

UN ESTUDIO TRANSVERSAL SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN AL ÉXITO EMPRESARIAL

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Universidad de A Coruña

Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 15 nº 2, 2006: 61 - 78

Resumen

Este artículo muestra los resultados preliminares de un estudio exploratorio destinado a clarificar la hipotética relación entre la rentabilidad empresarial y el empleo de tecnologías de la información en los procesos de negocios. En lugar de utilizar las técnicas convencionales basadas en la teoría de la producción hemos ensayado la capacidad explicativa de varios rasgos relativos al sistema de información, como la descentralización, el empleo de los recursos de Internet, o la importancia que los gestores atribuyen al sistema de información. Se han detectado asociaciones significativas, internamente coherentes y que guardan relaciones lógicas con el conocimiento teórico en materia de sistemas de información, al tiempo que ofrecen capacidad explicativa del nivel general de rentabilidad. En particular, se ha contrastado favorablemente el efecto positivo de la introducción de tecnologías de la información, el empleo de recursos de ayuda a la decisión basados en el sistema de información, y la adopción de ciertas tecnologías relativas a servicios de comunicaciones e Internet.

Palabras clave: sistemas de información, sistemas de ayuda para la decisión, selección de inversiones, rentabilidad.

A CROSS-SECTIONAL STUDY ABOUT THE CONTRIBUTION OF INFORMATION TECHNOLOGY TO CORPORATE FINANCIAL SUCCESS

Dr. Carlos Piñeiro-Sánchez

Finance and Accounting Dep., University of A Coruña

Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 15 nº 2, 2006: 61 - 78

Summary

This paper shows some preliminary results of an exploratory study aimed to clarify the nature of the hypothesized relationship between profitability and the use of computer-based decision support systems; instead of using classical production theory we have tried out the explicative capability of some IS-related factors, e.g. decentralization, Internet access, and perceived IS-relevance for business. Several relevant associations have been verified; aside from being internally coherent, they are logically linked with previous knowledge on information systems and deliver an explanation for average profitability. We have verified the positive outcome of adopting information technology investments, using decision support systems, and implementing telecommunications and Internet - related applications.

Key words: information systems, decision support systems, project selection, profitability

UN ESTUDIO TRANSVERSAL SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN AL ÉXITO EMPRESARIAL

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Universidad de A Coruña

1. INTRODUCCIÓN

La dinámica económica subyacente a las tecnologías de la información (TI) ha sido un tema principal del debate académico y centro de atención de los gestores desde hace dos décadas; el hallazgo de irregularidades en el comportamiento de los indicadores financieros, en particular de la productividad, y la incapacidad para establecer un nexo causal estadísticamente significativo entre la inversión en TI y los indicadores financieros de eficiencia y eficacia, dio paso a una larga serie de trabajos destinados a analizar la naturaleza económica de estas inversiones.

La controversia se ha extendido más recientemente a la problemática de la evaluación de proyectos de inversión: si no puede verificarse que las TI induzcan mejoras en los indicadores financieros de la empresa, resulta cuestionable que estos ratios puedan utilizarse para analizar la deseabilidad económica de este tipo de proyectos.

La importancia y las consecuencias reales de este hallazgo son todavía inciertas: se ha sugerido que la incapacidad para verificar las relaciones hipotetizadas podría deberse a un simple espejismo estadístico o a deficiencias en las técnicas de medición de las variables; no obstante también se han abierto caminos radicalmente distintos para la evaluación de inversiones en TI, como la aproximación a los modelos de opciones reales o la adopción de indicadores cualitativos, lo que supone un reconocimiento implícito de las limitaciones de las medidas financieras clásicas.

Este trabajo ofrece los primeros resultados de un estudio exploratorio destinado a examinar la hipotética relación entre la inversión en TI y las variables financieras descriptivas del éxito empresarial, en concreto su rentabilidad económica. El estudio está basado en una muestra representativa del tejido empresarial español, y su exposición se organiza en tres secciones: en la primera de ellas se analiza la literatura relevante en la materia y formulamos, de acuerdo con ella, nuestras hipótesis de trabajo; a continuación se discuten e interpretan los resultados del estudio, que se compendian en un epígrafe final de conclusiones en el que ofrecemos también algunas indicaciones para el desarrollo futuro de esta línea de investigación.

2. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

Las ventajas atribuidas al empleo de TI se han agrupado en dos áreas principales (Thierauf, 1991; p. 6): la mejora de la eficiencia interna, y la defensa de la competitividad de la organización. En algunos casos el objetivo principal de la inversión consiste en la automatización de actividades que pueden ser ejecutadas más eficientemente con el apoyo de una aplicación basada en las TI, de manera que la economicidad se evalúa en términos de ahorro de costes o de mejora de la productividad; en otros las inversiones pretenden contribuir a los objetivos generales de la empresa mejorando la calidad de las decisiones, agilizando los flujos de información, reforzando la competitividad o introduciendo cambios en la forma en que la organización realiza sus actividades. En este último caso la contribución suele evaluarse recurriendo al comportamiento de rentabilidad corporativa a medio y largo plazo.

Esta hipótesis ha sido estudiada repetidamente examinando la hipotética relación entre los indicadores financieros y productivos de la empresa, especialmente la productividad, y el importe de la inversión en TI. Este es el planteamiento general adoptado desde Loveman (1994), quien formuló un modelo econométrico pionero destinado a contrastar el impacto de las TI sobre el nivel de producción; previamente, Morrison y Berndt (1990) habían examinado el efecto sobre los márgenes de ventas y Siegel y Griliches (1991) habían analizado la influencia de la inversión en TI sobre la variación de la productividad multifactorial a lo largo de la década de 1980.

Estos trabajos no pudieron confirmar la contribución de las TI, estableciendo el fundamento de la denominada *paradoja de la productividad* (Brynjolfsson, 1993); esta anomalía afecta especialmente al sector servicios, cuya productividad parece divergir del patrón definido por la industria manufacturera. Cron y Sobol (1983) no detectaron efectos positivos asociados al empleo de TI en este sector, aunque sus evidencias sugieren que las TI tienden a amplificar la ventaja (o desventaja) que cada empresa posee de antemano en relación a la rentabilidad media del sector. En algunos casos (Harris y Kaatz, 1989) se observó que las TI ejercían una influencia desigual en el tiempo, lo que podría interpretarse como un indicio de que el efecto real puede estar condicionado por factores coyunturales internos y externos. La investigación posterior no ha proporcionado evidencias concluyentes en esta área (Strassman, 1990; Noyelle, 1990; Roach, 1991; Brynjolfsson y Hitt, 1993), lo que contribuyó a desarrollar la idea de que *el retorno sobre la inversión en recursos de ayuda basados en ordenador tiende a ser bajo y marginal, cuando no negativo* (Alavi y Joachimstaler, 1992; p. 96).

No obstante cierto número trabajos de campo recientes sí ha identificado efectos positivos asociados a la inversión en TI; Weill (1990) halló evidencias indicativas de una contribución favorable a la productividad por parte de ciertas inversiones concretas, y Brynjolfsson y Hitt (1993; 1996a; 1996b) concluyeron que la inversión en TI ha rendido una contribución sistemática y significativa al *output* de las empresas; en concreto, Brynjolfsson y Hitt (1993) estimaron el ROI de

las inversiones en TI en el 50% anual. También se han observado evidencias favorables en las actividades de servicios, incluyendo a la Administración Pública (Lehr y Lichtenberg, 1998).

Utilizando las herramientas clásicas de análisis de la producción, concretamente funciones de Cobb-Douglas, Kudyba y Diwan (2002) verificaron que las inversiones en TI favorecían al ingreso y el valor añadido; los autores hallaron evidencias indicativas de que estos efectos podrían estar intensificándose en el tiempo, probablemente debido a la acumulación de capital y a la progresiva convergencia de las tecnologías vinculadas al tratamiento y la difusión de información.

Se ha sugerido cierto número de razones para explicar estas inconsistencias (Brynjolfsson y Hitt, 1993), entre las que destaca el carácter facilitador, o *capacitador* de las TI: la instalación de la tecnología no es suficiente para aprehender las utilidades esperadas de las TI, porque estos recursos ofrecen sólo una capacidad potencial que la empresa debe desarrollar y adaptar a su contexto específico de negocios poniendo en juego habilidades de gestión (Earl, 1989). Esta complementariedad ha sido repetidamente señalada en la literatura (Brynjolfsson *et al.*, 2002; Bruque *et al.*, 2003), y tiene una interpretación inmediata en el marco de la *Teoría de los Recursos y Capacidades*¹.

Pero, si las tecnologías son capacitadoras, el importe monetario de las inversiones puede no ser una variable explicativa relevante. Esta es la hipótesis del *error de medición*, de acuerdo con la cual la ausencia de resultados concluyentes podría deberse a una especificación (o medición) incorrecta de las variables explicativas y/o de los indicadores utilizados para expresar los efectos de las inversiones. Con algunas excepciones, el criterio de racionalidad económica no prejuzga que las inversiones en TI aligeren la estructura de costes o incluso mejoren la productividad ya que muchos proyectos - herramientas de gestión del conocimiento, sistemas de comercio electrónico, aplicaciones ofimáticas, etc. - pretenden servir a objetivos más amplios y difusos: la organización puede estar dispuesta a aceptar el proyecto siempre y cuando ofrezca una contribución valiosa desde el punto de vista de la gestión y/o del proceso estratégico (Diebold, 1978; p. 13).

