



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ORGANIZACIONALES Y DESARROLLO
HUMANO

DOCTORADO EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

CONTRIBUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO A LAS CAPACIDADES
DE INNOVACIÓN Y AL DESEMPEÑO FINANCIERO. EL CASO DE LAS MEDIANAS
EMPRESAS DE MANUFACTURA DE PICHINCHA

**TRABAJO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DOCTOR EN GESTIÓN
TECNOLÓGICA**

JUAN MARCELO IBUJÉS VILLACÍS

juan.ibujes@epn.edu.ec

DIRECTOR: Dr. ANTONIO FRANCO CRESPO

antonio.franco@epn.edu.ec

Quito, enero de 2023



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DOCTORADO EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

CONTRIBUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO A LAS CAPACIDADES
DE INNOVACIÓN Y AL DESEMPEÑO FINANCIERO. EL CASO DE LAS MEDIANAS
EMPRESAS DE MANUFACTURA DE PICHINCHA

JUAN MARCELO IBUJÉS VILLACÍS

juan.ibujes@epn.edu.ec

DIRECTOR: Dr. ANTONIO FRANCO CRESPO

antonio.franco@epn.edu.ec

Tribunal de Defensa:

Dr. Jorge Fabricio Guevara Viejó

Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Ecuador

Dr. Edison Fernando Loza Aguirre

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, Ecuador

Dr. Marco Patricio Naranjo Chiriboga

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Economía Cuantitativa y Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano, Ecuador

Dr. Rafael Leonardo Ochoa Urrego

Universidad Santiago de Chile, Facultad Tecnológica, Chile

Dra. Valentina Ramos Ramos

Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano, Ecuador

Catalogación:

310 páginas por 21 x 29,7 cm.

Línea de investigación: Organización y Cambio Tecnológico.

Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano

Primera edición. Fecha de catalogación: Enero / 2023

**CONTRIBUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO A LAS CAPACIDADES
DE INNOVACIÓN Y AL DESEMPEÑO FINANCIERO. EL CASO DE LAS
MEDIANAS EMPRESAS DE MANUFACTURA DE PICHINCHA**

JUAN MARCELO IBUJÉS VILLACÍS

Tesis de doctorado

Programa de Doctorado en Gestión Tecnológica

ISBN: xxx-xxx-xxx-x

eISBN: xxx-xxx-xxx-xxx-x

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2023

La reproducción total o parcial de este libro en forma idéntica o modificada, impresa o digital, no autorizada por los editores, viola derechos reservados.

Cualquier utilización debe ser previamente solicitada.

© 2023 by Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador

PRÓLOGO

Uno de los grandes desafíos del tejido empresarial ecuatoriano es impulsar la productividad y sostenibilidad en los sectores productivos, a través de fortalecer el aprendizaje colectivo y la capacidad de innovación. En el siglo XXI, este reto consiste en la creación de valor a través de la gestión del conocimiento y desarrollo de capacidades de innovación que permitan poner en marcha nuevos métodos de producción y crear nuevos productos o modificarlos. Esta creación de valor se ha convertido en un elemento relevante de la gestión empresarial para alcanzar resultados competitivos y sostenibles en medio de una economía globalizada. Por lo tanto, en el campo de estudio de la gestión empresarial se ha vuelto indispensable determinar y relacionar los factores relevantes de la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación que contribuyen al logro de los objetivos empresariales de las organizaciones.

La presente tesis pertenece al Programa Doctoral en Gestión Tecnológica y se titula “Contribución de la gestión del conocimiento a las capacidades de innovación y al desempeño financiero. El caso de las medianas empresas de manufactura de Pichincha”. Ha sido desarrollada mediante el formato de compendio de artículos/publicaciones, que corresponden a cuatro fases de investigación que se desarrollaron en forma consecutiva para cumplir cada uno de los objetivos específicos planteados.

El Capítulo 1 consta de una introducción, en la que se realiza una explicación general de la tesis empezando por el problema de investigación, las preguntas de investigación, el campo de estudio, el ámbito de aplicación de la investigación, la descripción del objetivo general y los objetivos específicos, la justificación del paradigma de investigación y el diseño de la investigación dividida en cuatro fases, una por cada objetivo específico planteado.

En el Capítulo 2 se presenta el marco teórico general de la tesis; la organización de los temas permite la comprensión de los conceptos claves utilizados en los distintos artículos de este compendio como: la organización como sistema, la organización y la innovación, las dimensiones organizacionales, la gestión de la innovación y sus componentes como la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero, acompañado de conceptos relacionados con la eficiencia en las compañías.

Los resultados del trabajo de investigación doctoral son abordados en el Capítulo 3; aquí se presentan los resultados por cada una de las fases de investigación y los artículos en los cuales se plasmaron dichos resultados relacionados con el logro de los objetivos específicos de la

investigación. En el anexo constan los artículos que fueron publicados en congresos y revistas, y también los artículos que están aceptados y en proceso de revisión de pares de las revistas.

En el Capítulo 4 se detallan las conclusiones de la investigación a partir del nivel macro y meso de las organizaciones. Se extraen las conclusiones más relevantes de la investigación por cada uno de los objetivos específicos. Se plantean las limitaciones que tuvo la investigación y se formulan los futuros estudios que podrían enriquecer los campos de estudio asociados a la investigación. En la parte final se presenta la bibliografía y los anexos de los artículos referidos en este documento.

El desarrollo de esta tesis doctoral ha sido una experiencia gratificante para el autor, director y colaboradores. Durante su avance se desarrollaron actividades como: capacitaciones presenciales y virtuales, reuniones de trabajo y *workshops* con expertos nacionales y extranjeros, reuniones con funcionarios de instituciones públicas y privadas, entrevistas con dirigentes de gremios empresariales, y entrevistas y encuestas a directivos de compañías de manufactura de Pichincha. Estas actividades sirvieron como fuente de información que al ser procesadas con diferentes métodos y técnicas arrojaron resultados que fueron expuestos en ponencias en congresos, seminarios y foros doctorales realizados en Ecuador, España, Colombia y Perú, y también publicados en revistas nacionales e internacionales indexadas en Latindex, SciELO, Web of Science y Scopus.

Esperamos haber cumplido nuestros objetivos de investigación, y también haber satisfecho el interés presente y futuro de las instituciones públicas y organizaciones empresariales que colaboraron y estuvieron pendientes de los resultados de esta investigación.

Quito, Ecuador
Enero, 2023.

Juan Ibujés Villacís
juan.ibujes@epn.edu.ec

Antonio Franco Crespo
antonio.franco@epn.edu.ec

AVAL

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Marcelo Ibujés Villacís, bajo mi supervisión.

Dr. Antonio Alexander Franco Crespo

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Juan Marcelo Ibujés Villacís, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, posgrado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

Juan Marcelo Ibujés Villacís

DEDICATORIA

A Rosalba y Camila.

AGRADECIMIENTO

A Dios por las bendiciones de cada día, a mi Padres por su ejemplo de trabajo y honradez. A mi familia por su amor, comprensión y apoyo incondicional. A los colegas y amigos, que desde diferentes espacios y tiempos han aportado sinérgicamente en la elaboración de este trabajo.

A la Escuela Politécnica Nacional por el apoyo brindado para realizar los estudios doctorales; a los profesores del Programa Doctoral, especialmente al Dr. Antonio Franco, pues sus conocimientos, guía y apoyo hicieron posible la culminación de este trabajo de forma satisfactoria.

Adicionalmente, mi gratitud para los directivos y empleados de organizaciones públicas y privadas, e instituciones académicas y de investigación que colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	i
AVAL.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
Lista de figuras	ix
Lista de tablas.....	x
Lista de abreviaturas.....	xi
Resumen	xii
Abstract	xv
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 El problema de investigación	2
1.2 Preguntas de investigación	3
1.3 Campo de estudio	3
1.4 Objeto de estudio.....	4
1.5 Objetivo general	5
1.6 Objetivos específicos.....	5
1.7 Justificación del interés	6
1.8 Justificación del paradigma.....	7
1.9 Diseño de la investigación.....	10
Capítulo 2. Marco teórico.....	15
2.1 La organización como sistema complejo adaptivo	15
2.2 La organización y la innovación	16
2.3 Las dimensiones organizacionales	18
2.4 La gestión de la innovación y sus constructos	19
2.5 La gestión del conocimiento	21
2.6 Las capacidades de innovación	23
2.7 El desempeño financiero	24
2.8 La eficiencia técnica en las empresas.....	25

Capítulo 3. Resultados.....	27
3.1 Resultados de la primera fase de investigación.....	27
3.1.1 Ponencias y artículos de la primera fase de investigación	30
3.2 Resultados de la segunda fase de investigación	31
3.2.1 Ponencias y artículos de la segunda fase de investigación.....	34
3.3 Resultados de la tercera fase de investigación	35
3.3.1 Artículo de la tercera fase de investigación.....	37
3.4 Resultados de la cuarta fase de investigación	38
3.4.1 Ponencias y artículos de la cuarta fase de investigación	42
Capítulo 4. Conclusiones.....	43
4.1 El nivel macro de la organización	44
4.2 El nivel meso de la organización.....	45
4.3 Contribución de la GC a la innovación tecnológica en la industria ecuatoriana.....	47
4.4 Factores determinantes de la gestión de la innovación en la industria.....	48
4.5 Evaluación de la relación entre categorías principales.....	50
4.6 Relaciones de la GC y CI con la eficiencia técnica.....	50
4.7 Aportes de la investigación al conocimiento y prácticas organizacionales	52
4.8 Limitaciones	53
4.8 Futuros estudios.....	54
5 Bibliografía.....	55

Lista de figuras

Figura 1	Investigaciones ecuatorianas relacionadas con el problema de investigación	9
Figura 2	Diseño mixto secuencial exploratorio de la investigación	10
Figura 3	Elementos de la comprensión teórica	13
Figura 4	La innovación en la frontera del orden y el caos	17
Figura 5	Propuesta de gestión de la innovación	19
Figura 6	Relación de constructos en la gestión de la innovación	20
Figura 7	Gestión del conocimiento y competitividad	22
Figura 8	Integración y relación sistémica de los constructos de la gestión de la innovación	33
Figura 9	Modelo estructural de gestión de la innovación	36
Figura 10	Relación de la eficiencia relativa con la innovación empresarial	41

Lista de tablas

Tabla 1	Relación del paradigma con el enfoque de la investigación	8
Tabla 2	Triangulación metodológica utilizada en la investigación	11
Tabla 3	Triangulación metodológica utilizada en la investigación	12
Tabla 4	Publicaciones relacionadas con el primer objetivo específico	30
Tabla 5	Publicaciones relacionadas con el segundo objetivo específico	34
Tabla 6	Resultados de correlación para cada hipótesis	36
Tabla 7	Publicaciones relacionadas con el tercer objetivo específico	37
Tabla 8	Publicaciones relacionadas con el cuarto objetivo específico	42

Lista de abreviaturas

ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
ALC	América Latina y el Caribe
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CI	Capacidades de innovación
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
COVID-19	Enfermedad infecciosa por coronavirus, año 2019
DF	Desempeño financiero
EPN	Escuela Politécnica Nacional
FCA	Facultad de Ciencias Administrativas
FP	Financial performance
GC	Gestión del conocimiento
GCI	Global Competitiveness Index
GeSI	Global Enabling Sustainability Initiative
I+D	Investigación y desarrollo
I+D+i	Investigación, desarrollo e innovación
IC	Innovation capabilities
ICT	Information and Communication Technologies
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
ITU	International Telecommunication Union
KM	Knowledge Management
MEs	Medianas empresas
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad
NRI	Networked Readiness Index
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEA	Población económicamente activa
PIB	Producto interno bruto
SCA	Sistema complejo adaptativo
SENESCYT	Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
SI	Sociedad de la Información
SUPERCIAS	Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros
TGS	Teoría General de Sistemas
TIC	Tecnologías de información y comunicación
UASB-E	Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador

Resumen

La falta de innovación en el tejido empresarial ecuatoriano es un problema que afecta a la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones empresariales en una economía globalizada, razón por la que es indispensable determinar y relacionar los factores relevantes presentes en la gestión de la innovación en la industria ecuatoriana.

En el contexto de la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales, el objetivo general de esta investigación consistió en explicar la contribución de la gestión del conocimiento (GC) a las capacidades de innovación (CI) y al desempeño financiero (DF) de las medianas empresas de manufactura de la provincia de Pichincha, en Ecuador.

Para conseguir el objetivo general se desarrollaron cuatro objetivos específicos. El primero proporciona una comprensión teórica sobre la relación sistémica de los componentes de un espacio organizacional que es multidimensional. Las variables de esas dimensiones se integran para conformar tres constructos teóricos o categorías principales: la GC, las CI y el DF; el segundo determina las subcategorías y propiedades de las categorías principales; el tercero evalúa la relación que tienen entre sí las tres categorías principales con sus respectivas subcategorías; y el cuarto objetivo explica la relación entre la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y la eficiencia técnica.

La investigación en su conjunto tiene un diseño de método mixto denominado secuencial exploratorio, que permite combinar enfoques y técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas. La investigación se dividió en cuatro fases: la primera fase consistió en la revisión de la literatura, con el fin de identificar las dimensiones o categorías principales relacionadas con la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales. Al respecto, los hallazgos demuestran que la GC, las CI y el DF son categorías principales o constructos latentes que se encuentran relacionados en forma sistémica y compleja, y que pueden ser explicados mediante subcategorías y propiedades.

La segunda fase tuvo que ver con la ejecución de un estudio cualitativo que permitió la validación empírica de los constructos latentes y sus subcategorías encontrados en la revisión de la literatura. Se utilizaron distintas técnicas cualitativas como cuestionarios, entrevistas e indagación documental para la validación de categorías, subcategorías, propiedades y la identificación de variables observables. El ámbito de aplicación de la investigación fueron las medianas empresas de manufactura de Pichincha, Ecuador.

Los resultados muestran que la gestión de la innovación es una relación sistémica entre tres categorías principales a saber: la GC, las CI y el DF. Las subcategorías que explican la GC son las políticas y estrategias, estructura organizacional, tecnología, personas, sistemas de incentivos, cultura organizacional y comunicación; por otro lado, las subcategorías que explican las CI son la capacidad de investigación y desarrollo, capacidad de gestión, disponibilidad de recursos, gestión del talento humano, habilidades del personal y capacidad tecnológica; y finalmente, las subcategorías que explican el DF son las ventas y costos.

La tercera fase de la investigación tuvo como objetivo explicar en forma cuantitativa la relación entre las categorías y subcategorías que conforman la gestión de la innovación en la industria de la manufactura en Pichincha, Ecuador, utilizándose como técnica de investigación una encuesta. Los resultados permitieron comprobar un grupo de hipótesis mediante la evaluación de las relaciones entre constructos, que explican la gestión de la innovación en las compañías estudiadas. Las hipótesis se probaron mediante correlación utilizando el análisis estadístico multivariante, que combina tres métodos: correlación entre subcategorías de constructos, correlación canónica y correlación mediante un modelo de ecuaciones estructurales. Se demostró cuantitativamente que existe una relación significativa positiva y directa entre la GC y el DF; entre la GC y las CI; entre las CI y el DF; además, las CI median en forma positiva y directa la relación entre la GC y el DF.

La cuarta fase de investigación se enfocó en explicar la relación entre la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y la eficiencia técnica, partiendo de un estudio empírico cuantitativo de la eficiencia en las compañías que son el ámbito de esta investigación hasta llegar a proponer a la eficiencia como indicador de innovación. Se evidenció la importancia de la eficiencia en la gestión empresarial y su relación con la GC y las CI, y se propuso a la eficiencia como indicador de innovación en el sector de manufactura.

Esta investigación analiza la gestión empresarial enfocada en la innovación, a partir de una triangulación metodológica y de datos, lo que aporta en profundidad e integridad a los resultados que aportan al campo de estudio de la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales. Contribuye con el análisis teórico y estudios empíricos a la evidencia de la multidimensionalidad de la organización y explica, en el contexto de la gestión de la innovación, cómo las variables de esas dimensiones interactúan y se integran para conformar un modelo de gestión de la innovación en base a tres constructos teóricos o categorías principales: la GC, las CI y el DF.

Como contribución práctica se propone un conjunto de subcategorías y propiedades que permiten determinar variables observables para medir en forma periódica el aporte de GC y CI a los resultados financieros. Los análisis continuos de estas medidas permitirían a las compañías conocer su nivel de madurez de gestión de la innovación, que adicionalmente se pueden complementar con los resultados de la eficiencia relativa como medida de la innovación en el sector empresarial.

Palabras clave: capacidades de innovación, desempeño financiero, eficiencia técnica, gestión del conocimiento, gestión de la innovación, industria de manufactura.

Abstract

The lack of innovation in the Ecuadorian business environment is a problem that affects the competitiveness and sustainability of business organizations in a globalized economy, which is why it is essential to determine and link the relevant factors present in innovation management in the Ecuadorian industry.

In the context of innovation management in business organizations, the general objective of this research was to explain the contribution of knowledge management (KM) to innovation capabilities (IC) and financial performance (FP) of medium-sized manufacturing companies in the province of Pichincha, Ecuador.

Four specific objectives were developed to achieve this study's general objective. The first provides a theoretical understanding of the systemic relationship of the components of an organizational space that is multidimensional. The variables of these dimensions are integrated to form three theoretical constructs or main categories: KM, IC, and FP; the second objective determines the subcategories and properties of the main categories; the third objective evaluates the relationship between the three main categories and their respective subcategories; and the fourth objective explains the relationship between knowledge management, innovation capabilities, and technical efficiency.

The research has a mixed method design called the sequential exploratory method, which combines qualitative and quantitative research approaches and techniques. The research was divided into four phases: the first phase consisted of a review of the literature to identify the main dimensions or categories related to innovation management in business organizations. In this regard, the findings show that KM, IC, and FP are main categories or latent constructs that are related in a systemic and complex way, and subcategories and properties can explain that.

The second phase was the execution of a qualitative study that allowed the empirical validation of the latent constructs and their subcategories found in the literature review. This phase used different qualitative techniques such as questionnaires, interviews, and documentary research to validate categories, subcategories, properties, and the identification of observable variables. The scope of the research was the medium-sized manufacturing companies of Pichincha, Ecuador.

The results show that innovation management is a systemic relationship between three main categories: KM, IC, and FP. The subcategories that explain KM are policies and strategies, organizational structure, technology, people, incentive systems, organizational culture, and communication; the subcategories that explain IC are research and development capability, management capacity, resource availability, human talent management, staff skills, and technological capability; and finally, the subcategories that explain the FP are sales and costs.

The third phase of the research aimed to quantitatively explain the relationship between the categories and subcategories that make up the management of innovation in the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador, using a survey as a research technique. The results made it possible to test a group of hypotheses by evaluating the relationships between constructs, which explain innovation management in the companies studied. Hypotheses were tested by correlation using multivariate statistical analysis, which combines three methods: correlation between subcategories of constructs, canonical correlation, and correlation using structural equation modeling. As a result, it was quantitatively demonstrated that a significant, positive, and direct relationship exists between KM and FP, KM and IC, and IC and FP. In addition, IC positively and directly mediates the relationship between KM and FP.

The fourth phase of research focused on explaining the relationship between knowledge management, innovation capabilities, and technical efficiency, starting from a quantitative empirical study of efficiency in the companies that are the scope of this research until proposing efficiency as an indicator of innovation. The importance of efficiency in business management and its relationship with KM and IC was demonstrated, and efficiency was proposed as an indicator of innovation in the manufacturing sector.

This research analyzes business management focused on innovation, based on a triangulation of methodology and data, which provides depth and integrity to the results that contribute to the field of study of innovation management in business organizations. The research adds theoretical analysis and empirical studies to the evidence of the multidimensionality of the organization and explains, in the context of innovation management, how the variables of these dimensions interact and are integrated to form an innovation management model based on three theoretical constructs or main categories: KM, IC, and FP.

As a practical contribution, this study proposes a set of subcategories and properties that allow determining observable variables to periodically measure the contribution of KM and IC to financial results. Furthermore, continuous analysis of these measures would allow companies

to know their level of innovation management maturity, which can be complemented with relative efficiency as a measure of innovation in the business sector.

Keywords: financial performance, innovation capabilities, innovation management, knowledge management, manufacturing industry, technical efficiency.

Capítulo 1. Introducción

En el mundo, la heterogeneidad de las estructuras productivas es magnificada por la dinámica de la innovación y difusión de la tecnología, lo que ha ocasionado que se hayan acentuado las asimetrías entre los países líderes y las economías periféricas. Ecuador es un país cuya organización productiva se fundamenta en la producción primaria, que se destaca históricamente con productos como cacao, café, banano, camarón, entre otros, y en los últimos 50 años en la explotación del petróleo (CEPAL, 2016b; OECD, 2021). En el inicio de la segunda década de este siglo, el país sigue produciendo y exportando *commodities*, y el sector industrial ecuatoriano ha logrado un buen desempeño durante la última década (INEC, 2016b).

Según la CEPAL (2016a), los sectores económicos en Latinoamérica han tenido una elevada participación en el crecimiento de la productividad y en las exportaciones mundiales, a raíz de la incorporación de tecnologías digitales y materializadas en la internet industrial. Uno de esos sectores específicamente ha sido la manufactura. De acuerdo con los datos del INEC (2016b), el sector industrial de manufactura en nuestro país alcanzó un valor en ventas por USD 147.730 millones (20,4 % respecto del total), ubicándose en el tercer lugar después de sectores económicos como el comercio (37,4 %) y servicios (25,3 %). Sin embargo, el sector industrial ecuatoriano todavía está basado en actividades intensivas en mano de obra y en recursos naturales, mientras que aquellas actividades intensivas en ingeniería presentan aún una participación reducida.

