

# ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS TIC EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS DEL IBEX 35, ESPAÑA Y COL20, COLOMBIA.

K. Delgado Roa<sup>1</sup>, D. Pérez González<sup>2</sup>, P. Solana González<sup>3</sup>, Universidad de Cantabria, España

Recibido Octubre 16 de 2012 – Aceptado, Enero 16 de 2013

<http://dx.doi.org/10.18566/puente.v7n1.a02>

**Resumen**—Las Tecnologías de la información se han convertido en un elemento transversal dentro de las organizaciones. Dentro de las tecnologías de la información aparece como elemento distintivo el software, tanto por su evolución tecnológica y nuevas aplicaciones empresariales como por el volumen de inversión que las empresas realizan en este activo inmaterial. Desgraciadamente y pese a su importancia, hay una carencia de estudios que relacionen, en concreto, la inversión en software con indicadores de la actividad empresarial. En este sentido, el presente trabajo estudia para las principales empresas españolas (IBEX35) y colombianas (COL20) la existencia de relación entre la inversión en software y la productividad y rentabilidad empresarial.

**Palabras clave**— COL 20, IBEX 35, Productividad, ROI, Software.

**Abstract**— The Information Technology has become a transversal element inside organizations. Inside the information technology as most important component the software, both for its technological developments and new business applications and the volume of investment that firms make in this intangible asset. Unfortunately and despite its importance, there is a lack of studies relating, in particular, investment in software with indicators of business activity. In this sense, this paper studies for major Spanish companies (IBEX 35) and Colombian (COL20) the existence of relationship between investment in software and business productivity and profitability.

**Keywords**— COL 20, IBEX 35, Productivity, ROI, Software,

comunicaciones (en adelante TIC) son iguales ni sirven para las mismas cosas. En este contexto, dentro de las tecnologías de la información aparece como elemento distintivo el software, tanto por su evolución tecnológica y nuevas aplicaciones empresariales como por el volumen de inversión que las empresas realizan en este activo inmaterial.

A pesar de la importancia del software en las organizaciones, las investigaciones se centran en analizar los efectos de las TIC en global, sin estudiar de forma particularizada los efectos del software dando lugar a una carencia de estudios que relacionen la inversión en software con indicadores de la actividad empresarial.

Ante esta situación, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la existencia de relación entre la inversión en software y la productividad empresarial y rentabilidad global del negocio para las principales empresas españolas y colombianas agrupadas en el IBEX 35 español y el COL20.

Para lograr este objetivo el trabajo se articula en los siguientes apartados: en primer lugar se analizan los antecedentes y el marco teórico sobre el que se apoya la investigación. A continuación, se presenta la metodología aplicada en el trabajo, y el análisis de resultados, para finalizar con la exposición de las conclusiones, además de señalar las limitaciones y futuras líneas de investigación

## I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información dentro de las organizaciones han pasado de ser consideradas un elemento de contexto a tener un carácter transversal. Sin embargo no todos los elementos que forman las tecnologías de la información y las

## II. MARCO TEÓRICO

La llamada paradoja de la productividad en donde la proliferación de la informática no ha tenido un efecto discernible sobre la productividad se discutió por primera vez en la década de 1980. Solow resume este tipo de patrón en su conocida frase: "Se puede ver la era de las computadoras en todas partes excepto en las estadísticas de productividad" [1]. La denominada paradoja de la productividad de las TIC es la primera aproximación teórica relacionada con un subconjunto de estudios basados en la teoría de la producción que, bien o no encontraron una

<sup>1</sup>K. Delgado Roa, Universidad de Cantabria, kdr44@alumnos.unican.es

<sup>2</sup>D. González, Universidad de Cantabria, daniek.perez@unican.es

<sup>3</sup>P.Solana González, Universidad de Cantabria, pedro.solana@unican.es

correlación positiva en general, o que se encuentran que los beneficios cayeron por debajo de los costos.

Esta primera aproximación generó controversia y despertó el interés de los investigadores, surgiendo a continuación una serie de trabajos orientados a contrastar dicha paradoja. Entre los primeros estudios destacaron los de [2], que arrojaron resultados desalentadores al no encontrar relación alguna entre la inversión en informática y rentabilidad empresarial al realizar sus investigaciones con información macroeconómica, en esta línea [3, 4] concluyeron que el conseguir incrementar la productividad con las TIC se veía comprometido por fuertes riesgos derivados de sus costes y la difícil integración con la estrategia.

En la misma dirección [5] con una muestra de 20 industrias y datos comprendidos entre los años 1968 y 1989 concluyeron que los beneficios marginales de la incorporación de las TIC son negativos. [6] encontraron que las inversiones informáticas no se correlacionaban significativamente con el aumento de rendimiento de los activos [7].

Los resultados que indican la existencia de relación positiva entre las TIC y productividad empresarial aparecen a inicios de los años 90 con los estudios de [8, 9] que obtuvieron - para distintos sectores y muestras; utilizando distintas tecnologías - un incremento en la productividad derivado del uso de las TIC. En el análisis de la productividad de la tecnología de la información, [10] llegó a la conclusión de que "la inversión en TIC no mostró ninguna contribución neta a la producción total". Puesto que la elasticidad de las estimaciones variaban entre 0.12 a 0.09, y los resultados no fueron estadísticamente significativos [7].

