

Factores asociados al uso de *software* en áreas estratégicas y complementariedad con la innovación: evidencia a nivel firma para el Partido de General Pueyrredon¹

Software-use related factors in strategic areas and innovation complementarity: Firm-level evidence in General Pueyrredon District

Marcel, Lizzie; Mauro, Lucía; Liseras, Natacha

 Lizzie Marcel

lizziemarcel@mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Argentina

 Lucía Mauro

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Argentina

 Natacha Liseras

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Argentina

FACES. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

ISSN: 0328-4050

ISSN-e: 1852-6535

Periodicidad: Semestral

vol. 28, núm. 58-59, Dob., 2022

faces@eco.mdp.edu.ar

Recepción: 03 Marzo 2022

Revisado: 19 Agosto 2022

Aprobación: 26 Agosto 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/616/6163543002/>

Autor de correspondencia: lizziemarcel@mdp.edu.ar

© Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: El paradigma productivo actual se caracteriza por el crecimiento en el uso y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), las cuales realizan importantes aportes a la productividad y competitividad de las empresas. Si bien en el Partido de General Pueyrredon el 75% de las firmas industriales utilizan *software* en al menos un área, su aporte específico y los factores que inciden en su adopción no han sido explorados. El objetivo de este trabajo es analizar los factores asociados al uso de *software* en áreas estratégicas de las firmas y avanzar sobre una línea de investigación aún no explorada para la Argentina: la complementariedad entre el uso de *software* en áreas estratégicas y la obtención de resultados de innovación. Se emplean datos de 280 empresas relevadas en 2018 para estimar modelos lineales generalizados y un modelo bivariado de elección binaria.

Palabras clave: competitividad, TIC, innovación, modelos lineales generalizados, modelo probit bivariado.

Abstract: *The current productive paradigm is characterized by the presence and development of Information and Communication Technologies (ICT), with important contributions to firm productivity and competitiveness. Even though 75% of the industrial firms in General Pueyrredon District use software in at least one area, its specific contribution and the factors that influence its usage have not been explored as of yet. This paper seeks to analyse software-use related factors in strategic areas, and to advance on a new line of work in Argentina: the complementarity between software use in strategic areas and innovation output. Data from 280 firms surveyed in 2018 was used to estimate generalized linear models and a bivariate probit model.*

Keywords: *generalised linear models, bivariate probit model.*

NOTAS DE AUTOR

lizziemarcel@mdp.edu.ar

1. INTRODUCCIÓN

El paradigma productivo actual se caracteriza por el desarrollo y uso creciente de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), las cuales incluyen servicios de gestión y mantenimiento de aplicaciones, videojuegos, animación y simulación, redes e infraestructura, consultoría, y *software* y servicios informáticos (Miles, 2005). El *software* se ha transformado en una de las inversiones TIC más relevantes para las empresas, dados los numerosos beneficios de su incorporación (Taştan y Gönel, 2020).

Si bien están documentados los beneficios del uso de TIC en general y de *software* en particular, su adopción no se encuentra totalmente difundida entre las empresas: algunas utilizan *software* más que otras (Khalifa, 2022; Moncaut et al., 2017; Thong, 1999; Yoguel et al., 2004). Este uso desigual de TIC también existe entre países, lo cual amplía la brecha digital entre las economías más avanzadas y las menos desarrolladas (ALADI, 2005; Soler Calvo, 2019). Por lo tanto, cabe preguntarse cuáles son los factores que inciden en el grado de uso de *software* y en su aplicación en diferentes áreas estratégicas de la firma.

En la literatura se mencionan numerosos factores que inciden en el uso de TIC a nivel firma, operacionalizado en forma más amplia (por ejemplo, adopción general de TIC) o más estricta (como por ejemplo implementación de *e-commerce*, banda ancha o *software* en áreas estratégicas, tal como se utiliza en este trabajo). Entre los principales factores se destacan tanto aquellos que se relacionan con la estructura de la empresa (tamaño y sector al que pertenece) como aquellos asociados a las capacidades y estrategias de la firma (esfuerzos de innovación, calificación de los trabajadores, mejoras organizacionales) (Alderete et al., 2014; Fabiani et al., 2005; García-Moreno et al., 2018; Grazzi y Jung, 2019; Karshenas y Stoneman, 1993; Khalifa, 2022; Moncaut et al., 2017; Thong, 1999; Waters, 2017; Yoguel et al., 2004).

Adicionalmente, este trabajo avanza en el estudio de la complementariedad del uso de *software* en áreas estratégicas con la obtención de resultados de innovación. Si bien existen investigaciones que abordan la complementariedad entre innovación y comportamiento exportador (Girma et al., 2008; Liseras y Mauro, 2020; Neves et al., 2016), entre distintos tipos de TIC^[2] (Battisti et al., 2007; Galliano et al., 2001; Grazzi y Jung, 2019; Waters, 2017) y entre los resultados de innovación y el uso de distintos tipos de TIC (Bertschek et al., 2013; Gallego et al., 2014; Hall et al., 2013; Mohnen et al., 2018; Spiezia, 2011), el análisis de la decisión conjunta de uso de *software* y obtención de resultados de innovación no fue efectuado para datos de Argentina. Por lo tanto, estos resultados son una primera aproximación al tema.

Se utiliza información relevada en 2018 correspondiente a 280 empresas industriales del Partido de General Pueyrredon (PGP), el cual posee un importante polo tecnológico y un tejido industrial muy diverso (Graña et al., 2019). Se estiman modelos lineales generalizados para determinar los factores asociados al uso de *software* en áreas estratégicas de la empresa y un modelo probit bivariado para indagar si el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación son decisiones complementarias.

Los principales resultados indican que los esfuerzos de innovación y la calificación de los trabajadores son factores asociados al uso de *software* en áreas estratégicas de la empresa, así como también su tamaño y la pertenencia a sectores intensivos en conocimiento. Además, el mayor uso de *software* en áreas estratégicas y la obtención de resultados de innovación no son independientes entre sí, sino que se refuerzan y retroalimentan en un proceso virtuoso. La evidencia que surge de los modelos estimados representa un aporte a la literatura empírica sobre TIC e innovación en países en desarrollo y reviste especial interés para el diseño de políticas públicas que promuevan la incorporación de nuevas tecnologías.

El artículo se estructura de la siguiente manera: primero se presenta la revisión de literatura sobre los aportes de las TIC en general y del *software* en particular, los factores asociados a su adopción y la complementariedad con la innovación; luego se describe la metodología, la fuente de datos y las técnicas econométricas aplicadas; seguidamente, se muestran los resultados y, por último, se presentan las conclusiones del trabajo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Incorporación de TIC y su impacto en la firma

El nuevo paradigma tecnológico modificó el modelo de negocios a nivel global hacia uno caracterizado por el crecimiento en el uso y el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (Castellacci, 2008). Dentro de este nuevo paradigma, encontramos al sector de *Software* y Servicios Informáticos (SSI), compuesto por firmas basadas en conocimiento, innovadoras, trabajo-intensivas y que emplean personal altamente calificado (Bekerman y Cataife, 2001; Calá, 2018; Novick et al., 2013).

Estos servicios realizan importantes aportes a las empresas industriales que los utilizan. Breard y Yoguel (2013) definen la incorporación de TIC como:

El esfuerzo que realizan las empresas para seleccionar determinadas tecnologías e implementarlas, facilitando de esta manera tanto la generación y circulación de información entre las áreas como en el conjunto de agentes e instituciones con los que se vinculan (clientes, proveedores, consultores, cámaras empresariales, universidades, centros tecnológicos, gobiernos, etc.) (p. 210).