Adicionalmente, los Planes Nacionales de Desarrollo 2017-2021 y 2021-2025 promueven como quinto y tercer objetivo, respectivamente, impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible en el sector industrial, promoviendo la investigación, la formación, la capacitación, la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades (SENPLADES, 2017; SNP, 2021).

En 2016, el Gobierno del Ecuador reconoció que hay poca innovación en la industria y planteó como parte de la política industrial —hasta el 2025— un conjunto de estrategias a mediano y largo plazo, que consistía en que los sectores económicos como comercio, manufactura, transporte, entre otros, vayan incorporando mayor conocimiento y capacidades de innovación en sus operaciones (MIPRO, 2016). En el mismo año, la Asamblea Nacional del Ecuador promulgó el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, también llamado Código Ingenios. Su objetivo fue provocar el desarrollo de la

sociedad del conocimiento y de la información para el incremento de la productividad en los factores de la producción y actividades laborales intensivas en conocimiento (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016).

Bajo este contexto, a continuación, se desarrolla el tema de investigación planteado: “Contribución de la gestión del conocimiento a las capacidades de innovación y al desempeño financiero. El caso de las medianas empresas de manufactura de Pichincha”.

1.1 El problema de investigación

La falta de capacidad de innovación ha sido reconocida públicamente por el Gobierno del Ecuador, reflejada también en indicadores internacionales. Así, según los últimos *rankings* de innovación, el país se ubica entre las posiciones 91 y 99 de 126 economías en el mundo, y entre las posiciones 12 y 15 de 18 economías en América Latina y el Caribe (ALC) (Dutta et al., 2018, 2019, 2020, 2021). En tal virtud, esta es una de las razones por las cuales es necesario y urgente trabajar en propuestas para mejorar los procesos de innovación en los diferentes sectores de la economía ecuatoriana.

Bajo esta perspectiva, es pertinente abordar el problema de la falta de capacidad de innovación en la industria ecuatoriana. Específicamente en las medianas empresas, este problema es el causante de la baja de productividad y poca competitividad en los mercados nacionales y extranjeros, consecuencias surgidas a partir de la globalización de la economía (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019; Cortez, 2015; OCDE/CEPAL/CAF, 2015, 2016).

La creciente integración de las economías en el mundo ha evidenciado en este grupo empresarial una crítica problemática relacionada con la ausencia de planificación a mediano y largo plazo, empleo de metodologías de producción inadecuadas, falta de mano de obra calificada, desconocimiento de mercados potenciales, entre otros (Coron & Gilbert, 2020; Solis Granda & Robalino Muñiz, 2019).

Adicionalmente, como problema asociado a la falta de capacidad de innovación, subyace la necesidad de medir la innovación en el contexto de economías como la ecuatoriana o de ALC, problema que requiere ser abordado a partir de indicadores que se adecuen a su realidad socio económica. Uno de los indicadores en cuestión es la eficiencia técnica relativa, este indicador resalta la importancia de la eficiencia en la gestión de las compañías y su relación con la práctica de actividades de innovación, toda vez que existe evidencia de que las compañías que son eficientes, respecto a su sector empresarial, son las que practican actividades de innovación y,

por ende, realizan algún tipo de innovación (Bos et al., 2016; Ferreira et al., 2021; Hongkuan et al., 2019)

Para las pymes, enfrentar estos problemas, requiere una exploración sobre cómo estas organizaciones organizan, planifican y usan sus recursos y capacidades para lograr objetivos empresariales como mejorar la productividad, eficiencia e incrementar su competitividad. Actualmente la gestión de muchos de esos recursos y capacidades está relacionada con la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación enfocados en el desempeño organizacional (Correa et al., 2020; Sztulwark & Juncal, 2014).

La principal preocupación de esta investigación se centra en explicar la contribución de la gestión del conocimiento a las capacidades de innovación y al desempeño financiero, explorando, determinando y evaluando aquellos factores relevantes de la gestión de conocimiento y las capacidades de innovación que permiten a las organizaciones empresariales realizar innovaciones, y a la par obtener resultados empresariales satisfactorios. Como parte de esos resultados se hace énfasis en la eficiencia técnica como medida empresarial, la misma que es propuesta como indicador de innovación para las compañías estudiadas. El ámbito de estudio son las medianas empresas del sector económico de manufactura de la provincia de Pichincha, a la que pertenece la capital del Ecuador.

1.2 Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación tienen como ámbito de estudio a las medianas empresas de manufactura de la provincia de Pichincha, Ecuador, y son las siguientes:

1. ¿Cuáles son los factores que interactúan en la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las medianas empresas de manufactura de Pichincha?
2. ¿Cuánta influencia existe entre los factores de la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero de las medianas empresas de manufactura de Pichincha?

1.3 Campo de estudio

De forma general, el campo de estudio de esta investigación es la gestión empresarial. Específicamente, la gestión de la innovación y otros campos de estudio como la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales.

1.4 Objeto de estudio

El ámbito de aplicación de la investigación son las empresas pertenecientes a la clasificación CIU¹ con código clasificador C; el cual identifica a las medianas empresas del sector económico de manufactura de la provincia de Pichincha, Ecuador. Estas compañías están clasificadas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SUPERCIAS) como aquellas que tienen entre 50 y 199 trabajadores o ingresos anuales entre USD 1 y 5 millones.

Se escogió a estas compañías por las siguientes características:

- a. El sector económico de la manufactura contribuye con 14,2 % a la producción total del Ecuador, convirtiéndole en el sector que más aporta a la economía del país (MIPRO, 2021). La manufactura representa el 8,62 % del tejido empresarial, lo que le convierte en la cuarta actividad económica a nivel nacional, detrás de actividades como servicios, comercio y agricultura; adicionalmente, en esta industria labora aproximadamente el 13 % de las personas con empleo privado a nivel nacional (INEC, 2022).
- b. Se eligió a la provincia de Pichincha, ya que concentra la mayor parte del tejido empresarial ecuatoriano, siendo equivalente al 23,8 % de empresas y con una participación en ventas del 44,8 % a nivel nacional (INEC, 2016a).
- c. Con respecto a la ejecución de actividades de innovación, en el período 2012-2014, del 54,51 % de las empresas innovadoras a nivel nacional, el 14 % corresponden al sector manufactura, detrás del sector servicios (26 %) y delante del comercio (13 %). En ese mismo período, el 25,5 % de empresas innovadoras adquirió maquinaria y equipos, el 20,2 % invirtió en capacitación y el 17,6 % realizó adquisición de *software* para la introducción de innovaciones de producto y/o proceso (SENESCYT-INEC, 2015). Adicionalmente, de acuerdo a la misma fuente, en 2014 el sector de manufactura destinó USD 85,06 millones en I+D, lo que representa el 44,65 % del gasto total en I+D a nivel nacional, ubicándose en el primer lugar delante de sectores como servicios y comercio.
- d. Considerando la inversión en TIC de los diferentes sectores económicos, según INEC (2015), en 2015, del 66,7 % de empresas a nivel nacional que invirtieron en TIC (*hardware* y *software*), el 24,6 % correspondió a empresas de manufactura, ubicándose en el primer lugar, delante de sectores como comercio, servicios y minería.

¹ Clasificación Industrial Internacional Uniforme (INEC, 2012)

- e. De 2012 a 2020, las compañías de manufactura nacionales tuvieron las siguientes variaciones: las microempresas, entre el 88,5 y el 92 %; las pequeñas, entre el 8,7 y 5,6 %; y las medianas, entre el 1,8 y 1,7 % de promedio aproximado de 72.000 compañías (INEC, 2022). Estas variaciones ocurrieron por la gestión de variables como el financiamiento, tecnología, eficiencia y estrategias competitivas en los mercados, que son comunes a las pymes en todos los sectores económicos del Ecuador (Rodríguez-Mendoza & Aviles-Sotomayor, 2020).
- f. Las medianas empresas (MEs) son compañías que pertenecen al grupo de las mipymes, que incluyen a las micro y pequeñas empresas. Este grupo representa aproximadamente el 99 % del tejido empresarial ecuatoriano (SUPERCIAS, 2020b) y son fuente indispensable para la creación del 60 % del empleo privado a nivel nacional (INEC, 2022).

Consecuentemente, resultó motivante el estudio de las medianas empresas de manufactura de Pichincha, como una representación importante de este sector económico a nivel nacional.

1.5 Objetivo general

Explicar la contribución de la gestión del conocimiento a las capacidades de innovación y al desempeño financiero de las medianas empresas de manufactura de Pichincha.

1.6 Objetivos específicos

Esta investigación tiene cuatro objetivos específicos:

1. Proporcionar una comprensión teórica sobre la relación entre la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales.
2. Determinar los factores de la gestión del conocimiento que se relacionan con las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales.
3. Evaluar la relación que tiene la gestión del conocimiento en las capacidades de innovación y en el desempeño financiero en las medianas empresas del sector de manufactura de Pichincha.
4. Explicar la relación entre la gestión del conocimiento, la innovación y la eficiencia técnica en las medianas empresas de manufactura de Pichincha.

1.7 Justificación del interés

En la última década ha existido mucho interés en estudiar el aporte de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el sector gubernamental y en el sector empresarial ecuatoriano. Mucha de esta información ha sido generada por investigaciones de instituciones estatales (MIPRO, 2021; Moreno-Navarro et al., 2014; SENESCYT-INEC, 2015; SUPERCIAS, 2020a), el observatorio empresarial patrocinado por la academia (UASB-E, 2018) e investigaciones surgidas desde la universidad e institutos de investigación.

Sin embargo, los resultados muestran que investigaciones sobre la gestión enfocada en el conocimiento, la tecnología y la innovación son aún muy incipientes en las organizaciones empresariales ecuatorianas. En tal virtud, el interés personal de esta investigación consiste en profundizar en el estudio sobre los factores determinantes que explican la gestión de la innovación en la industria, que contribuya con nueva teoría y recomendaciones prácticas a partir de estudios empíricos que permitan diseñar e implantar políticas en el sector económico de manufactura enfocadas en la innovación de productos y procesos.

El interés profesional radica en contribuir con nuevos conocimientos teóricos y empíricos en campos de conocimiento como la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales, de tal manera que permitan fortalecer la línea de investigación relacionada con la organización y cambio tecnológico del Programa Doctoral en Gestión Tecnológica de la EPN, que propone:

Esta línea de investigación articula la visión inter y transdisciplinaria de los campos de la gestión y la tecnología, se enfoca en las teorías y paradigmas organizacionales contemporáneos, y estudia las formas de acción racional cooperativa y cómo estas formas se articulan con el trabajo humano en los entornos laborales que están sujetos a la innovación y a los cambios permanentes, sean estas organizaciones públicas, privadas o sin fines de lucro. (EPN-FCA, 2017)

Este aporte se enfoca en campos de conocimiento relacionados con gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales, conocimiento teórico y empírico que permitiría crear y ejecutar planes de vinculación de la universidad con el sector productivo.

Esta investigación contribuye al campo teórico de la gestión de la innovación con nueva información y teoría para la acción, hace énfasis en la visión sistémica de la gestión de la innovación y en los factores clave para el desarrollo de innovaciones en el sector industrial

ecuatoriano. Por otro lado, en cuanto a la utilidad práctica, esta investigación aporta con la identificación de categorías, subcategorías, propiedades, y propone a la eficiencia técnica como indicador de innovación, elementos que se constituyen en referencias fundamentales para que gerentes o directores puedan considerarlos en planes y proyectos enfocados en la innovación.

1.8 Justificación del paradigma

Para Flick (2018); Kuhn (1971) y D. L. Morgan (2007) los paradigmas de investigación son construcciones humanas y son entendidos como supuestos básicos del conocimiento, creencias o modos de ver el mundo. Estos supuestos pueden ser ontológicos, epistemológicos y metodológicos.

El enfoque paradigmático escogido para esta investigación es el pragmatismo. El pragmatismo es una filosofía de investigación utilizada en las Ciencias Sociales, que centra la atención en el problema de investigación y no en los métodos, se orienta hacia lo que funciona en la práctica del mundo real y utiliza enfoques pluralistas para obtener conocimiento del problema (Creswell, 2015; Creswell & Creswell, 2018; D. L. Morgan, 2007). Adicionalmente, el pragmatismo tiene una orientación mixta, en la que se combina elementos de enfoques de investigación cualitativa y cuantitativa, los que permiten una triangulación metodológica y de datos, aportando con amplitud, profundidad de comprensión e integridad a los resultados (Creswell & Creswell, 2018; Johnson et al., 2007).

La investigación de métodos mixtos se asocia a la filosofía del pragmatismo, consiste en una síntesis intelectual y práctica basada en la investigación cualitativa y cuantitativa; es el tercer paradigma metodológico o de investigación que, mediante la recopilación de datos, análisis y técnicas de inferencia combinadas, permite abordar las preguntas de investigación y proporcionar resultados de investigación más informativos, completos, equilibrados y útiles (Johnson et al., 2007). En consecuencia, el paradigma del pragmatismo fue escogido para esta investigación, toda vez que concuerda con el problema y las preguntas de investigación, según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Relación del paradigma con el enfoque de la investigación

Relación paradigma y enfoque de la investigación		
Paradigma de investigación	Problema	Ámbito de aplicación
Pragmatismo	Falta de capacidad de innovación en la industria ecuatoriana	Medianas empresas de manufactura de la

provincia de Pichincha,
Ecuador.

Enfoque Mixto

Preguntas de investigación

**Enfoque de
investigación**

¿Cuáles son los factores que interactúan en la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las medianas empresas de manufactura de Pichincha?

Cualitativo

¿Cuánta influencia existe entre los factores de la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero de las medianas empresas de manufactura de Pichincha?

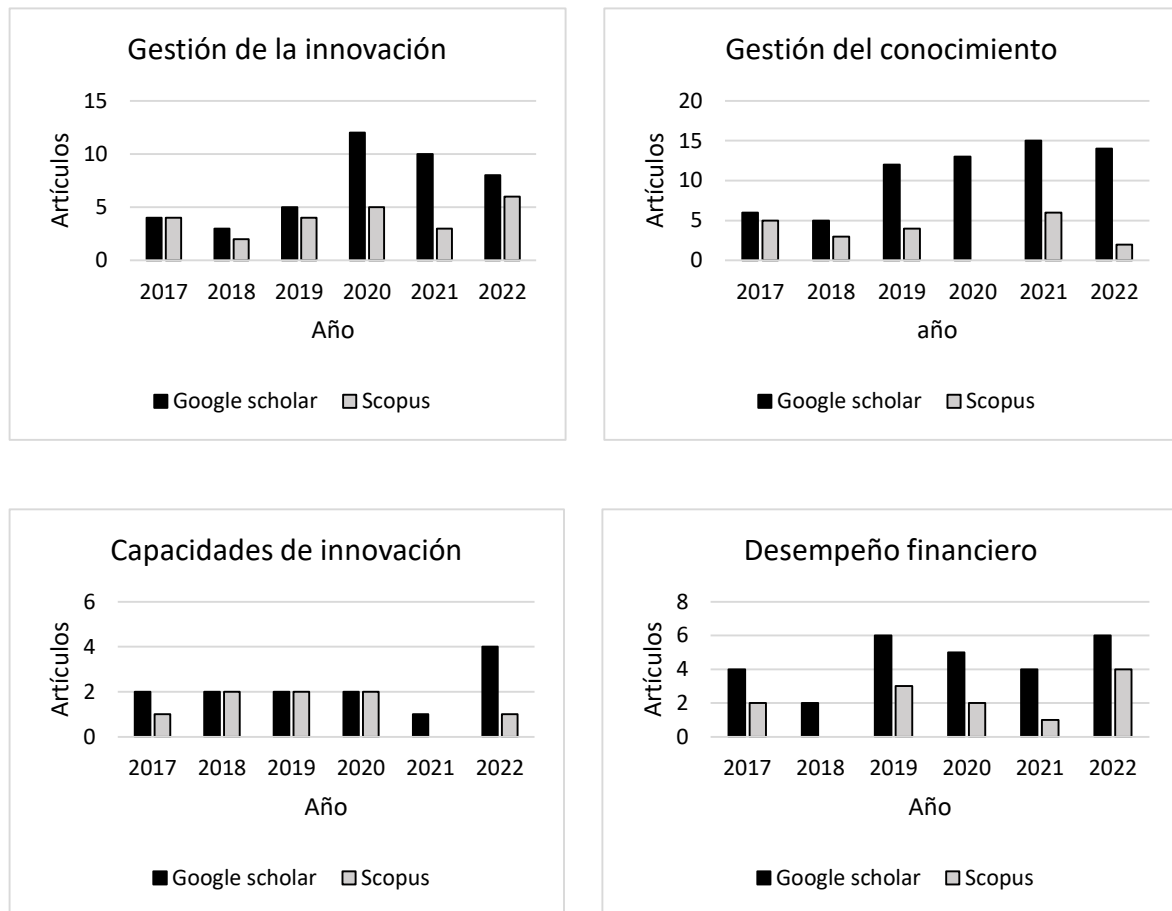
Cuantitativo

Este paradigma permite mezclar secuencialmente los enfoques de investigación. Se aplica primero un enfoque cualitativo (cual) con fines exploratorios con el fin de comprender a profundidad el problema de investigación.

Cae indicar que la investigación en temas relacionados con la gestión de la innovación, la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en el contexto de la innovación empresarial ecuatoriana son escasos, ver Figura 1. En tal virtud el enfoque cualitativo con fines exploratorios vino a ser el más adecuado para profundizar en el problema a través de la recopilación de información, responder la primera pregunta de investigación, desarrollar conceptualmente los constructos asociados a la gestión de la innovación y facilitar el desarrollo de un instrumento (encuesta) culturalmente apropiado para el ámbito de aplicación de la investigación.

Figura 1

Investigaciones ecuatorianas relacionadas con el problema de investigación



Nota. Se muestran cuatro gráficos sobre las investigaciones registradas en las bases de datos de Google Académico y Scopus, referentes al entorno empresarial ecuatoriano.

En un segundo momento de la perspectiva secuencial se aplicó el enfoque cuantitativo (cuan), a partir del cual se utilizó como técnica de investigación una encuesta probar un conjunto de hipótesis y responder a la segunda pregunta de investigación. En consecuencia, el diseño utilizado para la investigación se basó en una metodología mixta y diseño secuencial exploratorio (cual-cuan), en el que, la integración de evidencia cualitativa y cuantitativa, permitió responder las preguntas de investigación y abordar en forma secuencial los objetivos específicos de investigación

El posicionamiento paradigmático descrito permite construir una base completa para la justificación metodológica, cuyo diseño metodológico se describe a continuación.

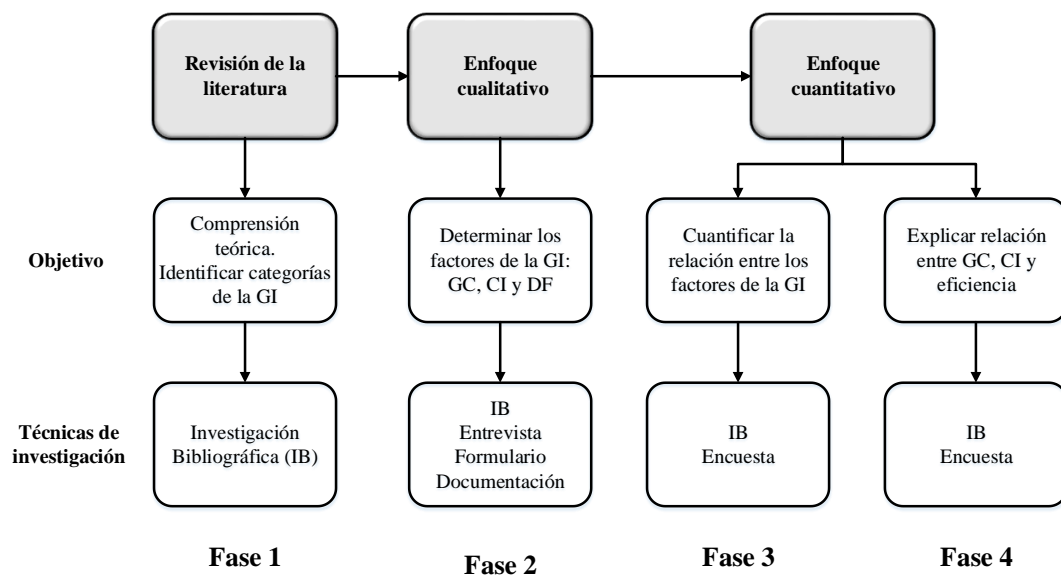
1.9 Diseño de la investigación

La investigación en su conjunto tiene un diseño metodológico mixto denominado como *diseño secuencial exploratorio cual-cuan*. Esta composición secuencial (cual-cuan) que permite combinar enfoques de investigación cualitativo y cuantitativo, es muy utilizada en las investigaciones sociales (Anderson, 2016; Flick, 2018).

Con el fin de responder las preguntas de investigación y cumplir los objetivos específicos de la investigación, se diseñó una investigación dividida en cuatro fases, tal como se muestra en la Figura 2. En la primera fase se realizó una revisión de la literatura, en la segunda se realizó un estudio empírico con enfoque cualitativo, mientras que, en la tercera y cuarta se realizó un estudio empírico con orientación cuantitativa.