Por tanto el efecto real de las inversiones en TI es contingencial, depende no sólo de los objetivos concretos de cada proyecto sino, también, de la concurrencia de ciertos factores externos, como la calidad de gestión o el alineamiento estratégico². Estos resultados son plenamente coherentes con el discurso en materia de sistemas de ayuda a la decisión (DSS), que ha señalado insistentemente que la utilidad de un DSS depende de ciertas características de diseño del sistema de información (SI); entre ellas se hallan la descentralización y autonomía del usuario

¹ Este patrón no es, por otra parte, sustancialmente diferente del modelo general de aplicación de otras tecnologías, como la electricidad; en este caso el factor crítico era la capacidad para rediseñar los procesos industriales para obtener ventaja de la flexibilidad proporcionada por la nueva energía (David, 1989).

² Thatcher y Oliver (2001) han demostrado, adoptando un planteamiento teórico-deductivo, que el impacto real de las inversiones en TI sobre los indicadores financieros principales - rentabilidad, productividad, eficiencia - depende del tipo de tecnología, de la dimensión de la empresa, de la cuantía de los costes fijos y de la dimensión del mercado.

(Sprague, 1980), la coherencia entre su organización y la estructura de procesos y núcleos de decisión, la *riqueza* de la información (Daft y Lengel, 1986; Daft *et al.*, 1987), y la flexibilidad del sistema desde el punto de vista del acceso a las fuentes de datos y el desarrollo de modelos *ad hoc* (Sprague, 1980; Gul y Chia, 1994; Choe, 1998; Brynjolfsson y Hitt, 1998, Chang *et al.*, 2003). El impacto de los DSS sobre el desempeño corporativo, expresado a través del comportamiento de la rentabilidad, será tanto más favorable si la infraestructura tecnológica permite desarrollar sistemas de información dotados de estas características y funcionalidades, por tanto nuestra primera hipótesis es la siguiente:

H1. La rentabilidad económica está positivamente relacionada con la adopción de inversiones en TI destinadas desarrollar infraestructuras de información descentralizadas, abiertas al entorno, y que proporcionan al usuario métodos flexibles para el tratamiento de datos y la modelización matemática.

No obstante el empleo de tecnologías de la información trasciende en general a los procesos de decisión, y se extiende a otras tareas y procesos que no implican una elección propiamente dicha; algunos ejemplos son los sistemas de gestión del ciclo de abastecimiento y producción (las distintas aplicaciones de las familias MRP y OPT) o las herramientas de apoyo para el trabajo cooperativo y de equipos virtuales. Ampliando por tanto nuestra perspectiva, el impacto sobre la rentabilidad debería ser tanto mayor cuanto más profunda sea la implicación de las TI en el ciclo de negocios de la empresa; formulamos así nuestra segunda hipótesis:

H2. El empleo intensivo de aplicaciones de las TI como instrumento de apoyo para los procesos de negocios ejerce una influencia favorable en la rentabilidad económica.

Manteniendo esta perspectiva amplia, las inversiones en TI deben estar encaminadas a crear una *red de medios* (El-Najdawi y Stylianou, 1993: 56) que vincule al usuario con los modelos matemáticos y depósitos de datos, y a los propios usuarios entre sí. Internet desempeña aquí un papel clave, porque proporciona la tecnología básica para soportar las comunicaciones internas (Middleton, 1997) y los enlaces interorganizacionales (Bloch y Pigneur, 1995). Los servicios *on-line* asociados a estas inversiones son un ingrediente consustancial al concepto de herramienta de apoyo a la decisión y confieren al SI la dimensión externa necesaria para capturar información del entorno, estrechar las relaciones con los restantes elementos de la cadena de valor y abrir nuevos canales para el flujo de información, desde o hacia el entorno (Boldó *et al.*, 1998), todo lo cual que redundará en una mejora de la competitividad (Poon y Swatman, 1995; Chang *et al.*, 2003). Nuestra tercera hipótesis es la siguiente:

H3. La rentabilidad económica está relacionada positivamente con el grado de utilización de los servicios de Internet como soporte para el sistema de comunicaciones de la empresa.

El empleo de las tecnologías de la información como soporte para las comunicaciones, para la gestión de información y para la coordinación de los grupos y equipos en el seno de la organización, conduce al estudio de su papel en el proceso de aprendizaje: el conocimiento resulta de la asimilación, de la asunción profunda de información y de su interpretación en un contexto decisional específico. Desde la óptica de este trabajo, el objetivo no es analizar empleo de las TI como instrumento para la gestión de conocimiento, sino examinar en qué medida la acumulación de activos intangibles relacionados con las TI se materializa en un desempeño financiero superior³. Entendido como un proceso continuo de corrección de errores (Argyris, 1977), el aprendizaje debería eliminar progresivamente las ineficiencias observadas en la explotación de los recursos de TI, y manifestarse en una rentabilidad superior al promedio, *ceteris paribus* las restantes características de la empresa. Nuestra cuarta y última hipótesis es, por tanto, la siguiente:

H4. La experiencia de la organización en cuanto al empleo de recursos basados en las TI está relacionada de forma positiva con la rentabilidad económica media.

3. MÉTODO

3.1. DATOS

Con objeto de contrastar estas hipótesis, se ha realizado un estudio empírico en la empresa española a partir de una muestra de 382 compañías seleccionada mediante un proceso aleatorio simple sin reemplazamiento, basado en números aleatorios (Tabla 1). La población objetivo se ha delimitado de acuerdo con dos criterios: el carácter societario de la entidad, y el cumplimiento de la obligación de legal de depositar sus cuentas anuales en el Registro Mercantil en los últimos diez años; este último requisito se ha considerado *sine qua non* para la incorporación al marco, ya que la representatividad del trabajo depende críticamente del empleo de series financieras suficientemente largas.

Excepcionalmente, hemos incorporado a la población objetivo también a las sociedades que proporcionaban series más cortas por haberse constituido dentro de esta última década, siempre y cuando hubiesen verificado sus obligaciones de información desde entonces y la serie resultante constase de al menos dos observaciones. El tratamiento de estas organizaciones es estadísticamente cuestionable ya que sus magnitudes financieras pueden reflejar las irregularidades propias del inicio de la actividad; no obstante creemos que su exclusión podría ser contraproducente ya que estas empresas suelen exhibir una intensidad tecnológica superior al promedio, así como una especial predisposición hacia la innovación.

³ Algunos trabajos recientes han verificado la existencia de efectos sinérgicos cuando las TI operan conjuntamente con activos intangibles (Brynjolfsson *et al.*, 2002; Bruque *et al.*, 2003).

Los datos relativos a la inversión en TI se recopilaron a través de cuestionarios remitidos por correo convencional y electrónico a las empresas que, previamente, habían comprometido su participación; en seis casos se realizaron adicionalmente entrevistas telefónicas dirigidas para aclarar las respuestas remitidas por las empresas. El contenido y la estructura del cuestionario se depuraron, antes de su distribución definitiva, con la colaboración desinteresada de seis empresas; la confiabilidad de la escala se contrastó satisfactoriamente mediante el estadístico alfa de Cronbach.

Universo	Empresas españolas
Población objetivo	Sociedades anónimas y limitadas radicadas en España, activas, y que hayan cumplido las obligaciones relativas al depósito de las cuentas anuales en el Registro Mercantil.
Parámetros	$P = Q = 0,5$
Muestreo	Aleatorio simple
Error de muestreo	9,5% (para el caso más desfavorable)
Nivel de confianza	95%
Tamaño de la muestra	382 (106)
Tasa de respuesta	28%
Recogida de datos	Cuestionario Datos financieros obtenidos en la base de datos SABI
Trabajo de campo	Mayo a Julio de 2003
Elemento muestral	Directivos responsables de TI

Tabla 1. Ficha técnica del trabajo

Los participantes fueron predominantemente directivos de nivel jerárquico intermedio (82%), aunque la proporción de gerentes también es relevante (15%), especialmente en las compañías de menor dimensión. El 3% restante de las respuestas corresponde a CIOs (*Chief Information Officers*) o directivos del Departamento de Sistemas. En términos de actividades, dominan las empresas comerciales y de servicios que, en sus distintas modalidades, representan el 61% del total; las actividades primarias y el comercio minorista tienen un papel marginal en la muestra, porque su naturaleza predominantemente individual y/o familiar las ha situado fuera del marco de muestreo.

La variable dependiente en nuestros modelos es la rentabilidad económica media, calculada de acuerdo con la información financiera publicada oficialmente por las sociedades a través de sus cuentas anuales, y que hemos obtenido de la base de datos SABI.

3.2. VARIABLES

Nuestro trabajo utiliza, con una finalidad marcadamente tentativa, un conjunto de variables explicativas inspirado en la caracterización clásica del SI como una herramienta de ayuda para la

toma de decisiones. Desde el punto de vista de las TI, esta definición implica dos funcionalidades básicas (Sprague, 1980; El-Najdawi y Stylianou, 1993): la disponibilidad de múltiples fuentes de información de gran riqueza (externa-interna; histórica-prospectiva; estructurada-no estructurada), y la capacidad para desarrollar modelos *ad hoc* adecuados para el tratamiento de problemas singulares y poco estructurados, así como la adopción de decisiones *no programadas*. De ellas se deriva un tercer rasgo, la caracterización del usuario como un sujeto activo del proceso de decisión, lo que justifica la introducción de variables organizacionales descriptivas de los niveles de autonomía y descentralización.

