv \quad (9)$$

Esta variable se ha creado mediante el logaritmo del cociente de la cifra de negocios entre el número de empleados.

Un incremento de 1% en la productividad de las empresas se relaciona con un aumento esperado del gasto total en innovación del 0,12%. En este caso, la elasticidad del gasto total en innovación con respecto del tamaño aumenta en 0,02 puntos porcentuales.

- **Solicitud de patentes:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 pat \quad (10)$$

Esta es una variable dummy que toma el valor 1 cuando la empresa solicita una patente, y 0 en el resto de los casos.

Se ha introducido esta variable como canal, puesto que una mayor dimensión de las empresas puede no incrementar su gasto total en innovación de por sí, pero sí por ser más grandes pueden solicitar más patentes, y por ello gastar más en innovación.

El aumento esperado del gasto total en innovación asociado a solicitar una patente, frente a no solicitarla, es de 101,4%. Nuevamente la elasticidad aumenta en 0,02 puntos porcentuales.

- **Novedad e innovación de proceso:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 novedad + \beta_3 innproc \quad (11)$$

Novedad es una variable dummy que toma el valor 1 si la empresa introduce un producto nuevo en el mercado y 0 en el resto. Por otro lado, innproc es una variable dummy que toma el valor 1 si la empresa realiza innovación de proceso, y 0 en el resto de casos.

Es común distinguir entre tipos de innovación: de producto o de proceso. La innovación de proceso o la introducción en el mercado de un producto nuevo, están influidas por el tamaño, y por lo tanto actúan como canal afectando al gasto total en innovación de las empresas, puesto que por ejemplo: las empresas más pequeñas suelen estar más dispuestas a innovar que las empresas grandes.

El resultado obtenido nos muestra que el aumento esperado del gasto total en innovación de introducir un nuevo producto en el mercado, frente a no hacerlo, es de 79%. Mientras que el efecto de llevar a cabo una innovación de proceso, frente al caso contrario, tiene un efecto esperado negativo, reduciendo el gasto en innovación un 14,8%. La elasticidad por su parte aumenta en aproximadamente 0,05 puntos.

- **Cooperación:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 coopera \quad (12)$$

La variable cooperación es una variable dummy que toma el valor 1 para aquellas empresas que han participado activamente con otras empresas en actividades de innovación en los últimos dos años, y el valor 0 para las que no. Introducimos esta variable como canal, puesto que una mayor dimensión de la empresa puede aumentar la probabilidad de cooperación con otras, y a través de esta se incrementa el gasto total en innovación.

El incremento esperado en el gasto total en innovación de una empresa que coopera frente a otra que no lo hace es del 90%. La elasticidad aumenta un 0,01 punto porcentual.

- **Parque tecnológico:**

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_2 parque \quad (13)$$

Esta es una variable dummy que toma el valor 1 para las empresas que se sitúan en un parque tecnológico o científico, y el valor 0 para el resto.

La ubicación de las empresas en un parque tecnológico puede estar causada por el tamaño de estas, haciendo que la presencia de las empresas en un parque haga aumentar su gasto en innovación.

Este es uno de los canales que mayor incremento esperado genera en el gasto total en innovación. Así, el incremento esperado del gasto en innovación por pertenecer a un parque tecnológico, frente a no, es de 111,4%. A su vez la elasticidad del gasto en innovación respecto del tamaño, al introducir el canal parque en la regresión, varía 0,06 puntos porcentuales.

La introducción de canales en el modelo, sigue sin apenas variar la relación del tamaño y el gasto en innovación de las empresas, puesto que la elasticidad únicamente varía en décimas. Además el incremento esperado del gasto total en innovación en puntos logarítmicos una vez introducidos los controles, sigue siendo menos que proporcional al aumentar el tamaño de la empresa. (Adjunto Test III).

En relación con los canales, las regresiones sugieren que:

El incremento esperado en el gasto total de innovación por pertenecer a un parque tecnológico, frente a no pertenecer es uno de los mayores.

El incremento esperado en el gasto total en innovación de recibir financiación pública por parte de la Administración del Estado, frente a no recibirla, es mayor que el de solicitar una patente, frente a no solicitarla.

El efecto de la cooperación, sobre el gasto total en innovación es mayor que el derivado de introducir un producto nuevo al mercado.

Ante un incremento de la productividad en un 1% el gasto total en innovación aumenta un 0,12%, mientras que una empresa exportadora, frente a una no exportadora, se relaciona con un incremento esperado del gasto en innovación del 0,7%.