La incorporación de TIC impacta sobre la productividad y el desempeño de las firmas adoptantes, ya que mejora la eficiencia en el uso de los factores de producción (ALADI, 2005; Alam y Mohammad Noor, 2009; Cardona et al., 2013; OECD, 2004). En la literatura especializada se encuentra que su impacto sobre la productividad es aún mayor si la empresa utiliza un *software* empresarial (Relich, 2017; Taştan y Gönel, 2020). La implementación y el uso de TIC modifica la estructura organizacional, reduce los costos de transacción, favorece el aprendizaje, hace más dinámicos los vínculos de la firma con el entorno y más eficientes los procesos productivos a partir de la automatización (Alderete y Jones, 2016; Marchese y Jones, 2011; Peirano y Suárez, 2005, 2006). En particular, el uso de *software* permite automatizar e integrar distintas áreas y operaciones de la empresa, como por ejemplo la gestión de proveedores y clientes, el control de inventarios, el proceso de producción, la contabilidad y las finanzas, y casi cualquier otro proceso de gestión orientado a los datos (Engelstätter, 2012; Relich, 2017; Vera, 2006; Wu y Wang, 2007). Esto es de especial importancia para el crecimiento y posicionamiento de las PyMEs al crear oportunidades de negocios, bajar costos y mejorar la eficiencia al optimizar sus procesos internos (Eton et al., 2019; Hartono et al., 2019; Kotelnikov, 2007; Youssef et al., 2011).

2.2. Factores asociados al uso de TIC y de software

Para la discusión de los factores asociados al uso de TIC en general y *software* en particular, se tienen en cuenta los aportes provenientes de la teoría de difusión de la innovación (*Difussion of Innovation* -DOI-) (Rogers, 1983) y el enfoque tecnología-organización-entorno (TOE) (Tornatzky y Fleischer, 1990). A continuación, se describen estos factores agrupados en estratégicos y estructurales^[3].

2.2.1. Factores estratégicos

Dentro de los factores estratégicos se incluyen los esfuerzos de innovación, la calificación de los trabajadores, la participación en mercados externos y la adopción de cambios organizacionales.

- **Esfuerzos de innovación.** Cuanto mayor resulte la capacidad de absorción de las empresas, entendida como la habilidad para valorar, asimilar e incorporar tecnologías que le generen ventajas competitivas, mayor será la posibilidad que tengan de apropiarse de los beneficios de la adopción de TIC (Breard

y Yoguel, 2013; Cohen y Levinthal, 1989). Uno de los principales factores determinantes de la capacidad de absorción de las empresas es la inversión en I+D, por lo que las firmas que realizan esfuerzos de innovación tienen mayor capacidad de absorción, lo que funciona como motivador para la incorporación de TIC (Alderete et al., 2014; Battisti et al., 2007; Botello Peñaloza, y Pedraza Avella, 2015; Gallego et al., 2014; Giotopoulos et al., 2017; Hollenstein, 2004; Kawakami et al., 2014; Khalifa, 2022)

- **Calificación de los trabajadores.** En la literatura se sugiere que el cambio tecnológico requiere de la habilidad, la calificación y la especialización (Arvanitis, 2005), por lo tanto, la formación del capital humano surge como un factor asociado a la adopción de TIC. Las empresas que cuentan con trabajadores con formación profesional o técnica pueden adoptar TIC antes y acelerar así su difusión dentro de la firma (Bayo-Moriones, y Lera-López, 2007; Fabiani et al., 2005; Lucchetti, y Sterlacchini, 2004). Los conocimientos que posee el personal calificado favorecen las capacitaciones y el entrenamiento que suponen las nuevas tecnologías. Además, el uso apropiado de *software* y sistemas altamente informatizados requiere que aquellos que los manipulen estén suficientemente instruidos (Arvanitis, 2005). Desde la empírea, la mayoría de los estudios encuentran una relación directa entre la adopción de TIC y la calificación de los trabajadores, tanto en países desarrollados como en economías en desarrollo (Bayo-Moriones y Lera-López, 2007; Fabiani et al., 2005; García-Moreno et al., 2018; Giotopoulos et al., 2017; Grazi y Jung, 2019; Haller, y Siedschlag, 2011; Hidalgo y López, 2009; Jones et al., 2016; Khalifa, 2022; Lucchetti y Sterlacchini, 2004). A nivel nacional, se enfatiza en el desarrollo de competencias endógenas y un nivel de aprendizaje elevado, como requisito para la adopción (Alderete et al., 2014; Breard y Yoguel, 2013; Yoguel et al., 2004).
- **Participación en mercados externos.** Kotelnikov (2007) destaca que la adopción de TIC se puede “derramar” a toda la cadena de valor, particularmente en industrias que están orientadas al mercado externo. Así, si los proveedores y clientes usan estas tecnologías, es más factible que la firma lo haga, lo que puede favorecer la competitividad industrial. Se puede interpretar que esta estrategia expone a la empresa a contextos más competitivos, donde fluyen información y conocimiento que no están disponibles en los mercados locales, de los cuales la firma puede beneficiarse. En el plano empírico, distintos trabajos para empresas de Europa (Bayo-Moriones y Lera-López, 2007; Fabiani et al., 2005; García-Moreno et al., 2018; Haller y Siedschlag, 2011; Hollenstein, 2004) y algunos para Latinoamérica (Gallego et al., 2014; Grazi y Jung, 2019; Waters, 2017) encuentran que el hecho de que la firma exporte es un determinante de la adopción de TIC. En el ámbito nacional, un trabajo para el sector manufacturero indica que la internacionalización incide directamente en la adopción (Marchese y Jones, 2011).
- **Cambios organizacionales.** Los procesos internos que se desarrollan en una empresa con el objetivo de mejorar su organización se implementan de forma más efectiva cuando existen TIC y sistemas informáticos. Por lo tanto, una firma interesada en dar lugar a cambios organizacionales buscará previamente avanzar en la adopción de TIC (Galliano et al., 2001). La formalización de procesos que tiene lugar, por ejemplo, cuando se intenta certificar la calidad de la operatoria de la firma, son más fáciles de implementar cuando existen TIC y sistemas informáticos (Galliano et al., 2001).
- **Desarrollo de marca.** El desarrollo del concepto de marca puede entenderse dentro de la misma lógica de los cambios organizacionales: muestra que la empresa ha recorrido un proceso previo de generación, validación y aplicación del concepto. La adopción de TIC puede facilitar, entonces, la generación y consolidación de la marca y su comunicación, tanto al interior como al exterior de la empresa. Cabe destacar que se trata de una variable poco analizada en la literatura, por lo tanto, su inclusión en el modelo es una primera aproximación exploratoria a la incidencia del registro de marca en el proceso de adopción de TIC en general y de SSI en particular.

2.2.2. Factores estructurales

Dentro de los factores estructurales se encuentran el tamaño de la empresa y el sector al que pertenece.

- **Tamaño.** Es uno de los factores que más aparece en los estudios sobre adopción. Por un lado, se puede relacionar con la estructura organizacional y capacidad financiera, es decir, las empresas de mayor tamaño tienen mayor capacidad para gestionar y financiar la adopción de TIC, al contar no sólo con los recursos para ello sino también con economías de escala que permiten reducir costos (Bayo-Moriones y Lera-López, 2007; Cohen y Levinthal, 1989; García-Moreno et al., 2016). Además, las firmas más grandes suelen tener menor aversión al riesgo que las más chicas (García-Moreno et al., 2016; Grazzi y Jung, 2019). Por otro lado, el tamaño también se puede relacionar con la experiencia, la posibilidad de contar con personal especializado y la complejidad de la estructura; esto último puede llevar a que las empresas de mayor tamaño se vean forzadas a adoptar tecnologías (García-Moreno et al., 2016; Thong, 1999). La mayoría de los trabajos empíricos encuentran que la relación es directa entre tamaño de la empresa y adopción de TIC (Botello Peñaloza y Pedraza Avella, 2015; Fabiani et al., 2005; Gallego et al., 2014; García-Moreno et al., 2018; Grazzi y Jung, 2019; Hidalgo y López, 2009; Khalifa, 2022; Waters, 2017; Yoguel et al., 2004, entre otros). No obstante, dentro de la literatura se identifican algunos trabajos que obtienen el resultado contrario. Rovira et al. (2013), para América Latina, y Marchese y Jones (2012), para Argentina, concluyen que el tamaño no constituye una limitación para la adopción de TIC. En particular, estos autores encuentran que esta relación inversa entre tamaño y adopción de TIC tiene lugar específicamente para las tecnologías de menor complejidad, las cuales son incorporadas en empresas de menor tamaño. Este es un resultado importante para estructuras productivas donde predominan las PyMEs, como es el caso de la industria local y nacional.
- **Sector de actividad.** Rivas y Stumpo (2013) argumentan que es un elemento de diferenciación de uso de TIC. Así, en las industrias más nuevas y con mayor intensidad tecnológica se incorporan más tecnologías, reflejo de las mayores oportunidades tecnológicas (Fabiani et al., 2005; Hollenstein, 2004). Algunos estudios apuntan a la existencia de *spillovers* para aquellas empresas que se encuentran en una industria donde otras firmas adoptaron TIC y en sectores de actividad particulares (Botello Peñaloza y Pedraza Avella, 2015; Grazzi y Jung, 2019; Haller y Siedschlag, 2011; Zhen-Wei Qiang et al., 2006). La evidencia para Argentina sugiere que existen diferencias sectoriales en términos de tipos e intensidad de uso de tecnologías (Marchese y Jones, 2012).