Figura 2

Diseño mixto secuencial exploratorio de la investigación



Nota. GI: gestión de la innovación, GC: gestión del conocimiento, CI: capacidades de innovación, DF: desempeño financiero, IB: investigación bibliográfica.

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizó una triangulación metodológica y de datos con el fin de mejorar la validez de los resultados. Según Flick (2018) y Bonilla-Castro & Rodríguez (2005) las buenas prácticas de investigación obligan al investigador a triangular; es decir, a utilizar métodos, fuentes de datos e investigadores para validar el proceso y los resultados de la investigación. En esta investigación, la triangulación metodológica consistió

en utilizar múltiples métodos que se fueron aplicando en cada una de las fases de investigación, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Triangulación metodológica utilizada en la investigación

Triangulación metodológica		
Fase de investigación	Métodos utilizados	Justificación
Primera	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica. • Estadística descriptiva • Estimación estadística mediante pronósticos de series de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar el comportamiento futuro de indicadores de las tecnologías de información y comunicación (TIC), y actividades de ciencia tecnología e innovación. • Determinar en forma porcentual el impacto del uso de las TIC en las medianas compañías en un periodo de tiempo.
Segunda	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica. • Teoría fundamentada 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño sistemático: codificación axial y selectiva para identificar conceptos, subcategorías y propiedades de los constructos de la gestión de la innovación: gestión del conocimiento, capacidades de innovación y desempeño financiero. • Acorde con el problema de investigación, las preguntas y los objetivos de la investigación. • No existe una pretensión en principio de alcanzar conclusiones generalizables. • Ayuda a generar una representación visual de la teoría.
Tercera	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica. • Estadística descriptiva • Estimación estadística mediante pronóstico de series de tiempo. • Análisis envolvente de datos (DEA en inglés) • Análisis estadístico multivariante (AEM) 	<ul style="list-style-type: none"> • El DEA permite calcular la eficiencia con datos no paramétricos. • El cálculo de la eficiencia se realiza con múltiples variables de entrada y salida. • Con el AEM se prueba la correlación entre constructos mediante un modelo de ecuaciones estructurales.

Cuarta	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica. • Estadística descriptiva • Estimación estadística mediante pronóstico de series de tiempo. • Análisis envolvente de datos (DEA en inglés) • Regresión logística binaria (RLB) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante el DEA se estimó la eficiencia relativa de las compañías de manufactura en el periodo de 2014 a 2019 • Mediante RLB se determinaron las actividades de innovación que tienen una incidencia significativa en los diferentes tipos de innovación.
--------	--	--

La triangulación de datos consistió en utilizar literatura científica de diferentes fuentes, así en la fase uno se utilizó revistas de bases de datos indexadas, libros, portales de internet, entre otros; en la fase dos se utilizó los datos obtenidos de la documentación escrita y digital, formularios y entrevistas de las compañías que participaron en el estudio cualitativo; en la fase tres, se utilizó como datos los resultados obtenidos de la fase dos para desarrollar una encuesta, que permitió obtener datos de una muestra de compañías encuestadas; finalmente, en la cuarta fase se utilizaron datos de las fases anteriores. La recogida de datos, en cada fase de investigación, se lo realizó mediante diferentes técnicas de investigación, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Triangulación metodológica utilizada en la investigación

Fuentes de datos y técnicas de investigación		
Fase	Fuentes de datos	Técnicas de investigación
Primera	<ul style="list-style-type: none"> • Revistas indexadas en bases de datos. • Libros • Portales de internet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación bibliográfica
Segunda	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación escrita y digital de las compañías medianas de manufactura de Pichincha. • Altos directivos de compañías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación bibliográfica • Entrevista • Formularios
Tercera	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de la segunda fase. • Altos directivos de las compañías medianas de manufactura de Pichincha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación bibliográfica • Encuesta
Cuarta	<ul style="list-style-type: none"> • Información de las fases anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación bibliográfica • Encuesta

Es apropiado para doctorados en el área de la administración utilizar una metodología mixta para responder las preguntas de investigación (Perry, 1996), tal como se propone en esta tesis, toda vez que, como resultados de su aplicación, se espera obtener un nuevo conocimiento que aporte con profundidad e integridad al campo de conocimiento general y específico.

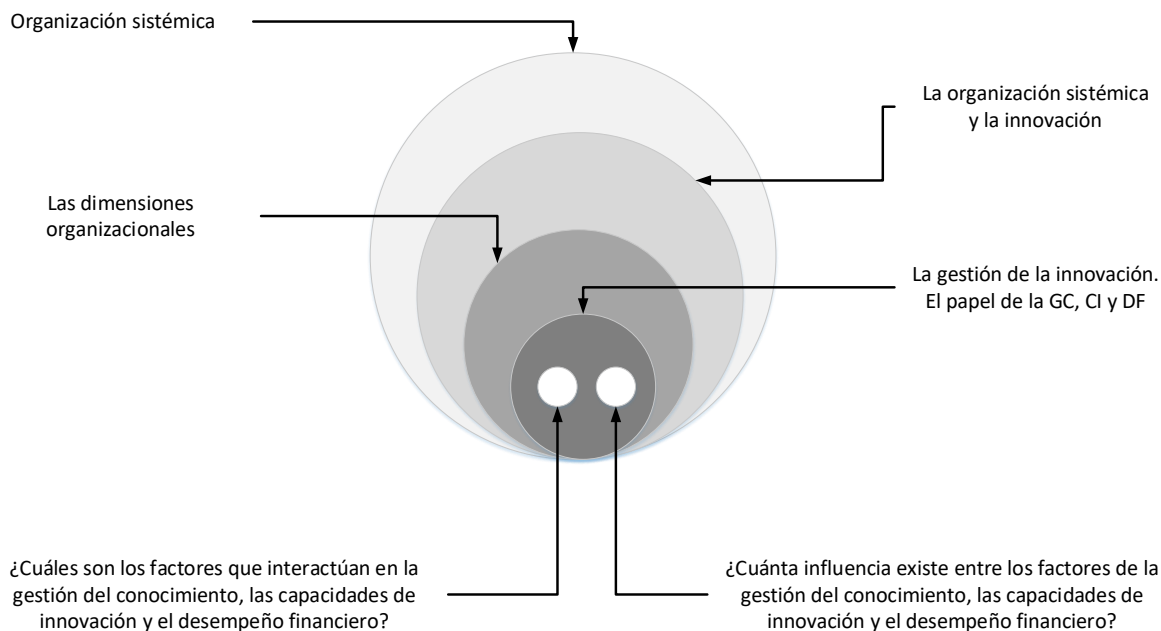
Esta tesis se presenta en el formato de compendio de publicaciones, las mismas que corresponden a cuatro fases de investigación que se desarrollaron en forma consecutiva y se detallan a continuación.

La primera fase de la investigación está relacionada con el cumplimiento del objetivo específico 1, que consistió en “Proporcionar una comprensión teórica sobre la relación entre la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales”.

Esta fase radicó en una revisión bibliográfica enfocada en entender el problema tanto a nivel macro como meso, para facilitar la respuesta a las preguntas de investigación. Esta correspondencia de elementos teóricos se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Elementos de la comprensión teórica



Nota. GC: gestión del conocimiento, CI: capacidades de innovación y DF: Desempeño financiero.

La revisión profunda de la literatura en libros, artículos científicos y reportes tuvo como objetivo lograr una comprensión teórica sobre el enfoque sistémico de la organización, sobre todo cómo a partir de las dimensiones organizacionales se puede plantear una propuesta de gestión de la innovación.

Para entender a la gestión de la innovación se determinaron las dimensiones o categorías principales de esta gestión, a partir de las variables cualitativas y cuantitativas que conforman el espacio organizacional.

La segunda fase de la investigación estuvo relacionada con el cumplimiento del segundo objetivo específico, que consistió en “Determinar los factores de la gestión del conocimiento que se relacionan con las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales”.

En esta fase se han sistematizado los hallazgos en dos artículos. En el primero se determinó el estado de algunos indicadores relacionados con la dimensión tecnológica e innovación en la sociedad ecuatoriana como: gasto en actividades de ciencia, tecnología e innovación con respecto al producto interno bruto, gasto en actividades de I+D en los sectores económicos, porcentaje de compañías innovadoras, entre otros. En el segundo, a través de un estudio cualitativo se determinaron las categorías principales, subcategorías y propiedades que conforman una propuesta de gestión de la innovación en la industria de manufactura de Pichincha, Ecuador.

La tercera fase de la investigación estuvo relacionada con el cumplimiento del tercer objetivo específico, que consistió en “Evaluar la relación que tiene la gestión del conocimiento en las capacidades de innovación y en el desempeño financiero en las medianas empresas del sector de manufactura de Pichincha”.

La cuarta fase se relacionó con el cumplimiento del cuarto objetivo específico, que consistió en “Explicar la relación entre la gestión del conocimiento, la innovación y la eficiencia técnica en las medianas empresas de manufactura de Pichincha”.

En el Capítulo 2 se presentan los conceptos más relevantes de la comprensión teórica, que en forma granular representan los elementos teóricos en los cuales se soporta la metodología que se sigue para encontrar los resultados que respondan a las preguntas y a los objetivos específicos de esta investigación.

Capítulo 2. Marco teórico

A continuación, se presenta una revisión del estado del arte relacionado con el trabajo de tesis doctoral, que presta especial atención a la organización como sistema complejo adaptativo, a la organización innovadora, las dimensiones organizacionales, la gestión de la innovación y un modelo de las categorías principales o constructos que la conforman.

Los elementos teóricos aquí desarrollados son parte de los diferentes artículos que componen los resultados de la investigación, Adicionalmente, para el desarrollo del marco teórico se consideraron un conjunto de fuentes de información, entre las que cuentan publicaciones realizadas sobre gestión de innovación en el contexto empresarial ecuatoriano, que como se mencionó en el párrafo 1.8, son muy escasos. Cabe mencionar que no existen investigaciones similares a la temática propuesta, tanto en el enfoque teórico, como metodológico en el Ecuador.

2.1 La organización como sistema complejo adaptivo

Para empezar con la comprensión teórica de los conceptos fundamentales asociados al problema preguntas de investigación, resulta pertinente iniciar la revisión bibliográfica a partir de los principios de la Teoría General de Sistemas (TGS). Von Bertalanffy propuso el sistema como un conjunto complejo de elementos que interactúan recíprocamente, siendo la “interacción dinámica” el problema básico de todos los campos de la ciencia (von Bertalanffy, 1976; Yi-Lin Forrest, 2018).

Esta propuesta ha sido uno de los puntos de inicio para abordar la organización sistémica y a la vez ha permitido tener una visión más holística de las organizaciones. En el marco de las ciencias sociales, a través de la TGS se explica la interacción mutua y simultánea de los diferentes componentes de la organización entre sí y con el entorno como subsistemas, interacción dinámica que da origen a respuestas diversas ante los estímulos que los integrantes de la organización introducen en ellos (Camarena, 2016; Lepore et al., 2016; Ponce, 2009; Rivas, 2009; Velásquez Contreras, 2007).

Desde la teoría de la complejidad, la gestión de las organizaciones como sistema complejo es entendida como mecanismo de regulación que permite desarrollar planes que guíen la acción en pos de objetivos concretos a un determinado plazo, objetivos que a su vez puedan ser permanentemente monitoreados (Bohórquez, 2016; Hernández et al., 2007; Maldonado, 2014; Senge et al., 2005). Según estos autores, la gestión de una organización no se debe tratar como

la ejecución de planes y actividades para lograr por separado la solución de un problema individual, dejando de lado el resto de problemas.

La gestión de un sistema complejo como la organización implica la gestión de un conjunto de problemas en el que las diferentes interacciones de factores internos y externos influyen al mismo tiempo como causa y efecto indistintamente en el desempeño organizacional (Ávila, 2013; Hernández et al., 2007; Morin, 1990). Por lo tanto, la relación entre cada uno de los factores se complejiza en un sistema más amplio, a medida que la organización interactúa con su entorno económico, social y político, haciendo que muchos de esos factores sean causa y efecto al mismo tiempo (Camarena, 2016; Laguna, 2016; Lara-Rosano, 2017).

Pero esta interacción de la organización con su entorno requiere de una constante adaptación a los cambios del medio en que se desarrolla. Para esta investigación se plantea a la organización como un sistema complejo adaptativo (SCA). Un SCA es un sistema cuyos componentes son capaces de aprender y adaptarse a medida que interactúan con otros integrantes del sistema; estas interacciones generan un comportamiento emergente y auto organizado (Mitchell, 2009). De hecho, las organizaciones están constantemente adaptándose a los nuevos competidores, nuevas tecnologías, cambios económicos y sociales, entre otros (Davenport & Prusak, 1998), razón por la que deben estar preparadas para realizar ajustes continuos de sus componentes entre sí y con su entorno, estos componentes pueden ser sus estrategias, estructuras, sistemas de gestión, procesos, capacidades y recursos (Kauffman, 1995).

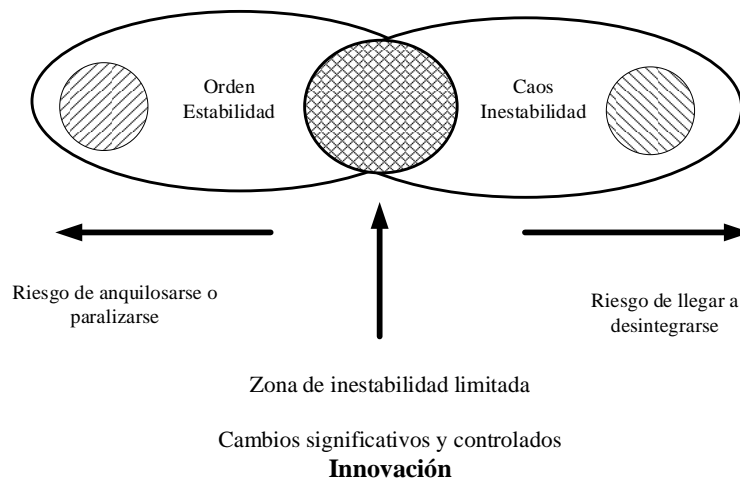
2.2 La organización y la innovación

Desde las teorías del caos y la complejidad emergen conceptos como la zona crítica que se aplican a los sistemas, y particularmente para las organizaciones con el fin de lograr su sostenibilidad en el tiempo. En esta zona las organizaciones, por un lado, deben adaptarse de manera continua a su entorno, manteniendo un equilibrio dinámico entre el orden y el caos; y por otro lado, deben desarrollar la capacidad de auto organizarse (Bohórquez, 2016; Stacey & Mowles, 2016).

Se considera que una organización situada en la zona de frontera entre el orden y el caos de los sistemas puede desarrollar innovaciones (Contreras et al., 2012; Morin, 2005). Dicho de otra manera, en el espacio entre la zona estable e inestable de un sistema, también llamada zona de puntos críticos, se encuentran los sistemas que son propensos a cambios importantes y controlados, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

La innovación en la frontera del orden y el caos



Consecuentemente, si una organización opera en el borde entre el caos y el orden, y se adapta de manera continua a sus entornos manteniendo un equilibrio dinámico, se tendría la garantía de que desarrollará la capacidad para innovar, permanecer y crecer.

Esta condición conduce a la emergencia de nuevos patrones de comportamiento que hacen que la organización se comporte como un sistema adaptativo dinámico trabajando en ese estado intermedio denominado como de inestabilidad limitada, desequilibrio productivo o punto para el cambio productivo (Ávila, 2013; Bohórquez, 2016). Si la organización permanece mucho tiempo en la zona de estabilidad corre el riesgo de anquilosarse o paralizarse; si, por el contrario, esta permanece un tiempo prolongado en la zona inestable o caótica, puede llegar a desintegrarse (Lara-Rosano, 2016; G. Morgan, 1990; Morin, 2005).

En ese sentido, la innovación (fenómeno complejo) en las organizaciones (sistemas complejos) debe ser abordado desde una perspectiva más integral e incluyente, toda vez que requiere la participación de un conjunto de actores e intereses con la intención de generar nuevo conocimiento, de proponer y articular ideas en torno a un tópico determinado y en un clima propicio de creatividad (S. Ortiz & Zapata, 2006); es decir, fomenta el aprendizaje organizacional como factor decisivo en la habilidad del sistema para sobrevivir, adaptarse al entorno y auto organizarse.

2.3 Las dimensiones organizacionales

Al hacer un análisis de la organización como sistema dinámico complejo es importante identificar cómo se encuentran interactuando cada uno de los componentes de ese espacio organizacional. Esta investigación trabaja sobre la propuesta de que el espacio organizacional es multidimensional, compuesto por cinco dimensiones relacionadas con lo material o físico, lo humano o las personas, la relacionada con la tecnología o los procesos, la política o el poder, y la simbólica o cultural (Matos Martins, 2011).

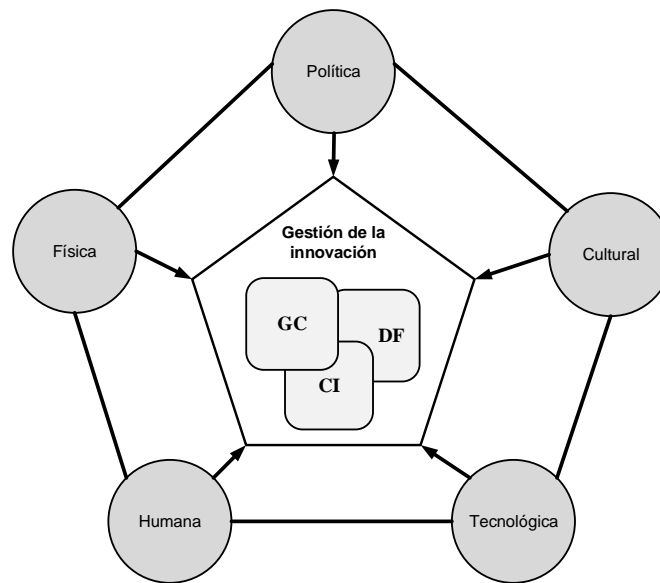
La interacción entre las dimensiones significa la relación entre variables del espacio organizacional que al interactuar en forma sinérgica dan como resultado propiedades y fenómenos emergentes, que ninguna de las dimensiones aisladas tiene (Lara-Rosano, 2016; Morin, 2005; Serra, 2016). Por ejemplo, propiedades como la agilidad, flexibilidad y robustez de las organizaciones para actuar en entornos altamente cambiantes requiere de la contribución sinérgica de todos los componentes de la organización (Bohórquez, 2016); por lo tanto, la organización innovadora no puede ser resultado de una política de la organización sin tomar en cuenta las capacidades de investigación del personal, la disponibilidad de tecnología o la infraestructura física de la organización, u otras variables de las distintas dimensiones organizacionales.

Si se considera a las organizaciones empresariales como sistemas multidimensionales enfocados en la innovación y que tienen una relación constante con su entorno complejo y cambiante (Kodama, 2018; Singh et al., 2020), entonces se requiere que cada una de las variables de esas dimensiones organizacionales se combinen y aporten sinérgicamente a los cambios internos de la organización y se adapten a los cambios de su entorno (Camarena, 2016).

Es oportuno mencionar que los procesos de innovación no solo son producto de la gestión hacia adentro de las organizaciones, sino también del tipo de gestión que considere el entorno, que tome en cuenta aquellos factores que están relacionados con consideraciones legales, económicas, ambientales, sociales y políticas (Espindola & Wright, 2021; Robayo, 2016). Las interacciones de todos estos factores combinados pueden configurar un ambiente de ventajas o barreras en los procesos de innovación de las organizaciones (Farhana & Swietlicki, 2020). En la Figura 5 se esquematiza esta consideración y se puede ver que la gestión de la innovación es el resultado de la interacción sistémica y sinérgica de las variables cualitativas y cuantitativas de cada una de las dimensiones del espacio organizacional.

Figura 5

Propuesta de gestión de la innovación



Nota. GC: gestión del conocimiento, CI: capacidades de innovación, DF: desempeño financiero. Imagen adaptada de “O Espaço-Dinâmica Organizacional em Perspectiva Histórica” (p.326), por Matos Martins, 2011, Memória da Gestão e Análise Organizacional, do I Colóquio Internacional sobre o Brasil Holandês.

En tal virtud, el estudio plantea encontrar un modelo de sistema dinámico y sinérgico para la gestión de la innovación, como resultado de las interacciones entre las variables cualitativas y cuantitativas de cada una de las dimensiones del espacio organizacional.

2.4 La gestión de la innovación y sus constructos

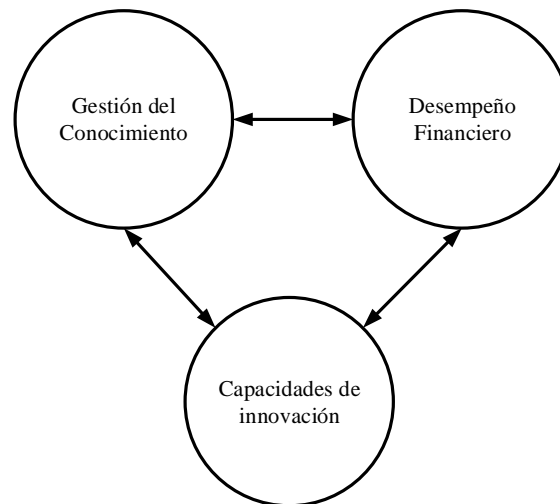
El esquema de la gestión de la innovación parte de organizar las variables de las dimensiones del espacio organizacional en categorías principales, o constructos, para facilitar la comprensión de cómo las organizaciones crean o modifican sus productos y procesos. A medida que se intensifica la complejidad de la gestión de las organizaciones, se requiere entender el comportamiento e interacción de las variables del espacio organizacional en estructuras superiores de análisis como constructos.