Investigaciones con resultados similares fueron realizadas por [11]; donde con una muestra de 20 corporaciones de Estados Unidos y Europa del sector de manufactura, aplicando regresiones lineales por mínimos cuadrados a las variables (capacidad de utilización, variación de existencia, calidad de los productos, precios relativos de los productos y de los nuevos productos) [12, 13, 7] donde este último encontró que aunque el gasto en capital de tecnologías de la información fue ampliamente reconocido por tener un enorme potencial para reducir costes y mejorar la competitividad de las empresas estadounidenses, hubo evidencia formal sorprendente en lo poco que se vincula a una mayor

productividad. [14] concluyó que la inversión en ordenadores había sido improductiva, basándose para dicha afirmación en la baja o nula correlación que se encuentra entre los índices de gastos de TIC y varias medidas de desempeño, tales como la utilidad y el retorno de la inversión.

Sin embargo, a partir del año 2000 las conclusiones de los estudios cambian a favor de establecer una relación positiva entre las TIC, así los trabajos de [15, 16] sostienen que existe una relación positiva entre TIC y rendimiento empresarial, aunque puede ser disminuida por cuestiones como la incorrecta medición de variables, retardos desde la inversión a la generación de resultados, redistribución de los efectos positivos entre distintos activos o mala administración y gestión de los recursos TIC [17]. [18]

argumenta que el gasto en TI podría dar lugar al incremento de la calidad del producto o a la variedad que tienden a ser pasados por alto en las estadísticas globales, incluso si incrementaran la producción en el nivel de la empresa. Por otra parte, la reestructuración y el coste que a menudo son necesarios para hacer realidad los beneficios potenciales de la TIC sólo recientemente se han llevado a cabo en muchas empresas.

Los autores [18] utilizaron datos de empresas en varios componentes del gasto en TI desde 1987 a 1991 y varios modelos econométricos de la contribución de TI para evaluar la productividad de las empresas. Los resultados indican que el gasto en TI ha hecho una contribución sustancial y estadísticamente significativa a la producción de la empresa, incluso teniendo en cuenta la depreciación, el error de medición y algunas limitaciones de los datos. La conclusión es que la paradoja de la productividad desapareció en 1991, al menos en su muestra de empresas.

En la interpretación de la "paradoja de la productividad", [18] señaló que la teoría económica indica que las empresas equilibradas que gastan más en TIC, solo por este hecho no podrían, en promedio, tener una mayor rentabilidad o rendimiento en el mercado bursátil. Por lo tanto, el hallazgo común de correlación nula o débil entre el porcentaje de gasto destinado a las TIC y la rentabilidad no necesariamente indican una rentabilidad baja para el inversionista.

[15] Señala que los aumentos en la variedad de productos y la calidad adecuada deben ser contados

como parte del valor de la producción, pero que los deflatores de precios utilizados actualmente por el gobierno son imperfectos. Los deflatores son calculados asumiendo que las características de calidad y otros intangibles permanecen estáticas para la mayoría de los bienes. Como resultado, la inflación se sobreestima y la producción real es subestimada por una cantidad equivalente.

Además, concluye [15] en su artículo que como con cualquier nueva tecnología que se incorpora a una organización, un periodo de aprendizaje, ajuste y reestructuración son necesarios para

aprovechar todos sus beneficios, de modo que los primeros resultados pueden no ser representativos del valor final de las TIC. En consecuencia, argumenta que la “medición errónea” y “rezagos” son dos de las cuatro explicaciones viables (junto con la “redistribución” y la mala administración) de los resultados colectivos de los estudios que señalan que no hay relación entre TIC y performance empresarial.

A continuación en la Tabla I. se muestra una revisión de estudios más representativos, sobre el impacto de las TI en la productividad performance de la empresa.

TABLA I.  
ESTUDIOS REPRESENTATIVOS, IMPACTO DE LAS TIC

Muestra	Modelo	Variable	Resultado
Periodo: 1979 - 1983 Tamaño: 20 empresas de EEUU y Europa. Fuentes: Strategic Planning Institute. Cambridge. Sector: Industria manufacturera. [6]	Regresiones lineales estimadas por Mínimos Cuadrados en dos Etapas. Se estiman siete ecuaciones.	Variable Intermedias: Capacidad de utilización, variación de las existencias, calidad de los productos, precio relativo de los productos y nuevos productos. Variables Finales: ROA (Beneficio antes de impuesto), cuota de mercado. Explicativas: KT, KNT, gastos productivos, costes salariales, marketing, gastos en innovación, variables exógenas del sector (crecimiento de mercado, costes de oportunidad,...) y variables macroeconómicas	No se encuentra evidencia que las inversiones en TIC conduzcan a variaciones en la productividad
Periodo: 1988-1992 Tamaño: 300 empresas de EE.UU. Fuente: International Data Group y Compustat. Sector: Servicios e industria manufacturera [19]	Función de producción de Cobb-Douglas linealizada y función de producción translog. Estimación por MCO.	Dependiente: Valor añadido. Explicativas: KT, KNT,L, otros gastos, variables de control(sector y tiempo).	Se obtiene una elasticidad del capital TIC de 0,109.
Periodo: 1987-1991 Tamaño: 367 empresas de EE.UU. Fuente: International Data Group Sector: Servicios e industria manufacturera. [20]	Función de producción de Cobb-Douglas linealizada. En la estimación se utiliza el método ISUR (Iterated Seemingly Unrelated Regresions) para evitar los problemas de heterocedasticidad y auto correlación	Dependiente: Valor añadido. Explicativas: KT, KNT,LT,LNT, otros gastos, variables de control(sector y tiempo).	El producto marginal bruto del capital informático es de un 81%.
Periodo: 1987-1991 Tamaño: 367 empresas de EE.UU. Fuente: International Data Group Sector: Servicios e industria manufacturera [21]	Función de producción de Cobb-Douglas linealizada. En la estimación se utiliza el método ISUR. Modelo lineal de rentabilidad	Dependiente: Valor añadido. Explicativas: KNT,LT,LNT, variables de rentabilidad (dividendos totales, dividendos por accionista...), variables de control(sector y tiempo).	El producto marginal bruto del capital informático es de un 95%.