2.3. Complementariedad entre uso de TIC e innovación

En la literatura, se concibe a ambas como decisiones estratégicas que las empresas llevan a cabo para aumentar su competitividad (Chang y Andreoni, 2020; Filatotchev y Piesse, 2009; Nelson y Winter, 1982). Las TIC, como tecnología de propósito general (*general-purpose technology*), son concebidas como un *input* independiente del proceso de innovación que pueden contribuir a nuevos métodos de producción, comercialización o a agilizar los procesos dentro de estas áreas (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Brynjolfsson et al., 2002; Brynjolfsson y Saunders, 2010; Fabiani et al., 2005; Mohnen et al., 2018; Polder et al., 2010). Así, incorporar tecnologías en la empresa facilita los medios para el intercambio y la creación de conocimiento, lo que acelera la innovación (Mohnen et al., 2018; Polder et al., 2010; Santoleri, 2014; Si et al., 2022; Spiezia, 2011). En este sentido, las TIC actúan como facilitadoras de la innovación (Cardona et al., 2013; Kawakami et al., 2014).

Detrás de la complementariedad subyace la idea de que el impacto de las TIC sobre la productividad depende en buena medida de cómo éstas se combinan con la innovación, las capacidades y la estructura

organizacional (Calza y Rovira, 2011; Crespi et al., 2007; Dosi et al., 2010; Milgrom y Roberts, 1990; Mohnen et al., 2018). Si bien esta teoría ha ganado lugar en la literatura sobre TIC y productividad, la evidencia empírica es aún escasa y de resultados ambiguos (Aboal y Tacsir, 2018; Charlo, 2011; Gallego et al., 2014; Hall et al., 2013; Mohnen et al., 2018; Spiezia, 2011).

Por ejemplo, Aboal y Tacsir (2018) estudian la complementariedad (y la sustituibilidad) entre estas estrategias para empresas de Uruguay y no encuentran resultados concluyentes. En contraposición, Gallego et al. (2014) estudian esta relación en Colombia, mediante la estimación de un modelo SUR, y encuentran que la adopción está directamente influenciada por la innovación en productos y procesos. La escasa evidencia empírica sobre una temática de reciente relevancia en países en vías de desarrollo y la ambigüedad en los resultados, motiva este análisis.

2.3.1. Hipótesis

De la revisión de la literatura, surgen las siguientes hipótesis de trabajo:

H1) El uso de *software* en áreas estratégicas difiere entre las empresas industriales del PGP, de acuerdo a factores estructurales y estratégicos.

H2) Existe complementariedad entre el grado de uso de *software* en áreas estratégicas y la obtención de resultados de innovación en las empresas industriales del PGP.

3. METODOLOGÍA

3.1. Fuente de datos

La principal fuente de datos de este trabajo es una encuesta presencial, realizada entre mayo y noviembre de 2018, a 280 empresas industriales del Partido de General Pueyrredon, con sobre-representación de firmas radicadas en el Parque Industrial Mar del Plata-Batán. Esta encuesta fue realizada por el Grupo de Análisis Industrial, con financiamiento del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y con la colaboración activa de la Secretaría de la Producción de la Municipalidad del Partido de General Pueyrredon (MGP). El relevamiento fue dirigido a firmas con más de 5 ocupados y cuenta con un módulo específico de uso de TIC, además de suministrar información sobre otras variables (Graña et al., 2019).

3.2. Definición de variables

En la Tabla 1 se presenta la definición de las variables dependientes y explicativas utilizadas en el análisis econométrico, junto a su operacionalización y escala de medida. Para la primera hipótesis de trabajo, las variables a modelar son, respectivamente, la cantidad de áreas en las que la empresa usa *software* -definida como variable de conteo (áreas)- y el grado de uso de *software* -definida como variable binaria (menor o mayor grado)-. En el caso de la segunda hipótesis, se modela el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación (*innova*).

Al respecto, cabe aclarar que la innovación puede medirse como variable de *input* a través de los gastos en actividades innovativas -excluyendo en este caso la adquisición de *software* y/o *hardware*- que representan los esfuerzos de innovación, y como variable de *output* de acuerdo a que la empresa obtenga o no un producto y/o proceso nuevo y/o mejorado (Mohnen y Hall, 2013). La primera de ellas se utiliza como variable explicativa en los modelos 1 y 2, mientras que la segunda se utiliza como variable dependiente del modelo bivariado (modelo 3).

	Rótulo	Definición	Operacionalización	Escala
Variables dependientes	áreas	Cantidad de áreas en las que usa software	Indica la cantidad de áreas en las que utiliza software la empresa	0, 1, 2, 3
	grado	Grado de uso de software	Indica el grado de uso de software en la empresa	0 = Menor (en ninguna o 1 área) 1 = Mayor (en 2 o 3 áreas)
Variables	innova	Resultados de innovación	Indica si la empresa obtuvo un producto y/o un proceso nuevo o mejorado.	0 = No innova 1 = Innova
	tamaño3	Tamaño de la empresa	Indica el tamaño de la empresa por estratos de ocupación	0 = Microempresa (hasta 15 ocupados) 1 = Pequeña (16 a 60 ocupados) 2 = Mediana (más de 61 ocupados)
	calif_total	Total de ocupados calificados en la empresa	Indica el porcentaje de ocupados calificados sobre el total de ocupados de la empresa	En porcentaje (%)
	gasto_inn	Gasto en innovación	Indica si la empresa ha realizado gastos en el último año en alguna actividad innovativa	0 = No 1 = Sí
	invierte	Inversiones de la empresa	Indica si la empresa invirtió en los últimos 3 años	0 = No invierte 1 = Invierte
	marca	Marca registrada	Indica si la empresa posee una marca registrada	0 = No 1 = Sí
	procedimientos	Procedimientos formales	Indica si la empresa ha formalizado procedimientos	0 = No 1 = Sí
	Sector_intensivo	Sector intensivo	Indica el sector al que pertenece la empresa por intensidad (Chudnovsky et al., 2006)	0 = Intensivo en recursos naturales 1 = Intensivo en trabajo 2 = Intensivo en I+D 3 = Intensivo en escala

TABLA 1.
Definición de variables

3.3. Técnicas econométricas

3.3.1. Modelos Lineales Generalizados (MLG)

La estrategia de análisis adoptada para la primera hipótesis de investigación (H1) consiste en estimar un MLG para variables de respuesta binarias y de conteo. Dado que las distribuciones Bernoulli y Poisson pertenecen a la familia exponencial uniparamétrica, se pueden modelar mediante un MLG (Gill, 2000). Estos modelos poseen tres elementos: un componente aleatorio que indica cuál es la distribución de probabilidad de la variable respuesta (o dependiente); una función de enlace (g) que es conocida, monótona y diferenciable y permite ligar a la media de la variable respuesta (μ) con las variables explicativas; y un predictor lineal o componente sistemático (η) que indica la relación entre la variable respuesta y las variables explicativas (Agresti, 2007). Para el caso de la variable binaria:

$$error_i \sim \beta_i(1, \mu)$$

$$g(\mu) = \text{logit}(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right) = \eta = X\beta$$