Las categorías principales que forman parte del esquema planteado son la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero. Estas categorías representan una de las posibilidades de la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales, cuyos enfoques relacionados con el contexto de la innovación en las organizaciones se resumen a continuación.

Esencialmente, se plantean tres constructos o categorías principales que se encuentran relacionados en la gestión de la innovación de las organizaciones empresariales, según se muestra en la Figura 6. La literatura sobre gestión de la innovación sostiene que el propósito principal de la gestión del conocimiento es la creación de valor a través de la innovación (Espindola & Wright, 2021; Manning & Manning, 2020; Newell, 2015; Obeidat et al., 2016), razón por la que a juicio de estos autores, la gestión del conocimiento es una categoría multidimensional que abarca importantes aspectos relacionados con la dimensión humana, tecnológica y política, que están directamente relacionados con el proceso complejo de la creación de valor en las organizaciones.

Figura 6

Relación de constructos en la gestión de la innovación



Nota. La flecha en el gráfico significa relación en los dos sentidos.

Una segunda categoría de la gestión de la innovación, que justifica la creciente importancia en el estudio de la creación de valor a través de la generación de cambios significativos en productos y procesos, son las capacidades de innovación (Kaur, 2019; Nakamori, 2020; OECD & Eurostat, 2018). En el ámbito empresarial, el desarrollo de las capacidades de innovación se está convirtiendo en una condición de supervivencia en el mercado de este tipo de organizaciones. Una tercera categoría tiene que ver con los resultados de la gestión de la innovación, siendo esta el desempeño financiero (Aramburu et al., 2015; Canh et al., 2019; Isfianadewi et al., 2019; Efrain Ortiz & Nagles, 2013; Rajapathirana & Hui, 2018).

Por lo tanto, evaluar los resultados de la gestión del conocimiento y el desarrollo de las capacidades de innovación en el desempeño empresarial, a través de la satisfacción del cliente,

la calidad de los productos, eficacia, eficiencia, incremento en las ventas o reducción de costos, variables que corresponden al desempeño empresarial y específicamente al desempeño financiero, es una de las preocupaciones constantes de las organizaciones empresariales (Bykova & Jardon, 2018; Chen et al., 2018; OECD & Eurostat, 2018; Singh et al., 2020; Zaim et al., 2019).

2.5 La gestión del conocimiento

En el campo de la gestión organizacional, prácticamente existe consenso de que el conocimiento en el momento actual es un recurso, un activo intangible y forma parte del llamado capital intelectual de una organización (Bolisani & Bratianu, 2018; Davila et al., 2019; Kesavan, 2021; North & Kumta, 2018). El conocimiento en todas sus formas juega un papel crucial en el progreso económico, especialmente en la innovación de las organizaciones, señalado como un fenómeno sistémico y complejo que debe ser comprendido ampliamente, ya que es el motor central de los avances tecnológicos en el mundo contemporáneo (OECD & Eurostat, 2018).

En tal virtud, la gestión del conocimiento es una de las capacidades organizacionales diferenciadoras más importantes de las organizaciones para innovar productos y procesos (Camisón-Haba et al., 2019; Chang et al., 2017; Ode & Ayavoo, 2020), y sobre todo es la fuente desde donde se generan las ventajas competitivas más importantes para desarrollar innovaciones (Nagles, 2007; Segarra, 2006). Adicionalmente, la gestión del conocimiento es reconocida como un factor esencial para el crecimiento económico, el desarrollo y el bienestar de las naciones (OECD & Eurostat, 2018).

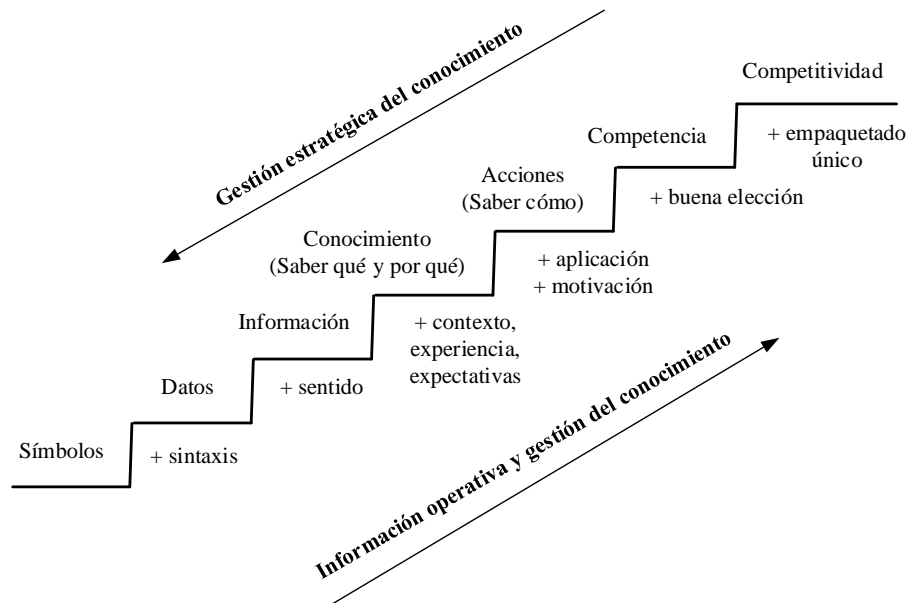
En la dimensión estática de la gestión del conocimiento, la organización se plantea desarrollar capacidades para crear, almacenar, mantener, replicar y explotar el conocimiento disponible como capacidad interna de la organización, mediante la explotación del talento humano interno y el uso de su infraestructura (Endres, 2018; Kaur, 2019). Por otro lado, en la dimensión dinámica de la GC, la organización ejecuta un conjunto de actividades y rutinas como adquirir, convertir y aplicar el conocimiento que surge fuera de la compañía; estas actividades permiten adaptar en forma continua las competencias de la organización para hacer frente a los cambios dinámicos del entorno en que compiten y se desarrollan (Kodama, 2018; Singh et al., 2020).

La creación de valor basada en el conocimiento requiere comprender cómo se relaciona el conocimiento con la competitividad. En la Figura 7 se muestra esa relación. Según North & Kumta (2018), la gestión estratégica del conocimiento se plantea como una capacidad de gestionar la organización de arriba hacia abajo; esto es, desde el plano de la competitividad

hasta el plano de la información, datos y signos; mientras que la gestión operacional del conocimiento se realiza en forma inversa, es decir, desde los signos hasta el plano de la competitividad.

Figura 7

Gestión del conocimiento y competitividad



Nota. Imagen adaptada de *Knowledge Management. Value Creation Through Organizational Learning* (p. 35), por Klaus North y Gita Kumta, 2018, Springer.

Entre los objetivos de la gestión del conocimiento están: incrementar la capacidad de respuesta a los clientes, facilitar la toma de decisiones, aprovechar oportunidades para aumentar la productividad, reducir costos y riesgos, y desarrollar relaciones sinérgicas con proveedores y clientes para desarrollar innovaciones (Davenport & Prusak, 1998; Nazim & Mukherjee, 2016; Ode & Ayavoo, 2020). Adicionalmente, la gestión del conocimiento es una categoría multidimensional que abarca importantes aspectos relacionados con la dimensión humana, tecnológica y política, que están directamente relacionados con el proceso complejo de la creación de valor en las organizaciones (Espindola & Wright, 2021; Manning & Manning, 2020; Obeidat et al., 2016).

2.6 Las capacidades de innovación

Joseph A. Schumpeter (1883-1950) entendía a la innovación como la introducción de nuevos productos o la mejora de los existentes; la introducción de un método de producción nuevo o mejorado; la apertura de un nuevo mercado; el uso de un nuevo método de venta o compra; el uso de nuevas materias primas o productos semiacabados; o la introducción de nuevas formas de organización de la producción (Schumpeter, 1994). Además, recalcó que el proceso de innovación revoluciona continuamente la estructura económica desde adentro, destruyendo la antigua y creando incesantemente una nueva, proceso al que lo llamó destrucción creativa, siendo este el hecho esencial del capitalismo.

La innovación, de acuerdo con el Manual de Oslo, no solo se refiere a productos, sino también al conjunto de mejoras y cambios que se producen en el interior de las organizaciones y sus actividades de interacción con su entorno (OECD & Eurostat, 2018). Para estas instituciones, la innovación forma parte de la estrategia de negocio, enfocada en la toma de decisiones de inversión para generar capacidades que potencien el desarrollo de productos y acrecienten la eficiencia, fortalezcan su relación, tanto interna como con el entorno. Por otra parte, la innovación es un fenómeno complejo, sistémico y dinámico que depende de la influencia de muchos factores, la participación de un conjunto de actores y sobre todo de las relaciones que se establecen entre ellos (Camisón-Haba et al., 2019; Orellana Daube, 2011; Efraín Ortiz & Nagles, 2013; Qian & Wang, 2017).

Dado que la innovación se realiza en entornos cambiantes, entre los cuales destaca la globalización de la economía, los cambios tecnológicos, el desarrollo sostenible, el cambio climático y la intensa competencia, las compañías se han visto obligadas a desarrollar nuevas técnicas de trabajo y a usar nuevas tecnologías. Por tal motivo, las compañías requieren de capacidades nuevas y dinámicas integradas a los procesos de conocimiento como adquisición, acumulación, integración, utilización, reconfiguración y transformación (Bykova & Jardon, 2018; Kodama, 2018; Salmador et al., 2021), que superen las rigideces cotidianas y permitan adquirir, integrar y recombinar nuevas rutinas organizacionales para generar estrategias renovadas de creación de valor (Bettiol et al., 2020; Ermine, 2018; North & Kumta, 2018; Singh et al., 2020).

Estas nuevas capacidades están relacionadas con las habilidades para transformar y explotar continuamente la potencialidad del conocimiento organizacional para la creación de valor a través de la generación de cambios significativos en productos y procesos (Kaur, 2019;

Nakamori, 2020; OECD & Eurostat, 2018). Adicionalmente, estas capacidades facilitan a las compañías la introducción de estrategias planificadas para la recopilación y documentación de aportes importantes de sus empleados, y la sistematización de la experiencia corporativa (Kim et al., 2018; OECD & Eurostat, 2018), fortaleciendo de esa manera nuevos sistemas de aprendizaje intra e interorganizacionales para contribuir en la gestión de las organizaciones orientadas al mercado y a entornos cambiantes (Bogodistov et al., 2017; Bykova & Jardon, 2018; Kodama, 2018; Salmador et al., 2021).

Las capacidades de innovación hay que dividir las en capacidades de procesos y productos, ya que el impacto que cada una de ellas tiene en el desempeño innovador de las empresas es diferente (Arias-Pérez et al., 2015). Para estos autores, las dos capacidades deben trabajar en forma sinérgica para mejorar el desempeño innovador. Esta situación evidencia la necesidad de que empresas desarrollen capacidades integradas y coordinadas en la aplicación del conocimiento, desarrollo de nuevos productos y comercialización, que finalmente permitan obtener réditos para su subsistencia y mejora de su competitividad.

2.7 El desempeño financiero

Los resultados de la innovación en las organizaciones empresariales generalmente se reflejan en los resultados financieros (Aramburu et al., 2015; Canh et al., 2019; Isfianadewi et al., 2019; Rajapathirana & Hui, 2018). En ese sentido, algunos aportes muestran, por ejemplo, que el desempeño financiero en las compañías es impactado por los factores de la gestión de conocimiento como el intercambio de conocimientos, capital intelectual y tecnología, ya que esos factores orientan las estrategias de innovación (Abuaddous & Al Sokkar, 2018; Chen et al., 2018; Del Castillo Guardamino & Egoávil, 2021; Namdarian et al., 2020). Adicionalmente, resulta pertinente evaluar los resultados empresariales con respecto al desarrollo de capacidades y uso de recursos que las compañías destinan para actividades de innovación (Bykova & Jardon, 2018; OECD & Eurostat, 2018; Singh et al., 2020).

Por lo tanto, evaluar los resultados de la gestión del conocimiento y el desarrollo de las capacidades de innovación en el desempeño financiero es una de las preocupaciones constantes de las organizaciones empresariales, siendo importante para las organizaciones conocer cómo actividades relacionadas con creación, captura, intercambio y uso del conocimiento, y actividades relacionadas con la I+D, gestión del talento humano, gestión de la tecnología, gestión de recursos, ente otras, aportan al desempeño financiero como parte del desempeño organizacional (Bykova & Jardon, 2018; Chen et al., 2018; OECD & Eurostat, 2018; Singh et

al., 2020; Zaim et al., 2019). Según algunos autores, el desempeño organizacional puede definirse a partir de diferentes factores como: eficiencia, crecimiento del negocio, satisfacción del empleado, nuevos productos, incremento de la calidad y resultados relacionados con el retorno de activos, la inversión y el crecimiento de la utilidad, entre otros (Bykova & Jardon, 2018; Chen et al., 2018; Li et al., 2019; Singh et al., 2020; Zaim et al., 2019).

2.8 La eficiencia técnica en las empresas

Como se manifestó en el tema 2.7, la eficiencia es un factor que es parte del desempeño organizacional. La eficiencia refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no; es decir, si los factores productivos están siendo utilizados al cien por ciento o si hay capacidad ociosa (Cachanosky, 2012). Los indicadores fundamentales de la eficiencia se enfocan en el desempeño físico-técnico y los costos (Zanda, 2018). En este trabajo se considera a la eficiencia como un indicador de la aptitud de una compañía para operar económicamente enfocado en los costos, siendo parte del constructo de desempeño financiero, que es uno de los constructos de la gestión de la innovación.

Para el cálculo empírico de la eficiencia se ha desarrollado un método que separa a la eficiencia total en dos componentes: uno técnico y otro asignativo (Farrell, 1957). La eficiencia técnica se refiere a la eficiencia de transformación de las entradas en salidas; las entradas pueden ser costos de operación, costo de recursos, materia prima, etc. La eficiencia asignativa se describe como la proporción de entradas necesarias, tomado en cuenta los precios del mercado, para generar el mínimo costo para la producción de un determinado nivel de salida, siendo esta eficiencia muy utilizada en las instituciones públicas (Ayaviri & Quispe, 2011). La eficiencia total es el producto de las dos eficiencias.

La eficiencia es un indicador relativo a un grupo empresarial homogéneo, que consiste en comparar si la eficiencia de una compañía se encuentra en la frontera eficiente o en su interior, siendo en el primer caso una compañía eficiente (100 %), mientras que en el segundo caso sería relativamente ineficiente (Quindós et al., 2003; Samoilenko & Osei-Bryson, 2022). Para la estimación de la frontera eficiente se utiliza un método no paramétrico, ya que no requiere de una función de producción con los métodos paramétricos, sino que es suficiente la definición de un conjunto de variables de entrada y salida que explican el proceso productivo (Cordero, 2006).

Para el cálculo del indicador, esta investigación utiliza un método no paramétrico denominado análisis envolvente de datos o DEA (Data Envelope Analysis, por sus siglas en inglés) (Banker

et al., 1984; Charnes et al., 1979; Farrell, 1957). Es importante indicar que el DEA ha demostrado ser adecuado en una variedad de campos relacionados con la economía y la gestión, sobre todo en escenarios que involucran múltiples entradas y salidas (Puertas et al., 2020).

La eficiencia resulta ser un indicador relativo, por cuanto compara cada organización con aquellas que operan en la frontera eficiente (Álvarez Pinilla, 2013; Santos et al., 2013). Una eficiencia de valor unitario implica que la producción observada y potencial coincide; es decir, la compañía es eficiente. Si el índice es menor que uno, la compañía evaluada será ineficiente, ya que existen otras unidades productivas que muestran un mejor comportamiento.

Capítulo 3. Resultados

3.1 Resultados de la primera fase de investigación

La primera fase de investigación se enfocó en alcanzar el primer objetivo específico de la investigación, que consistió en “Proporcionar una comprensión teórica sobre la relación entre la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales”. La comprensión teórica permitió profundizar sobre el problema de investigación y se realizó a través de un estudio profundo de la literatura, que dividió la organización actual en dos niveles: macro y meso.

En el nivel macro, la organización es analizada como un sistema complejo adaptativo a partir de la Teoría General de Sistemas y los requerimientos que la literatura presenta para que una organización pueda innovar. Visto como un sistema complejo, en la organización interactúan un conjunto de variables en forma dinámica, que le permiten ser flexible, creativa e innovadora para enfrentar los cambios que se dan en su entorno y cumplir con su misión corporativa.

Esta primera parte de la comprensión teórica se plasmó en el primer artículo de la investigación titulado “Entorno de trabajo dinámico para la innovación tecnológica en la industria”, presentado como ponencia en el II Congreso Internacional de Gestión del Conocimiento y Tecnologías que se llevó a cabo en Riobamba, en mayo de 2018. Con este artículo se pretende clarificar los conceptos sobre el tipo de organización que posibilita la innovación, comprender el concepto de espacio organizacional y conocer las relaciones entre las variables cualitativas y cuantitativas de ese espacio. Se debe entender, además, que estas variables, al relacionarse en forma dinámica y sinérgica, posibilitan encontrar un ecosistema de trabajo que promueve la innovación en las organizaciones.

En relación con la investigación, este artículo es un pilar para la comprensión teórica del problema de investigación, pues plantea cómo a partir de la organización sistémica se pueden analizar los componentes y las relaciones internas entre las variables asociadas a las dimensiones organizacionales como la política, humana, tecnológica, física y cultural. Esta base teórica facilitó la explicación de cómo las organizaciones empresariales desarrollan innovaciones.

Al indagar sobre la dimensión tecnológica en el nivel macro, se planteó conocer el estado actual y perspectivas de la Sociedad de la Información (SI) del Ecuador tomando como referencia el logro de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que son una referencia mundial de cómo los resultados de la gestión de los países afectan a la sostenibilidad social,

económica y ambiental. Se analizaron indicadores relacionados con la educación, alfabetización digital, igualdad de género en el acceso a la tecnología, inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, entorno político, de innovación y negocios, entre otros. Para lograrlo se realizó un análisis de la información histórica y pronósticos de los indicadores de la SI, y actuaciones de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Los resultados se publicaron en el artículo: “Uso de las TIC y relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador”, artículo publicado en la revista *Retos*, indexada a Scopus (ISSN impreso 1390-6291, ISSN electrónico 1390-8618. Vol. 9, n.º 17 [2019], pp. 37-53).

La contribución de las TIC y las actuaciones de I+D+i se relacionaron con el cumplimiento de algunas de las metas de los ODS 4, 5, 8 y 9. Se tomaron en cuenta los indicadores de la SI y las acciones realizadas por los diferentes actores públicos y privados de la sociedad ecuatoriana, de 2008 a 2021. Se hizo un análisis de la información histórica y las tendencias futuras de los indicadores relacionados con la SI y actuaciones en I+D+i. Los resultados muestran que la I+D+i es un componente fundamental de las capacidades de innovación en las organizaciones, y que los diferentes indicadores de innovación ubican al Ecuador —con respecto a ALC y el mundo— en posiciones irrelevantes, notándose un problema fundamental: la escasa innovación en las organizaciones ecuatorianas, especialmente en las empresariales, siendo este el problema fundamental identificado en esta investigación.

En el nivel meso del enfoque sistémico, se abordó a la organización como un espacio multidimensional en el que las variables de las dimensiones organizacionales se conforman en categorías y subcategorías de análisis, las mismas que interactúan para configurar una propuesta de modelo de gestión de la innovación.

Para fortalecer la comprensión teórica de las dimensiones organizacionales, se analizó la contribución de la dimensión humana y la cultura organizacional en la gestión del conocimiento para generar procesos de innovación en las organizaciones. Se realizó un acercamiento a las medianas empresas (MEs) del sector comercial de Quito para obtener información de algunas variables relevantes en esta dimensión organizacional.

Mediante una revisión teórica profunda y una encuesta sobre ciertos indicadores propuestos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, se determinó que en las MEs la comunicación, el clima y cultura organizacional, el desarrollo de capacidades en el personal y la gestión del conocimiento son factores ligados a la dimensión humana e inciden en la formación de organizaciones empresariales inteligentes y con ventajas competitivas para generar

innovaciones. Estos resultados se plasmaron en el artículo titulado “Contribución de la dimensión humana en la gestión de las medianas empresas del área comercial de Quito”, que fue presentado como ponencia en la 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation, en Sevilla, en noviembre de 2018.

En la fase de comprensión teórica en el nivel meso, el siguiente paso fue indagar la dimensión tecnológica de las organizaciones empresariales, determinando cómo ha contribuido el uso de las TIC a la gestión de las medianas empresas. El ámbito de estudio fue la MEs del sector comercial de Quito, del cual se obtuvo una muestra estadísticamente significativa y se realizó una encuesta sobre el estado de uso de las TIC. Esta encuesta utilizó como referencia un conjunto de doce indicadores propuestos por el Observatorio para la Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe.

Este aporte permitió comprender cómo las TIC aportan a la gestión de las compañías, se analizaron un conjunto de indicadores relacionados con el uso de computadoras, conectividad, acceso a redes de información y usos del internet en diferentes actividades empresariales. Los resultados se plasmaron en el artículo “State of the use of ICT in medium-sized enterprises of the commercial area of Quito”, presentado como ponencia en el III Simposio Internacional de Investigación e Innovación UISEK 2018, realizado en Quito, y que luego de algunas reformas fue publicado por la revista *CienciAmérica*, indexada a Latindex (ISSN 1390-9592. Vol. 7, n.º 2 [2018]).