TABLA I (CONTINUACIÓN)

<p>Período: 1988-1992 Tamaño: 300 empresas de EE.UU. Fuente: International Data Group. Sector: Servicios e industria manufacturera. [22]</p>	<p>Función de producción translog y CES-translog. Estimación por MCO y MC no lineales.</p>	<p>Dependiente: Valor añadido. Explicativas: KT, KNT, L.</p>	<p>Se cuantifica la elasticidad del capital TIC en 0,104g</p>
<p>Período: 1977-1993 Tamaño: 757 empresas de EE.UU. Fuente: U.S. Census Bureau, Compustat. Sector: Sectores no agrarios. [23]</p>	<p>Función de producción de Cobb-Douglas linealizada.</p>	<p>Dependiente: Producción (Ventas). Explicativas: KT, KNT, L, variables de control (sector y tiempo).</p>	<p>La inversión en ordenadores contribuye positivamente al crecimiento de la productividad. Ésta está fuertemente relacionada con el Número de ordenadores de la empresa.</p>
<p>Período: 1986-1994 Tamaño: 5.500 empresas. [24] Fuente: Instituto de Estadística Francés (INSEE). Sector: Servicios e industria manufacturera.</p>	<p>Función de producción de Cobb-Douglas linealizada. Estimación por Máxima Verosimilitud incorporando retardos.</p>	<p>Dependiente: Producción (cargos por servicios). Explicativas: Stock de capital (TIC, TIC médico y no TIC) LT, LNT, variables de control (tiempo y formación).</p>	<p>El factor que más contribuye al ingreso marginal es el trabajo TIC, seguido del trabajo médico, capital médico TIC, capital TIC y, por último, el capital médico no TIC</p>
<p>Período: 1987-1994 Tamaño: 300 empresas de EE.UU. Fuente: Compustat. Sector: Industria manufacturera [25].</p>	<p>Se especifican funciones de demanda de TIC que se incorporan a funciones de producción. Estimación por MCO y con variables instrumentales. Se toman retardos para cuatro años.</p>	<p>Dependiente: Productividad del trabajo. Explicativas: K, L, grado de adopción de TIC y nuevas estructuras organizativas.</p>	<p>Empresas que combinan un creciente uso en TIC con cambios en prácticas organizacionales e introducción de nuevos productos y servicios aumentan en mayor medida su demanda de mano de obra cualificada.</p>
<p>Período: 2001 y 2002 Tamaño: 1.192 empresas españolas. Fuente: Encuesta telefónica. Sector: Industria y servicios [26].</p>	<p>Función de producción de Cobb-Douglas linealizada. Estimación por MCO.</p>	<p>Dependiente: Productividad del trabajo. Explicativas: Tasa de utilización de TIC.</p>	<p>Encuentran que, en relación con el incremento de la producción, la utilización de las TIC es mucho más relevante que la mera inversión en estas tecnologías.</p>
<p>Período: 1987-1994 Tamaño: 527 empresas de EE.UU. Fuente: Computer Intelligence InfoCorp, Compustat, BLS, International Data Group. Sector: Industria manufacturera, sector servicios (excluido banca y seguros) minería, construcción y agricultura [27].</p>	<p>Función de producción de Cobb-Douglas linealizada. Se incorporan diferencias en los inputs para captar el efecto temporal. Estimación por MCO y variables instrumentales.</p>	<p>Dependiente: Valor añadido. Explicativas: KT, KNT, L y variables de control (Tiempo y sector).</p>	<p>El equipamiento informático por parte de la empresa afecta a la productividad, de manera más acusada a largo plazo. Esto es debido a la implantación de nuevos sistemas organizativos que no son tenidos en cuenta por estudios convencionales.</p>
<p>Período: 2000 Tamaño: 411 empresas de Alemania. Fuente: Centro para Investigaciones Económicas Europeas. Sector: Servicios [28].</p>	<p>Funciones de producción de Cobb-Douglas linealizada para diferentes tipos organizativos. Función de decisión de cambio organizativo. Estimación por MCO y por máxima verosimilitud.</p>	<p>Dependiente: Productividad del trabajo. Explicativas: KT, KNT, L y variables de control (subsectores y localización geográfica).</p>	<p>Los cambios en la organización de los puestos de trabajo no afectan de manera significativa a las elasticidades del capital tecnológico, no tecnológico o del factor trabajo. Sólo para este último factor afecta con respecto a la productividad</p>

TABLA I (CONTINUACIÓN)