**TABLA N° 3: RESULTADOS ESTIMACIONES MODELO CON CANALES:
RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS Y SU GASTO EN INNOVACIÓN II**

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn
ltamano	0.511*** (27.02)	0.547*** (36.18)	0.515*** (35.97)	0.536*** (33.68)	0.537*** (35.93)	0.559*** (36.79)	0.525*** (35.86)	0.568*** (37.32)	0.442*** (27.15)
exporta		0.007*** (10.16)							0.004*** (6.03)
fin1			0.542*** (12.86)						0.372*** (9.44)
fin2			1.122*** (27.24)						0.833*** (21.07)
fin3			0.638*** (8.96)						0.325*** (4.98)
lproductiv				0.126*** (4.20)					0.173*** (5.86)
pat					1.014*** (17.73)				0.350*** (7.69)
novedad						0.798*** (18.81)			0.439*** (12.13)
innproc						-0.148** (-3.25)			-0.091* (-2.44)
coopera							0.902*** (21.39)		0.276*** (7.15)
parque								1.114*** (13.56)	0.276*** (4.26)
_cons	10.281*** (61.86)	9.994*** (158.43)	9.724*** (166.59)	8.717*** (25.59)	10.051*** (164.17)	9.882*** (153.60)	9.859*** (160.13)	9.992*** (157.94)	7.589*** (22.07)
N	5135	5135	5135	5129	5135	5135	5135	5135	5135

t statistics in parentheses
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

En la última columna de la Tabla N°3 encontramos la regresión (14) donde se muestran los resultados de introducir en la misma regresión todos los controles junto todos los canales anteriores simultáneamente.

$$\begin{aligned} lgtinn = & \beta_0 + \beta_1 ltamano + \beta_1 ledad + \beta_2 eactin * + \beta_3 eclasen * + \beta_4 grupo \\ & + \beta_5 exporta + \beta_6 fina1 - fina3 + \beta_7 lproductividad + \beta_8 pat \\ & + \beta_9 novedad + \beta_{10} innproc + \beta_{11} coopera + \beta_{12} parque \end{aligned} \quad (14)$$

Los resultados de esta regresión van en la misma dirección que las anteriores en cuanto a signo, pero la magnitud de los coeficientes varía una vez que se controla por el resto de canales y controles.

Lo relevante de esta estimación es la variación ocurrida en la relación del tamaño de las empresas y su gasto en innovación. Así, el incremento esperado del gasto en innovación al aumentar el tamaño en un 1%, es de un 0,44% en (14) al controlarlo por canales y controles.

La elasticidad del gasto en innovación con respecto al tamaño derivada de la introducción de controles en el modelo, regresión (6) era de 0,511.

Al controlar la regresión anterior por los canales, esta elasticidad se ve reducida en 0,071 puntos porcentuales, pasando a ser igual a 0,44 en (14).

En relación a los canales, la regresión de todas agregadas simultáneamente sugiere que:

Las exportaciones tienen un efecto ahora más pequeño que en la regresión sin controles. Han pasado de incrementar el gasto en innovación en 0,7% a 0,4%.

El efecto esperado de la financiación pública sobre el gasto en innovación sigue siendo mayor que el de la solicitud de patentes, incluyendo los controles. Ahora también es mayor el efecto de la financiación por parte de las Administraciones Locales o Autonómicas (fina1).

El incremento esperado del gasto total en innovación derivado de un aumento de la productividad en un 1% es un 0,05% mayor que en la regresión (9).

El efecto de la innovación de proceso sobre el gasto en innovación es menos negativo que en la regresión (11).

Pertenecer a un parque tecnológico frente a no pertenecer reduce en gran medida el incremento esperado en el gasto en innovación que tenía en la regresión (13).

9. ROBUSTNESS CHECK:

Para hacer un análisis más completo de la relación entre el tamaño de las empresas y su gasto en innovación, se ha realizado el mismo análisis jerárquico anterior, pero midiendo el tamaño de las empresas de manera alternativa. En vez de medir el tamaño de estas a través de su número de empleados, en esta sección se mide a través de su cifra de negocios. Por ello nuestra variable independiente principal pasa a ser ahora la cifra de negocios de las empresas, calculada a través del logaritmo neperiano de la cifra de negocios +1, puesto que existe un número no despreciable de empresas para las que este gasto es igual a 0.

9.1 El modelo univariante:

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 lcifra \quad (1')$$

En un primer análisis exploratorio obtenemos que la correlación entre el gasto total en innovación y la cifra de negocio de las empresas es de 0,47. Resulta inferior a la correlación existente del gasto en innovación y el número de empleados que es de 0,50. (Gráfico A adjunto)

La elasticidad del gasto en innovación con respecto al tamaño, la cifra de negocios, es en esta primera regresión igual a 0,388. Por lo tanto inferior a la obtenida cuando se estudia la relación desde el número de empleados.