Un primer grupo de variables describe la naturaleza técnica de la infraestructura de TI desarrollada por la empresa; la utilidad de esta infraestructura desde el punto de vista de la toma de decisiones depende de características como el acceso flexible a fuentes de información internas y externas y el apoyo a las tareas que implican cooperación o colaboración, en particular el uso compartido de datos y modelos (Sprague, 1980). Desde el punto de vista técnico, estas funcionalidades dependen de la existencia de capacidad de procesamiento local, de la interconexión de los equipos a través de una red local, y del acceso a fuentes de información externa, lo que se realiza predominantemente a través de Internet. Examinados de acuerdo con el estadístico alpha de Cronbach, los seis ítems implicados en estas características fueron agregados en dos variables: *arquitectura de la infraestructura de TI* y *empleo de recursos de Internet* (Tabla 2; Tabla 3). Para las empresas que utilizan la red como soporte para su estrategia de comunicación corporativa y/o comercial, también se ha examinado la forma de posicionamiento en Internet; el aporte de valor de los negocios electrónicos es todavía una materia emergente de investigación (Meroño y Sabater, 2003) que indudablemente trasciende a nuestros objetivos, no obstante esta variable contribuye a ampliar el enfoque de nuestro estudio más allá de los límites definidos tradicionalmente por el concepto DSS.

Un segundo grupo de variables trata de capturar ciertos atributos organizacionales que parecen guardar una estrecha relación con el grado de éxito en la implantación de TI (Howorka *et al.*, 1995; Li, 1997) y el valor de negocios de los DSS. En concreto existen indicios que apuntan a la relevancia del grado de delegación de autoridad (Jarvenpaa e Ives, 1991), del nivel de descentralización (Leifer, 1988; Zeffane, 1992; Jordan, 1994), de la resistencia al cambio (Escobar *et al.*, 1997), del dinamismo e incertidumbre del entorno (Chang *et al.*, 2003) y del grado en que las TI han sido asimiladas por la organización en forma de experiencia y/o de la introducción de mejoras en los procesos de negocios (Ein-Dor y Segev, 1982). El problema de la resistencia al cambio ha sido extensivamente analizado en la literatura y escapa en gran medida al enfoque de nuestro trabajo, por ello nos hemos concentrado en dos atributos potencialmente relevantes, y que no son sino dos *caras de una misma moneda*: la descentralización física de los recursos de TI y el grado de delegación de autoridad, entendido como la medida en que los usuarios poseen atribuciones o libertad para utilizar flexiblemente los recursos del SI desarrollando modelos *ad hoc* y/o métodos para el tratamiento de datos.

El grado de madurez alcanzado por la organización en materia de TI puede ser también una variable relevante de cara a la explicación de la rentabilidad económica, ya que el mejor aprovechamiento de las oportunidades ofrecidas por las TI requiere, sin lugar a dudas, de un proceso previo de aprendizaje. La medición la cuantía y la calidad del conocimiento es una cuestión de investigación *per se*, todavía no completamente resuelta y que en nuestro caso plantea problemas adicionales derivados de la heterogeneidad de la muestra: en sentido estricto sería preciso realizar una evaluación individualizada para cada empresa, teniendo cuenta las distintas apariencias externas - implícito, explícito - y los distintos elementos subjetivos - personas y grupos - en los que la experiencia *podría* estar representada. Como alternativa, hemos diseñado una variable *proxy* expresiva del número de años transcurridos desde que la empresa realizó su primera inversión relevante en TI. La principal limitación de esta *proxy* es su generalidad, no obstante ofrece también la importante propiedad de tratarse de una medida objetiva y susceptible de comparación; otras alternativas, como la emisión de juicios subjetivos, no parecen ofrecen ventajas comparativas porque, a menos que exista una política expresa y eficaz de gestión del conocimiento, ningún miembro de la organización está en disposición de estimar el valor agregado del conocimiento; obsérvese que muchos elementos de conocimiento permanecen en forma implícita y se manifiestan sólo de manera indirecta en forma de actitudes, estrategias de análisis de problemas, o criterios de decisión.

Las dos últimas variables - dimensión empresarial y actividad - se han utilizado con una finalidad esencialmente descriptiva, y podrían actuar como variables de control en eventuales modelos de regresión⁴. La plantilla es un criterio de segmentación relativamente tanto en las estadísticas públicas como en la literatura, donde se interpreta como la medida del número de usuarios potenciales de los recursos de ayuda instrumentados sobre las TI. La variable más común es, en este sentido, el número de trabajadores que utilizan habitualmente aplicaciones de las TI o que dependen, desde el punto de vista de sus atribuciones, de recursos basados en TI; estos trabajos suelen estar basados en muestras sectoriales (Dasgupta *et al.*, 1999), o en muestras transversales en las que se estudian funcionalidades relativamente homogéneas como los servicios de Internet (Teo y Pian, 2003). En este caso hemos optado por emplear la plantilla en su especificación no restringida (número *total* de empleados) porque existe una conexión entre el tipo de actividad y el número de usuarios de las TI, que podría distorsionar la interpretación de los resultados⁵.

Entre las variables de nuestro estudio no se halla la cuantía de la inversión en TI; este camino, repetidamente explorado, no sólo parece conducir a resultados poco concluyentes sino que

⁴ La distribución por actividades se ha realizado de acuerdo con la CNAE.

⁵ En la muestra de trabajo coexisten empresas de servicios - donde una elevada proporción de la plantilla emplea directa e intensivamente recursos de TI - industriales - donde esta tasa es empíricamente inferior, dependiendo de las tareas - y del sector primario - donde la utilización de TI no trasciende a las actividades administrativas -.

es formalmente objetable debido a los problemas observados en la estimación del valor monetario. El rápido desarrollo tecnológico, la reducción del coste de los equipos y la diseminación de TI a lo largo de la empresa bajo apariencias muy diversas hacen que, con frecuencia, la fiabilidad de la medición de los agregados monetarios sea cuando menos cuestionable. Estos sesgos pueden ser una de las causas principales de las irregularidades observadas en el patrón económico de estos proyectos (Alpar y Kim, 1990), por lo que en algunos trabajos recientes se ha recurrido a estimaciones basadas en precios medios de mercado o valores de reposición (Kudyba y Diwan, 2002; Brynjolffson *et al.*, 2002).

Variable	Ítems	Explicación
Arquitectura de la infraestructura de TI	3 ($\alpha = 0,759$)	Existencia de inversiones relevantes en materia de TI y configuración de la infraestructura tecnológica resultante; existencia de recursos de red y tipo de terminales
Grado de descentralización	1	Grado en el que las inversiones en TI se han extendido por la organización, definido subjetivamente por los entrevistados (escala de cuatro puntos, de completamente centralizadas a muy descentralizadas)
Grado de distribución, o de delegación	1	Medida de la autonomía operativa con la que los usuarios pueden servirse de los recursos basados en las TI (escala de cuatro puntos, de ninguna a muy alta).
Empleo de recursos de Internet	3 ($\alpha = 0,776$)	Disponibilidad de acceso a Internet y grado de utilización de sus recursos para acceder a información externa y/o difundir de información corporativa y comercial (escala de cuatro puntos, de ninguno a mucho).
Tipo de presencia en Internet	1	Para las empresas que han comprometido inversiones para ofrecer información corporativa y/o comercial en Internet, la forma de posicionamiento en la red (escala de cuatro valores: tarjeta de visita, indexación en portales, una página hospedada, sitio corporativo)
Implicación de las TI en los procesos de negocios	4 ($\alpha = 0,805$)	Grado en que la empresa percibe que el normal desarrollo de sus negocios depende de recursos basados en TI (escala de cuatro valores, de ninguna a intensa), en las áreas funcionales clásicas: producción, finanzas, marketing y administración.
Experiencia en materia de TI	1	Medida de la acumulación de activos intangibles asociados a la explotación de recursos basados en TI, calculada de acuerdo con la fecha de la primera inversión relevante en TI.
Dimensión empresarial	1	Número de empleados
Sector de actividad	1	Tipo de negocio de la empresa, de acuerdo con la CNAE

Tabla 2. Variables explicativas

Ítem	Valores
La empresa, ¿ha realizado inversiones significativas en TI?	Sí / no
¿Existe red corporativa interna?	Sí / no
Las terminales de esta red, ¿son activas o pasivas?	Activas / mixto / pasivas
En su opinión, ¿cuál es el grado de descentralización del sistema de información de su empresa?	Escala subjetiva de cinco valores, de muy centralizado a muy descentralizado
En su opinión, ¿qué grado de autonomía poseen los	Escala subjetiva de cinco valores, de

usuarios en relación el sistema y los recursos de información en su empresa?	ninguna a mucha
El sistema de información de su empresa, ¿está conectado a Internet?	Sí / no
¿En qué medida se utiliza Internet para difundir información corporativa y/o comercial?	Escala subjetiva de cinco valores, de nada a mucho
¿En qué medida se utiliza Internet como fuente de información para la toma de decisiones?	Escala subjetiva de cinco valores, de nada a mucho
¿En qué medida cree que el normal desarrollo de las actividades de su empresa depende de los servicios del sistema de información? a. Producción b. Finanzas c. Marketing d. Administración	Escala subjetiva de cinco valores, de nada a críticamente
¿En qué año realizó su empresa su primera inversión relevante en tecnologías de la información?	-