<p>Período: 1999 Tamaño: 1.382 empresas suizas. Fuente: Encuesta directa. Sector: Industria y servicios [29].</p>	<p>Función de producción de Cobb-Douglas linealizada con logaritmos. Estimación por MCO y en dos etapas.</p>	<p>Dependiente: Productividad del trabajo. Explicativas: K, L, uso de TIC de los empleados, cobertura tecnológica, capital organizativo, estructura del lugar de trabajo.</p>	<p>El uso de Internet e Intranet así como las habilidades en el uso de las TIC del factor trabajo tienen efectos positivos sobre la productividad. Sin embargo obtienen resultados ambiguos para el efecto de variables organizacionales.</p>
<p>Período: 2001 - 2003 Tamaño: 34 empresas españolas. Fuente: CNMV y Bolsa de Madrid. Sector: Industria y servicios [30].</p>	<p>Contraste de la varianza ANOVA</p>	<p>Independiente: Inversión en Software Dependiente: Variación ventas, variación gastos RRHH, productividad y valor de mercado añadido</p>	<p>Relación de existencia positiva entre la inversión en software y el valor de mercado añadido en las organizaciones, debe ser considerada con cautela por lo pequeña de la muestra.</p>
<p>Período: 1991 - 1997 Tamaño: 500 empresas de Estados Unidos Fuente: Information Week Magazine [31]. Sector: Innovación TI</p>	<p>Correlación entre los diferentes tipos de variables.</p>	<p>Independiente: Gastos de capital y TI, gasto de TI por empleado y gasto de capital por trabajador. Dependiente: ingresos por empleados, beneficio por empleado. Variables de Control: Gastos de investigación y desarrollo y gastos de publicidad.</p>	<p>Se ha probado la perspectiva basada en recursos de valor de negocio de TI, en el que los efectos de los gastos de TI en el desempeño de las empresas no son efectos directos, pero en cambio, son una combinación de los efectos de los gastos de TI con el gasto en otros recursos.</p>
<p>Período: 1999 y 2004 Tamaño: 3.784 Establecimientos Fuente: Estadística de Canadá, Oficina regional - Estadísticas de Canadá en Ottawa Sector: forestal, minera, petrolera y de gas (165), mano de obra de fabricación superior (278), fabricación de productos primarios (223), producto secundario de fabricación (215), uso intensivo de capital de fabricación superior (259), construcción (405), transporte, almacenamiento y comercio al por mayor (496), la comunicación y otros servicios públicos (220), el comercio al por menor y servicios de consumo (396), finanzas y seguros (313), bienes inmuebles, alquiler y operaciones de arrendamiento financiero (182), servicios de negocios (300), la educación y los servicios de salud (170), información y servicios culturales (162) [15].</p>	<p>Modelo de regresión, prueba de Hausman, la prueba de heterocedasticidad y estimación GLS.</p>	<p>VARIABLES: intensidad de uso de las computadoras en el lugar de trabajo (número total de usuarios repartidos por el empleo total), la intensidad de los gastos de capacitación el lugar de trabajo (gastos de formación total dividido por el empleo total) y el costo de inversión más reciente y la segunda implementación más reciente de ordenadores, software, equipos controlados por ordenador (coste de la inversión total dividida por el empleo total).</p> <p>VARIABLES DE CONTROL: Sindicalización de la fuerza de trabajo (por ciento de la fuerza de trabajo que está sindicalizada), la propiedad extranjera de los lugares de trabajo, y dos variables agregadas -Una de las prácticas de trabajo y el otro para prácticas de compensación.</p>	<p>Es aceptado que el mayor uso de las TI, incrementa la productividad, que un mayor uso de las prácticas de compensación aumentará la productividad, y que una mayor capacitación aumentará la productividad. La hipótesis de que un mayor uso de prácticas de trabajo aumentará la productividad no fue rechazada ni aceptada.</p>



Como conclusión a esta revisión de la literatura podemos destacar que las investigaciones se han realizado sobre muestras diferentes, no homogéneas y por tanto no comparables.

Según la Encuesta Nacional de Percepción de la Ciencia y la Tecnología, el 77% de los empresarios considera, de acuerdo con su experiencia, que invertir en CyT es buen negocio; sin embargo, sólo el 41% cree que participar en redes de innovación tecnológica es importante para la competitividad, evidencia el predominio en el país de un concepto de la ciencia y la tecnología limitado y ajeno a la realidad nacional, en donde se hace énfasis en los resultados más no en los procesos que dan lugar a estos resultados. Adicionalmente, predomina la poca asociación que hace el público en general de la CyT con el desarrollo político, económico y social del país [15].

Esta percepción, evidente entre el empresariado, puede ser común a la sociedad colombiana en general. A pesar de que en el país existe cierto reconocimiento de que la producción y la transformación del conocimiento inciden de manera positiva en la calidad de vida, hay también un convencimiento total de que en Colombia eso no se cumple, de que no vale la pena hacerlo y de que, en todo caso, no hay el apoyo suficiente para ello.

Según la Segunda Encuesta de Desarrollo Tecnológico, realizada en 2005, sólo un 8,3% de las empresas analizadas pueden catalogarse como innovadoras en sentido estricto, ver [TABLA 2 y Fig. 2]. En términos de innovación, la práctica más común entre el empresariado nacional consiste en limitarse a comprar la tecnología ya disponible en el mercado. No puede haber sostenibilidad de largo plazo si existe dependencia, en el caso del desarrollo empresarial, de la tecnología que liberan los competidores.