En la regresión jerárquica que sigue, obtendremos la misma conclusión: la elasticidad es inferior cuando medimos el tamaño con la variable cifra de negocios en vez del número de empleados.

9.2 El modelo multivariante: los controles

$$lgtinn = \beta_0 + \beta_1 lcifra + \beta_2 ledad + \beta_3 eactin + \beta_4 eclasen + \beta_5 grupo \quad (6')$$

Como en el apartado 6.2 en esta sección estudiamos el efecto de aquellas variables que pudiendo estando relacionadas con el tamaño, no están causadas por este, pero se sospecha que podrían influir en el gasto total en innovación y por ello las introducimos en el modelo, para no atribuir a la cifra de negocios efectos que no son suyos propios, y no ofrecer así efectos sesgados del tamaño.

Los resultados de las estimaciones que se adjuntan en la Tabla N°4 son parecidos a los obtenidos anteriormente.

Pero a diferencia del anterior modelo multivariante, donde apenas variaba el valor de la elasticidad al estudiar los controles de forma aislada, puesto que en todas las regresiones oscilaba en torno al 0,5 aquí, sí podemos decir que la elasticidad varía más al estudiar cada control de forma aislada, oscilando la variación entre 0,32 y 0,44 puntos porcentuales.

A su vez, en la última regresión obtenemos el valor de la elasticidad, una vez controlada por las variables de control: edad, eactin, eclasen y grupo. En esta regresión (6') la elasticidad aumenta 0,1 puntos porcentuales con respecto a la elasticidad inicial del modelo (1').

Cuando comparábamos esta elasticidad del gasto total en innovación respecto del número de empleados y no la cifra de negocios, en el apartado 6.2, esta se veía reducida en 0,045 puntos porcentuales, al compararla regresión (1) y con la (6).

Por lo tanto, cuando medimos la relación tamaño de las empresas y su gasto en innovación, la elasticidad obtenida es menor cuando medimos el tamaño con la cifra de negocios, que cuando lo hacemos con el número de empleados.

A su vez, cuando comparamos la relación simple del tamaño y el gasto en innovación (1') con el efecto de controlar esta relación mediante las variables de control (6'), en el

caso de la cifra de negocios, este coeficiente aumenta, explicando en mayor medida la cifra de negocios los incrementos esperados del gasto en innovación. Mientras que en el caso del número de empleados, al realizar la misma comparación, de (1) con (6), el efecto del número de empleados en esta última regresión, explica en menor medida los incrementos esperados del gasto en innovación. Pero aun así, la elasticidad en esta última, con el número de empleados, sigue siendo mayor a la de la cifra de negocios.

Resultados estimaciones modelo multivariante:

TABLA N° 4: RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS (CIFRA DE NEGOCIOS) Y SU GASTO EN INNOVACIÓN I

	(1')	(2')	(3')	(4')	(5')	(6')
	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn
lcifra	0.388*** (24.49)	0.414*** (23.30)	0.447*** (27.15)	0.373*** (22.44)	0.324*** (17.58)	0.392*** (18.56)
ledad		-0.226*** (-5.32)				-0.044 (-1.09)
eclases2				-1.274*** (-9.68)		-0.504*** (-4.18)
eclases3				-0.403 (-1.91)		-0.001 (-0.01)
eclases4				-0.608** (-3.13)		-0.115 (-0.69)
eclases5				-0.914*** (-6.11)		-0.466*** (-3.42)
grupo					0.547*** (9.10)	0.450*** (7.60)
_cons	6.239*** (24.21)	6.552*** (25.60)	5.276*** (20.03)	7.623*** (26.97)	7.015*** (25.00)	6.554*** (21.02)
N	5135	5135	5135	5135	5135	5135

Test

$B_{\text{tamano}=1}$

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

9.3 Diagnosis del modelo:

Al igual que en la sección anterior se han realizado los contrastes más habituales para la regresión con controles (6'), cuyos resultados se adjuntan al final del trabajo.

Contraste de Heteroscedasticidad:

Utilizando nuevamente el Contraste de Breusch-Pagan, obtenemos en el test un p-valor inferior a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula de no existencia de heteroscedasticidad. Es por ello que en todo el trabajo se han utilizado desviaciones típicas robustas. (Tablas adjuntas **VI y VII**)

Contraste de Normalidad:

El test de Shapiro-Wilk y el gráfico de los residuos, confirman que estos se distribuyen como una Normal. (Gráfico adjunto C)

Multicolinealidad:

Nuevamente comprobamos si existen problemas de multicolinealidad. Para todas las variables $VIF < 10$, por lo tanto no existen problemas de multicolinealidad. (Tabla adjunta **VIII**)

Contraste RESET:

Al introducir la variable lcifra elevada al cuadrado, observamos que no existe relación no lineal. (Tabla adjunta **IX**)