Tabla 3. Items empleados en el cuestionario⁶

		Arq. SI	Desc	Distr	Internet	Presencia Internet	Implic TI	Exper
Arquitectura física de la infraestructura TI	ρ	1,000	0,848**	-0,280**	0,503**	0,083	0,379**	-0,232*
	Sig.	,	0,000	0,004	0,000	0,400	0,000	0,017
Descentralización	ρ	0,848**	1,000	-0,227**	0,317**	0,017	0,385**	-0,188
	Sig.	0,0000	,	0,019	0,001	0,864	0,000	0,054
Distribución	ρ	-0,280**	-0,227*	1,000	-0,114	-0,003	-0,060	0,094
	Sig.	0,004	0,019	,	0,245	0,976	0,540	0,337
Empleo de Internet	ρ	0,503**	0,317**	-0,114	1,0000	0,253**	0,304**	-0,327**
	Sig.	0,000	0,001	0,245	,	0,009	0,002	0,001
Tipo presencia en Internet	ρ	0,083	0,017	-0,003	0,253**	1,000	0,018	-0,148
	Sig.	0,400	0,864	0,976	0,009	,	0,858	0,129
Implicación de las TI en los negocios	ρ	0,379**	0,385**	-0,060	0,304**	0,018	1,000	-0,191*
	Sig.	0,000	0,000	0,540	0,002	0,858	,	0,050
Experiencia en materia de TI	ρ	-0,232**	-0,188	0,094	-0,327**	-0,148	-0,191*	1,000
	Sig.	0,017	0,054	0,337	0,001	0,129	0,050	,

** La correlación es significativa al 1% (bilateral).
* La correlación es significativa al 5% (bilateral).

Tabla 4. Correlaciones entre las variables explicativas

⁶ Los datos relativos al tipo de presencia en Internet fueron recopilados directamente a través de buscadores y de la visita a los sitios corporativos en Internet.

3.3. ANÁLISIS

Como se ha expuesto, el planteamiento metodológico dominante en la literatura se basa en el empleo de técnicas propias del análisis de la producción, desde la ya clásica estimación de funciones de producción hasta el análisis de la envolvente de datos (DEA); ya se han discutido algunas limitaciones potenciales de estos métodos, entre ellas la medida de los consumos de factores y de los niveles de producción, así como las consecuencias derivadas del carácter facilitador de las inversiones. Este caso hemos optado por métodos menos convencionales, en particular técnicas de ANOVA y los procedimientos destinados a identificar posibles relaciones entre las clases de variables categóricas: las tablas de contingencia, junto con las pruebas de asociación basadas en chi-cuadrado, y el análisis de correspondencias. El análisis preciso de las relaciones halladas y la búsqueda de vínculos de causalidad pueden abordarse más eficazmente mediante modelos de regresión, aunque estos objetivos superan las pretensiones de este trabajo inicial.

Las limitaciones principales de estos métodos residen en la verificación de sus hipótesis iniciales, en particular la normalidad de la distribución de la variable dependiente - en este caso, la rentabilidad - y su homocedasticidad en los distintos grupos definidos por las categorías de las variables hipotéticamente explicativas. La distribución empírica de la rentabilidad presenta cierta asimetría positiva ($g_A = 0,65 > 0$) y un perfil ligeramente leptocúrtico ($g_P = 0,53 > 0$), no obstante su normalidad se ha contrastado positivamente para una significación del 1% ($KS = 0,071$); también se ha verificado la homocedasticidad en todas y cada una de las pruebas formuladas⁷.

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO

En este epígrafe se muestran los principales resultados del trabajo de campo y se discuten sus implicaciones para la teoría. Creemos conveniente señalar que, dado su carácter exploratorio, del hallazgo de una asociación significativa no puede derivarse necesariamente la existencia de un vínculo de causalidad en sentido estricto; en cualquier caso las relaciones contrastadas sí proporcionan un sólido punto de partida para el estudio del perfil financiero de las inversiones en TI.

4.1. ARQUITECTURA FÍSICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE TI

En tanto que instrumento facilitador, la organización física del sistema ejerce influencia sobre su capacidad para prestar apoyos eficaces para la decisión; por ejemplo la existencia de una red basada en ordenadores personales resulta más favorable porque proporciona simultáneamente acceso a los recursos compartidos y capacidad de procesamiento local, lo que debería devenir en

⁷ Como medida de cautela, en cada caso hemos cotejado los resultados de ANOVA con los proporcionados por el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, más robusto ante un posible incumplimiento de la hipótesis de normalidad; los resultados de ambos grupos de pruebas han sido plenamente equivalentes.

una mejora sistemática de la calidad de las decisiones y consecuentemente en una rentabilidad media superior.

Las configuraciones dominantes son precisamente las basadas en ordenadores personales, conectados en red (53%) o no (24%); las redes de terminales "pasivas" - sin capacidad de procesamiento local - son relativamente escasas (23%), y se encuadran en sistemas instalados preferentemente a lo largo de la segunda mitad de los años ochenta. En efecto hemos hallado evidencias de una débil relación entre la configuración física del sistema y el año de instalación de la infraestructura de TI (Tabla 9): los sistemas basados en PCs aislados corresponden en 23 de 25 casos a empresas constituidas en los últimos quince años; por el contrario las redes organizadas en estructuras cliente-servidor así como las LAN conectadas a Internet corresponden a sistemas ligeramente más antiguos, creados predominantemente a lo largo de los ochenta y que han evolucionado paulatinamente tanto en términos tecnológicos como funcionales.

Existen también evidencias, en este caso fuertes, indicativas de una intensa relación entre la dimensión de la empresa y la organización del sistema (Tabla 9); como cabría esperar, las configuraciones más complejas - sistemas cliente/servidor con pasarela a Internet - se concentran en el grupo de empresas de tamaño medio-grande, mientras que las redes basadas en PC y los equipos aislados son tanto más frecuentes cuanto menor es la dimensión. Las necesidades de procesamiento masivo de datos, de compartición de información, y de coordinación de trabajo son indudablemente los principales factores explicativos de esta actitud diferencial.

La evidencia disponible no permite afirmar que el diseño físico de la infraestructura - capacidad de procesamiento local, e interconexión en red - influya decisivamente en la rentabilidad (Tabla 8), aunque parecen existir algunas directrices generales en este sentido: el gráfico de las medias (Ilustración 1) pone de manifiesto que la rentabilidad media más baja corresponde al grupo de redes pasivas, mientras que las configuraciones en las que el usuario posee cierta capacidad de procesamiento local se corresponden con niveles superiores de desempeño.

Por el contrario, sí hemos hallado evidencias relativas a la vinculación entre la rentabilidad y el *grado de descentralización* del sistema de información, definido de acuerdo con las apreciaciones subjetivas de los entrevistados (Tabla 8). Las arquitecturas extremas corresponden a niveles más elevados de rentabilidad mientras que los sistemas *bastante centralizados* son característicos de empresas con utilidades inferiores al promedio; una explicación a este hecho es la posibilidad de que estas configuraciones expresen situaciones de indeterminación en las que la empresa no ha podido identificar el modelo de prestación de servicio más adecuado para sus necesidades, y que esta ambigüedad se refleje en un déficit sistemático de rentabilidad.

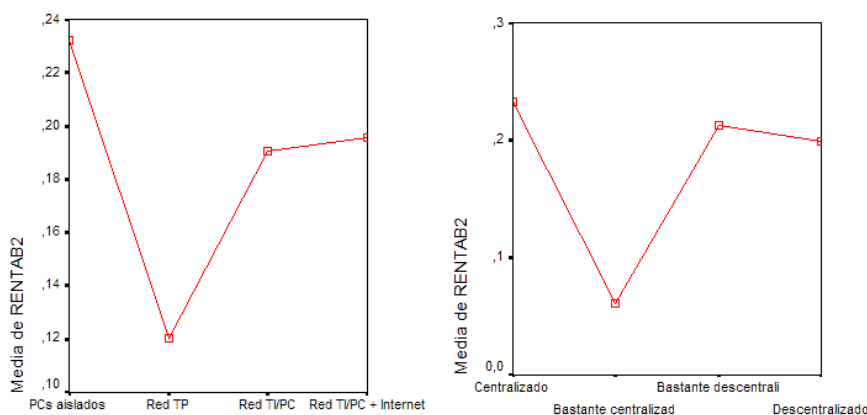


Ilustración 1. Rentabilidad media, por arquitecturas y grados de centralización

4.2. FLEXIBILIDAD Y AUTONOMÍA OPERATIVA DEL USUARIO

Un aspecto relacionado es la distribución de autoridad hacia el usuario, para que éste diseñe los modelos y seleccione dinámicamente los datos más adecuados para el tratamiento de los problemas de decisión. Una inesperadamente alta proporción de los entrevistados afirmó carecer de atribuciones sobre estos aspectos, y utilizar exclusivamente métodos de análisis predefinidos en los sistemas de gestión (39%); la mitad de los decisores encuestados reconoció poseer un grado pequeño o intermedio de autonomía de cara al tratamiento de los problemas, y sólo un 7% afirmó sentirse respaldado por la organización de cara al desarrollo de métodos y modelos de decisión *ad hoc*.