### III. METODOLOGÍA

En el presente apartado se detallan las cuestiones metodológicas aplicadas para el desarrollo del trabajo. En primer lugar, señalar que en el presente trabajo se ha seguido una metodología de investigación empírica de tipo cuantitativo, mediante la selección de una muestra de organizaciones de la que se extrae información a través de bases de datos y estados financieros, informaciones que posteriormente son tratadas estadísticamente. Los detalles concretos son los siguientes:

#### A. Selección de la muestra

El ámbito concreto de estudio son las grandes empresas de España y Colombia con representación en la bolsa a enero de 2012, excluyendo las empresas del sector financiero ya que tienen otra normativa de presentación de los estados contables no uniforme con el resto de las empresas pertenecientes a estos grupos.

La selección de estas empresas es originada por los siguientes aspectos:

- Control exhaustivo de la información económica financiera, estar auditadas por la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) por parte del Ibex 35, y por la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), por parte del Col 20.
- Estas empresas por su posición son consideradas las mejores compañías nacionales dentro de su sector y las que mejores prácticas realizan, lo puede servir de orientación, *benchmarking*, a las empresas de menor tamaño.
- Acceso a los datos, ya que son de índole pública.

Teniendo en cuenta el sector empresarial, vemos que las empresas que conforman el Ibex 35, están representadas por empresas del sector de Materias Básicas, Industria y Construcción 35%, Petróleo/Energía 27%, Bienes y Consumo 15%, Tecnologías y Telecomunicaciones 12% y finalmente para el sector de Servicios de Consumo 11%; mientras que para las empresas que conforman el Col 20 el sector que lidera la lista es el de Bienes de Consumo 35% seguido de Petróleo/Energía 36% y finalmente 9% para el Servicio de Consumo.

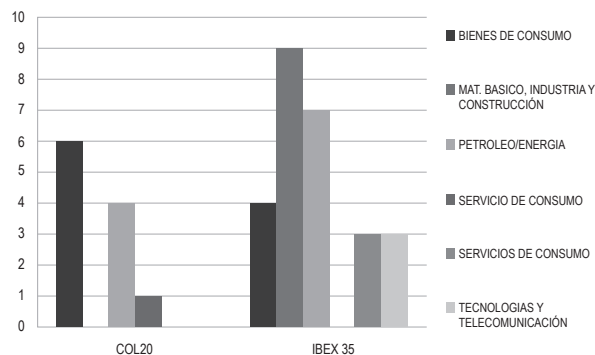


Fig.1 Sector empresarial: Ibex 35 – Col 20

Según el ámbito en el que operan, nacional y multinacional, las empresas de la muestra tienen una representación mayoritaria de tipo multinacional con un valor del 64% de la muestra mientras que las nacionales representan el 36%.aumentan.

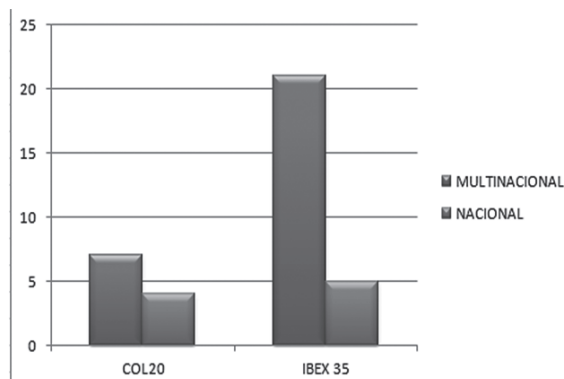


Fig. 2. Tipo de empresa: nacional y multinacional

Teniendo en cuenta el objeto de la investigación se muestra a continuación la media de inversión en TIC que presentan las empresas entre los años 2008 y 2011.

TABLA II  
INVERSIÓN EN TIC PROMEDIO (MILES DE EUROS)

Inversión en TIC Promedio	Media
Importe TIC año 2008	190.302,92
Importe TIC año 2009	184.836,89
Importe TIC año 2010	250.830,14
Importe TIC año 2011	201.752,59

### B. Hipótesis y variable de investigación

Como se citó en la introducción, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la existencia de relación entre la inversión en software, la productividad empresarial y la rentabilidad global del negocio para las principales empresas españolas y colombianas agrupadas en el Ibex 35 español y el Col 20 colombiano.

Objetivo que tras el análisis de la literatura permite plantear como hipótesis a contrastar las siguientes:

H1: Existe relación positiva entre la inversión en software de las organizaciones y su productividad.

H2: Existe relación positiva entre la inversión en software de las organizaciones y su rentabilidad global.

Las variables a utilizar en el desarrollo de esta investigación son:

#### *Productividad*

La variable Productividad se obtiene de los estados financieros de las empresas de las muestras - importe neto de la cifra de negocio y gasto de personal -. La literatura que establece relación entre las tecnologías de información y la productividad utiliza la función de producción de Cobb-Douglas como modelo básico [32, 33], muy adecuado cuando se dispone de amplias muestras de organizaciones heterogéneas pero insuficiente para muestras de menor tamaño formadas por organizaciones homogéneas [20]. Siendo en estos casos más adecuada la utilización de ratios específicos que se muestran más idóneos a nivel microeconómico no agregado [30, 34].