Valores influyentes:

Como se ha explicado las observaciones atípicas pueden variar los resultados del modelo, y es por ello que analizamos la regresión (6') sin aquellas observaciones atípicas, y obtenemos que los resultados no varían excesivamente. (Tabla adjunta X)

9.4 El modelo con canales:

Al igual que en la sección 8, introducimos para este nuevo modelo aquellas variables que a través del tamaño actúan como canal influyendo en el gasto en innovación. No se considera la variable productividad como canal por su alta relación con la cifra de negocios.

$$\begin{aligned} lgtinn = & \beta_0 + \beta_1 lcifra + \beta_1 ledad + \beta_2 eactin * + \beta_3 eclasen * + \beta_4 grupo \\ & + \beta_5 exporta + \beta_6 fina1 - fina3 + \beta_7 pat + \beta_8 novedad \\ & + \beta_9 innproc + \beta_{10} coopera + \beta_{11} parque \end{aligned} \quad (14')$$

Los resultados de la estimación se presentan en la siguiente Tabla N° 5. Estos van en la misma dirección que los obtenidos en el modelo con canales del apartado 8, puesto que no varían en signo. Pero es cierto que la elasticidad obtenida nuevamente es menor. Tal es así, que tanto introduciendo en el modelo cada canal por separado, como conjuntamente esta es menor que la obtenida al considerar como medida del tamaño el número de empleados.

Cabe destacar que la elasticidad de los modelos que incorporan por separados los canales: exportaciones, tipos de financiación pública y solicitud de patentes, apenas varían en elasticidad, 0,378 0,375 y 0,376 respectivamente.

A su vez el incremento esperado en el gasto en innovación, cuando se incorpora a la regresión simple la pertenencia a un parque tecnológico frente a no, aumenta. De este

modo se obtiene la elasticidad más elevada de la Tabla N° 5, 0,407 puntos porcentuales, que aun así sigue siendo inferior incluso que la elasticidad más baja de la Tabla N° 3.

Por lo tanto podemos decir, que nuevamente la elasticidad del gasto en innovación respecto del tamaño es inferior tanto introduciendo cada canal por separado, como introduciéndolos simultáneamente en la misma regresión cuando se mide el tamaño como cifra de negocios frente al número de empleados. Puesto que en (14') el incremento esperado del gasto en innovación, al aumentar el tamaño un 1%, una vez controlado por todos los canales, es del 0,33%, frente al 0,44% de la regresión (14).

**TABLA N° 5: RESULTADOS ESTIMACIONES CON CANALES:
RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS (CIFRA DE NEGOCIOS) Y SU GASTO EN INNOVACIÓN II**

	(6') lgtinn	(7') lgtinn	(8') lgtinn	(10') lgtinn	(11') lgtinn	(12') lgtinn	(13') lgtinn	(14') lgtinn
lcifra	0.392*** (18.56)	0.378*** (23.66)	0.375*** (25.43)	0.376*** (24.92)	0.388*** (23.70)	0.368*** (23.99)	0.407*** (25.26)	0.335*** (16.83)
exporta		0.005*** (6.59)						0.003*** (4.67)
final			0.579*** (13.14)					0.375*** (9.28)
final2			1.143*** (26.98)					0.856*** (21.02)
final3			0.829*** (10.82)					0.380*** (5.60)
pat				1.060*** (16.78)				0.363*** (7.60)
novedad					0.807*** (18.56)			0.437*** (11.84)
innproc					-0.084 (-1.76)			-0.048 (-1.25)
coopera						0.937*** (21.76)		0.267*** (6.84)
parque							1.288*** (14.00)	0.292*** (4.35)
_cons	6.554*** (21.02)	6.292*** (24.49)	5.835*** (24.55)	6.270*** (25.82)	5.965*** (22.88)	6.157*** (24.85)	5.837*** (22.19)	6.128*** (21.15)
N	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135	5135

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

10. CONCLUSIONES:

En este trabajo se trataba de dar respuesta a la pregunta que se planteaba al comienzo: ¿Cuál es la relación entre el tamaño de las empresas y su gasto total en innovación?

Como era de esperar, se ha encontrado una relación entre ambas variables: la elasticidad del gasto en innovación con respecto del tamaño. Estudiando esta elasticidad mediante nuestro análisis de regresiones jerárquicas, hemos visto que al introducir en la relación simple las variables de control simultáneamente, el tamaño explica en menor medida los incrementos esperados en el gasto en innovación de las empresas.

Lo mismo sucede al controlar esta relación además de por los controles por los canales de influencia, donde se reduce aún más la elasticidad con respecto al primer análisis exploratorio simple.