La delegación de esta autoridad es relativamente uniforme en todas las dimensiones empresariales, pero está estrechamente vinculada con la arquitectura del sistema (Tabla 9): los decisores que utilizan PCs aislados afirman poseer un nivel de autonomía superior a sus homólogos que trabajan en LAN abiertas a Internet, segmento en el que la proporción de respuestas afirmativas no alcanza el 20%. Esta asociación se explica por la existencia de estrategias de *end-user computing*, destinadas a flexibilizar el empleo de los recursos de información.

El gráfico de los valores medios de la rentabilidad para cada categoría o nivel de delegación resulta particularmente esclarecedor: la rentabilidad media aumenta de forma sistemática, y con perfil exponencial (Ilustración 2), a medida que lo hace la autonomía del usuario. Esta observación, verificada por la prueba de descomposición de la varianza (Tabla 8), es plenamente coherente con

la *praxis* empresarial, donde el aumento de los problemas poco estructurados y de las decisiones no programadas hace inevitable el uso innovador y creativo de los recursos de información⁸.

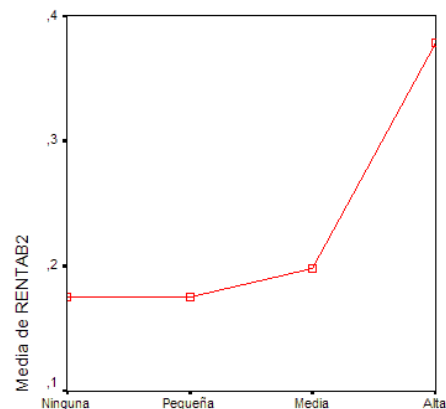


Ilustración 2. Rentabilidad media, por niveles de autonomía de usuario

4.3. GRADO DE APERTURA AL ENTORNO. EMPLEO DE INTERNET

Un aspecto crítico para la calidad de las decisiones es el empleo de información relativa a las distintas facetas del entorno: social, legislativa, competitivo, etc. Tradicionalmente el conocimiento del medio externo se ha incorporado al proceso de decisión a través de procedimientos informales, no obstante el desarrollo de sistemas basados en las TI y su progresiva interconexión a través de servicios telemáticos proporcionan una oportunidad para intensificar la agregación de distintas fuentes de información, incluyendo datos no estructurados como los albergados en Internet.

El empleo de Internet es asimismo un rasgo relevante porque puede constituir un primer paso en el camino hacia la adopción de nuevas formas de trabajar y/o de negocios, como el teletrabajo, la cooperación en el seno de equipos virtuales o el propio comercio electrónico. La adopción de Internet suele seguir un camino *evolutivo*, a lo largo del cual la empresa desarrolla funcionalidades más próximas al núcleo de negocios y se interconecta con otras organizaciones (Jiménez *et al.*, 2000).

La tasa de acceso a Internet alcanza en promedio al 74% de la muestra. Esta proporción es sustancialmente mayor que la hallada por estudios relativos a la difusión social de la red⁹, aunque

⁸ Turoff y Hiltz (1982; p. 83) expresaron con claridad los inconvenientes derivados de la rigidez estructural de los sistemas de ayuda basados en ordenador, haciendo referencia expresa al fracaso del paradigma de los sistemas de información administrativa (MIS).

⁹ Acerca de la demografía de Internet en España, véase www.aimc.es.

no es menos cierto que el 17% de las empresas utiliza los servicios de Internet exclusivamente para obtener información del entorno y encauzar los flujos de comunicación interna.

La forma en que las compañías se posicionan en Internet guarda una estrecha relación con la dimensión (Tabla 9): las empresas de mayor tamaño han desarrollado, preferentemente, sitios corporativos con dominio propio mientras que las PYMES optan por tarjetas de visita o por la indexación en portales temáticos; no obstante los sitios propios son también la forma elegida por una tercera parte de las *microempresas*, en todos los casos compañías de servicios de reciente creación con ámbito de actuación nacional o internacional. Las empresas de dimensión intermedia ocupan una posición ambigua, expresiva de cierta indefinición estratégica de cara a Internet, y vinculada simultáneamente a la indexación, el desarrollo de sitios propios, y el hospedaje de una única página pasiva. Estos resultados son coherentes con los hallazgos de Jiménez *et al.* (2000), quienes detectaron una relación positiva entre la dimensión - en este caso, medida a través de la facturación - y ciertas decisiones relativas a la presencia en Internet.

La muestra contiene evidencias muy débiles indicativas de una posible asociación entre la presencia en Internet y el nivel medio de rentabilidad de la empresa; esta conexión podría muy bien deberse a una simple casualidad estadística, dados el nivel de significación crítica de la prueba (Tabla 8) y el perfil de las medias por categorías: las empresas presentes en Internet obtienen, en general, una rentabilidad superior aunque el grupo de compañías que dispone de una sola página pasiva se caracteriza por un rendimiento medio sustancialmente inferior al promedio. La rentabilidad media de las empresas ausentes, o que utilizan Internet exclusivamente como fuente de información, es aproximadamente el promedio general de la muestra.

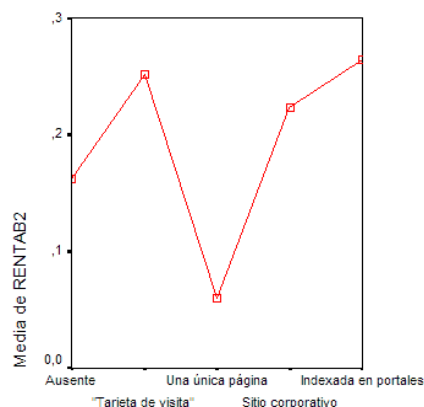


Ilustración 3. Rentabilidad media, por tipología de presencia en Internet

Creemos especialmente importante señalar que no existe ninguna razón para presumir la existencia de una relación de causalidad entre la presencia en Internet y la rentabilidad empresarial algo que guarda una estrecha relación con características contingenciales de gestión (Arias y Gene, 2003) y con el perfil estratégico del sector (Comisión Europea, 2001); de hecho sólo

una minoría de las empresas realiza actividades de comercio electrónico o dispone de catálogos web, por tanto la presencia en Internet tiene en este momento dos efectos principales: la difusión de información relativa a la empresa (origen, actividad, consejo de administración, financiera, etc.) y la acumulación de experiencia acerca de la tecnología web y los mercados electrónicos. Otras implicaciones de interés, como la contribución a la coordinación de las transacciones, la innovación, o la suavización de las barreras de entrada (Jiménez *et al.*, 2000) se mantienen por el momento al margen, a la espera de que la utilización de los servicios de Internet sea más intensa. Si la presencia en Internet es financieramente relevante, su efecto se materializará en la obtención de un *superbeneficio* a medio y largo plazo, a medida que las empresas avancen en el ciclo de vida del servicio (Haley *et al.*, 1996) y consoliden activos intangibles como el prestigio, la experiencia, o la confianza.

4.4. IMPLICACIÓN DE LAS TI EN LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS DE NEGOCIOS

Hemos solicitado de los participantes un juicio subjetivo acerca del grado en que el normal funcionamiento de los procesos de negocios depende de los servicios y las funcionalidades del sistema de información, en las cuatro áreas funcionales genéricas recogidas tradicionalmente en la literatura: producción, finanzas, dirección y administración general, y marketing - comercialización.

La opinión mayoritaria es que los SI, y por extensión las TI, desempeñan un papel relevante, cuando no crítico, en las funciones de negocios - tres entrevistados afirmaron que su infraestructura de información tenía un papel marginal -. Hemos verificado que el grado de implicación está positivamente vinculado con la arquitectura del sistema, el origen del software del sistema, y el empleo de recursos y servicios de Internet (Tabla 9): en concreto, la importancia percibida es mayor entre los usuarios que utilizan SI basados en arquitecturas cliente-servidor que proporcionan acceso a Internet y operan con software no comercial, desarrollado *ad hoc* por los servicios internos o por proveedores externos. Los sistemas más sencillos - basados en PCs aislados con software comercial - reciben sistemáticamente la calificación más baja, y se interpretan como instrumentos simples de automatización, que reemplazan a las máquinas de escribir o los ficheros en papel, y no se les reconoce especial trascendencia desde el punto de vista de la toma de decisiones o de la gestión empresarial.

	Frecuencia	%	$\Sigma\%$
Ninguna	3	2,83%	2,83%
Poca	16	15,09%	17,92%
Elevada	65	61,32%	79,25%
Crítica	22	20,75%	100%
Total	106	100%	

Tabla 5. Implicación del sistema de información en las funciones de negocios

En este sentido no resulta inesperado hallar la existencia de evidencias indicativas de un vínculo de signo positivo entre la rentabilidad económica de la empresa y la importancia que ésta atribuye a sus inversiones en TI (Tabla 8): las respuestas más favorables se obtuvieron precisamente en organizaciones con utilidades superiores al promedio, mientras que las compañías menos rentables tienden a interpretar las TI como recursos convencionales. No obstante la relación observada tiene muy posiblemente carácter bidireccional: la capacidad para innovar y utilizar creativamente las TI puede muy bien ejercer una influencia favorable sobre la rentabilidad, sin embargo es también razonable suponer que las organizaciones más exitosas exhiban una especial predisposición a reconocer la contribución de los recursos de información.