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Importe neto de cifra de negocio}}{\text{Gasto Personal}}$$

#### *Rentabilidad global, retorno de la inversión*

La variable ROI se obtiene de los estados financieros de las empresas de las muestras - Resultado del ejercicio y Activo total - la cual mide el rendimiento de la inversión realizada por las empresas, para calcular que tan eficiente es el gasto que se ha realizado. El indicador de retorno queda como se expresa a continuación:

$$\text{Retorno de la inversión} = \frac{\text{Resultado del Ejercicio}}{\text{Activo Total}}$$

#### *Inversión en software*

Esta variable se toma de los estados financieros de las empresas, específicamente en el balance de partida del activo B.II.5 “Aplicaciones Informáticas”. Para evitar distorsiones producidas por la divergencia del tamaño entre las distintas empresa la cuantía anterior se ha dividido por el activo total [30, 34] quedando el indicador de inversión como se expresa a continuación:

$$\text{Inversión en Software} = \frac{\text{Aplicaciones Informática}}{\text{Activo Total}}$$

En todos los casos se debe indicar que para lograr la homogeneidad y evitar el efecto tamaño (existencia de grandes diferencias entre los tamaños

de las empresas de la muestra), los datos obtenidos en cada variable y para cada organización son divididos entre su total activo.

### C. Técnicas estadísticas

Las técnicas e instrumentos de contrastación utilizados para esta investigación han sido el análisis de la varianza, ANOVA, técnica estadística utilizada para analizar la relación entre una variable dependiente (o endógena) métrica y varias variables independientes (o exógenas) no métricas. El objetivo esencial de los modelos de análisis de la varianza es determinar si diversas muestras proceden de poblaciones con igual media. Los valores no métricos de las variables independientes determinarán una serie de grupos en la variable dependiente. De modo que el modelo ANOVA mide la significación estadística de las diferencias entre las medidas de los grupos determinados en la variable dependiente por los valores de las variables independientes.

La expresión funcional del modelo del análisis de la varianza simple ANOVA con variable dependiente métrica y variables independientes no métricas es:

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

ANOVA con un solo factor, se representa cuando analizamos la relación entre una variable dependiente métrica (endógena o variable respuesta) y una variable independiente no métrica (factor o exógena) estudiada en sus distintos niveles o grupos (los G valores que puede tomar o tratamientos). En este caso el modelo ANOVA se formulará de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \mu_i + \epsilon_{ij}$$

Una relación equivalente, si consideramos que  $\mu_i = \mu + \beta_i$ , sería:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- $\mu$  es una constante.
- $\beta_i$ , para  $i=1, \dots, G$ , son variables aleatorias independientemente distribuidas  $N(0, \sigma^2\beta)$ .
- $\epsilon_{ij}$ , para  $i=1, \dots, G$  y  $j=1, \dots, n_i$ , son variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas.
  - $\beta_i$  y  $\epsilon_{ij}$ , para  $i=1, \dots, G$  y  $j=1, \dots, n_i$ , son variables aleatorias independientes.

## IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Utilizando la aplicación SPSS 20.0, se ha llevado a cabo la tabulación de los datos y se ha aplicado la técnica estadística de análisis de la varianza con el fin de identificar relaciones estadísticamente significativas entre la variable independiente - Inversión en software y las variables dependientes - Productividad y Retorno de la inversión -.

Para realizar este contraste en las empresas se realizaron dos grupos según el tipo de inversión realizada en software, dividiéndolas en baja y alta en función de que su inversión en software sea superior a la media - ALTA - o inferior a la media - BAJA -.

TABLA III  
TIPO POR INVERSIÓN EN TIC, POR ORGANIZACIÓN

EMPRESA	GRUPO	TIPO DE INVERSIÓN
Acerinox Amadeus Endesa Enagás Grupo Ferrovial Grifols InternationalAirlines Group Indra Red Eléctrica de España Repsol Técnicas Reunidas	IBEX 35	ALTA
Pacific Rubiales Energy Fabricato Canacol Energy Ltda Cnec Tablemac Enka Grupo Sura Éxito Inverargos	COL 20	ALTA
Abengoa Abertis Grupo ACS Acciona Distribuidora Internacional de Alimentación Ebro Foods Fomento de Construcciones y Contratas, S.A. Gamesa Gas Natural Iberdrola Inditex Obrascón Huarte Lain Sacyr Vallehermoso Telefónica Mediaset España Comunicación	IBEX 35	BAJA
Ecopetrol Cemargos Isagen	COL 20	BAJA

Fuente: Autores a partir de datos



TABLA IV  
RESULTADOS ANOVA, PRODUCTIVIDAD

		Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Productividad 2011	Inter-grupos	49671,79	1	49671,79	23,77	.000
	Intra-grupos	73131,49	35	2089,54		
	Total	122803,28	36			
Productividad 2010	Inter-grupos	78312,05	1	78312,05	30,46	.000
	Intra-grupos	89969,05	35	2570,54		
	Total	168281,11	36			
Productividad 2009	Inter-grupos	49418,37	1	49418,37	24,93	.000
	Intra-grupos	69378,64	35	1982,24		
	Total	118997,02	36			
Productividad 2008	Inter-grupos	54875,05	1	54875,05	25,32	.000
	Intra-grupos	75830,20	35	2166,57		
	Total	130705,25	36			

Teniendo en cuenta los resultados del Sig. (p-valor) y habiendo hecho una consideración del nivel de confianza del 90% se puede establecer una relación estadística significativa para aquellos

valores en los que el valor de Sig. sea inferior al 0,10. Por lo tanto se obtiene que las empresas de la muestra con alta inversión en software obtienen una mayor productividad y se acepta la H1.