Los resultados de la revisión profunda de la literatura y de los estudios empíricos iniciales permitieron comprender cómo a partir de una organización sistémica, dinámica y multidimensional es posible identificar algunas variables relevantes que son parte de la gestión de las compañías y que en el futuro de la investigación podrían ser parte de una propuesta de modelo de gestión de la innovación. Por otro lado, las relaciones de estas variables podrían explicar el aporte de la gestión al conocimiento, y el desarrollo de capacidades de innovación en los resultados económicos y financieros de las medianas compañías de manufactura, ámbito de estudio de esta investigación. En consecuencia, se ha cumplido el primer objetivo.

Más adelante, en la siguiente fase de investigación, se obtendrán un conjunto de variables adicionales de las diferentes dimensiones organizacionales, las mismas que de acuerdo con la forma en cómo se integren y relacionen hará posible plantear una propuesta de gestión de innovación para el sector empresarial.

3.1.1 Ponencias y artículos de la primera fase de investigación

En la Tabla 4 se muestran las publicaciones que se realizaron para cubrir el primer objetivo específico de la investigación.

Tabla 4

Publicaciones relacionadas con el primer objetivo específico

n.º	Publicación	Congreso / revista
1	Entorno de trabajo dinámico para la innovación tecnológica en la industria.	II Congreso Internacional de Gestión del Conocimiento y Tecnologías. Riobamba-Ecuador, mayo 2018. https://www.dropbox.com/s/q9jq5d1c5gdzy6/compilado%20ISBN.pdf
2	Uso de las TIC y relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador.	Revista <i>Retos</i> . Ecuador. ISSN impreso: 1390-6291; ISSN electrónico: 1390-8618. Vol. 9, n.º 17 (2019), pp. 37-53. https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.03
3	Contribution of the Human Dimension in Management of Medium Enterprises of the Commercial Area of Quito.	11th annual International Conference of Education, Research and Innovation. Sevilla-España, noviembre 2018. https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0544
4	State of the use of ICT in medium-sized enterprises of the commercial area of Quito.	III Simposio Internacional de Investigación e Innovación. UISEK 2018. Revista <i>CienciAmérica</i> , Ecuador. Vol. 7, n.º 2 (nov. 2018), pp. 127-138. ISSN 1390-9592. https://doi.org/10.33210/ca.v7i2.186

Título	Entorno de trabajo dinámico para la innovación tecnológica en la industria
Autor	Juan Ibujés-Villacís
Referencia	Libro de memorias. Páginas 106-125. ISBN 978-9942-33-007-9
Congreso	Segundo Congreso Internacional de Gestión del Conocimiento y Tecnologías - CIGECYT 2018
Afiliación	Escuela Politécnica Nacional
Lugar	Riobamba, Ecuador
Fecha de publicación	Junio de 2018
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís, 2018)	Ibujés-Villacís, J. (2018). Entorno de trabajo dinámico para la innovación tecnológica en la industria. <i>Memorias Segundo Congreso Internacional de Gestión Del Conocimiento y Tecnologías</i> , 106–125. https://www.dropbox.com/s/q9jqs5d1c5gdzy6/compilado ISBN.pdf



CIGECYT 2018

27 AL 29 DE JUNIO DE 2018 / AUDITORIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN RIOBAMBA

SEGUNDO CONGRESO INTERNACIONAL DE
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍAS
LIBRO DE MEMORIAS
ISBN: 978-9942-33-007-9

RIOBAMBA – ECUADOR

ENTORNO DE TRABAJO DINÁMICO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA

DYNAMIC FRAMEWORK FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION IN INDUSTRY

Juan M. Ibujés Villacís

Escuela Politécnica Nacional (ECUADOR)

juan.ibujes@epn.edu.ec

Resumen

Este trabajo tiene como propuesta teórica, la consideración de la organización como un sistema complejo, compuesto por un conjunto de dimensiones organizacionales, como la política, humana, física, tecnológica, entre otras. Estas dimensiones interactúan en forma sistémica para estructurar un Entorno de Trabajo Dinámico (ETD), que facilitan la realización de procesos de innovación tecnológica en forma sinérgica. El estudio se focaliza en la gestión tecnológica de las empresas industriales, a través de la gestión del conocimiento, con el fin de la estructuración de una propuesta metodológica de trabajo técnico, científico y tecnológico, que permite analizar el aporte de la vigilancia tecnológica (VT) e inteligencia competitiva (IC) en los procesos de innovación tecnológica. Se estudia a la VT/IC como

disciplinas que trabajan con dos insumos fundamentales: la gestión del conocimiento organizacional y el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). La metodología aplicada a este trabajo consiste en un análisis bibliográfico documental. Los resultados muestran evidencia de que, cuando se relacionan las variables cualitativas y cuantitativas del espacio organizacional, en forma dinámica y sinérgica, es factible encontrar un ecosistema de trabajo que promueva la innovación. Siendo también posible, plantear una metodología que a partir de la gestión del conocimiento fomente los procesos de innovación tecnológica en la industria.

Palabras clave: *innovación tecnológica, sistema complejo, organización, vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva.*

Abstract

This work has as a theoretical proposal, the consideration of the organization as a complex system, composed of a set of organizational dimensions, such as politics, human, physical, technological, among others. These dimensions interact in a systemic way to structure a Dynamic Work Environment (DTE), which facilitates the realization of processes of technological innovation in a synergistic way. The study focuses on the technological management of industrial companies, through knowledge management, with the aim of structuring a methodological proposal for technical, scientific and technological work, which allows analyzing the contribution of technological surveillance (TS) and competitive intelligence (CI) in the processes of technological innovation. The TS/CI is studied as disciplines that work with two fundamental inputs: the management of organizational knowledge and the use of Information and Communication Technologies (ICT). The methodology applied to this work consists of a documentary bibliographic analysis. The results show evidence that, when the qualitative and quantitative variables of the organizational space are related, in a dynamic and synergistic way, it is feasible to find an ecosystem of work that promotes innovation. It is also possible to propose a methodology that, based on knowledge management, promotes technological innovation processes in industry.

Key words: *technological innovation, complex system, organization, technological surveillance, competitive intelligence.*

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo, la heterogeneidad de las estructuras productivas es magnificada por la dinámica de la innovación y difusión de la tecnología; estos factores han acentuado las asimetrías entre los países líderes y las economías periféricas. Este efecto se siente fundamentalmente en sectores como la manufactura, toda vez que la incorporación de tecnologías digitales, materializadas en la Internet industrial, han hecho que este sector económico siga teniendo una elevada participación en el crecimiento de la productividad y en las exportaciones mundiales (CEPAL, 2016) .

Ecuador es un país cuya organización productiva se fundamenta en la producción primaria, que destaca históricamente con productos como cacao, café, banano, camarón, entre otros, y en los últimos 50 años en la explotación del petróleo. Sin embargo de ello el sector industrial ecuatoriano ha logrado un buen desempeño durante la última década (INEC, 2016).

De acuerdo con los datos del INEC (2016), el sector industrial de manufactura en nuestro país alcanzó un valor en ventas por US \$ 147.730 millones (20,4% respecto del total), ubicándose en el tercer lugar después de sectores económicos como el Comercio (37,4%) y Servicios (25,3%).

Adicionalmente, el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 promueve como quinto objetivo impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria, y propone como política 5.6 la promoción de la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades (SENPLADES, 2017).

En 2016 el gobierno del Ecuador reconoció que hay poca innovación en la industria y planteó como parte de la política industrial hasta el 2025, una estrategia a mediano y largo plazo, de tal manera que los sectores económicos como comercio, manufactura, transporte, entre otros, vayan incorporando mayor conocimiento y capacidades de innovación (Ministerio de industrias y productividad, 2016). En el mismo año, la Asamblea de Ecuador promulgó el Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación, también llamado Código Ingenios, con el fin de provocar el desarrollo de la sociedad del conocimiento y de la información, como principio fundamental para el incremento de la productividad en los factores de la producción y actividades laborales intensivas en conocimiento (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016).

Esta falta de innovación reconocida por el Gobierno, se refleja en indicadores internacionales, así, según el ranking *Global Innovation Index 2017* publicado por (Cornell University, INSEAD, y WIPO, 2017), Ecuador apenas alcanza a un puntaje de 29 sobre 100 en innovación, lo que le ubica en el 92avo lugar de entre 127 economías en el mundo. Esta es la razón por la cual se hace necesario y urgente trabajar en propuestas para mejorar los procesos de innovación en el sector industrial del Ecuador.

Otro indicador como el *Global Competitiveness Index (GCI)*, que mide la capacidad de un país de utilizar sus recursos e instituciones para ser más productivo, reporta en 2018, que el Ecuador se encuentra en el puesto 97 de 147 economías alrededor del mundo, lugar por debajo del promedio de América Latina y el Caribe (World Economic Forum, 2017). Es por ello que desde la perspectiva de la industria ecuatoriana, fortalecer la competitividad regional y mundial se vuelve una tarea fundamental. Para ello se requiere impulsar procesos de innovación tecnológica, que transformen las actuales empresas en organizaciones empresariales inteligentes (E. Ortiz y Nagles, 2013), que gestionen el conocimiento organizacional apoyándose en uno de los insumos imprescindibles para ese cambio, las TIC.

Bajo esta perspectiva, es pertinente abordar el problema de la falta de innovación planteando el estudio desde una propuesta de Entorno de Trabajo

Dinámico (ETD), a partir de la articulación de las diferentes dimensiones del espacio organizacional y adicionalmente determinar el entorno técnico, científico y tecnológico, que requieren las empresas para desarrollar prácticas de IC enfocada en la innovación tecnológica.

2. EL OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de la investigación centra su atención en la organización como un sistema complejo, en el que cada uno de sus dimensiones organizacionales como humana, política, física, tecnológica, entre otras, interactúan en forma sistémica para formar un entorno de trabajo dinámico que facilite la realización de procesos de innovación.

Adicionalmente, la investigación se focaliza en uno de los componentes de la gestión tecnológica (GT), esto es la gestión del conocimiento (GC). El propósito es estructurar una propuesta de ambiente de trabajo técnico, científico y tecnológico a través de la GC, de tal forma que se pueda aplicar la Inteligencia Competitiva (IC) en los procesos de innovación tecnológica. Se estudiará la IC como disciplina desde dos enfoques: por un lado, desde de la gestión del conocimiento organizacional; y por otro, desde el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Concretamente, el objeto de estudio serán las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector económico de manufactura de Pichincha.

Situando en contexto a las pymes del Ecuador, se puede afirmar que en 2016, el 40% de empresas ecuatorianas fueron pymes, representando a un total de 31.390 empresas, que tuvieron ingresos por 17.970 millones de dólares y representaron el 18,2 % del PIB no petrolero (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2017).

Considerando todos los sectores económicos las industrias manufactureras representan el 8,62% lo que convierte a este sector en la cuarta actividad económica más importante de nuestro país. En esta industria, el 11,3% de las personas con empleo a nivel nacional laboran en este sector, detrás de dos sectores económicos como agricultura, ganadería, caza y pesca, y el comercio (INEC, 2017).

Estudiar las pymes se vuelve importante, por cuanto el 66,7% de las empresas a nivel nacional invierten en TIC (INEC, 2015). De este porcentaje, el 24,6% corresponde a empresas de manufactura delante de empresas de sectores como comercio, servicios y minería. Además, en el sector de manufactura el 66.8% de empresas ha invertido en TIC (*hardware, software, Internet y medios de comunicación*).

Adicionalmente las pymes han tenido un comportamiento crítico, ya que desde el año 2012 al 2016 se mantuvieron como pequeñas o medianas empresas en promedio el 50% de las empresas, el 5% subieron de categoría y pasaron de pequeñas a medianas o de medianas a grandes; el 18% bajaron de categoría de medianas a pequeñas o de pequeñas a micro, y dejaron de operar el 27%, según se muestra en la Fig. 1.

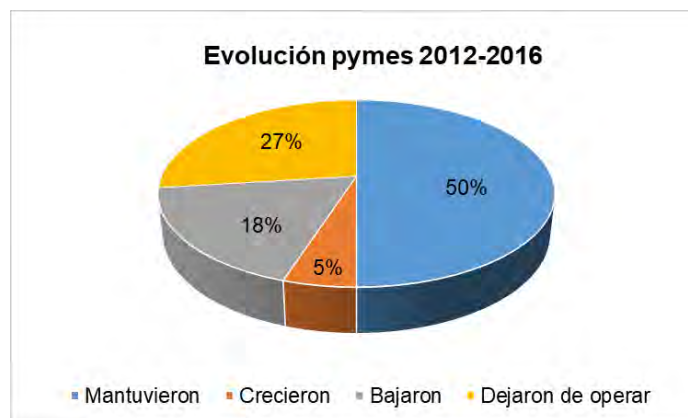


Figura 1. Evolución de las pymes entre 2012 – 2016

Fuente: (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2017)

3. ELEMENTOS TEÓRICOS

3.1. La gestión tecnológica (GT)

Desde un enfoque sociotecnológico, Pinch y Bijker (2008) proponen que la tecnología desempeña un rol fundamental en los procesos de cambio social, porque

la construcción de los objetos tecnológicos se influencia de las observaciones y necesidades manifestadas por grupos sociales relevantes, razón por la cual se requiere una flexibilidad interpretativa que permita incluir los criterios de estos actores en la creación y uso de la tecnología.

La GT es un dominio conceptual de las ciencias y prácticas organizacionales, que según Solleiro y Castañón (2008), consiste en el desarrollo científico de técnicas para realizar predicción, proyección y prospección tecnológica, además permite la gestión adecuada de la información científica y tecnológica en estructuras organizacionales adecuadas para la Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i).

3.2. La gestión del conocimiento (GC).

De acuerdo con Davenport y Prusak (2000), la GC promueve el desarrollo y la aplicación del capital intelectual tácito y explícito para asegurar los objetivos empresariales tales como la rentabilidad satisfactoria, garantizar la viabilidad a largo plazo y distribución de productos de calidad (Patiño, Mejía, y Villarreal, 2008). La GC se plantea como la gestión del conocimiento organizacional a través de procesos como la vigilancia tecnológica (VT) e inteligencia competitiva (IC). Toma en cuenta los caminos por los que el conocimiento es generado, transferido y recreado en el entorno organizacional. Según Nonaka y Takeuchi (1999), las organizaciones intensivas en el uso del conocimiento facilitan de forma consciente una interrelación y conversión entre las formas de conocimiento tácito y explícito.

3.3. La vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva

La vigilancia tecnológica está definida como un proceso proactivo informativo y comunicacional preponderante que recopila, organiza y evalúa fuentes de información sobre un área de especialización muy concreta (Fuentes et al., 2009). Para estos autores las tareas que deben llevarse a cabo para una efectiva VT giran en torno a la gestión documental inteligente y al uso de las TIC.

Por otro lado, las normas AENOR 166006:201, definen la IC como un proceso ético y sistemático de recolección y análisis de la información acerca del ambiente

de negocios, de los competidores y de la propia organización, y comunicación de sus significados e implicaciones destinados a la toma de decisiones (Aldasoro et al., 2012). Son procesos en los que se combina el conocimiento organizacional con las TIC.

La IC es parte de la vigilancia estratégica, la que es considerada como una herramienta de la gestión del conocimiento y la innovación. Según Coca et al., (2010), la IC representa el proceso integral, ético y legal para la generación y gestión de ideas aplicables al desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos, o en la mejora de los ya existentes. Esto significa que sus acciones están relacionadas con todas las áreas y procesos de la cadena de valor de la organización, y comprende, por lo tanto, desde la vigilancia del entorno (buscar, almacenar y analizar la información y conocimiento que se considere relevante para la organización), hasta la explotación (entendida como distribución) y uso de la información y conocimiento, de manera que facilite a la organización la toma de decisiones.

Algunos autores manifiestan que la inteligencia se diferencia de la vigilancia en que, la segunda se limita solo a la obtención de información, mientras que la primera además hace énfasis en la selección de esta información, en su análisis y en su presentación para que facilite la toma de decisiones (Aldasoro et al., 2012). Por lo tanto el empleo de fuentes formales o informales de información, la combinación de varias técnicas de análisis, el uso intensivo de sistemas informáticos apoyados fuertemente por las TIC son parámetros fundamentales para que las organizaciones actúen conforme a los conceptos de Inteligencia Competitiva.

3.4. La innovación tecnológica (IT)

La innovación de acuerdo con el Manual de Oslo no solo se refiere a productos, sino también al conjunto de mejoras y cambios que se producen en el interior de las organizaciones y sus actividades de interacción con su entorno. La IT ha sido considerada como la innovación basada en la aplicación industrial de conocimientos científicos y tecnológicos (Ortiz y Zapata, 2006).

Según el Manual de Bogotá, la innovación tecnológica está llamada a ser la fuente principal de adquisición de mejoras competitivas “genuinas”, “sustentables” y “acumulativas”. Por “genuinas” se refiere al logro de ventajas competitivas a partir de la acumulación de conocimientos, el desarrollo de habilidades y el aprovechamiento de capacidades; por “sustentables” se entiende a aquellas ventajas que, aun dependiendo de la explotación de recursos naturales, no implican la degradación del medio ambiente; y finalmente por “acumulativas”, se alude al papel dependiente que genera la tecnología en las organizaciones y a la generación de externalidades vinculada a los procesos de aprendizaje y mejoramiento tecnológico (Jaramillo et al., 2001).

4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

A partir de la problemática descrita, las preguntas de investigación se plantean de la siguiente manera:

¿Cómo se forma un entorno de trabajo dinámico que facilite la innovación tecnológica en las organizaciones a partir de los tipos de interacciones que se establecen entre las variables de las dimensiones del espacio organizacional?

¿Cuál es el aporte de la gestión del conocimiento a partir de la aplicación de una propuesta metodológica de trabajo que permite analizar el aporte de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en los procesos de innovación tecnológica en el sector industrial?

Con base en estas preguntas, la investigación tiene como objetivo general plantear un entorno de trabajo dinámico que facilite la innovación tecnológica en las organizaciones a partir de las interacciones entre las dimensiones del espacio organizacional y proponer una metodología de trabajo desde la gestión del conocimiento para aplicar la VT/IC en las pymes de manufactura de Pichincha.

Este objetivo general se plantea conseguirlo a partir de los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar a la organización como sistema complejo y analizar las teorías y conceptos de gestión que explican el origen y aplicación de la innovación en las organizaciones.
- Analizar las interacciones que se producen entre las variables de las diferentes dimensiones del espacio organizacional para diseñar un modelo de ETD que proponga escenarios en los cuales se facilita la innovación tecnológica.
- Plantear una metodología de trabajo desde la gestión del conocimiento para impulsar la aplicación de la VT/IC en las pymes de manufactura, considerando como insumos el conocimiento organizacional y las TIC.
- Explicar las causas que facilitan la innovación tecnológica en las pymes de manufactura de la provincia de Pichincha.

5. METODOLOGÍA

Los logros alcanzados de la investigación hasta el momento, son resultado de una revisión bibliográfica documental en libros, artículos y reportes públicos y privados, proceso que está dentro de la primera etapa de la investigación (Jick, 1979).

Este trabajo inicial ha permitido conocer el estado del arte de la organización entendida como un sistema complejo y analizar las teorías que explican en qué condiciones las organizaciones sistémicas pueden desarrollar procesos de innovación. Adicionalmente, se ha cubierto algunos conceptos y propuesta sobre las dimensiones del espacio organizacional y el análisis de las interacciones que se producen entre ellas, durante el ejercicio de la gestión empresarial.

6. HALLAZGOS PRELIMINARES

Luego de la revisión teórica se han hecho los siguientes hallazgos, a partir de las cuales se puede continuar estudiando y analizando la innovación tecnológica en el sector industrial objeto de este estudio.

Una de las primeras preocupaciones ha sido encontrar un modelo de organización que permita enfocar teóricamente los conceptos de innovación, por lo que se ha analizado en qué concepto de organización es posible desarrollar la innovación. Según Morgan (2006) existen distintas concepciones de organizaciones; por ejemplo: la mecanicista, la organicista, la sistémica, la cerebral, la de flujo constante de información y transformación, también otras como las que son un instrumento de dominación y control, así como las enfocadas en sistemas políticos y culturales.

Sin embargo, la visión de la organización como sistema es la más próxima a describir lo que las organizaciones actuales enfrentan: complejidad, cambio constante e incertidumbre (Kast y Rosenzweig, 1972). Las organizaciones sistémicas entendidas como sistemas abiertos están constantemente relacionadas con su entorno complejo y cambiante, por lo que, para hacer frente a las todas las circunstancias, deben adaptarse a los cambios en el ambiente, en la organización, en la tecnología, en las operaciones y otras variables de la organización (Camarena-Martínez, 2016). Es entonces, bajo estas consideraciones iniciales que, para entender los procesos relacionados con la innovación en la industria, se ha planteado el estudio pensando a las organizaciones como sistemas complejos.

6.1. La organización como sistema complejo adaptivo

Para entender las interacciones que se dan entre los diferentes componentes asociados a la GT y que son parte de la investigación propuesta, como son: organización, conocimiento, tecnología e innovación, medio ambiente, entre otros, resulta pertinente el estudio de la organización considerando su entorno o ambiente que le rodea, lo que se facilita si se lo hace a partir de los principios de la Teoría General de Sistemas (TGS).

Bertalanffy (1968) propuso al sistema como un complejo de elementos que interactúan recíprocamente, donde la “interacción dinámica” es el problema básico de todos los campos de la ciencia. Esta propuesta ha sido el punto de partida para abordar la organización sistémica y a la vez ha permitido tener una visión más

holística de las organizaciones y en un marco más amplio como el de las ciencias sociales.