Para la variable de conteo con distribución Poisson, el logaritmo de la media es la función de enlace que hace a la media lineal en los parámetros, lo que da lugar a un modelo log-lineal:

$$\begin{aligned} error_i &\sim P(\mu) \\ g(\mu) &\sim \log(\mu_i) = \eta = X\beta \end{aligned}$$

Los coeficientes de un MLG se estiman por máxima verosimilitud (Wooldridge, 2012). Los Estimadores de Máxima Verosimilitud (EMV) son consistentes, tienen varianza mínima y poseen distribución normal asintótica (Stock y Watson, 2012; Verbeek, 2004). Para el caso de la variable de respuesta binaria, los coeficientes estimados, una vez exponenciados, se interpretan como cocientes de chances condicionales en una regresión múltiple. Asimismo, la probabilidad estimada del fenómeno se obtiene a partir de la función de enlace inversa. Para evaluar la capacidad predictiva del modelo logístico, se utilizan tanto la tabla de clasificación como la curva ROC (Agresti, 2007).

Para el caso de la variable de conteo, resulta un coeficiente de semi-elasticidad (Wooldridge, 2012). Nuevamente, la probabilidad estimada del fenómeno se obtiene a partir de la función de enlace inversa.

3.3.2. Modelo probit bivariado

La estrategia de análisis adoptada para la segunda hipótesis de investigación (H2) consiste en estimar un modelo probit bivariado, para determinar la existencia de complementariedad entre el grado de uso de software en áreas estratégicas y la obtención de resultados de innovación. Se estima en el software R con el paquete GJRM (Marra y Radice, 2020). Éste es una extensión del modelo probit univariado que permite modelar errores correlacionados, como en un modelo de regresión aparentemente no relacionado -*Seemingly Unrelated Regression o SUR model*- (Greene, 2018; Hardin, 1996).

Un modelo probit bivariado se define de la siguiente manera:

$$y_1^* = x_1\beta_1 + \varepsilon_1, y_1 = 1 \text{ si } y_1^* > 0, y_1 = 0 \text{ c. c.}$$

$$y_2^* = x_2\beta_2 + \varepsilon_2, y_2 = 1 \text{ si } y_2^* > 0, y_2 = 0 \text{ c. c.}$$

donde y_1^* y y_2^* son variables latentes, x_1 y x_2 representan a las variables independientes de cada ecuación, mientras que β_1 y β_2 son los vectores de parámetros a estimar, y ε_{1i} y ε_{2i} son los errores que siguen una distribución bivariada con media cero, varianza unitaria y coeficiente de correlación ρ .

Los parámetros se estiman mediante el método de máxima verosimilitud. Si ρ es significativamente distinto de cero, los errores de las ecuaciones están correlacionados. A partir del modelo, es posible obtener estimaciones de las probabilidades conjuntas, en este caso, de grado de uso de software en áreas estratégicas y obtención de resultados de innovación (De Luca, 2008; Hardin, 1996).

4. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo de la muestra

En relación al sector, un 52% de las empresas relevadas pertenecen al sector intensivo en recursos naturales que incluye el sector alimenticio (pesquero y no pesquero). Un 18,3% de las firmas pertenecen al sector intensivo en trabajo, dentro del cual se destaca la rama Textil confecciones. Por último, un 17,9% pertenecen al sector intensivo en escala, tal como la rama Metalmecánica, y un 11,7% al sector intensivo en I+D, destacándose la rama Química, caucho y plástico. Con respecto al tamaño, hay mayor proporción de microempresas (51,7%), mientras que un 36,7% son pequeñas y un 11,5% son medianas^[4].

Un 75% de las empresas encuestadas utilizan *software* en, al menos, un área. Este resultado es similar al que encuentran Breard y Yoguel (2013) a partir de un esquema propio de taxonomías de uso de TIC, donde un 76,2% de las empresas tiene informatizada alguna de las áreas de negocio, por lo tanto, la expansión de sistemas de información a nivel local es similar al de otras regiones de Argentina.

Considerando las áreas de gestión, producción y comercialización, un 59,1% de las empresas utiliza *software* en una o ninguna área, mientras que el 40,9% de las empresas relevadas utiliza *software* en dos o tres de dichas áreas. Esto puede observarse en las Figuras 1 y 2, donde se representa la variable, respectivamente, en escala binaria y como variable de conteo, tal como será modelada econométricamente.

En la Tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de las restantes variables explicativas incluidas en el análisis de regresión.

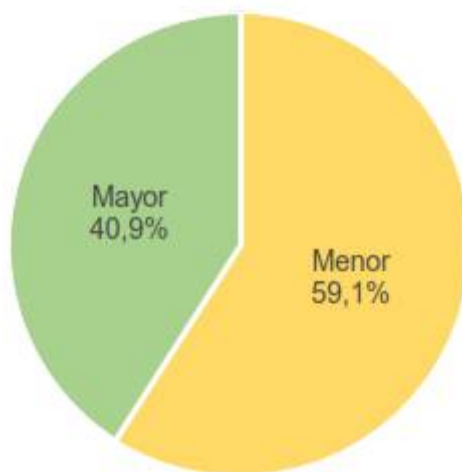


FIGURA 1.
Porcentaje de empresas según grado de utilización de *software*
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos CFI-UNMDP (2018).

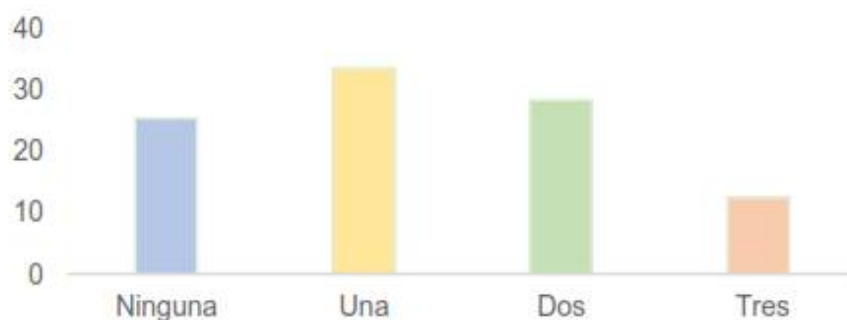


FIGURA 2.
Porcentaje de empresas que utiliza *software* por número de áreas
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de CFI-UNMDP (2018).

VARIABLES CATEGÓRICAS	SÍ	NO	TOTAL
Resultados de innovación	41,6%	58,4%	100%
Inversión	73,4%	26,6%	100%
Gasto en innovación	55,7%	44,3%	100%
Marca	54,3%	45,7%	100%
Procedimientos	40,4%	59,6%	100%
VARIABLE CONTINUA	Media	Mediana	Desviación estándar
Ocupados calificados sobre el total	0,3	0,2	0,3

TABLA 2.
 Estadísticos descriptivos de las variables categóricas y continua
 Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de CFI-UNMDP (2018).

4.2. Resultados de estimación

A continuación, se presentan en la Tabla 3 los resultados de los modelos que estiman los factores asociados al grado de uso de *software* (modelo logit) y a la cantidad de áreas en las que se utiliza (modelo log-normal). Se pueden observar los valores de los coeficientes (estimados y exponenciados) con sus errores estándar y el nivel de significatividad. Ambos modelos son globalmente significativos. El ajuste del modelo a los datos es validado, respectivamente, con las pruebas de Hosmer-Lemeshow (valor $p = 0,3$) -modelo logit- y prueba chi-cuadrado (valor $p = 0,9$) -modelo log-normal-. La similitud en signo y magnitud de los efectos estimados bajo ambas especificaciones dan cuenta de la robustez.