Esta elasticidad de la regresión simple igual a 0,55 pasa a ser de 0,51 puntos una vez que se incorporan los controles, y de 0,44 puntos porcentuales cuando además de controlar por las anteriores, se controla también por los canales. Por ello la elasticidad tras incorporar los controles se reduce en torno a un 10%, mientras que lo hace un 15% adicional una vez se incorporan los canales.

La conclusión más importante de este estudio guarda relación con las discusiones existentes en la literatura empírica sobre el tema, donde se discutía si el incremento esperado del gasto en innovación era más o menos que proporcional a los aumentos del tamaño. En este trabajo se ha comprobado para los datos utilizados, que en el caso español el aumento que se da es menos que proporcional.

Además para un estudio más completo, se ha estudiado la misma relación desde dos perspectivas distintas del tamaño: el número de empleados como regresor principal, y en una comparación posterior la cifra de negocios de las empresas. Concluimos de la comparación, que la elasticidad es mayor cuando se considera como medida del tamaño el número de empleados, frente a la cifra de negocios.

Por lo tanto, además de ser inferior a la unidad el incremento esperado en el gasto en innovación al aumentar el tamaño, es inferior aun al considerar la cifra de negocios como regresor principal.

La elasticidad de la regresión simple igual a 0,38 pasa a ser de 0,39 puntos al incorporar los controles de forma simultánea y después de 0,33 puntos porcentuales al controlar además de por los anteriores, por los canales.

Por lo tanto, en España la elasticidad del gasto en innovación con respecto del tamaño es inferior a la unidad, y esta es más pequeña aun cuando se considera como medida del tamaño la cifra de negocios, que cuando se considera el número de empleados.

11. REFERENCIAS:

ALBERT EINSTEIN (1940) tomado de: «Manual de Economía de la Innovación» de Mikel Buesa y Joost Heist. IAIF (2013).

BRONWYN H. HALL y NATHAN ROSENBERG (2010): «Introduction to the Handbook». *Handbook of Economics of Innovation*, vol. 01, pp. 1 – 9.

JACQUES MAIRESSE y PIERRE MOHNEN (2010) «Using innovation surveys for econometric analysis». *Handbook of Economics of Innovation*, vol. 02 pp. 1130 – 1151

OCDE (2005): «Manual de Oslo. Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Directrices propuestas para recabar e interpretar datos de la innovación tecnológica».

SHANGQUIN HONG, LES OXLEY University of Waitkato y PHILIP MCCANN, University of Groningen (2012): «A survey of the innovation surveys». *Journal of Economic Surveys*, vol. 26 nº 3, pp. 420 – 444.

WESLEY M. COHEN y STEVEN KLEPPER (1996): «A Reprise of Size and R&D». *Wiley on behalf of the Royal Economic Society*, vol. 106 nº 437, pp. 925 – 951.

WESLEY M. COHEN (2010): «Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance». *Handbook of Economics of Innovation*, vol. 01 pp. 132 – 154

XIAO CHEN, PHILIP B. ENDER, MICHAEL MITCHELL y CHRISTINE WELLS (2003): «Regression diagnostics». *Regression with Stata. UCLA: Statistical Consulting Group. IDRE: Institute for Digital Research and Education*, from: <http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/webbooks/reg/chapter2/statareg2.htm> (visitada 08 de mayo 2015).

12. TABLAS Y GRÁFICOS ADJUNTOS:

Test I:

Test Itamaño=1

$$F(1, 5133) = 842.38$$

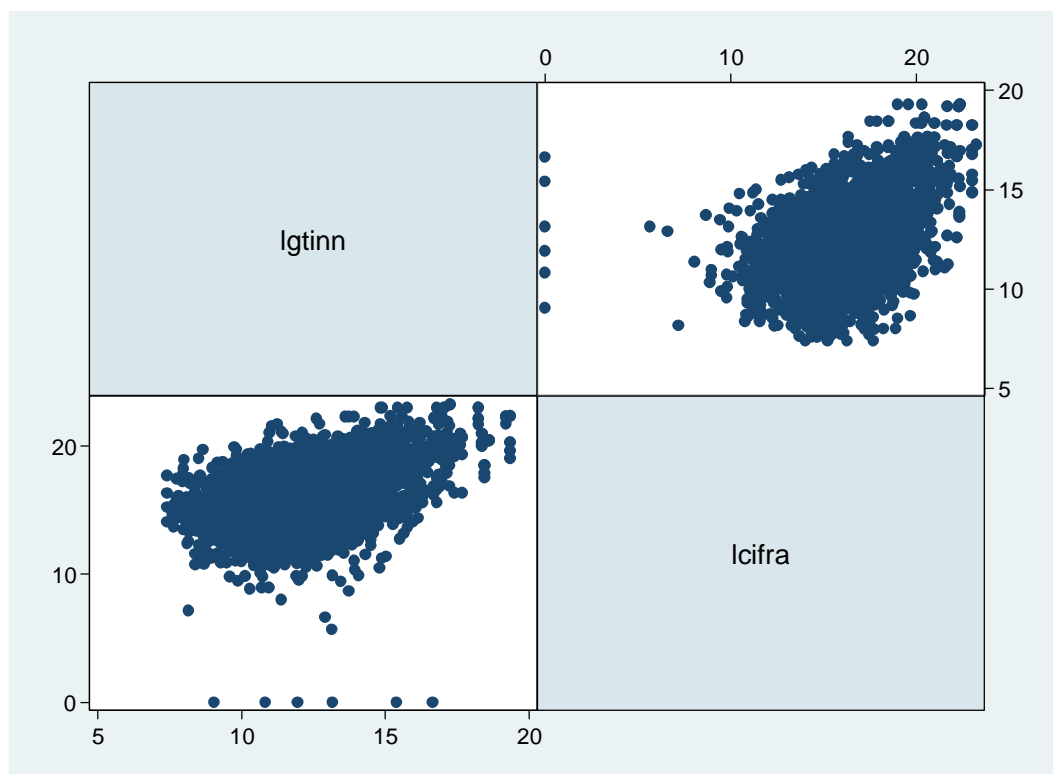
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Test II:

$$F(1, 5097) = 949.20$$

$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Gráfico A (*Graph matrix lgtinn lcifra*)



Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

Tablas adjuntas contrastes Main Model (6):

Tabla I:
Relación del gasto innovación y tamaño con problema de heteroscedasticidad

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn
ltamano	0.556*** (41.60)	0.582*** (40.70)	0.587*** (44.57)	0.519*** (37.39)	0.479*** (31.55)	0.511*** (32.11)
ledad		-0.194*** (-5.08)				-0.021 (-0.58)
eclases2				-0.826*** (-8.11)		-0.188 (-1.80)
eclases3				0.003 (0.02)		0.304 (1.69)
eclases4				-0.214 (-1.32)		0.180 (1.15)
eclases5				-0.434*** (-3.78)		-0.106 (-0.88)
grupo					0.508*** (10.25)	0.457*** (9.38)
_cons	10.128*** (165.17)	10.635*** (90.80)	9.951*** (160.98)	10.987*** (93.37)	10.215*** (166.64)	10.281*** (66.70)
N	5135	5135	5135	5135	5135	5135

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

Tabla II:
Contraste de Breusch-Pagan para heteroscedasticidad:

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

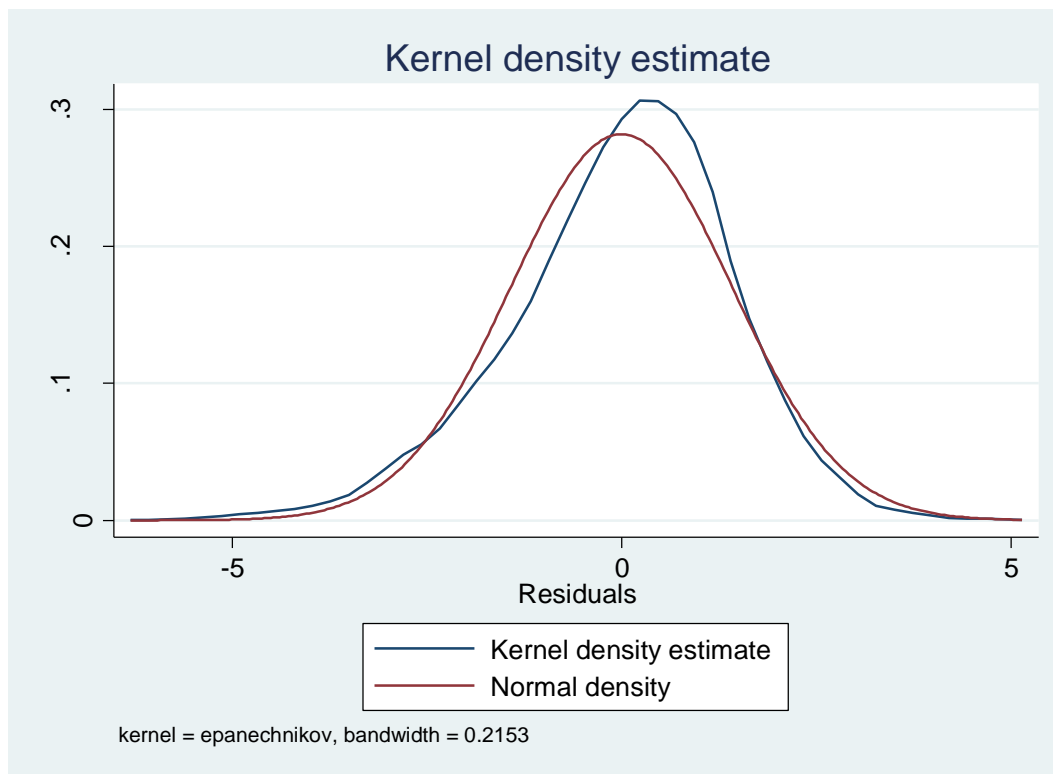
Ho: Constant variance

Variables: fitted values of lgtinn

chi2(1) = 100.74

Prob > chi2 = 0.0000

Gráfico B:
Gráfico Normalidad Residuos



Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

Tabla III:
Contraste de multicolinealidad:

Variable	VIF	1/VIF			
eactin27	1.04	0.959103			
eactin42	1.04	0.959270			
eactin5	1.04	0.965317			
eactin44	1.03	0.967551			
eactin15	1.03	0.968368			
eactin25	1.02	0.978176			
eactin1	1.02	0.980985			
eactin33	1.02	0.983813			
eactin28	1.01	0.986124			
eactin32	1.01	0.987820			
eactin23	1.01	0.988325			
eactin8	1.01	0.989576			
eactin7	1.01	0.990258			
eactin10	1.01	0.990773			
eactin22	1.01	0.992005			
eactin21	1.01	0.992374			
eactin2	1.01	0.993787			
eactin3	1.01	0.994034			
-----+					
Mean VIF	1.31				
eclases2	4.89	0.204650			
eclases5	4.26	0.234666			
ltamano	1.71	0.585199			
eclases4	1.67	0.598166			
grupo	1.51	0.662604			
eclases3	1.45	0.690464			
edad	1.26	0.793330			
eactin38	1.24	0.805829			
eactin19	1.10	0.910853			
eactin36	1.08	0.922563			
eactin20	1.08	0.926990			
eactin16	1.07	0.931379			
eactin30	1.07	0.932486			
eactin13	1.06	0.941693			
eactin12	1.05	0.949292			
eactin29	1.05	0.953097			
eactin18	1.05	0.954156			
eactin14	1.05	0.955501			

Tabla IV:
Contraste RESET

	(1)
	lgtinn
ltamano	0.487*** (8.00)
ltamano2	0.002 (0.35)
ledad	-0.014 (-0.38)
eclasen2	-0.190 (-1.57)
eclasen3	0.301 (1.58)
eclasen4	0.179 (1.08)
eclasen5	-0.107 (-0.78)
grupo	0.459*** (9.40)
_cons	10.309*** (56.18)
<i>N</i>	5134

t statistics in parentheses
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Tabla V:
Main Model sin atípicos

	(1)
	lgtinn
ltamano	0.510*** (30.43)
ledad	-0.057 (-1.72)
eclasen2	-0.440*** (-4.46)
eclasen3	0.139 (0.95)
eclasen4	0.114 (0.84)
eclasen5	-0.338** (-2.95)
grupo	0.458*** (10.14)
_cons	10.656*** (76.51)
<i>N</i>	4810

t statistics in parentheses
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: ambas tablas elaboración propia a partir de datos PITEC

Tablas adjuntas contrastes Main Model (6'): (cifra de negocios)

Tabla VI:
Relación del gasto innovación y tamaño con problema de heteroscedasticidad

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn	lgtinn
lcifra	0.388*** (38.29)	0.414*** (37.46)	0.447*** (43.96)	0.373*** (35.34)	0.324*** (27.73)	0.392*** (31.51)
ledad		-0.226*** (-5.69)				-0.044 (-1.19)
eclases2				-1.274*** (-12.40)		-0.504*** (-4.87)
eclases3				-0.403* (-2.10)		-0.001 (-0.01)
eclases4				-0.608*** (-3.68)		-0.115 (-0.73)
eclases5				-0.914*** (-7.72)		-0.466*** (-3.90)
grupo					0.547*** (10.68)	0.450*** (9.16)
_cons	6.239*** (37.73)	6.552*** (37.70)	5.276*** (32.22)	7.623*** (39.84)	7.015*** (39.19)	6.554*** (30.42)
N	5135	5135	5135	5135	5135	5135