Desde la teoría de la complejidad, la gestión de las organizaciones como sistema complejo es entendida como mecanismo de regulación que permite desarrollar planes que guíen la acción en pos de objetivos concretos a un determinado plazo y que estos a su vez puedan ser permanentemente monitoreados (Hernández et al., 2007). Según estos autores, la gestión de una organización no se puede tratar como la ejecución de planes y actividades para lograr por separado la solución de un problema individual; es decir, dejando de lado el resto de problemas. La gestión de un sistema complejo como la organización, implica la gestión de un conjunto de problemas en que las diferentes interacciones de elementos internos y externos influyen al mismo tiempo como causa y efecto indistintamente en el quehacer cotidiano.

Por lo tanto, el conjunto de factores que aportan al desarrollo de procesos de innovación tecnológica en las organizaciones, deben ser entendidos como variables que interactúan en un sistema más amplio, que se complejiza a medida que se sitúa a la organización dentro de un entorno social, económico y político. Consecuentemente muchas de esas variables serán causa y efecto al mismo tiempo, sin posibilidad de determinar con precisión su papel.

Pero esta interacción de la organización con los entorno requiere que se encuentre en constante adaptación, es por ello que para nuestro estudio se plantea la organización como un sistema complejo adaptivo (SCA), en el que Kauffman en 1995, planteara que la organización debe estar preparada para realizar ajustes continuos de sus elementos entre sí y con su entorno (Rivas, 2009).

6.2. La organización como sistema complejo adaptivo y la innovación

Uno de los sustentos teóricos encontrados en nuestra investigación ha sido determinar en qué circunstancias es posible que la organización como un SCA pueda desarrollar procesos de innovación tecnológica.

Según Contreras et al., (2012), en la frontera entre el orden y el caos de los sistemas, o dicho de otra manera, en el espacio entre la zona estable e inestable de un sistema, también llamada zona de puntos críticos se encuentran los sistemas que son propensos a cambios importantes y controlados, de tal forma que les permita desarrollarse y permanecer, tal como se muestra en la Fig. 2. Consecuentemente si una organización opera en el borde entre el caos y el orden, y se adapta de manera continua a sus entornos, manteniendo un equilibrio dinámico, se tendría la garantía de que desarrollará la capacidad para innovar, permanecer y crecer.

Esta condición conduce a la emergencia de nuevos patrones de comportamiento que hacen que la organización se comporte como un sistema adaptativo trabajando en ese estado intermedio denominado como de inestabilidad limitada, desequilibrio productivo o el punto para el cambio productivo. Si la organización permanece mucho tiempo en la zona de estabilidad corre el riesgo de anquilosarse o paralizarse; si por el contrario, ésta permanece un tiempo prolongado en la zona inestable o caótica, puede llegar a desintegrarse.

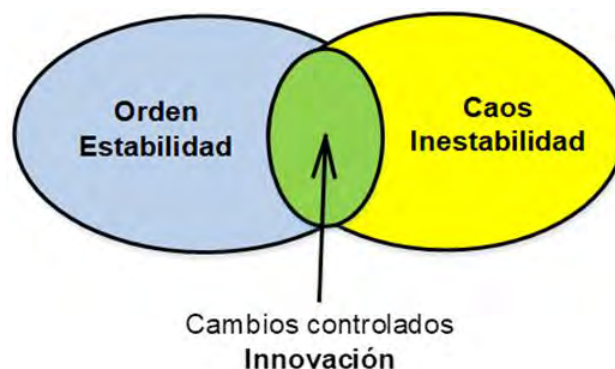


Figura 2. La innovación en la frontera del orden y el caos.

Fuente: autor.

En este sentido, la innovación (fenómeno complejo) en las organizaciones (sistemas complejos) debe ser abordado desde una perspectiva más integral e incluyente, toda vez que requiere la participación de un conjunto de actores e intereses con la intención de generar nuevo conocimiento, de proponer y articular

ideas en torno a un t3pico determinado y en un clima propicio de creatividad (Ortiz y Zapata, 2006); es decir, fomenta el aprendizaje organizacional como factor decisivo en la habilidad del sistema para sobrevivir y adaptarse al entorno.

6.3. La investigaci3n y la relaci3n con las teor3as de la GT

A medida que el entorno organizacional se intensifica en complejidad, es cada vez m3s importante administrar la tecnolog3a debido a su impacto en el bienestar de las personas. Esta complejidad ha determinado que se vaya generando una literatura dispersa en cuanto al abordaje de la GT en los 3ltimos a3os, seg3n lo plantea Beard (2002). Este autor agrupa a todos los trabajos que se hacen sobre la GT y propone un espacio de trabajo tridimensional, donde cada eje representa una dimensi3n, que permite agrupar los estudios realizados en torno a la GT.

El primer eje, identifica una dimensi3n que van entre lo objetivo (medidas reales del objeto de estudio) y subjetivo (medidas de percepci3n). En el segundo eje, la dimensi3n var3a entre lo tecnol3gico (enfocado en la tecnolog3a) y lo humano (enfocado en la persona); finalmente, el tercer eje representa la dimensi3n entre lo macro (estudio a nivel amplio de las organizaciones) y lo micro (estudio espec3fico de organizaciones). En consecuencia el campo de la investigaci3n va estar entre las dimensiones tecnol3gica, humana, objetiva y micro, tal como se observa en la Fig. 3.

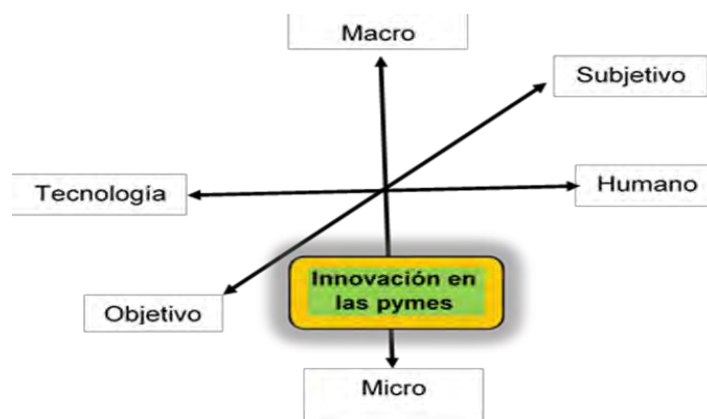


Figura 3. La investigaci3n en el entorno de trabajo de la GT.

Fuente: adaptado de Beard (2002).

6.4. La organización como sistema dinámico y la innovación

Analizando hacia el interior de la organización como sistema dinámico complejo es importante identificar como se encuentran interactuando cada uno de los componentes de la organización. Al hablar de los componentes internos de las organizaciones, Martins (2011) menciona que el espacio organizacional es multidimensional, donde las dimensiones que lo conforman son lo material o físico, lo humano o de las personas, la tecnológica o de los procesos, la política o del poder, y la simbólica o cultural, tal como se observa en la Fig. 4. Estas dimensiones enfocan la gestión de las organizaciones desde una faceta distinta que permite hacer el análisis organizacional desde la complejidad y capacidad sinérgica.

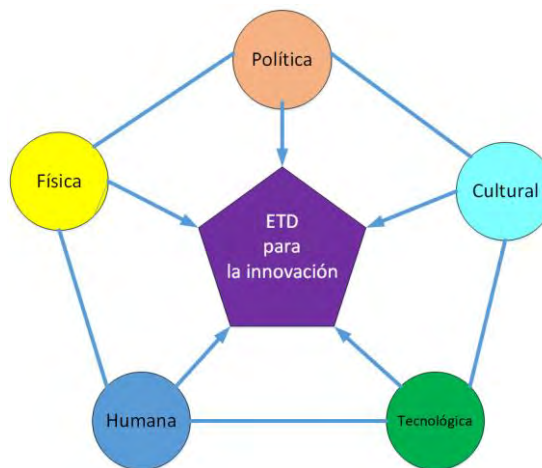


Figura 4. Propuesta de entorno de trabajo dinámico para la innovación.

Fuente: adaptado de Martins (2011).

En tal virtud, el estudio plantea encontrar un entorno de trabajo dinámico y sinérgico para la innovación, a partir de las interacciones entre las variables cualitativas y cuantitativas de cada una de las dimensiones del espacio organizacional.

Otra hallazgo es que se puede determinar un entorno técnico, científico y tecnológico, a partir de trabajar con la dimensión tecnológica, haciéndolo a través de la gestión del conocimiento. Este enfoque permitiría desarrollar procesos de VT/IC utilizando entre los insumos el conocimiento organizacional y las TIC, según se observa la Fig. 5.

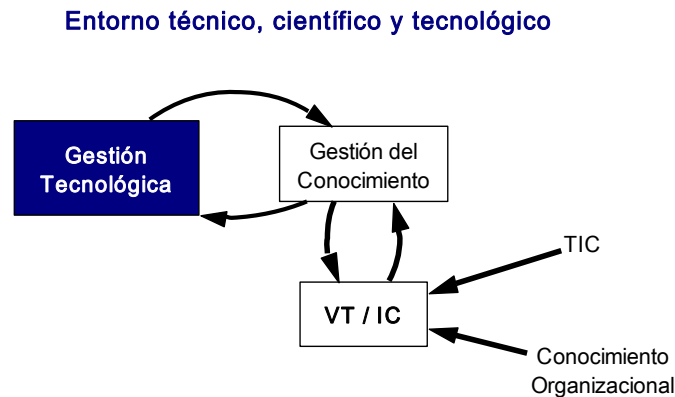


Figura 5. Propuesta de entorno técnico, científico y tecnológico.

Fuente: autor

7. IMPACTOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se espera que durante la investigación y los hallazgos que se deriven de ella permitan obtenerse algunos aportes teóricos y prácticos.

- Contribución con nuevo conocimiento para el avance incremental de la línea de investigación de organización y cambio tecnológico del doctorado en Gestión Tecnológica.
- Contribución con información y conocimiento actualizado para el sector empresarial ecuatoriano, que permita sentar las bases de un observatorio de VT/IC regentado por la EPN como alternativa de apropiación social del conocimiento y enfocado en el cambio de la matriz productiva y reducción de la brecha tecnológica del sector industrial.
- Formación de vínculos de cooperación entre universidad, Estado y empresa, a través del emprendimiento conjunto de programas y proyectos de

investigación y práctica relacionados con VT/IC y otras actividades como capacitación, transferencia e investigación que permita fortalecer la capacidad investigativa de profesionales para atender a diferentes demandas sectoriales.

REFERENCIAS

- Aldasoro, J., Camptmmet, M., y Cilleruelo, E. (2012). La vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva en los estándares de gestión de la calidad en I+D+i. En *6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XVI Congreso de Ingeniería de Organizaciones* (pp. 1162-1168). Vigo. Recuperado a partir de http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2012/SP_04_Gestion_Innovacion_Tecnologica_y_Organizativa/1162-1168.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación. *Registro Oficial del Ecuador*, 113. Recuperado a partir de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec075es.pdf>
- Bertalanffy, L. (1968). El significado de la teoría general de los sistemas. En *Teoría General de los Sistemas* (pp. 30-53). México: Fondo de Cultura Económica.
- Camarena-Martínez, J. L. (2016). La organización como sistema: el modelo organizacional contemporáneo. «*Oikos Polis*», *Revista Latinoamericana de Ciencias Económicas y Sociales (RLCES)*, 1(1), 135-174. Recuperado a partir de <http://www.uagrm.edu.bo/centros/iies/upload/files/repec/grm/oikosp/201604.pdf>
- CEPAL. (2016). *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social*. Santiago-Chile. Recuperado a partir de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40863/1/S1601309_es.pdf
- Coca, P., García, A., Santos, D., y Fernández, A. (2010). Guía de vigilancia estratégica. *Fundación PRODINTEC*, v1, 324. Recuperado a partir de http://www.prodintec.es/catalogo/ficheros/aplicaciones/fichero_13_5034.pdf
- Contreras, F., David, T., Ramírez, B., Angello, G., y Ríos, C. (2012). La organización como sistema complejo: implicaciones para la conceptualización del liderazgo. *Criterio Libre*, 10(16), 193-206.
- Cornell University, INSEAD, y WIPO. (2017). *The Global Innovation Index 2017*.

- Fuentes, B. F., Álvarez, S. P., y Gastaminza, F. del V. (2009). Metodología para la implantación de sistemas de vigilancia tecnológica y documental: EL caso del proyecto INREDIS. *Investigación Bibliotecológica*, 23(49), 149-177.
- Hernández, A., Saavedra, J., y Sanabria, M. (2007). Hacia la construcción del objeto de estudio de la administración: Una visión desde la complejidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 15(1), 91-112. Recuperado a partir de <http://www.unimilitar.edu.co/documents/63968/69921/5.CONSTRUCCIONOBEJETO.pdf>
- INEC. (2015). *Empresas y TIC*. INEC. Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Tecnologia_Inform_Comun_Empresas-tics/2015/2015_TICEMPRESAS_PRESENTACION.pdf
- INEC. (2016a). *Directorio de empresas y establecimientos 2016*. Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2016/Principales_Resultados_DIEE_2016.pdf
- INEC. (2016b). *Evolución del sector manufacturero ecuatoriano 2010 - 2013*. Quito. Recuperado a partir de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/SECTOR MANUFACTURERO.pdf>
- Jick, T. D. (1979). Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 602-611. <http://doi.org/10.2307/2392366>
- Kast, F. E., y Rosenzweig, J. E. (1972). General Systems Theory: Applications for Organization and Management. *Academy of Management Journal*, 15(4), 447-465. <http://doi.org/10.2307/255141>
- Ministerio de industrias y productividad. (2016). *Política industrial del Ecuador 2016-2025*. Quito. Recuperado a partir de http://servicios.industrias.gob.ec/siipro/downloads/temporales/1_Política Industrial_MIPRO 2016-2025.pdf

- Morgan, G. (2006). *Images of organization*. SAGE Publications (2nd ed., Vol. 1). <http://doi.org/10.1002/hrdq.3920100211>
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999). Teoría de la creación del conocimiento organizacional. En Castillo Hnos. S.A. (Ed.), *La organización creadora de conocimiento* (1ra en esp, pp. 61-103). México.
- Ortiz, E., y Nagles, N. (2013). *Gestión de Tecnología e Innovación - Teoría, proceso y práctica*. (EAN, Ed.) (2da.). Bogotá.
- Ortiz, S., y Zapata, Á. R. P. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (GInnT)? *Journal of Technology Management Innovation*, 1(2), 64-82.
- Patiño, S. G., Mejía, M. S., y Villarreal, M. (2008). Modelo de gestión del conocimiento apoyado en la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva para la cadena productiva de la uva isabella en la bioregión del Valle del Cauca. *Cuadernos de administración*, 24(40), 73-93.
- Pinch, T., y Bijker, W. (2008). La construcción social de hechos y de artefactos o acerca de cómo la sociología de la ciencia y de la tecnología. En *Sociología de la Tecnología* (pp. 19-62).
- Rivas, L. A. (2009). Evolución de la teoría de la organización. *Red de Revistas Científicas de América Latina*, 11(17), 11-32.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021* (Vol. 1). Quito. Recuperado a partir de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- Solleiro, J. L., y Castañón, R. (2008). *Gestión tecnológica: conceptos y prácticas*.
- Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. (2017). Empresas sujetas al control de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Recuperado 22 de marzo de 2018, a partir de <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/rankingCias.zul?id=3&tipo=3>
- World Economic Forum. (2017). *The Global Competitiveness Report The Global*

Título	Uso de las TIC y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador
Autores	Juan Ibujés-Villacís ¹ , Antonio Franco-Crespo ²
Referencia	https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.03 ; p. 37-53; ISSN: 1390-8618
Revista	Retos Journal of Administration Sciences and Economics
Afiliaciones	^{1,2} Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	Quito, Ecuador.
Fecha de publicación	Marzo 2019
Indexación	Emerging Source Citation Index, Scopus, Scielo, Latindex 2.0, REDIB, Dialnet, Google Scholar, Crossref, Miar, EBSCO. Business Source Ultimate, Redalyc.
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís & Franco-Crespo, 2019)	Ibujés-Villacís, J., & Franco-Crespo, A. A. (2019). Use of ICT and its relationship with the Objectives of Sustainable Development in Ecuador. <i>RETOS. Revista de Ciencias de La Administración y Economía</i> , 9(17), 37–53. https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.03

Use of ICT and the relationship with the goals of Sustainable Development in Ecuador

Uso de las TIC y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador

Juan M. Ibijés Villacís is a professor and research in Faculty of Administrative Science of Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) (juan.ibujes@epn.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-8439-3048>)

Dr. Antonio A. Franco Crespo is a professor and research in Faculty of Administrative Science of Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) (antonio.franco@epn.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-8040-1805>)

Abstract

In the United Nations in 2015, the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) were approved. The objective of this research is to know the current status and perspectives of the Information Society (IS) in relation to the achievement of the goals of the SDGs, through the analysis of historical information and projections of IS indicators, and actions of research, development and innovation (R&D+i) in Ecuador. The research methodology has a quantitative, non-experimental and longitudinal approach. Secondary information sources were used as national and foreign reports, which once converted into time series allowed to analyze projections and determine the future trend of those indicators. As results, it was found that the behavior of indicators of ICT use and R&D+i indicators are directly or indirectly related to the fulfillment of the goals of the fourth, fifth, eighth and ninth SDGs. On the one hand, it was concluded that the trend of five SI indicators is in relation with the achievement of the SDG goals, while three other indicators require a strong impulse to change the trend and achieve its associated goal; on the other hand, the need for the different actors of Ecuadorian society to commit to work based on the potential of the use of ICT and R&D+i activities in order to achieve the SDGs.

Resumen

En 2015, en la Organización de las Naciones Unidas se aprobaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El objetivo de esta investigación es conocer el estado actual y perspectivas de la Sociedad de la Información (SI) en relación con el logro de las metas de los ODS, mediante el análisis de la información histórica y pronósticos de los indicadores SI, y actuaciones de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en Ecuador. La metodología de investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y longitudinal. Se utilizaron fuentes de información secundarias como reportes nacionales y extranjeros, que convertidos en series de tiempo permitieron analizar pronósticos y determinar la tendencia futura de esos indicadores. Como resultados se encontró que el comportamiento de indicadores de uso de las TIC e indicadores de I+D+i están relacionados en forma directa o indirecta con el cumplimiento de las metas de los ODS. Se concluye que, por un lado, la tendencia de cinco indicadores de la SI sintonizan con el logro de las metas de los ODS, mientras que otros tres indicadores requieren un fuerte impulso para cambiar la tendencia y lograr su meta asociada; y, por otro lado, la necesidad de que los diferentes actores de la sociedad ecuatoriana se comprometan a trabajar a partir de las potencialidades del uso de las TIC y actuaciones en I+D+i con el fin de lograr los ODS.

Keywords | palabras clave

Ecuador, development and innovation, gender, sustainable development objectives, projections, information and communication technologies.

Ecuador, desarrollo e innovación, género, objetivos de desarrollo sostenible, pronóstico, tecnologías de la información y la comunicación.

Citation: Ibijés Villacís, J.M. & Franco Crespo, A.A. (2019). Use of ICT and the relationship with the objectives of Sustainable Development in Ecuador. *Retos Journal of Administration Sciences and Economics*, 9(17), 37-53. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.03>

1. Introduction and state-of-the-art

We live in a society marked by the exchange of information flows and an accelerated use of knowledge as a platform for the development of almost all human activities in a globalized world. This new way of doing things has increasingly required the input of Information and Communication Technologies (ICT), which has made authors such as Area *et al.* (2012) to suggest a new model of collective participation called “Information Society”, the one that has allowed a deep interconnection between human beings and machines, with important effects in the political, social and economic fields at the global level.

The contribution of the use of ICTS has transcended some social impacts such as improving the quality of education, ensuring healthy lives, strengthening economic growth and/or generating quality jobs. However, in the perspective of a sustainable world, there is the need to use these technologies in solving problems such as poverty, exclusion, economic and social development, climate change, among others, by associating them with the rational use of resources provided by the nature (Ziemba, 2017).

The concern to eradicate poverty made the representatives of the countries of the United Nations (UN) to propose, at the beginning of this century, eight Millennium Development Goals (MDGS) that served as a framework for the Global development up to 2015, as summarized in the report of the United Nations Organization (2015). This report recognizes important global, regional, national and local efforts that have been implemented in the member countries to eliminate human inequality, to save millions of lives and to improve conditions for many more.

Recognizing that the work to alleviate poverty and achieve sustainable economic progress must be a global effort, at the Rio+20 Summit in Rio de Janeiro, Brazil, UN representatives renewed the political commitment to sustainable development and the promotion of an institutional framework to promote an economic, social and environmentally sustainable future for our planet and for the present and future generations (United Nations Organization, 2012).

Years later, the UN by recognizing that work to reduce poverty and close gaps in inequality between poor and rich countries should have continued, it proposed new strategies. In September 2015, representatives from 193 countries adopted a resolution at this global forum that included 17 Sustainable Development Goals (SDG) and 169 targets for 2030 (United Nations, 2015). These objectives – shown in Table 1 – are part of the Agenda 2030 for Sustainable Development (United Nations Organization, 2016), and comprise aspects ranging from environmental preservation to governance.