	Modelo Logit		Modelo Log-normal	
	Coefficiente estimado	exp (β)	Coefficiente estimado	exp (β)
Intercepto	-3,21*** (0,45)		-0,62*** (0,12)	
gasto_inn	0,75* (0,31)	2,12	0,23*** (0,08)	1,20
tamaño3: pequeña	0,76* (0,34)	2,14	0,33*** (0,09)	1,40
tamaño3: mediana	2,07*** (0,57)	7,92	0,52*** (0,11)	1,70
Sector_intensivo: en trabajo	1,49*** (0,41)	4,44	0,42*** (0,11)	1,50
Sector_intensivo: en I+D	2,05*** (0,50)	7,77	0,49*** (0,12)	1,70
Sector_intensivo: en escala	0,91* (0,44)	2,48	0,28*** (0,11)	1,40
procedimientos: sí	0,86** (0,32)	2,36	0,23*** (0,09)	1,30
marca: sí	0,80* (0,32)	2,23	0,19*** (0,08)	1,20
calif_total	1,34* (0,68)	3,82	0,40*** (0,14)	1,50
AIC	294,90		713,99	
BIC	330,85		749,74	
Log Likelihood	-137,45		-377,94	
Deviance	274,90		197,63	
Sensibilidad	68,40%			
Especificidad	82,90%			
Área debajo Curva ROC	0,76			
Número observaciones	269		269	

TABLA 3.

Resultados de la estimación econométrica

Notas: *p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001. Errores robustos entre paréntesis.

Fuente: elaboración propia sobre la base de estimaciones.

En el modelo logit se aprecia que los signos de los coeficientes son los esperados y todas las variables son estadísticamente significativas, lo que permite validar H1. Se puede distinguir entre los factores que explican al mayor uso de *software* en áreas estratégicas, principalmente, el gasto en actividades de innovación y la mayor calificación de los trabajadores. Así, encontramos un resultado similar al de Alderete et al. (2014), Botello Peñaloza y Pedraza Avella (2015), Hollenstein (2004), Youssef et al. (2012), entre otros, las empresas que gastan en innovación y realizan esfuerzos son más propensas a adoptar TIC. Por su parte, el resultado obtenido sobre la calificación de los trabajadores aporta evidencia a los trabajos de Bayo-Moriones y Lera-López (2007), Fabiani (2005), Grazzi y Jung (2019) y Youssef et al. (2012), entre otros. Aquellas empresas que tienen empleados con alta calificación son las que tienen mayor probabilidad de adoptar TIC.

Con respecto al tamaño, ser una empresa pequeña o mediana aumenta la probabilidad de usar *software* en áreas estratégicas, comparada con una microempresa, lo que refleja la incidencia del tamaño en la adopción de TIC, tal como encuentran varios trabajos (Botello Peñaloza y Pedraza Avella, 2015; Fabiani et al., 2005; Gallego et al., 2014; García-Moreno et al., 2018; Grazzi y Jung, 2019; Hidalgo y López, 2009; Khalifa, 2022; Waters, 2017; Yoguel et al., 2004).

En cuanto al sector, el coeficiente asociado a “Sector intensivo en I+D” es el mayor (comparado con “Sector intensivo en recursos naturales”), luego le sigue el “Sector intensivo en trabajo” y, por último, “Sector intensivo en escala”. Los signos son los esperados ya que en aquellos más intensivos en conocimiento surgen oportunidades tecnológicas que traccionan la adopción de TIC (Botello Peñaloza y Pedraza Avella, 2015; Fabiani et al., 2005; Grazzi y Jung, 2019). Por su parte, la formalización de procedimientos y la registración de una marca tienen un impacto positivo sobre la probabilidad de usar *software* en más de dos áreas de la firma.

En función de los resultados del primer modelo, resulta interesante analizar los efectos marginales de la calificación sobre el mayor uso de *software* para el sector intensivo. En la Figura 3, se presentan las probabilidades predichas de acuerdo a esta variable, donde se visualiza la probabilidad y el intervalo al 95% de confianza (áreas sombreadas)^[5]. Cuando aumenta la cantidad de empleados calificados en la empresa, la probabilidad de usar *software* en áreas estratégicas es cada vez mayor. Asimismo, se distinguen diferencias en la probabilidad por sector: los mayores efectos sobre la probabilidad de usar esta tecnología se encuentran para los intensivos en I+D y en escala (en verde y azul, respectivamente). Para sectores de baja tecnología, como el intensivo en recursos naturales (línea roja), si bien la probabilidad de tener un uso mayor de *software* en áreas estratégicas aumenta con la calificación de los ocupados, el efecto marginal es más pequeño comparado con los restantes.

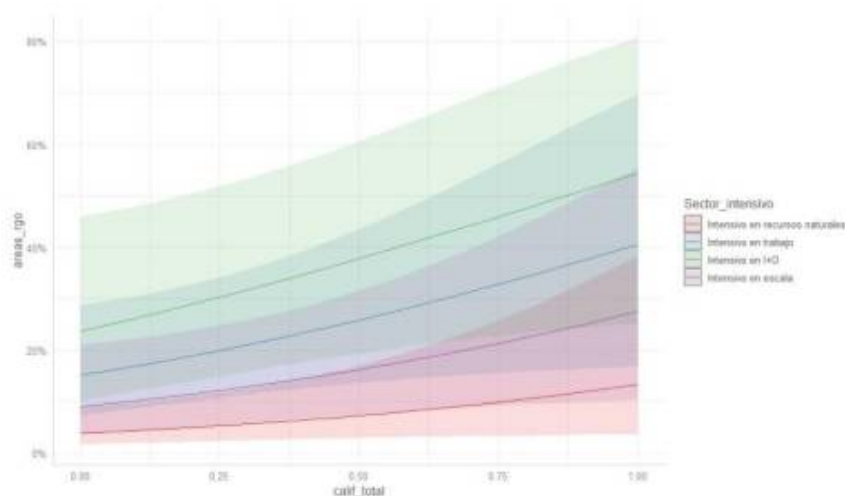


FIGURA 3.
Probabilidades predichas de un mayor uso de *software* por sector

Nota: intervalos de confianza al 95%.
Fuente: elaboración propia.

En el caso del modelo para la variable dependiente de conteo (modelo log-normal), los resultados son similares a los que se presentan para el modelo logit, por lo tanto, también permite validar H1. Todas las variables son estadísticamente significativas y tienen el signo esperado. Nuevamente, los esfuerzos de innovación y las calificaciones de los trabajadores son importantes para explicar el uso de *software* en más áreas de la empresa (Alderete et al., 2014; Bayo-Moriones y Lera-López, 2007; Botello Peñaloza y Pedraza Avella, 2015; Fabiani et al., 2005; Grazzi y Jung, 2019; Haller y Siedschlag, 2011; Hollenstein, 2004; Youssef et al., 2012, entre otros). Los efectos más altos se encuentran para las empresas medianas y el sector intensivo en I +D. En síntesis, el modelo log-normal predice que la mayor probabilidad corresponde al uso de *software* en sólo un área de la empresa (gestión, producción o comercialización), lo cual abre espacio para un importante aumento de la productividad a partir de la informatización de sus actividades (Moncaut et al., 2017).

Por otra parte, presentamos el resultado de estimación del modelo probit bivariado en la Tabla 4. En primer lugar, cabe destacar que el modelo es globalmente significativo y las variables en ambas ecuaciones presentan el signo esperado. El parámetro auxiliar ρ que indica la correlación entre los residuos de las ecuaciones es estadísticamente significativo y próximo a 0,5. Este resultado permite validar la segunda hipótesis de investigación (H2), por lo tanto, el grado de uso de *software* en áreas estratégicas y la obtención de resultados de innovación de una empresa no son independientes entre sí. Esto coincide con el hallazgo de Gallego et al. (2014), quienes encuentran que la innovación en procesos es complementaria a la adopción de TIC para empresas de Colombia. Por lo tanto, este resultado aporta evidencia acerca de dicha complementariedad para otro país en desarrollo. En la tabla se puede apreciar que todas las variables, excepto la decisión de inversión,

aumentan la probabilidad de usar *software* en dos o más áreas de la empresa. Mientras que, en el caso de la ecuación de innovación, realizar inversiones, gastar en actividades de innovación y tener una marca registrada aumentan la probabilidad de innovar. Por último, con respecto a las probabilidades conjuntas estimadas por el modelo, éstas resultan próximas a las proporciones muestrales (Tabla 5).