TABLA V.  
RESULTADOS ANOVA, ROI

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RO1 2011	Inter-grupos	,003	1	,003	,351	,557
	Intra-grupos	,339	35	,010		
	Total	,343	36			
RO1 2010	Inter-grupos	,003	1	,003	,320	,575
	Intra-grupos	,329	35	,009		
	Total	,332	36			
RO1 2009	Inter-grupos	,025	1	,025	6,557	,015
	Intra-grupos	,136	35	,004		
	Total	,161	36			
RO1 2008	Inter-grupos	,006	1	,006	,975	,330
	Intra-grupos	,215	35	,006		
	Total	,221	36			

Teniendo en cuenta los resultados Sig. (p-valor) y habiendo hecho una consideración del nivel de confianza del 90% se puede establecer una relación estadística significativa para aquellos valores en los que el valor de Sig. sea inferior al 0,10.

Para el caso de la rentabilidad global, los resultados obtenidos son solo significativos para el año 2009. Lo que no permite obtener resultados concluyentes. Por lo tanto no se puede aceptar la H2. La inversión en software afecta de forma positiva a la rentabilidad global del negocio.

## V. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

La literatura y la práctica empresarial muestran que las TIC son un activo fundamental que ha pasado de ser un elemento de contexto a un elemento transversal que afecta a toda la organización. La literatura muestra que los trabajos que han analizado la contribución de las TIC a la generación de valor en las organizaciones han sido numerosos, si bien muy dispares y heterogéneos en cuanto a metodologías, muestras, variables, etc. Lo que ha

dado lugar a que no se hayan podido establecer resultados concluyentes.

Además, se debe indicar que la mayoría de los trabajos se centran en analizar los efectos de la inversión en TIC - en global - sobre distintas variables de negocio. Pero es necesario incrementar el nivel de análisis y desagregar las TIC en distintos niveles, pues es sabido que no todas las TIC son iguales y por tanto no producen los mismos efectos.

En nuestro trabajo se ha evidenciado para las empresas punteras de España y Colombia que la inversión en software si genera incrementos reales de la productividad laboral. Sin embargo, no hemos obtenido evidencias concluyentes sobre si esta inversión mejora la rentabilidad global del negocio, posiblemente porque la rentabilidad global del negocio (ROI) es una variable de tipo contable y financiero que se ve afectada por numeras cuestiones de entorno, como situación económica global, inflación, ventas de activo, etc.

Para finalizar, es necesario señalar que este trabajo presenta una serie de limitaciones, como es el reducido tamaño muestral que, si bien da resultados estadísticamente significativos, puede dificultar la extrapolación de resultados. Además, la ausencia de estudios relacionados con el tema, dificultan un análisis explicativo más profundo y comparativo. En esta línea, los autores consideran como futuras líneas de investigación ampliar la muestra a las empresas punteras de otros países y aumentar el número de variables a analizar. futuros.

El papel de los participantes académicos, empresariales y estatales, es fundamental en el proceso de aplicación, porque ofrece un apoyo metodológico para la formulación de demandas y planes a seguir, de acuerdo a los medios existentes y a los probables recursos que podrían obtenerse para la realización de proyectos concretos. Lo anterior, evidencia que uno de los ejes claves de la metodología se orienta a la selección de los expertos y que su carácter participativo implica la colaboración de un mayor o menor número de personas conscientes y comprometidas. Finalmente, la metodología posibilita el empoderamiento de los grupos desde la práctica y es una manera intencional de dar poder a las personas para que puedan asumir acciones eficaces hacia el mejoramiento de las condiciones de vida.

## REFERENCIAS

- [1] Solow, Robert M, "We'd better watch out." New York Times Book Review, July 12, 1987.
- [2] Strassman P.A, "Information Payoff. The Transformation of Work in the Electronic Age". Free Press, New York (1885).
- [3] Clemons, E.K, "Information Systems for Sustainable Competitive Advantage". Information and Management, 11, (3) pp. 131 – 136. 1986.
- [4] Warner T.H, "IT as a Competitive Burden". Sloan Management Review, Fall. 1987.
- [5] Morrison C.J, Berndt E.R, "Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in The U.S". Manufacturing Industries. NBER Working Paper 3582. 1990.
- [6] Barua A., Kriebel H. C., Mukhopadhyay T, "Information Technology and Business Value: An Analytic and Empirical Investigation". Information Systems Research, 6 (1), 3-23.1995.
- [7] Brynjolfsson E., Hitt L, "Paradox lost? Firm.level evidence on the return to information systems spending, 1996.
- [8] Krueger A.B, "How Computers Have Changed the Wage Structure: Evidence From Microdata, 1984 - 1989". Q J Econ 108 (1): 33-60. 1993.
- [9] Mahmood, M. A. y Mann, G. J. (1993): "Measuring the Organization Impact of Information Technology Investment: An Exploratory Study". Journal of Management Information Systems, vol. 10, n1, pág.97-122.
- [10] Loveman G.W. "An Assessment of the Productivity Impact on Information Technologies. Allen TJ, Scott Morton MS (eds) Information Technology and the Corporation of the 1990s: research studies". MIT Press, Cambridge. 1994.
- [11] Barua A., Kriebel H. C., Mukhopadhyay T, "Information Technology and Business Value: An Analytic and Empirical Investigation". Information Systems Research, 6 (1), 3-23. 1995.
- [12] Billón C. M, Lera L. F, y Ortiz S, "Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa ¿Fin de la "Paradoja de la productividad". 2007
- [13] Stoneman P. y Kuwon, M. J, "The Impact of the Technology Adoption on Firm Productivity". Economic of Innovation and New Technology, 1-15. 1995.
- [14] Dos Santos B.L., Peffers K.G., Mauer D.C, "The Impact of Information Technology Investment Announcements on the Market Value of the Firm". Inform Syst Res 4(1):1-23. 1993.
- [15] Cozzarin Brian P., Percival Jennifer C. "IT, productivity and organizational practices: large sample, establishment-level evidence" March 10, 2010.
- [16] Brynjolfsson, E. & Yang, S, "Information Technology and Productivity: A Review of the Literature". Advances in computers, Volume 43, pp.179-214. 1996.
- [17] Brokek, A., Helfert, M., Ge Mouzhi y Kumar P. Ajith, "An information oriented framework for relating IS/IT resources and business value." 2011
- [18] Brynjolfsson E., Hitt L, "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance". J Econ Perspect 14(4):23-48. 2000.
- [19] Brynjolfsson E, Hitt L, "Information Technology as a Factor of Production the Role of Differences Among Firms". Econ Innov New Technol 3:183-199. 1995.
- [20] Brynjolfsson E, Hitt L, "Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending". Manag Sci 42(4):541-558. 1996.
- [21] Hitt L., Brynjolfsson E, "Information Technology and Internal Firm Organization: An Exploratory Analysis. J Manag Inform Syst 14(2): 81 – 101. 1997.
- [22] Dewan S., Michael S.C., Min C, "Firm Characteristics and Investments in Information Technology: Scale and Scope Effects". Inform Syst Res 9(3):219-232. 1998.