4.5. EXPERIENCIA EN MATERIA DE TI

La última variable de estudio es la experiencia que la organización ha acumulado en materia de TI; siguiendo la propuesta de Itami y Roehl (1991), la experiencia es una forma de conocimiento que, convenientemente gestionada, puede conducir a la edificación de activos intangibles y al fortalecimiento de las bases competitivas de la organización. Desde una perspectiva más prosaica, la experiencia de la organización puede mejorar el alineamiento del sistema con los objetivos de negocios, facilitar la adopción de innovaciones, o reducir el riesgo general de las inversiones en tecnología, todo lo cual debería redundar en el logro de utilidades superiores al promedio.

Las inversiones más antiguas datan del año 1965¹⁰, aunque el proceso de informatización no cobró fuerza hasta los primeros ochenta, coincidiendo con la aparición del ordenador personal, el desarrollo de los sistemas de bases de datos, y la mejora general de la relación coste - rendimiento de los equipos informáticos y las redes telemáticas. Como se muestra en la Tabla 6, la tasa de adopción fue sistemáticamente creciente hasta los últimos ochenta, momento en que tres cuartas partes de las empresas estudiadas contaban ya con infraestructura informática.

No obstante la tasa de informatización está en mayor o menor medida influida por el ritmo de creación de las propias sociedades: por ejemplo, podría argumentarse que la informatización fue muy intensa en los ochenta debido a la aceleración de la actividad económica, que hipotéticamente podría haber inducido la creación de un número mayor de nuevas empresas. El gráfico inferior ofrece algunas aclaraciones en este sentido: el ritmo de informatización fue sustancialmente superior al de creación de empresas¹¹, y de hecho en los primeros años noventa ambas tasas

¹⁰ Uno de ellos fue instalado por un diario nacional fundado más de cincuenta años atrás; el segundo por una corporación industrial con actividad internacional con la doble finalidad de proporcionar respaldo a la gestión y contribuir al control y la automatización de los procesos fabriles.

¹¹ En efecto, entre 1985 y 1990 se constituyó el 32,11% de las empresas estudiadas, pero durante este mismo período se instaló el 41,51% de los sistemas informáticos.

acumuladas son prácticamente iguales, lo que indica que todas las empresas existentes en ese momento contaban ya con infraestructura informática¹².

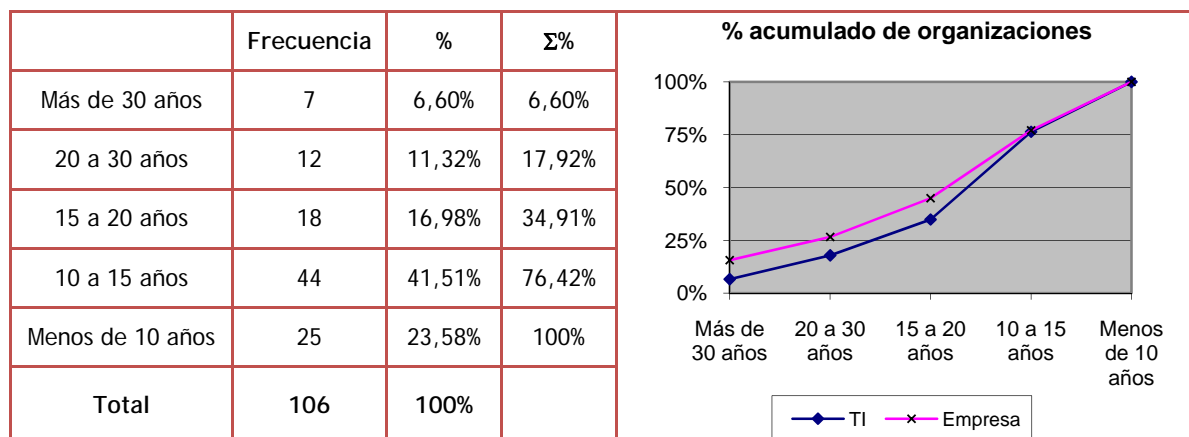


Tabla 6. Antigüedad de la infraestructura informática, y de la organización

De acuerdo con nuestras evidencias, la experiencia de la empresa en materia de TI está estrechamente relacionada con su dimensión financiera, expresada a través de la cifra nominal de capital social, y en menor medida con el tamaño de su plantilla; no hemos hallado evidencias indicativas de diferencias vinculadas a la naturaleza del negocio o el sector de actividad, pero sí indicios de una débil relación con la arquitectura del sistema (Tabla 9): las inversiones más recientes se han materializado en sistemas de PCs aislados mientras que las redes locales TCP/IP conectadas a Internet son el modelo característico de los sistemas desarrollados desde hace entre 15 y 20 años; las redes de terminales pasivas son tanto más frecuentes cuanto mayor es la antigüedad del sistema, lo que avala nuestras dudas acerca de su capacidad para respaldar eficazmente la toma de decisiones y proporciona una justificación razonable para el inesperado hallazgo al que nos referiremos de inmediato.

Los resultados en cuanto a la contrastación del impacto de la experiencia de la empresa sobre su rentabilidad son limitados; las evidencias halladas son débiles (Tabla 8) y la distribución de rentabilidades no se adecua a nuestra hipótesis inicial (Tabla 7): inesperadamente las utilidades más bajas corresponde a las organizaciones que, de acuerdo con nuestras hipótesis, deberían haber acumulado mayor grado de experiencia en cuanto al uso de las TI y su inserción en los procesos de negocios; los promedios más elevados se observan en las empresas con experiencia intermedia, si bien las compañías que realizaron sus inversiones hacia la mitad de los años ochenta logran una rentabilidad media cinco puntos inferior a los grupos adyacentes.

¹² A finales de 1993 se había constituido el 77% de las empresas muestreadas, y el 76,4% de estas compañías contaba con sistemas informáticos. Por tanto, aproximadamente sólo seis de cada mil de las empresas carecía de este tipo de recursos.

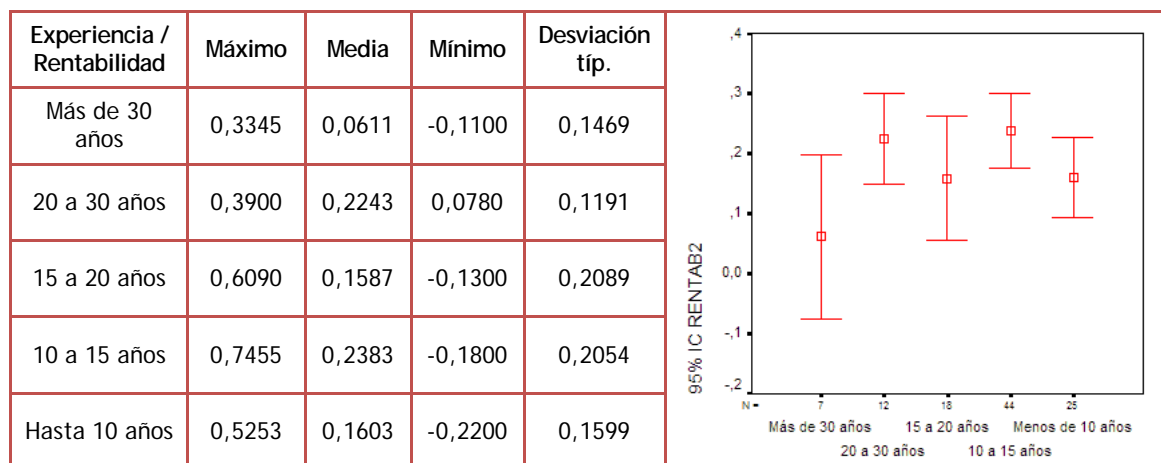


Tabla 7. El comportamiento de la rentabilidad ante la experiencia estimada de la empresa

El comportamiento de las empresas pioneras puede tener varias explicaciones; se trata en todos los casos de grandes corporaciones de ámbito nacional o internacional constituidas hace un promedio de cuarenta años y que, siguiendo la dinámica estratégica habitual, se han concentrado en nichos de mercado relativamente protegidos y que en consecuencia proporcionan niveles de ganancia estables, y correlativamente moderados. Desde el punto de vista tecnológico es posible que, a pesar de las sucesivas actualizaciones físicas y lógicas, sus respectivas infraestructuras de información posean cierto grado de obsolescencia e inercia operativa que minore su contribución a los negocios; esta hipótesis es coherente con la ya observada asociación entre la fecha de las primeras inversiones en TI y la organización actual de la infraestructura informática.

Es interesante observar asimismo que la dispersión media la rentabilidad es apreciablemente elevada en las categorías formadas por sistemas creados a lo largo de los ochenta, lo que podría ser indicativo de cierta indefinición en la estrategia tecnológica o de falta de alineamiento entre los recursos de información y las exigencias derivadas de la toma de decisiones y de la gestión en general.