Section 15 of the agenda 2030 states that the expansion of ICT and global interconnection have great potential to overcome the digital gap between the poor and the rich, and to develop knowledge and scientific societies and technological innovation (United Nations, 2015); idea that that is shared by the International Telecommunication Union (ITU) and the Global e-Sustainability Initiative (GeSI), when agreeing that ICT and its associated digital solutions could directly contribute to covering more than half of the 169 goals collected in SDG, since it is possible to contribute to a sustainable future through a responsible transformation based on Collaboration of ICT companies and organizations around the world (GeSI, 2016; ITU, 2018).

Table 1. Sustainable Development Goals

ODS	Description
1	To end poverty in all its forms all over the world.
2	To end hunger, to achieve food security and to improve nutrition, and to promote sustainable agriculture.
3	To ensure a healthy life and to promote wellbeing for all people in all ages.
4	To guarantee inclusive, equitable and quality education and to promote lifelong learning opportunities for all.
5	To achieve gender equality and empower all women and girls.
6	Ensure the availability of water and its sustainable management, and sanitation for all.
7	To ensure access to affordable, safe, sustainable and modern energy for all.
8	To promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all.
9	To build resilient infrastructures, to promote inclusive and sustainable industrialization, and to promote innovation.
10	To reduce inequality in and between countries.
11	To guarantee that cities and human settlements are inclusive, safe, resilient and sustainable.
12	To guarantee sustainable consumption and production modalities.
13	To take urgent action to combat climate change and its effects.
14	Conservation and sustainable use of oceans, seas and marine resources for sustainable development.
15	To promote the sustainable use of terrestrial ecosystems, to combat desertification, to stop and reverse land degradation and to reduce the loss of biological diversity.
16	To promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, to facilitate access to justice for all and to create effective, responsible and inclusive institutions at all levels.
17	To strengthen the means of implementation and improve the Global Alliance for Sustainable Development.

Source: United Nations Organization (2016).

According to Pintér *et al.* (2017), observation, measurement and evaluation are integral parts of strategic management and governance to recognize, understand and address sustainability-related issues. Therefore, this study emphasizes the contribution of ICT and actions of Research, Development and innovation (R+D+i), and its relationship with the achievement of the goals of four SDG (4, 5, 8 and 9) shown in Table 2. For this purpose, the indicators of the SI and the actions carried out by the different public and private actors of the Ecuadorian Society from 2008 to 2018 are taken into account. The following is a summary analysis of the relationship between ICT and SDG involved in this research.

According to the ITU website (2018), when referring to SDG 4, ICTS are driving a revolution in online training that has turned these technologies into one of the world's fastest growing industries. Mobile devices allow students to access learning resources at any place and time, while teachers use wireless devices for interactive training and mentoring. In the report developed by the United Nations (2016) and for Tawil *et al.* (2016), this objective is divided into seven goals and three means of implementation; and according to Salvia *et al.* (2019), this objective is the third in importance addressed by experts from Latin America and the Caribbean (LAC), due to its relationship with the main problems and local challenges of each country in the region.

Regarding SDG 5, and according to the ITU (2018) there are up to 250 million women less than men on the internet, reason for which ICTS can offer great opportunities to eliminate gender gap, enabling everyone to have access to the same resources and opportunities on-line. The expected impact would be to achieve broad participation of women in their community, in government and at the global level, through economic empowerment and the creation of job and business opportunities.

SDG 8 has also been taken into account, according to the ITU (2018), skills in ICT management have become a prerequisite for almost all jobs; therefore, the development of the capacity to use these technologies in the strategies of youth employment and entrepreneurship of all countries should be prioritized. It is not simply that most jobs and businesses now need ICT skills, but that these technologies are transforming the way to do business everywhere and creating new job opportunities.

With regard to SDG 9 for the ITU (2018), digital infrastructure is essential given its potential in industry and innovation in its different forms. An enabling factor for innovation is investment in research and development (R+D), as it has economic consequences in countries' inhabitants. In this regard, the global framework has shown that there is a very high positive correlation between this investment and income per capita (ECLAC, 2016), and according to the OECD (2016) through R+D, it is possible to develop products and technologies in relation to sustainability, and create value chains that beyond their social and environmental value also contribute to increasing efficiency and benefits.

This study analyses a set of indicators on ICT use and R+D+i actions, relating with the goals corresponding to SDG 4, 5, 8 and 9. This examines the historical behavior of these indicators, makes projections for the next four years and sets trends to demonstrate the probable fulfillment of the goals established in the four SDG chosen. The results will be a reference point in order that the actors involved in the fulfillment of the objectives can plan actions that go in direction of the achievement of the sustainability goals; therefore, it justifies the development of this research and its contribution to the theory (Whetten, 1989).

Table 2. SDG goals analyzed for Ecuador

Objective	Goal	Description of the goal
SDG 4	4.a	To build and adapt educational facilities that take into account the needs of children and people with disabilities and gender differences, and that would provide safe, non-violent, inclusive and effective learning environments for all.
SDG 5	5.b	To Improve the use of instrumental technology, specially information and communication technology in order to promote women's empowerment.
SDG 8	8.2	To achieve higher levels of economic productivity through diversification, technological modernization and innovation, inter alia focusing on high-value-added sectors and labor-intensive use.
	8.3	To promote development-oriented policies that support productive activities, the creation of decent jobs, entrepreneurship, creativity and innovation, and encourage the formalization and growth of microenterprise and small and medium-sized enterprises, even with access to financial services.
SDG 9	9.5	To increase scientific research and improve the technological capacity of industrial sectors in all countries, in particular developing countries, by encouraging innovation and considerably increasing, from now to 2030, the number of people who work in research and development per million inhabitants and the costs of the public and private sectors in research and development.
	9.b	To support the development of national technologies, research and innovation in developing countries, by ensuring a normative environment conducive to industrial diversification and the addition of value to commodities, among other things.
	9.c	To increase the access to information and communication technology and strive to provide universal and affordable access to the Internet in the least developed countries, from now to 2020.

Source: United Nations Organization (2016).

2. Materials and methods

This exploratory and descriptive study uses a quantitative methodology to analyze the probability of meeting SDG goals from the SI indicators and the actions carried out in the field of R+D+i in public and private institutions of Ecuador. Table 3 shows the indicators related to the goals of the four SDG considered, the information that was obtained from sources such as the National Institute of Statistics and Censuses (INEC), and the Ministry of Higher Education, Science, Technology and Innovation, World Economic Forum (FEM), World Economic Forum (WEF), International Telecommunication Union (ITU), among others.

Table 3. ICT Indicators and R+D+i analyzed for Ecuador

Objective	Goal	Indicator
SDG 4	4.a	<ul style="list-style-type: none"> Number of national information centers.
SDG 5	5.b	<ul style="list-style-type: none"> Percentage of people who use the computer. Percentage of people who have activated cell phone. Percentage of people who use Internet.
SDG 8	8.2 8.3	<ul style="list-style-type: none"> Percentage of people who use internet for educational and learning purposes. Percentage of people who use internet for working activities.
SDG 9	9.5	<ul style="list-style-type: none"> Real investment and diagnose of science, technology and innovation activities (ACTI) in relation to the gross domestic product (GNP). Number of researchers per 1000 members of economically active population (EAP).
	9.b	<ul style="list-style-type: none"> Legal norms of the State to promote R+D+i in the public and private areas.
	9.c	Networked Readiness Index (NRI) and its areas <ol style="list-style-type: none"> Regulatory political environment. Innovation and business. Infrastructure and digital content. Resources. Skills and abilities. Individual use. Business use. Government use. Economic impact. Social impact.

This study was divided into two stages. In the first stage, statistical data were obtained of the indicators of the Ecuadorian SI, corresponding to the period between 2008 and 2017, in order to estimate the future value of the indicators of the SI in Ecuador projected to 2021. In a second phase, data from R+D+i indicators from 2009 to 2014 was used since they are the last ones published by the Ecuadorian public institutions involved, and projections to estimate their behavior in the next four years were done by using the information.

The definition of projection used states that it is a process of estimating a future event by means of the data projection of the past; i.e., the systematic combination of data that allows an estimation of future events (Guerrero, 2003; Lind, Marchal & Wathen, 2012). The projection model was done by analyzing time-series indicators with data recorded annually. The behavior was projected by decomposing historical information in reference elements such as trend and seasonality.

The most widely used technique was the double exponential smoothing, since after doing a first analysis of the predicted data, the data series presented trend

but not seasonality (Guerrero, 2003; Webster, 2001). Double exponential smoothing requires calculating projected data through equations 1 and 2.

$$S_i = \alpha x_i + (1-\alpha)(S_{i-1} + T_{i-1}) \quad \text{Eq. 1}$$

$$T_i = \beta(S_i - S_{i-1}) + (1-\beta)T_{i-1} \quad \text{Eq. 2}$$

$$F_{i+1} = S_i + T_i \quad \text{Eq. 3}$$

Where

S_i = exponentially smoothed average of the series in the period i ,

T_i = exponentially smoothed average of the trend in the period i ,

α = smoothing parameter for the average, with a value between 0 and 1.

β = smoothing parameter for the trend, with a value between 0 and 1.

F_{i+1} = projection for the period $i+1$.

Additionally, as a result of the projection, an error measure was determined, demonstrating the goodness of the adjustment method to obtain the projection. This measure was the root of the mean quadratic error (Root Mean Squared Error, RMSE, for its acronym in English). According to Chai and Draxler (2014), RMSE is the most popular measure of error, also known as “quadratic loss function”. On the same measure of error, Lakshmirarahan *et al.* (2017) and Shcherbakov *et al.* (2013) define the RMSE as the average between absolute values of projected errors, and is used as a selection criterion for the best fit of time series models. Its calculation form is made from equation 4.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - F_i)^2} \quad \text{Eq. 4}$$

Note: Where R_i corresponds to the current period data i , F_i represents the predicted data for period i , and n represents the number of periods that have real value and a predicted value.

The quantitative analysis of the indicators was carried out by applying time forecasting series to the historical data obtained from the secondary sources. The Risk Simulator 2016® software was used to perform the forecasts (Software-Shop, 2017). This software allowed to automate the calculations described in equations 1, 2, 3 and 4, and applies the best forecasting method that fits the data series with the lowest RMSE. As a result, at the end of the adjustment, the software provides a table and graph showing the actual data, projections, and trend to four years from next. According to Lind *et al.* (2012), these trends may be secular trend, cyclic variation, seasonal variation, or irregular variation.

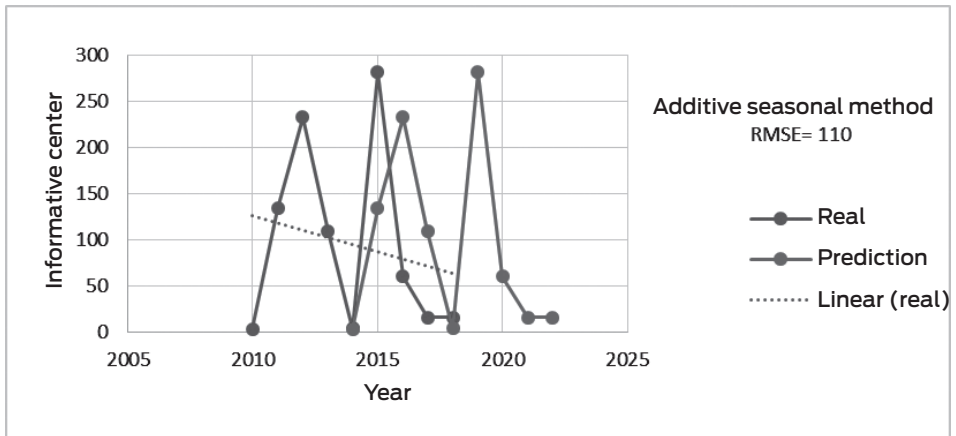
3. Analysis and Results

To compare the use of ICT and R+D+I action with the goals of SDG 4, 5, 8 and 9, the projections of the indicators are analyzed, considering the last available statistical data, and determining whether the trend of these indicators fulfill those goals.

3.1. Projection and trend of SDG 4-related indicators

In order to analyze the progress of the fulfillment of the goal 4. a. the amount of information centers implemented by the MINTEL in Ecuador is considered. The information centers are public areas for accessing Internet and digital information services that mainly operate in rural communities nationally. At the end of 2018, there were a total of 857 located in the 23 provinces of Ecuador (MINTEL, 2018b). Figure 1 illustrates the number of information centers installed from 2010 to October 2018. Next to this curve is also shown the forecast of implementation until the year 2022, assuming that the same government policies are maintained in the historical period analyzed.

Figure 1. Implementation behavior of the information centers



3.2. Forecast and trend of SDG 5-related indicators

To analyze goal fulfillment 5.b. the percentages of men and women over five years of age using computer, cell phone and access to the Internet were taken as reference. Figures 2, 3 and 4 have been elaborated with the data obtained from INEC (2013, 2017b), which expose the curves of the historical values of these indicators by gender, their tendency and projection until the year 2021.

Figure 2. Real percentages and projection of computer use by gender

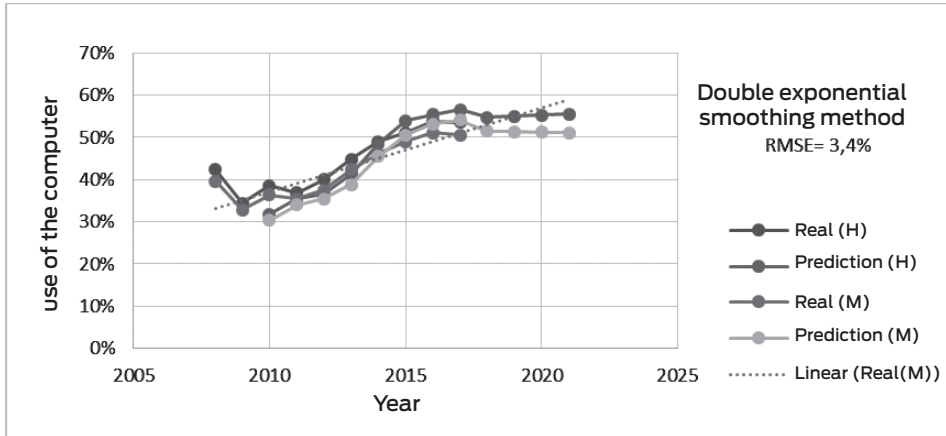
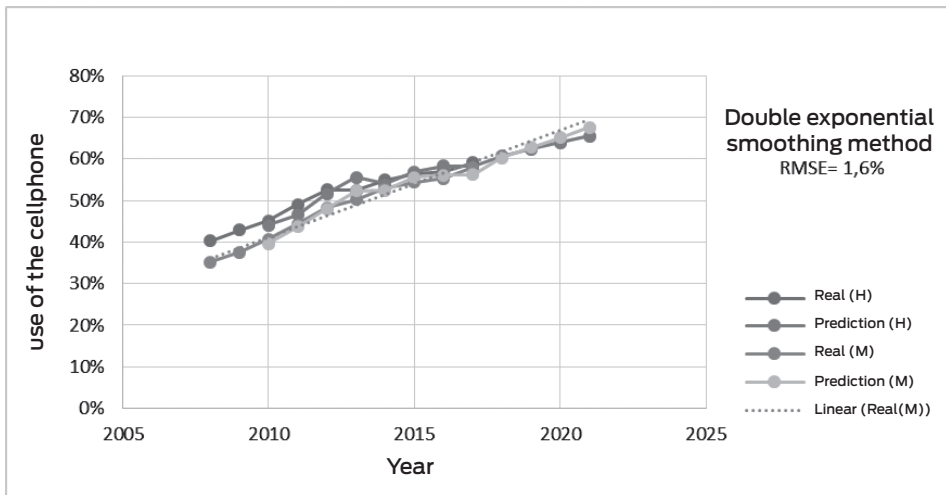


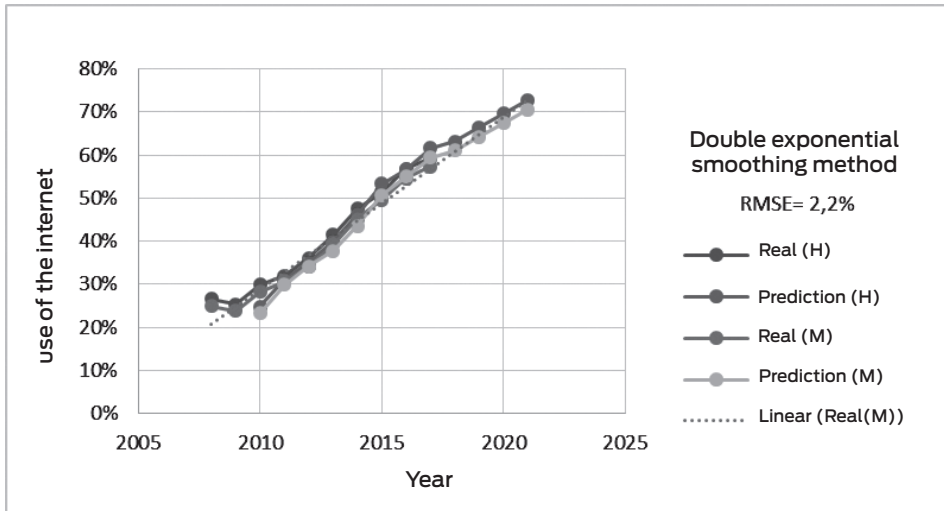
Figure 2 shows that the behavior of computer use in men (H) and women (M) in recent years has been almost similar, and at the end of 2017 it was around 55%, with a tendency to increase to 2021. Figure 3 shows the projection and growing trend of cell phone use according to gender up to 2021.

Figure 3. Real percentages and projections of cell phone use by gender



Regarding the use of the Internet by gender, Figure 4 indicates that there is a rather similar behavior. The indicator is around 60% in both men and women. In addition, it is forecast that its use will increase up to 2021.

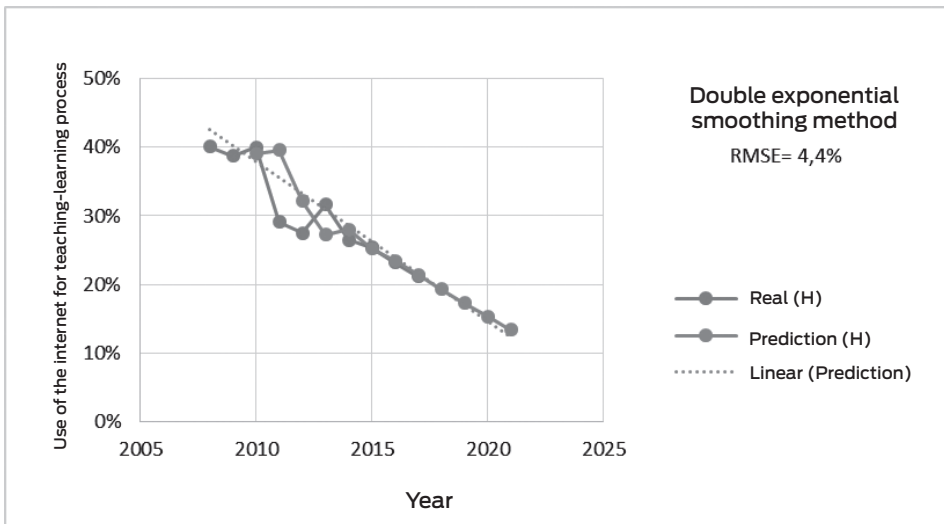
Figure 4. Real percentages and projection of Internet use by gender



3.3. Projection and trend of SDG 8-related indicators

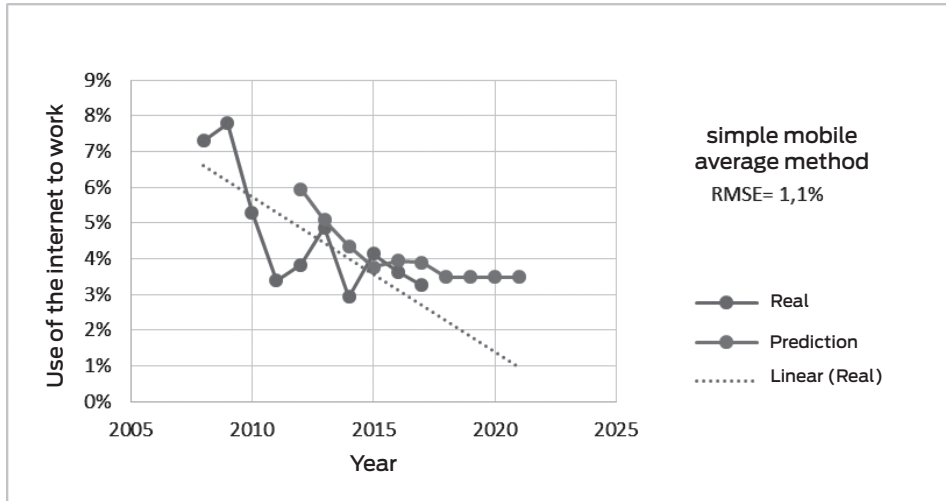
To know the progress of compliance with goals 8.2 and 8.3, the data published by the INEC (2013, 2017b) were used. With respect to goal 8.2 and according to Figure 5, from 2010 onwards, the use of Internet for educational and learning purposes has been declining from 40% to 21% in 2017. In addition, there is a declining trend if the indicator is projected up to 2021.

Figure 5. Real percentages and Internet use forecast for education and learning



On goal 8.3, and observing the results of Figure 6, it is evident that since 2009 the use of Internet has reduced for working activities, from 8% to 3% in 2017. In addition, according to the forecast, the trend is to gradually decrease.