	Coeficientes estimados	
	áreas_rgo	innova
tamaño3: pequeña	0,370** (0,18)	0,0145 (0,23)
tamaño3: mediana	1,309*** (0,28)	-0,402 (0,30)
Sector_intensivo: en trabajo	0,681*** (0,22)	0,0839 (0,27)
Sector_intensivo: en I+D	1,063*** (0,28)	0,0102 (0,34)
Sector_intensivo: intensivo en escala	0,483** (0,24)	0,147 (0,28)
invierte: sí	0,275 (0,22)	0,789** (0,31)
Gasto_inn: sí	0,409** (0,19)	2,292*** (0,24)
marca: sí	0,461*** (0,18)	0,467** (0,21)
calif_total	0,665* (0,37)	0,309 (0,41)
Intercepto	-1,689*** (0,24)	-2,619*** (0,35)
athrho		0,493*** (0,14)
rho		0,456 (0,11)
Wald Chi2 (valor p)		12,29 (0,0005)
Observaciones	280	280

TABLA 4.

Grado de uso de *software* y resultados de innovación: estimación probit bivariada

Notas: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$. Errores robustos entre paréntesis.

Fuente: elaboración propia sobre la base de estimaciones.

Variable	Proporción observada	Probabilidad conjunta	Mínimo	Máximo
Menor uso de <i>software</i> y no innova	0,42	0,39	0,015	0,951
Menor uso de <i>software</i> e innova	0,17	0,17	0,000	0,550
Mayor uso de <i>software</i> y no innova	0,16	0,16	0,016	0,902
Mayor uso de <i>software</i> e innova	0,25	0,28	0,001	0,822

TABLA 5.

Proporciones muestrales y probabilidades conjuntas estimadas

5. CONCLUSIÓN

La creciente importancia de las TIC en general, y de *software* en particular, en las economías y la evidencia sobre su impacto en la productividad de las empresas han motivado el estudio de la adopción a nivel firma.

Por ello, el objetivo de esta investigación ha sido analizar los factores asociados al uso de *software* en áreas estratégicas por parte de las firmas industriales del PGP y la complementariedad entre la utilización de *software* y la innovación.

Los primeros dos modelos estimados se refuerzan y exhiben resultados interesantes a la luz de la literatura revisada. El conocimiento que surge de los esfuerzos de innovación puede ser utilizado para otros procesos dentro de la empresa. Sin dudas, esto se tracciona con la calificación de los empleados, que le permite a la firma contar con los conocimientos necesarios para el desarrollo y la adopción de tecnologías, de especial relevancia cuando se implementa *software* a medida, el cual requiere de la participación activa de la empresa en el proceso. Por último, la ventaja en términos de tamaño trae aparejada la posibilidad real de implementación de *software*, ya que se pueden afrontar los mayores costos de esta actividad. Los resultados permiten validar la primera hipótesis de investigación (H1).

En parte de la literatura se destaca que, para potenciar los beneficios de las nuevas tecnologías y lograr un mayor impacto sobre la productividad, su adopción se debe complementar con otras estrategias, como es el caso de la innovación. En este sentido, el resultado del tercer modelo, que permite validar la segunda hipótesis, constituye un aporte a la literatura sobre nuevas tecnologías e innovación a nivel firma dado que no se encontraron trabajos que evidencien esta relación en Argentina. Así, el grado de uso de *software* en áreas estratégicas y la obtención de resultados de innovación son complementarios entre sí. El conocimiento derivado de estas actividades puede conjugarse en la empresa e impactar en su competitividad. Esto se tracciona con los esfuerzos de innovación, fundamentales para explicar ambas decisiones en la empresa.

Finalmente, se destaca la importancia de estos resultados como base para futuras líneas de investigación sobre TIC, innovación y competitividad tanto en el ámbito local como en el nacional. La evidencia obtenida para el PGP abre un espacio para diseñar políticas públicas que apunten a acortar las brechas digitales mediante, por ejemplo, la sensibilización sobre la importancia de estas tecnologías en las empresas y acercando la oferta local de TIC, a través de rondas de innovación y tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboal, D., y Tacsir, E. (2018). Innovation and productivity in services and manufacturing: The role of ICT. *Industrial and Corporate Change*, 27(2), 221-241. <https://doi.org/10.1093/icc/dtx030>
- Agresti, A. (2007). *An introduction to categorical data analysis*, 2nd. ed. Wiley.
- ALADI. (2005). Uso actual y potencial de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sector empresarial de los países miembros de la ALADI. *ALADI Estudios*, (170).
- Alam, S. S., y Mohammad Noor, M. K. (2009). ICT adoption in small and medium enterprises: An empirical evidence of service sectors in Malaysia. *International Journal of Business and Management*, 4(2), 112-125. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v4n2p112>
- Alderete, M. V., y Jones, C. (2016). Factores competitivos y su vínculo con la estrategia y el compromiso de TIC en MIPYME comerciales y de servicios de Córdoba, Argentina. In R. Ascúa, S. Roitter, y R. Kataishi (Eds.), *Lecturas seleccionadas de la XXI Reunión Anual Red Pymes Mercosur 2016* (pp. 325-338). Red PyMEs.
- Alderete, M. V., Jones, C., y Morero, H. A. (2014). Factores explicativos de la adopción de las TIC en tramas productivas automotriz y siderúrgica de Argentina. *Pensamiento y Gestión*, (37), 1-40. <https://doi.org/10.14482/pege.37.7019>
- Arvanitis, S. (2005). Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(4), 225-249. <https://doi.org/10.1080/1043859042000226257>
- Battisti, G., Hollenstein, H., Stoneman, P., y Woerter, M. (2007). Inter and intra firm diffusion of ICT in the United Kingdom (UK) and Switzerland (CH): An internationally comparative study based on firm-level data. *Economics of Innovation and New Technology*, 16(8), 669-687. <https://doi.org/10.1080/10438590600984026>

- Bayo-Moriones, A., y Lera-López, F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27(6-7), 352-366. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.01.003>
- Bekerman, M., y Cataife, G. (2001). *El sector software en Argentina: situación actual y sugerencia de políticas*. http://www.funcex.org.br/material/REDEMERCOSUL_BIBLIOGRAFIA/biblioteca/ESTUDOS_ARGENTINA/ARG_125.pdf
- Bertschek, I., Cerquera, D., y Klein, G.J. (2013). More bits-more bucks? Measuring the impact of broadband internet on firm performance. *Information Economics and Policy*, 25(3), 190-203. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.11.002>
- Botello Peñaloza, H. A., y Pedraza Avella, A. C. (2015). Determinantes de la adopción de TIC en países en vía de desarrollo: el caso de las empresas industriales ecuatorianas. *Academia y Virtualidad*, 8(2), 48-59. <https://doi.org/10.18359/ravi.1422>
- Breard, G., y Yoguel, G. (2013). Patrones de incorporación de TIC en el tejido empresarial argentino: factores determinantes. In M. Novick y S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 207-246). CEPAL.
- Bresnahan, T. F., y Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies “Engines of growth”? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. M., y Yang, S. (2002). Intangible assets: Computers and organizational capital. *Brookings Papers on Economic Activity*, (1), 137-198. <https://doi.org/10.1353/eca.2002.0003>
- Brynjolfsson, E., y Saunders, A. (2010). *Wired for innovation: How information technology is reshaping the economy*. MIT. <https://doi.org/10.1080/08109028.2010.496151>
- Calá, C. D. (2018). *Buenas prácticas de inserción internacional de pymes: el caso de las empresas productoras de software y servicios informáticos de la ciudad de Mar del Plata*. Secretaría de Comercio de la Nación Argentina. (Documento de Trabajo No. 25).
- Calza, E., y Rovira, S. (2011). ICT, organizational change and firm performance: Evidence from Argentina. In M. Balboni, S. Rovira, y S. Vergara (Eds.), *ICT in Latin America. A microdata analysis*. (pp. 203-237). United Nations.
- Cardona, M., Kretschmer, T., y Strobel, T. (2013). ICT and productivity: Conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, 25(3), 109-125. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.12.002>
- Castellacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, 37(6-7), 978-994. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.03.011>
- Chang, H. J., y Andreoni, A. (2020). Industrial policy in the 21st Century. *Development and Change*, 51(2), 324-351. <https://doi.org/10.1111/dech.12570>
- Charlo, G. (2011). Impact of ICT and innovation on industrial productivity in Uruguay. In M. Balboni, S. Rovira, y S. Vergara (Eds.), *ICT in Latin America: microdata analysis* (pp. 185-202). ECLAC.
- Chudnovsky, D., López, A., y Pupato, G. (2006). Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). *Research Policy*, 35(2), 266-288. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.10.002>
- Cohen, W. M., y Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of RyD. *The Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- Crespi, G., Criscuolo, C., y Haskel, J. (2007). Information technology, organisational change and productivity. *CEPR Discussion Paper*.
- Daniel, E. M., y Grimshaw, D. J. (2002). An exploratory comparison of electronic commerce adoption in large and small enterprises. *Journal of Information Technology*, 17(3), 133-147. <https://doi.org/10.1080/0268396022000018409>
- De Luca, G. (2008). SNP and SML estimation of univariate and bivariate binary-choice models. *Stata Journal*, 8(2), 190-220. <https://doi.org/10.1177/1536867x0800800203>