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

Tabla VII:
Contraste de Breusch-Pagan para heteroscedasticidad

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

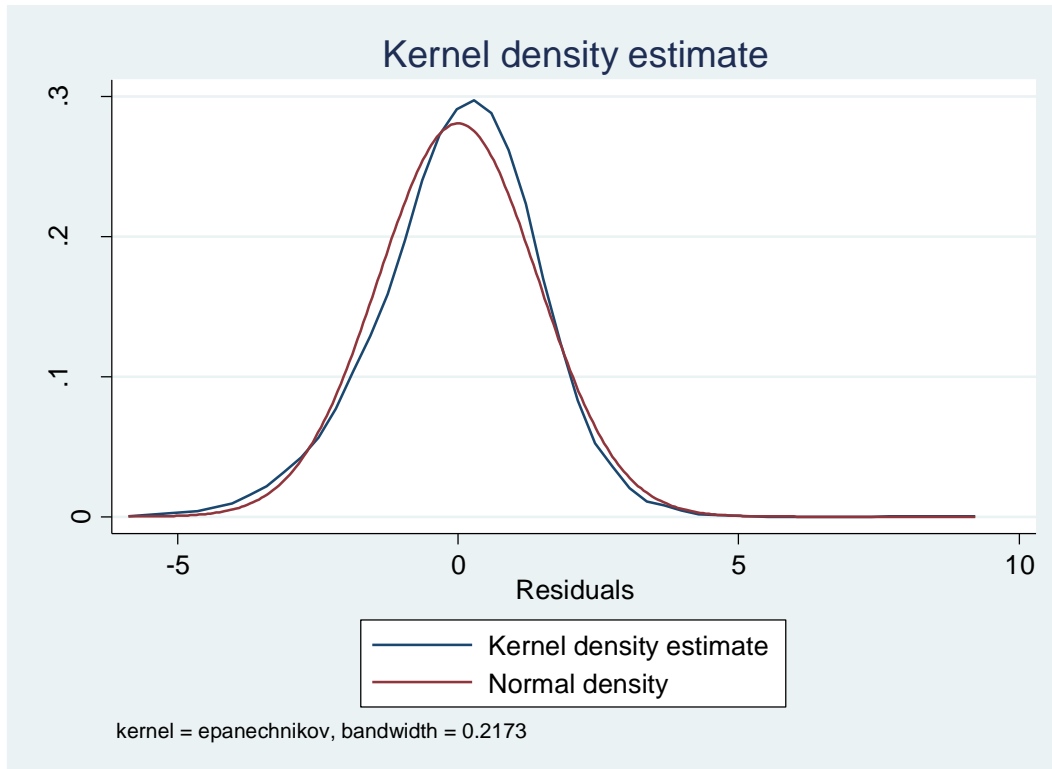
Ho: Constant variance

Variables: fitted values of lgtinn

chi2(1) = 4.98

Prob > chi2 = 0.0256

Gráfico C:
Gráfico Normalidad Residuos



Fuente: elaboración propia a partir de datos PITEC

Tabla VII:
Contraste de multicolinealidad:

Variable	VIF	1/VIF
eactin15	1.05	0.956519
eactin27	1.05	0.956756
eactin5	1.04	0.965559
eactin44	1.03	0.967012
eactin42	1.03	0.974331
eactin25	1.02	0.978646
eactin33	1.02	0.980771
eactin1	1.02	0.981350
eactin28	1.01	0.985374
eactin23	1.01	0.987993
eactin8	1.01	0.989582
eactin7	1.01	0.990153
eactin10	1.01	0.990759
eactin21	1.01	0.991602
eactin3	1.01	0.992215
eactin32	1.01	0.993115
eactin22	1.01	0.993531
eactin2	1.01	0.993908
eactin38	1.27	0.789638
eactin19	1.10	0.912305
eactin36	1.09	0.914488
eactin30	1.09	0.919341
eactin20	1.08	0.925900
eactin16	1.07	0.930965
eactin13	1.06	0.941457
eactin12	1.06	0.946645
eactin29	1.05	0.952002
eactin18	1.05	0.953937
eactin14	1.05	0.955212
Mean VIF		1.31

Tabla IX:
Contraste RESET

	(1)
	lgtinn
lcifra	-0.399*** (-4.55)
lcifra2	0.026*** (9.44)
ledad	-0.069 (-1.81)
eclasen2	-0.494*** (-4.15)
eclasen3	-0.086 (-0.48)
eclasen4	-0.166 (-1.00)
eclasen5	-0.540*** (-4.02)
grupo	0.364*** (7.41)
_cons	12.573*** (17.54)
<i>N</i>	5135

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Tabla X:
Main Model sin atípicos

	(1)
	lgtinn
lcifra	0.411*** (30.70)
ledad	-0.101** (-2.85)
eclasen2	-0.622*** (-5.88)
eclasen3	-0.123 (-0.79)
eclasen4	-0.079 (-0.55)
eclasen5	-0.605*** (-4.96)
grupo	0.411*** (8.82)
_cons	6.553*** (29.76)
<i>N</i>	4873

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: ambas tablas elaboración propia a partir de datos PITEC