	Sumas de cuadrados		Medias cuadráticas		F	Sig
	Intergrupos	Intragrupos	Intergrupos	Intragrupos		
Arquitectura física infraestructura TI	0,112	3,615	0,037	0,035	1,057	0,371
Descentralización	0,296	3,431	0,099	0,034	2,932	0,037
Delegación autoridad	0,264	3,463	0,088	0,034	2,587	0,057
Tipo presencia en Internet	0,256	3,471	0,064	0,034	1,865	0,122
Implicación de las TI en las actividades de negocios	0,242	3,001	0,081	0,029	2,742	0,047
Experiencia	0,272	3,455	0,068	0,034	1,985	0,102

Tabla 8. Resultados de las pruebas de descomposición de la varianza, para la rentabilidad económica

Variables implicadas en el contraste de asociación		Chi-cuadrado	GI	Significación
Arquitectura física de la infraestructura de TI	Sector	13,595	12	0,327
	Dimensión (plantilla)	32,31	12	0,001
	Año instalación	25,109	12	0,014
Grado de delegación de autoridad	Sector	20,352	12	0,061
	Dimensión (plantilla)	12,818	12	0,382
	Arquitectura física infr. TI	24,112	9	0,004
Tipo de presencia en Internet	Sector	11,223	16	0,796
	Dimensión (plantilla)	29,429	16	0,021
	Experiencia	24,712	16	0,075
Implicación de las TI en las actividades de negocios	Arquitectura física infr. TI del sistema	16,936	9	0,05
	Origen del software	10,747	6	0,097
	Empleo recursos de Internet	17,942	9	0,036
	Sector	23,306	12	0,025
Experiencia	Sector	35,605	28	0,153
	Dimensión (plantilla)	27,741	16	0,034
	Capital social	32,928	16	0,008
	Arquitectura física infr. TI	25,109	12	0,014
	Empleo recursos de Internet	20,369	12	0,060

Tabla 9. Algunas asociaciones relevantes entre las variables explicativas

5. CONCLUSIONES Y DESARROLLO

Nuestro trabajo demuestra la posibilidad de examinar el impacto financiero de las inversiones en TI a través de métodos alternativos al análisis de la producción, lo que permite no sólo eludir la cuestionable valoración de *inputs* y *outputs* sino también incorporar al estudio variables organizacionales de interés. Las variables explicativas propuestas mantienen asociaciones que resultan coherentes con el conocimiento preexistente en materia de SI y con la propia teoría de la organización, al tiempo que proporcionan una interesante capacidad explicativa del nivel de rentabilidad: los resultados avalan la asociación positiva entre estos atributos técnicos y organizacionales, el grado de implicación de las TI en los procesos de negocios - con especial mención al empleo de recursos de ayuda a la decisión - y el nivel de rentabilidad; confirman también la relevancia de los factores contingenciales de cara a la evaluación y predicción del nivel de utilidades. El efecto observado sobre la rentabilidad no posee la regularidad sistemática observada en otras tecnologías, como los métodos de producción en masa, porque el empleo de las

TI posee el perfil de una *necesidad táctica* y depende de la concurrencia de ciertos factores de gestión (Bruque *et al.*, 2003).

La hipótesis H1, que proponía una relación positiva entre la rentabilidad y características como el grado de apertura y la flexibilidad del sistema de información basado en TI, ha recibido un respaldo parcial: aunque no hemos hallado un patrón sistemático de asociación con la configuración física, la rentabilidad económica media es superior en las empresas que poseen redes basadas en terminales inteligentes o PCs, y todavía más en las compañías cuyos SI proporcionan acceso a Internet. Este resultado es coherente con la literatura clásica en materia de sistemas de información, que sostiene la importancia del usuario como sujeto activo de los DSS (Sprague, 1980), y también con trabajos más recientes acerca del rol económico de Internet (Teo y Pian, 2003).

La forma en que las organizaciones utilizan los distintos recursos y servicios de Internet, la presencia en la web y la existencia de iniciativas de comercio electrónico han recibido especial atención en el diseño experimental, aunque en este trabajo hemos mostrado sólo algunos resultados parciales. La evidencia muestral ofrece respaldo a la hipótesis H3 ya que las empresas que participan activamente en Internet tienden a obtener una rentabilidad económica superior al promedio; el grupo de compañías que ofrece una sola página hospedada, pasiva y estática, actualizada sólo de manera esporádica, exhibe una rentabilidad notablemente reducida, precisamente porque su presencia en la red es sólo testimonial. Estos resultados corroboran que la incorporación a la red, una *moda* ampliamente difundida como consecuencia de conductas de imitación, no es una condición suficiente para el éxito: ciertamente, una amplísima mayoría de los sitios detectados no tiene carácter transaccional y por tanto la inversión ejerce una influencia más bien difusa sobre los resultados empresariales - de hecho, las organizaciones tienden a gestionar estas actividades como proyectos marcadamente experimentales y no las encuadran dentro de su núcleo de negocios -. Pero los sitios no transaccionales pueden ser relevantes desde el punto de vista de la difusión de información corporativa y de la consolidación de ciertos activos intangibles que, como la notoriedad o la experiencia, son valiosos de cara a la eventual puesta en práctica de actividades comerciales en Internet.

Por otra parte no es menos cierto que el impacto económico de este tipo de actividades se manifestará de forma progresiva en las series financieras a largo plazo, a medida que el aumento del volumen de transacciones aumente haga rentables las inversiones comprometidas por las empresas. Las series disponibles no recogen de forma sistemática estos efectos, ya que los proyectos han sido adoptados en épocas relativamente recientes - en general, dentro del último quinquenio -.

Los resultados relativos al efecto de la experiencia corporativa en materia de TI no son concluyentes; no obstante el rendimiento muestra regularidades coherentes con algunos trabajos recientes, en los que se demuestra que las inversiones en TI influyen de forma especialmente significativa en el rendimiento cuando actúan conjuntamente con ciertas características

organizacionales, como la descentralización o el trabajo de grupo (Brynjolfsson *et al.*, 2002; Bruque *et al.*, 2003), que el mercado interpreta como activos *intangibles*. Nuestros resultados sugieren que la capacidad de la empresa para capturar estas utilidades - y la propia percepción de valor por parte de los inversores externos - está mediatizada por ciertas características técnicas de la infraestructura, concretamente su arquitectura y el grado de obsolescencia tecnológica.

La hipótesis H2, que proponía una relación positiva entre la introducción sistemática de las TI y el nivel de rentabilidad, ha sido verificada positivamente tanto si se consideran los juicios subjetivos de los entrevistados (la "*importancia percibida*") como si se analiza el papel de aplicaciones o funcionalidades individuales del sistema, entre ellas la automatización de procesos industriales, la gestión comercial, el intercambio electrónico de datos (EDI), o el apoyo general a la administración. No obstante resulta obvio que las utilidades dependen de múltiples factores ajenos a las inversiones en TI, por tanto la existencia de relaciones de causalidad propiamente dichas es una hipótesis a estudiar con precaución; las relaciones *casuales* son relativamente comunes en la investigación en materia de SI (Lee *et al.*, 1997), de ahí que una extensión natural de este trabajo consista en la búsqueda de nuevas variables, o de métodos más precisos para la categorización de las actuales, que permitan construir modelos explicativos formalizados. La identificación de las variables explicativas, y el perfeccionamiento de nuestra capacidad para su medición, deben venir acompañados de un aumento en la potencia del instrumental metodológico; el empleo de las técnicas de regresión incorporadas al análisis factorial de la varianza puede proporcionar algunas conclusiones de interés, cuantificando la influencia real de cada uno de los factores explicativos.

Las características del efecto observado sobre la rentabilidad poseen claras implicaciones sobre la teoría y la *praxis* empresarial, en particular sobre la estrategia de selección de inversiones. Los criterios comunes de evaluación asumen implícitamente la existencia de una relación de causalidad entre la cuantía financiera de la inversión y las utilidades derivadas de su adopción, relación que no sólo no ha sido demostrada de manera concluyente en la literatura sino que, además, parece estar condicionada por la concurrencia de ciertos del contexto organizacional. Los resultados de nuestro estudio avalan la conveniencia de evaluar las inversiones en TI adoptando una perspectiva amplia de negocios, más que criterios basados en medidas aisladas de productividad o rendimiento (Chan, 2000); el criterio de racionalidad económica implícito en el proceso de selección de inversiones es plenamente compatible con la adopción de proyectos que, aún causando una caída en la productividad, ofrecen utilidades valiosas desde el punto de vista de la calidad o del respaldo a los objetivos de negocios. Por tanto el procedimiento de evaluación debería agregar los factores de valor y riesgo, tanto cuantitativos como intangibles, en una medida representativa de la contribución general a los negocios; nuestra propuesta en este sentido se orienta en la línea general expuesta por Parker *et al.* (1988 y 1989), no obstante destacamos la necesidad de completar el marco de *Information Economics* con métodos matemáticos que, como AHP o Promethee, proporcionan un método demostradamente racional para el tratamiento de los factores intangibles y la integración de múltiples criterios.