- Dosi, G., Lechevalier, S., y Secchi, A. (2010). Introduction: Interfirm heterogeneity-nature, sources and consequences for industrial dynamics. *Industrial and Corporate Change*, 19(6), 1867-1890. <https://doi.org/10.1093/icc/dtq062>
- Engelstätter, B. (2012). It is not all about performance gains-enterprise software and innovations. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(3), 223-245. <https://doi.org/10.1080/10438599.2011.562359>
- Eton, M., Okello-Obura, C., Mwosi, F., Ogwel, B. P., Ejang, M., y Ongia, F. (2019). Information and communication technology adoption and the growth of small medium enterprises in Uganda: Empirical evidence from Kampala City Council Authority. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(12), 857-873. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v9-i12/6822>
- Fabiani, S., Schivardi, F., y Trento, S. (2005). ICT adoption in Italian manufacturing: Firm-level evidence. *Industrial and Corporate Change*, 14(2), 225-249. <https://doi.org/10.1093/icc/dth050>
- Filatotchev, I., y Piesse, J. (2009). RD, internationalization and growth of newly listed firms: European evidence. *Journal of International Business Studies*, 40(8), 1260-1276. <https://doi.org/10.1057/jibs.2009.18>
- Gallego, J. M., Gutiérrez, L. H., y Lee, S. H. (2014). A firm-level analysis of ICT adoption in an emerging economy: Evidence from the Colombian manufacturing industries. *Industrial and Corporate Change*, 24(1), 191-221. <https://doi.org/10.1093/icc/dtu009>
- Galliano, D., Roux, P., y Filippi, M. (2001). Organisational and spatial determinants of ICT adoption: The case of French industrial firms. *Environment and Planning A*, 33(9), 1643-1663. <https://doi.org/10.1068/a3423>
- García-Moreno, M. B., García-Moreno, S. M., Nájera-Sánchez, J. J., y De-Pablos-Heredero, C. (2018). The impact of organizational factors on e-business adoption: An empirical analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 466-496. <https://doi.org/10.3926/jiem.2378>
- García-Moreno, M. B., García-Moreno, S. M., Nájera-Sánchez, J. J., y De Pablos-Heredero, C. (2016). An explanatory model of the organisational factors that explain the adoption of e-business. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(2), 547-581. <https://doi.org/10.3926/jiem.1917>
- Gill, J. (2000). *Generalized linear models. A unified approach*. Sage.
- Giotopoulos, I., Kontolaimou, A., Korra, E., y Tsakanikas, A. (2017). What drives ICT adoption by SMEs? Evidence from a large-scale survey in Greece. *Journal of Business Research*, 81(December 2016), 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.08.007>
- Girma, S., Görg, H., y Hanley, A. (2008). RyD and exporting: A comparison of british and irish firms. *Review of World Economics*, 144(4), 750-773. <https://doi.org/10.1007/s10290-008-0168-6>
- Graña, F. M., Gonzalez Barros, A., Liseras, N., Mauro, L. M., Calá, C. D., y Belmartino, A. (2019). *MGP Mapa Productivo. Principales resultados 2018*. <http://nulan.mdp.edu.ar/3176/1/mgp-mapa-productivo.pdf>
- Grazzi, M., y Jung, J. (2019). What are the drivers of ICT diffusion? Evidence from Latin American firms. *Information Technologies and International Development*, 15, 34-48.
- Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis* (8th. ed.). Pearson.
- Hall, B. H., Lotti, F., y Mairesse, J. (2013). Evidence on the impact of RyD and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 22(3), 300-328. <https://doi.org/10.1080/10438599.2012.708134>
- Haller, S. A., y Siedschlag, I. (2011). Determinants of ICT adoption: Evidence from firm-level data. *Applied Economics*, 43(26), 3775-3788. <https://doi.org/10.1080/00036841003724411>
- Hardin, J. W. (1996). Bivariate probit models. *STATA Technical Bulletin*, (33), 15-20).
- Hartono, H., Herman, R. T., y Lasmy. (2019). A study on competitiveness of ICT adoption and entrepreneurship orientation on SMEs in Indonesia. In IEEE (Ed.), *Proceedings of 2019 International Conference on Information Management and Technology* (pp. 53-57). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2019.8843738>
- Hidalgo, A., y López, V. (2009). Drivers and impacts of ICT adoption on transport and logistics services. *Asian Journal of Technology Innovation*, 17(2), 27-47. <https://doi.org/10.1080/19761597.2009.9668672>