- [23] Lehr, B. y Lichtenberg, F, "Information technology and its impact on firm-level productivity: evidence from government and private data sources, 1977-1993," *Canadian Journal of Economics*, Canadian Economics Association, vol. 32(2), pages 335-362, April. 1999.
- [24] Greenan, N., Mairesse, J. y Topiol-Bensaid, A., "Information Technology and Research and Development Impacts on Productivity and Skills: Looking for Correlations on French Firm Level Data". National Bureau of Economic Research, Inc. 2001
- [25] Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E. and Hitt, L.M. (2002). Information Technology, Workplace Reorganization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 339-376.
- [26] SEDISI y DMR Consulting, "Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2003", Madrid: SEDISI y DMR Consulting. 2003
- [27] Brynjolfsson, E y Hitt, L. M., "Computing Productivity: Firm-Level Evidence" (June 2003). MIT Sloan Working Paper No. 4210-01. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=290325> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.290325>
- [28] Bertschek, I y Ulrich K, "Productivity Effects of Organizational Change: Microeconomic Evidence", *Management Science* Vol.50, No.3, 394-404. 2004.
- [29] Arvanitis, S, "Computerization, New Workplace Organization, Skilled Labour and Firm Productivity: Evidence for the Swiss Business Sector". *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 14, No. 4, pp. 225-249. 2005.
- [30] Pérez-González, D.; Solana-González, P y Alonso-Martínez, M. "Análisis de la existencia de relación entre la inversión en software y el valor de mercado añadido: el caso de las empresas del IBEX 35 y el nuevo mercado". II Congreso Soporte del Conocimiento con la Tecnología (SOCOTE). Santander (España). 2004.
- [31] Vishnu, V., "The Resource-Based View of IT Business Value: Complementary Investments or Embedded Knowledge?". *Journal of Information and Knowledge Management*. 2012.
- [32] Takemura, T., "Economic Analysis of Information Communications Technology - Test Analysis Using Corporate Data," *Taga Shuppan*. 2008.
- [33] Miyazaky S, Idota H, y Miyoshi H., "Corporate Productivity and the Stages of ICT Development". *Inf Technol Manag* (2012) 13:17–26.
- [34] Pérez-González, D. y Solana-González, P. "Intranets: medición y valoración de sus beneficios en las organizaciones". *El Profesional de la Información*, Vol. 15, No. 4, pp. 331-341.2006.



Daniel Pérez González, Doctor en Administración de Empresas, por la Universidad de Cantabria.

Es profesor de sistemas de información y tecnologías de la información desde 2001, y cofundador del grupo I+D+i Aplicación de tecnologías de

la información para la competitividad e innovación de la Universidad de Cantabria.

Ha participado como investigador en distintos proyectos de convocatorias públicas y privadas relacionados con las tecnologías de la información y sus aplicaciones en las organizaciones. Sobre esta temática ha publicado numerosos artículos en revistas con índice de impacto del JCR y diferentes libros internacionales.



Pedro Solana González, Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Cantabria.

Profesor de sistemas de información y diseño de bases de datos y cofundador del grupo I+D+i Aplicación de tecnologías de la información para la competitividad e innovación, de la Universidad de Cantabria.

Ha participado y dirigido en el periodo 1994 – 2013 diversos proyectos de investigación sobre gestión documental, innovación, mejora de procesos y seguridad de la información. Cuestiones sobre las que ha publicado en numerosas revistas con índice de impacto del JCR y diferentes libros internacionales

## BIOGRAFÍA



Katty Delgado Roa, Ingeniera de Sistemas, Especialista en Gerencia de Sistemas de Información. Máster oficial en Empresas y Tecnología de Información de la Universidad de Cantabria (España) y Certificada en ITIL Fundamentos V3. También tiene experiencia como docente en la Catedra CERES de la Universidad

Tecnológica de Bolívar y colabora con el grupo I+D+i de Aplicación de tecnologías de la información para la competitividad e innovación de la Universidad de Cantabria.