Bibliografía

- Alavi, M. ; Joachimstaler, E. M. (1992) : "Revisiting DSS Implementation Research : a Meta-Analysis of the Literature and Suggestions for Researchers" . *MIS Quarterly*, Marzo, pp. 95-116.
- Alpar, P.; Kim, M. (1990): "A comparison of approaches to the measurement of IT value". *Proceedings of the 22nd. Hawaiian International Conference on System Science*. Honolulu, Hawaii.
- Argyris, C. (1977): "Double Loop Learning in Organizations" . *Harvard Business Review*, Vol. 55, N. 5, pp. 115 - 125.
- Arias Oliva, M.; Gene Albesa, J. (2003): "Perspectivas teóricas sobre la digitalización de las organizaciones" . *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 9, N. 2, pp. 49 - 62.
- Bloch, M.; Pigneur, Y. (1995): *The extended enterprise: a descriptive framework, some enabling technologies and case studies in the Lotus Notes environment*. Documento de trabajo, Universidad de Lausanne. Junio.
- Boldó, M. D.; Esteban, D.; Martí, J. (1998): "El impacto de la introducción de los servicios on-line en la actividad empresarial" . *Cuadernos de Economía y Empresa*, Vol. XII, N. 32, pp. 21-42.
- Bruque, S.; Vargas, A.; Hernández, M. J. (2003): "Determinantes del valor competitivo de las tecnologías de la información. Una aplicación al sector de distribución farmacéutica" . *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 12, N. 4, pp. 101 - 124.
- Brynjolfsson, E. (1993): "The productivity paradox of information technology" . *Communications of the ACM*, Vol. 36, N. 12, pp. 66-77.
- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. (1993): "Is information systems spending productive? New evidence and new results" . *International Conference on Information Systems*. Orlando.
- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. (1996a): "Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending" . *Management Science*, Vol. 42, N. 4, pp. 541 - 558.
- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. (1996b): "Productivity, profitability and consumer surplus: Three different measures of information technology" . *MIS Quarterly*, Vol. 20, N. 2, pp. 121 - 142.
- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. (1998): "Beyond the productivity paradox" . *Communications of the ACM*, Vol. 41, N. 8, pp. 49-55.

- Brynjolfsson, E.; Hitt, L.; Yang, S. (2002): "Intangible assets: computers and organizational capital". *Brookings Papers on Economic Activity* N. 1, pp. 137 - 191.
- Chan, Y. (2000): "IT value: the great divide between qualitative and quantitative and individual and organizational measures". *Journal of Management Information Systems*, Vol. 16, N. 4, pp. 225 - 261.
- Chang, R.; Chang, Y.; Paper, D. (2003): "The effect of task uncertainty, decentralization and AIS characteristics on the performance of AIS: an empirical case in Taiwan". *Information & Management*, Vol. 40, N. 7, pp. 691 - 703.
- Choe, J.M. (1998): "The effects of user participation on the design of accounting information systems". *Information and Management*, Vol. 34, N. 3, pp. 185-198.
- Comisión Europea (2001): *El impacto de la economía electrónica en las empresas europeas: análisis económico e implicaciones políticas*. COM(2001) 711 de la Comisión al Consejo y el Parlamento Europeos.
- Cron, W. I.; Sobol, M. G. (1983): "The relationship between computerization and performance: a strategy for maximizing the economic benefits of computerization". *Journal of Information Management*, N. 6, pp. 171 - 181.
- Daft, R. L. ; Lengel, R. H. : Trevino, L. K. (1987) : "Message Equivocality, Media Selection, and Manager Performance : Implications for Information Systems". *MIS Quarterly*, Vol. 11, N. 3, Septiembre, pp. 355-366.
- Daft, R. L.; Lengel, R. H. (1986): "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design". *Management Science*, Vol. 32, N. 5, Mayo, pp. 554-571.
- Dasgupta, S.; Sarkis, J.; Talluri, S. (1999): "Influence of information technology investment on firm productivity: a cross-sectional study". *Logistics Information Management*, Vol. 12, N. 1/2, pp. 120-129.
- David, P. A. (1989): *Computer and dynamo: the modern productivity paradox in a not-too-distant mirror*. Stanford: Center for Economic Policy Research.
- Diebold, J. (1978): "Decisiones erróneas en la utilización del ordenador". *Harvard - Deusto Business Review*, N. 37, pp. 3-14.
- Earl, M. J. (1989): *Management Strategies for Information Technology*. Hemel Hempstead, Hertfordshire: Prentice Hall.
- Ein-Dor, P.; Segev, E. (1982): "Organizational context and MIS structure: some empirical evidence". *MIS Quarterly*, Vol. 6, N. 3, pp. 55-68.

- El-Najdawi, M. K. ; Stylianou, A. C. (1993) : "Expert Support Systems : Integrating AI Technologies." *Communications of the ACM*, Vol. 36, N. 12, Diciembre, pp. 55-103
- Escobar, B.; Fresneda, M.; Vélez, M. (1997): "Factores determinantes del éxito en la implantación de los sistemas de información: estudio comparativo entre distintos entornos organizacionales". *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 3, N. 1: 43-59.
- Gul, F.A.; Chia, Y. M. (1994): "The effect of management accounting systems, perceived environment uncertainty and decentralization on managerial performance: a test of three-way interaction". *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 19, N. 4, pp 413-426.
- Haley, B. J.; Carte, T. A.; Watson, R. T. (1996): "Commerce on the Web: How is it growing?". *Papers of the 1996 Americas Conference on Information Systems*. Phoenix: Association for Information Systems.
- Harris, S. E.; Kaatz, L. (1989): "Predicting organizational performance using information technology managerial control ratios". *Proceedings of the 22nd. Hawaiian International Conference on System Science*. Honolulu, Hawaii.
- Howorka, G.; Anderson, L.; Goul, k.; Hine, M. (1995) : "A Computational Model of Coordination for the Design of Organizational Decision Support Systems". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 43, N. 1, Marzo: 43-67.
- Itami, H.; Roehl, T. (1991): *Mobilizing Invisible Assets*. Cambridge: Harvard University Press.
- Jarvenpaa, S. L.; Ives, B. (1991): "Executive involvement and participation in the management of information technology". *MIS Quarterly*, Vol. 15, N. 2, pp. 205-227.
- Jiménez Quintero, J. A.; Padilla Meléndez, A.; del Águila Obra, A. R. (2000): "Las organizaciones ante los entornos electrónicos. Estudio empírico en el contexto español". *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 9, N. 2, pp. 71 - 96.
- Jordan, E. (1994): "Information strategy and organization structure". *Information Systems Journal*, Vol. 4, pp. 253-270.
- Kudyba, S.; Diwan, R. (2002): "Research report: increasing returns to information technology". *Information Systems Research*, Vol. 13, N. 1, Marzo, pp. 104 - 111.
- Lee, B.; Barua, A.; Whinston. A. (1997): "Discovery and representation of casual relationships: a methodological framework". *MIS Quarterly*, Marzo, pp. 109 - 136.
- Lehr, W.; Lichtenberg, F. (1998): "Computer use and productivity growth in US Federal Government agencies". *Journal of Industrial Economics*, Vol. XLVI, N. 2, pp. 257 - 279.

- Leifer, R. (1988): "Matching computer - based information systems with organizational structures". *MIS Quarterly*, Vol. 12, N. 1, pp. 63-73.
- Loveman, G. W. (1994): "An assessment of the productivity impact on information technologies", en Allen, T. J.; y Morton, M. S. (eds.): *Information Technology and the Corporation of the 1990s*. Cambridge, Massachusetts: Information Technology Press. Publicado originalmente en MIT (1988): *Management in the 1990s*, Julio.
- Meroño, A. L.; Sabater, R. (2003): "Valoración del nivel de negocio electrónico". *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 3, N. 1, pp. 9 - 22.
- Middleton, C. A. (1997): "Doing business on the Internet: Insights from Information Systems and Organizational Theory Research". *Papers of 1997 Americas Conference on Information Systems*. Indianapolis: Association for Information Systems, pp. 263-265.
- Morrison, C. J.; Berndt, E. R. (1990): *Assessing the productivity of information technology equipment in the US manufacturing industries*. National Bureau of Economic Research Working Paper N. 3.582, Enero.
- Noyelle, T. (1990): *Skills, wages and productivity in the service sector*. Boulder: Westview Press.
- Parker, M. M.; Trainor, H. E.; Benson, R. J. (1988): *Information Economics. Linking Business Performance to Information Technology*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Parker, M. M.; Trainor, H. E.; Benson, R. J. (1989): *Information Strategy and Economics*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Poon, S.; Swatman, P. (1995): "The Internet for Small Business: an enabling infrastructure for competitiveness". *INET'95 Proceedings*. Honolulu.
- Roach, S. S. (1991): "Services under siege - The restructuring imperative". *Harvard Business Review*, Septiembre - Octubre, pp. 82 - 92.
- Siegel, D.; Griliches, Z. (1991): *Purchased services, outsourcing, computers and productivity in manufacturing*. National Bureau of Economic Research Working Paper N. 3.678, Abril.
- Sprague, R. H. (1980): "A Framework for the Development of Decision Support Systems". *MIS Quarterly*, Vol. 4, N. 4, Diciembre, pp. 1-26.
- Strassman, P. A. (1990): *The business value of computers*. New Canaan: Information Economics Press.
- Teo, T. S.; Pian, Y. (2003): A contingency perspective on Internet adoption and competitive advantage. *European Journal of Information Systems*, Vol. 12, N. 2, pp. 78 - 92.

Thatcher, M.; Oliver, J. (2001): "The impact of technology investments on a firm's production efficiency, product quality, and productivity". *Journal of Management Information Systems*, Vol. 18, N. 2, pp. 17 - 45.

Thierauf, R. J. (1991) : *Executive Information Systems*. Westport, Connecticut : Quorum Books.

Turoff, M.; Hiltz, S. R. (1982) : "Computer Support for Group Versus Individual Decisions". *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 30, N. 1, Enero, pp. 82-91.

Weill, P. (1990): *Do computers pay off?*. Washington: ICIT Press.

Zeffane, R. (1992): "Patterns of structural control in high and low computer user organizations." *Information & Management* Vol. 23, N. 3, Septiembre, pp. 159 - 170.