- Hollenstein, H. (2004). Determinants of the adoption of Information and Communication Technologies (ICT). An empirical analysis based on firm-level data for the Swiss business sector. *Structural Change and Economic Dynamics*, 15(3), 315-342. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2004.01.003>
- Jones, C., Motta, J., y Alderete, M. V. (2016). Gestión estratégica de tecnologías de información y comunicación y adopción del comercio electrónico en Mipymes de Córdoba, Argentina. *Estudios Gerenciales*, 32(138), 4-13. <https://doi.org/10.1016/J.ESTGER.2015.12.003>
- Karshenas, M., y Stoneman, P. L. (1993). Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: An empirical model. *The RAND Journal of Economics*, 24(4), 503. <https://doi.org/10.2307/2555742>
- Kawakami, T., Barczak, G., y Durmusoglu, S. S. (2014). Information technology tools in new product development: The impact of complementary resources. *Journal of Product Innovation Management*, 32(4), 622-635. <https://doi.org/10.1111/jpim.12244>
- Khalifa, A. B. (2022). Inter and intra-firm diffusion of technology: The example of software, hardware, and network communications. Empirical evidence for Tunisian manufacturing firms. *Journal of the Knowledge Economy*, 13, 236-263. <https://doi.org/10.1007/s13132-020-00718-1>
- Kotelnikov, V. (2007). *Small and medium enterprises and ICT. In Asia-Pacific development information programme.* In United Nations, Development Programme. Asia-Pacific Development Information Programme (UNDP-APDIP) and Asian and Pacific Training Centre for Information and Communication Technology for Development (APCICT).
- Liseras, N., y Mauro, L. M. (2020). Exportar e innovar en productos y procesos como decisiones simultáneas de las firmas: evidencia en la industria del Partido de General Pueyrredon. *FACES*, 26(55), 55-71.
- Lucchetti, R., y Sterlacchini, A. (2004). The adoption of ICT among SMEs#: Evidence from an Italian survey. *Small Business Economics*, 23(2), 151-168. <https://doi.org/10.1023/B>
- Marchese, A., y Jones, C. (2011). Sistemas de información y las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) como procesos de aprendizaje en organizaciones de Córdoba y Rosario. Ponencia presentada en las *40 Jornadas Argentinas de Informática*, 285-296.
- Marchese, A., y Jones, C. (2012). Organizational factors related to the adoption of information and communication technologies in Rosario and surrounding enterprises. In Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems, *EATIS 2012*, 421-424. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84863695749ypartnerID=40ymd5=1f1a32fc46d995f9167d3515c49d8760>
- Marra, G., y Radice, R. (2020). Generalised joint regression modelling. *CRAN Packages*, 14, 116.
- Miles, I. D. (2005). Knowledge intensive business services: Prospects and policies. *Foresight*, 7(6), 39-63. <https://doi.org/10.1108/14636680510630939>
- Milgrom, P., y Roberts, J. (1990). The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization. *American Economic Review*, 80(3), 511-528. <https://doi.org/10.1126/science.151.3712.867-a>
- Mohnen, P., y Hall, B. H. (2013). Innovation and productivity: An update. *Eurasian Business Review*, 3(1), 47-65.
- Mohnen, P., Polder, M., y van Leeuwen, G. (2018). ICT, RyD and organizational innovation: Exploring complementarities in investment and production. *NBER Working Paper Series (25044)*. <http://www.nber.org/papers/w25044.pdf>
- Molina, M., Rotondo, S., y Yoguel, G. (2013). El impacto de las TIC en la productividad del trabajo: algunos indicios para las PyME del sector manufacturero argentino. In M. Novick y S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 107-135). Naciones Unidas.
- Moncaut, N., Robert, V., y Yoguel, G. (2017). El rol de las capacidades en la relación entre difusión de las TIC y productividad en empresas manufactureras argentinas. Una revisión de la hipótesis de complementariedad. In S. Villafañe, V. Moori Koenig, S. Balsells, y L. Tumini (Eds.), *La Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI) como herramienta de análisis: la innovación y el empleo en la industria manufacturera argentina* (pp. 97-116). CEPAL.

- Nelson, R. R., y Winter, S. G. (1982). An evolutionary theory of economic change. *Cambridge MA Belknap*, 93(2). <https://doi.org/10.2307/2232409>
- Neves, A., Teixeira, A. A. C., y Silva, S. T. (2016). Exports-RyD investment complementarity and economic performance of firms located in Portugal. *Investigacion Economica*, 75(295), 125-156. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2016.03.004>
- Novick, M., Rojo, S., Castillo, V., Tumini, L., y Breard, G. (2013). Nuevas actividades económicas surgidas a partir del paradigma TIC: el sector del software y los servicios de call center. In M. Novick y S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 247-287). CEPAL.
- OECD. (2004). *The economic impact of ICT: Measurement, evidence and implications*. <https://doi.org/10.1787/9789264026780-5-en>
- Peirano, F., y Suárez, D. (2005). Las TICs mejoran el desempeño de las PyMEs ¿Somos capaces de explicar cómo lo hacen? Comunicación presentada en el *Simposio sobre la Sociedad de la Información*, 1–19.
- Peirano, F., y Suárez, D. (2006). TICs y empresas: propuestas conceptuales para la generación de indicadores para la sociedad de la información. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 3(2), 123-141.
- Polder, M., van Leeuwen, G., Mohnen, P., y Raymond, W. (2010). Product, process and organizational innovation: Drivers, complementarity and productivity effects. *Scientific Series*, (28). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1626805>
- Relich, M. (2017). The impact of ICT on labor productivity in the EU. *Information Technology for Development*, 23(4), 706-722. <https://doi.org/10.1080/02681102.2017.1336071>
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd ed.). The Free Press.
- Santoleri, P. (2014). Diversity and intensity of information and communication technologies use and product innovation: evidence from Chilean micro-data. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(6), 550-568. <https://doi.org/10.1080/10438599.2014.946313>
- Si, Y., Wang, C. C., y Zhang, J. (2022). ICT Adoption and product innovation of Chinese firms: A perspective on intra-and inter-firm operations. In *Chinese Innovation And Branding Leaps* (Series on Innovation and Knowledge Management). World Scientific.
- Soler Calvo, J. (2019). *How ICT introduction is changing processes in manufacturing SMEs*. Universidad de Valladolid, España. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/38697>
- Spiezia, V. (2011). Are ICT users more innovative?: An analysis of ICT-enabled innovation in OECD firms. *OECD Journal: Economic Studies*, 2011(1), 99-119.
- Stock, J. H., y Watson, M. M. (2012). *Introducción a la econometría* (3rd. ed.). Pearson.
- Taştan, H., y Gönel, F. (2020). ICT labor, software usage, and productivity: firm-level evidence from Turkey. *Journal of Productivity Analysis*, 53(2), 265-285. <https://doi.org/10.1007/s11123-020-00573-x>
- Thong, J. Y. L. (1999). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187-214. <https://doi.org/10.1080/07421222.1999.11518227>
- Tornatzky, L., y Fleischer, M. (1990). *The process of technology innovation*. Lexington Books.
- Vera, Á. B. (2006). Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC. *Capic Review*, 4, 16.
- Verbeek, M. (2004). *A guide to modern econometrics* (2nd. ed.). Wiley.
- Waters, J. (2017). Determinants of initial technology adoption and intensification: evidence from Latin America and the Caribbean. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(4), 334-352. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1196970>
- Wooldridge, J. M. (2012). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2nd ed.). MIT Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv5rdzwc.1>
- Wu, J.-H., y Wang, Y.-M. (2007). Measuring ERP success: The key-users' viewpoint of the ERP to produce a viable IS in the organization. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1582-1596.

- Yoguel, G., Novick, M., Milesi, D., y Borello, J. (2004). Información y conocimiento: La difusión de las TIC en la industria manufacturera argentina. *Revista de La CEPAL*, (82), 139-156. <https://doi.org/10.18356/d7e97744-es>
- Youssef, A. B., Castillo Merino, D., y Hadhri, W. (2012). Determinants of intra-firm diffusion process of ICT: Theoretical sources and empirical evidence from Catalan firms. In S. Allegrezza y A. Dubrocard (Eds.), *Internet Econometrics* (pp. 288-313). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9780230364226>
- Youssef, A. B., Hadhri, W., y M'Henni, H. (2011). Intra-firm diffusion of innovation: Evidence from Tunisian SMEs regarding information and communication technologies. *Middle East Development Journal*, 3(1), 75-97. <https://doi.org/10.1142/s1793812011000338>
- Zhen-Wei Qiang, C., Clarke, G. R., y Halewood, N. (2006). The role of ICT in Doing Business. In *Information and communications for development. Global trends and policies*. (pp. 57-85). World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6346-1>

NOTAS

- 1 Una versión resumida de este trabajo fue presentada en la 26° Reunión Anual Red PyMEs Mercosur, realizada los días 13, 14 y 15 de octubre de 2021.
- 2 Algunos ejemplos de su empleo en la literatura empírica sobre TIC son la estimación conjunta de Intranet y Extranet, Internet y sitios web, entre otros.
- 3 Cabe destacar que la literatura revisada y mencionada a continuación se refiere a TIC en general y que al igual que otros trabajos (Battisti et al., 2007; Galliano et al., 2001; Grazzi y Jung, 2019; Khalifa, 2022; Molina et al., 2013; Thong, 1999; Waters, 2017), en este artículo se utiliza para el análisis de los factores asociados al uso de *software* en particular.
- 4 Es importante recordar que en este relevamiento se incluye a las firmas industriales de más de 5 ocupados, por lo cual, el porcentaje de microempresas en el total de la estructura productiva del PGP es aún mucho mayor.
- 5 La probabilidad se muestra con una línea, cuyo color varía por categoría. Si la misma se encuentra dentro del intervalo de confianza, resulta estadísticamente significativa.

ENLACE ALTERNATIVO

<http://nulan.mdp.edu.ar/3729/1/FACES-58-59-marcel-et-al.pdf> (pdf)