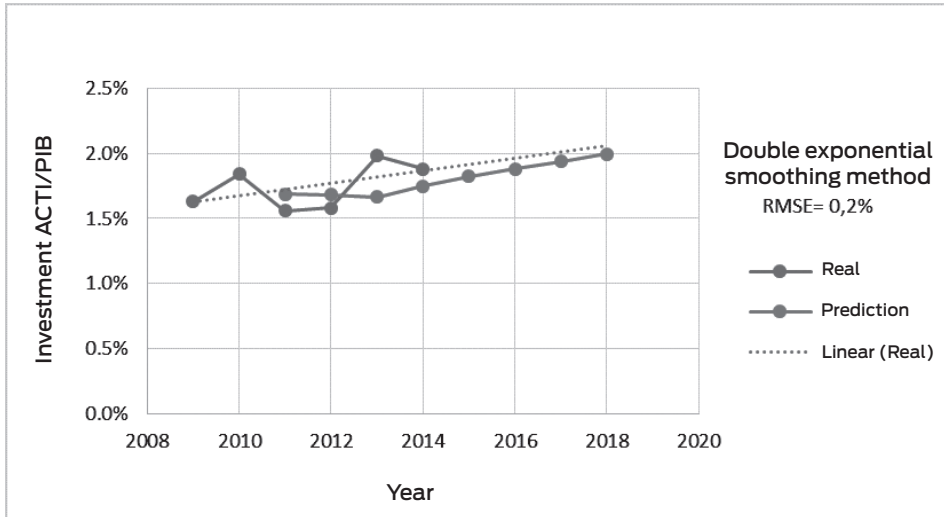
Figure 6. Real percentages and Internet use forecast for working activities



3.4. Forecast and trend of SDG-related indicators

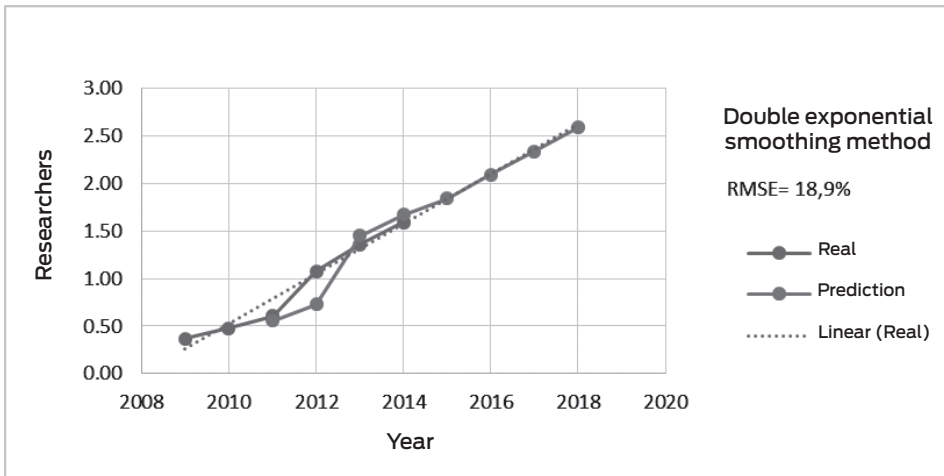
To know the probable fulfillment of the goal 9.5, the economic indicator that measures the investments in Activities of Science, Technology and Innovation (ACTI) with respect to the Gross Domestic Product (GDP) is taken into account in institutions like universities, governmental and non-governmental institutions. As shown in Figure 7, from 2009 to 2014 with the latest official data, the percentage of ACTI with respect to GDP represented an increase of 1.63% to 1.88% (SENESCYT-INEC, 2015). Moreover, the investment in these activities has been increasing and it is predicted that this indicator will maintain a growing trend.

Figure 7. Real and forecasted investment of ACTI with respect to GDP in Ecuador



To predict the future of goal 9.5, the number of researchers per 1000 members of the Economically Active Population (EAP) is used as an indicator – see Figure 8 –. As can be seen, this indicator has been growing until the last year when there was official data obtained from SENESCYT-INEC (2015). In Addition, it is predicted that the number of researchers (researchers with fourth level of academic training and doctoral fellows) will grow in 2018 to an estimated 2.5 researchers per 1,000 members of the EAP.

Figure 8. Number of researchers per 1,000 members of the EAP

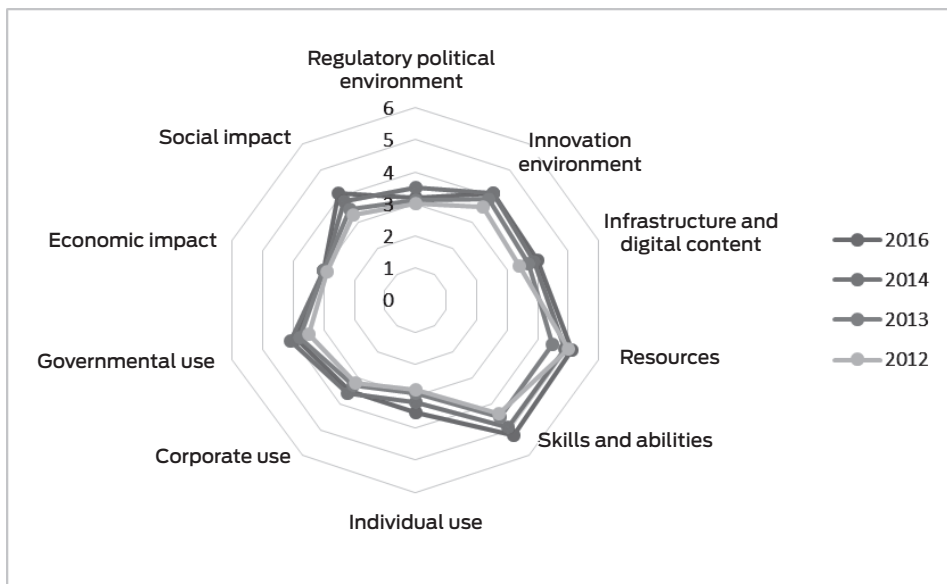


To predict the state of goal 9.b, it can be said that there are efforts in Ecuador presented in public policy such as the “Ingenious Code” (National Assembly of Ecuador, 2016), which promotes the development of the Information Society and the Knowledge as a main principle for the increase of productivity in the factors of production and working activities. Another legal legislation enacted is the “Industrial Policy of Ecuador”, issued by the Ministry of Industry and Productivity (MIPRO, 2016), which details the policy guidelines to facilitate compliance with the role of the industry from the perspective to contribute to the impulse of innovation and entrepreneurship.

In order to know the compliance status of Goal 9.c, the Networked Readiness Index (NRI) indicator is used, which measures the preparation degree of a nation to participate in the benefits of ICT developments (Baller, Dutta, & Lanvin, 2016). This indicator is created annually by the World Economic Forum, from the analysis of 139 economies of the world and a set of 53 variables grouped into four sub-indexes and ten pillars, related to the political framework, Infrastructure, ICT use and ICT-related impact (Baller *et al.*, 2016).

Figure 9 shows the behavior of each pillar of the NRI according to Table 3, whose scale ranges from 0 to 7 (maximum value). The last four reports have been considered (Baller *et al.*, 2016; Bilbao-Osorio, Dutta & Lanvin, 2013, 2014; Dutta & Bilbao-Osorio, 2012). In the report of 2015, information of Ecuador is not present, since according to Dutta, Geiger, & Lavin (2015) the information was not available at the time of the edition of the report, reason for which the forecast calculation could not be made for 2020 of each of the ten pillars of this indicator.

Figure 9. NRI indicator pillar behavior for Ecuador



As shown in Figure 9, it is the skills, skills and resources that contribute to the growth of the indicator, while the pillars pertaining to infrastructure and digital content are lagging, and individual use and economic impact. The evolution of NRI for Ecuador in recent years has been as follows: In 2008 ranked 116 of 134 countries (Dutta & Mia, 2009), for 2016 was ranked 82 in 139 countries (Baller, Dutta, & Lanvin, 2016); it is, he went up 35 positions. In Addition, for the same year, it was found in ninth place above the average of the Latin American and Caribbean region (LAC).

4. Discussion and conclusions

Forecasting the indicators of the use of ICT and actions of R+D+i and comparing with the goals of SDG 4, 5, 8 and 9 has allowed to know the current situation and to observe the trend of the SI. There is a seasonal fluctuation from 2010 onwards, with a declining trend when examining public policy that encourages the use of ICT in the informative center; situation that could explain the reason for the slow progress of the literacy digital process in Ecuador. According to INEC (2017b), digital illiteracy is 10.5%, and it falls by approximately 1% each year, i.e., if the policies of access of the population to ICT are not improved, the partial fulfillment of objective 4 will require important public and private efforts to comply with it before 2030.

With regard to the use of ICT by gender, it is concluded that there is sustained growth in the use of the cell phone, computer and the Internet in men and women older than five years old. Moreover, it is observed that the digital gender gap is gradually being eliminated in terms of the use of ICT analyzed. To continue this growing trend, the generation of equal educational and employment opportunities could be strengthened, and could promote the empowerment of women in different economic activities.

By analyzing the use of the Internet, it is evident that it will increase more than the use of the computer and cell phone. This situation would ensure that the services offered by the network, such as communication, information search and education and work opportunities would continue to increase to 2021. To this end, the Government should promote policies that eliminate gender barriers to access to ICTS, as according to Oña *et al.* (2016), the use of these technologies has generated a deep gap in the educational, social, cultural and productive aspects at the local, regional and global levels.

Throughout this study, it has been shown that the production of statistical information of gender in Ecuador is still very little, so the Government, motivated by working on the indicators of the Agenda 2030, is executing the Plan of the Development Statistics for SDG (INEC, 2017a, 2018). This lack of statistical information is consistent with what was stated at the UN World Data Conference, in which it has been ratified that only 13% of the countries of the world have a specific budget for gender statistics, an assertion that agrees with what is stated at that conference by Courey (2018), who has expressed that women generally are not part of the official statistics, and, even more critically, that when they are present they are considered by numbers that represent them as more dependent and less productive people than they are.

Another worrying conclusion is that the use of Internet for education, learning and working activities has reduced since 2009, and a declining trend for 2021 is fore-

casted. Unfortunately, these results are reflected in the position of the country in the ranking of the human capital index, since according to the World Economic Forum (2017), Ecuador is in the position 76 of 130 countries, and although it is about the world average, it is just ahead of some countries in the LAC region. Consequently, the compliance of goals 8.2 and 8.3 is difficult.

With regard to innovation, an investment of about 2% of GDP in ACTI is forecasted for the year 2018 and there is a small growth trend. According to the ranking Global Innovation Index 2018, Ecuador barely reaches a score of 26.8 out of 100 in innovation, which places it in the place 97 of 126 economies in the world, five posts lower than in the year 2017 (Dutta, Lanvin, & Wunsch-Vincent, 2018). This unfortunate position is also evident in the LAC region, where it occupies the 14th place of 18 tabulated economies; this being one of the reasons why it becomes necessary and urgent to work on proposals to improve the innovation processes in the different areas of the economy.

At the end of the second decade, the Ecuadorian society will have to work with perseverance in the approach of policies and structural plans that broaden the ICT infrastructure and strengthen its use to develop digital skills in all citizens, as proposed by authors such as Moreno-Navarro *et al.* (2014) and documented the MINTEL (2018a) in his *Libro Blanco*. In addition, it is important to deep into lines of research related to the rest of SDG in which issues such as governance, influence and interests of political and economic actors are included, which according to O'Neil (2017), it is necessary to consider them to understand the complexity of achieving the goals that lead to sustainable development.

References

- Area, M., Gutiérrez, A., & Vidal, F. (2012). *Alfabetización digital y competencias informacionales*. Barcelona: Ariel. <http://doi.org/10.1109/mspec.2003.1159744>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación. *Registro Oficial del Ecuador*, 113. Recuperado a partir de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec075es.pdf>
- Baller, S., Dutta, S., & Lanvin, B. (2016). *The Global Information Technology Report 2016. Innovating in the Digital Economy*. Recuperado a partir de http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf
- Bilbao-Osorio, B., Dutta, S., & Lanvin, B. (2013). *The Global Information Technology Report 2013. Growth and Jobs in a Hyperconnected World*. Recuperado a partir de http://www3.weforum.org/docs/WEF_GITR_Report_2013.pdf
- Bilbao-Osorio, B., Dutta, S., & Lanvin, B. (2014). *The Global Information Technology Report 2014. Rewards and Risks of Big Data*. *World Economic Forum*. Recuperado a partir de <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2014/>
- CEPAL. (2016). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe. *Segunda Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la CEPAL*, 96. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chai, T., & Draxler, R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247-1250. <http://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Courey, E. (2018). Big data: "Sin igualdad de datos no puede haber igualdad de género". Recuperado 23 de octubre de 2018, a partir de https://elpais.com/elpais/2018/10/22/planeta_futuro/1540204547_680495.html

- Dutta, S., & Bilbao-Osorio, B. (2012). *The Global Information Technology Report 2012 Living in a Hyperconnected World*. World Economic Forum. Recuperado a partir de http://www3.weforum.org/docs/Global_IT_Report_2012.pdf
- Dutta, S., Geiger, T., & Lanvin, B. (2015). *The global information technology report: ICTs for Inclusive Growth*. World Economic Forum. Recuperado a partir de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_IT_Report_2015.pdf
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2018). *Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. Recuperado a partir de http://www.amazon.com/Global-Innovation-01-02-Express-Exec/dp/184112219X/ref=sr_1_40?s=books&ie=UTF8&qid=1375204263&sr=1-40&keywords=%22participative+design+%22
- Dutta, S., & Mia, I. (2009). *The Global Information Technology Report 2008 – 2009. Mobility in a Networked World*. World Economic Forum. Recuperado a partir de [https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2014-12/Global Information Technology Report 2008-2009 - Mobility in a Networked World.pdf](https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2014-12/Global%20Information%20Technology%20Report%202008-2009%20-%20Mobility%20in%20a%20Networked%20World.pdf)
- GeSI. (2016). *Enabling the Global Goals*. Recuperado a partir de <http://digitalaccessindex-sdg.gesi.org/>
- Guerrero, V. (2003). *Análisis estadístico de series de tiempo económicas* (2.a ed.). México D.F.: International Thomson Editores.
- INEC. (2013). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2013*. Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf
- INEC. (2017a). *Plan de Desarrollo Estadístico para el reporte de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Tomo I* (1.a ed.) (Vol. 1). Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/PLAN_DESARROLLO_ESTAD_para_el_reporte_TOMO_1.pdf
- INEC. (2017b). *Tecnologías de la información y la comunicación. ENEMDU-TIC 2017*. Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2017/Tics_2017_270718.pdf
- INEC. (2018). *Plan de desarrollo estadístico para el reporte de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible* (1.a ed., Vol. 2). Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Plan_Desarr_Estad_repot_indic_ODS-Tomo_II.pdf
- ITU. (2018). *ICTs for a Sustainable World #ICT4SDG*. Recuperado 14 de octubre de 2018, a partir de <https://www.itu.int/en/sustainable-world/Pages/default.aspx>
- Lakshmivarahan, S., Lewis, J. M., & Jabrzemski, R. (2017). *Forecast Error Correction using Dynamic Data Assimilation*. (Springer, Ed.) (1.a ed.). Oklahoma. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-39997-3>
- Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: (McGraw-Hill, Ed.) (15.a ed.).
- MINTEL. (2018a). *Libro blanco de la Sociedad de la Información y del Conocimiento*. Quito. Recuperado a partir de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/07/Libro-Blanco-de-la-Sociedad-del-Información-y-del-Conocimiento.pdf>
- MINTEL. (2018b). *Observatorio TIC*. Recuperado 18 de octubre de 2018, a partir de <https://observatoriotic.mintel.gob.ec/estadistica/>
- MIPRO. (2016). *Política Industrial del Ecuador 2016 - 2025* (Vol. 1). Quito. Recuperado a partir de <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/01/politicaIndustrialweb-16-dic-16-baja.pdf>
- Moreno-Navarro, J., Albuja, J., Alonso, J., Ibutés, J., Casas, C., & Urquiza, J. (2014). On the role of R & D in e-government in Ecuador. *Proceedings of the 2 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*, 21-28. <http://doi.org/10.1109/ICEDEG.2014.6819939>
- O'Neil, J. (2017). 'People, Planet, Profits' and Perception Politics: A Necessary Fourth (and Fifth) Bottom Line? Critiquing the Current Triple Bottom Line in the Australian Context. En *The Goals of Sustainable Development* (pp. 19-42). Callaghan: Springer. http://doi.org/10.1007/978-981-10-5047-3_2

- OECD. (2016). *Development Co-operation Report 2016. The Sustainable Development Goals as Business Opportunities*. Paris: OECD. <http://doi.org/10.1787/dcr-2016-en>
- Oña, X., Ibufés, J., & Pantoja, O. (2016). Digital divide associated with adoption of Information and Communication Technologies (ICTs) in Small and Medium Business (SMBs). En *9th annual International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 4768-4774). Seville, Spain. <http://doi.org/10.21125/iceri.2016.2124>
- Organización de las Naciones Unidas. (2012). *Río+20. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable*. Río de Janeiro. Recuperado a partir de <https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1-spanish.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos del Desarrollo del Milenio*. New York. Recuperado a partir de <http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015-spanish.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado a partir de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>
- Pintér, L., Kok, M., & Almassy, D. (2017). Measuring Progress in Achieving the Sustainable Development Goals. En N. Kanie & F. Biermann (Eds.), *Governing through Goals: Sustainable Development Goals as Governance Innovation* (1.a ed., pp. 99-132). Cambridge: MIT.
- Salvia, A., Filho, W., Brandli, L., & Griebeler, J. (2019). Assessing research trends related to sustainable development Goals: Local and global issues. *Journal of Cleaner Production*, 208, 841-849. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>
- SENECYT-INEC. (2015). *Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación*. Quito. Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia/Presentacion_de_principales_resultados_ACTI.pdf
- Shcherbakov, M., Brebels, A., Shcherbakova, Nataliya Tyukov, A., Janovsky, T., Kamaev, V., & Brebels, A. (2013). A Survey of Forecast Error Measures. *World Applied Sciences*, 24(4), 171-176. <http://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.24.itmies.80032>
- Software-Shop. (2017). *Software Shop - Risk Simulator*. Recuperado 18 de octubre de 2018, a partir de <https://www.software-shop.com/producto/risk-simulator>
- Tawil, S., Sachs-Israel, M., Le Thu, H., & Eck, M. (2016). *Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación 2030*. Recuperado a partir de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf%0Ahttp://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf%0Ahttp://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>
- United Nations. (2015). *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. General Assembly 70 session, 16301(October)*, 1-35. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Webster, A. (2001). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Bogotá: (McGRAW-HILL, Ed.) (3.a ed.).
- Whetten, D. (1989). What Constitutes Theoretical Contribution? *The Academy of Management Review*, 14(4), 490-495.
- World Economic Forum. (2017). *The Global Human Capital Report 2017 Preparing people for the future of work*. Recuperado a partir de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Human_Capital_Report_2017.pdf
- Ziemba, E. (2017). The Contribution of ICT Adoption to the Sustainable Information Society. *Journal of Computer Information Systems*, 00(00), 1-11. <http://doi.org/10.1080/08874417.2017.1312635>

Título	Contribution of the Human Dimension in Management of Medium Enterprises of the Commercial Area of Quito
Autores	J. Ibujés-Villacís ¹ , J. García Aguilar ²
Referencia	ICERI2018 Proceedings. Pages: 8471-8479. Publication year: 2018. ISBN: 978-84-09-05948-5. ISSN: 2340-1095. doi: 10.21125/iceri.2018.0544
Conferencia	11th annual International Conference of Education, Research and Innovation- ICERI-2018
Afiliación	¹ Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) ² Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Ecuador)
Lugar de publicación	Sevilla, España
Fecha de publicación	Noviembre de 2018
Indexación	Web of Science, Crossref
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís & García Aguilar, 2018)	Ibujés-Villacís, J., & García Aguilar, J. (2018). Contribution of the Human Dimension in Management of Medium Enterprises of the Commercial Area of Quito. ICERI2018 Proceedings, 1, 8471–8479. https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0544

CONTRIBUTION OF THE HUMAN DIMENSION IN MANAGEMENT OF MEDIUM ENTERPRISES OF THE COMMERCIAL AREA OF QUITO

J. Ibujés-Villacís¹, J. García Aguilar²

¹*Escuela Politécnica Nacional (ECUADOR)*

²*Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (ECUADOR)*

Abstract

Medium-sized companies play a very important role in the development of the economy of a country or region, mainly because of its impact on the generation of jobs and its contribution to economic growth, which is generally measured by its contribution to the Gross Domestic Product. The objective of this work is to determine the contribution of the human dimension in the management of medium-sized enterprises (MEs) in the commercial area of Quito, Ecuador. The methodology applied in this work consisted of a documentary literature review and a cross-sectional empirical study of the MEs of the commercial sector that operates in the capital of Ecuador. The theoretical review focused on conceptualizing the structure of organizations as a set of dimensions distributed in the organizational space and particularly in the contribution of the human dimension in knowledge management. In addition, the relationship between organizational culture and knowledge management to generate innovation processes in companies was analyzed. In the empirical study was determined the added value that the MEs give to the use of Information and Communication Technologies (ICT) in business management. In addition, the degree of interest that MEs have in the training of their workers in the management of ICT and the budget they dedicate to these activities was established. As important results of the study, it was obtained that, for the MEs of the commercial sector, 66% of companies recognize that the use of ICT serves to take advantage of new business opportunities and improve communication in the company with its customers and suppliers. These companies invest 27% of their training budget in occasionally instructing their employees in ICT management. As conclusions of this work, it is evident that it is important to strengthen the contribution of the individuals of the MEs based on their knowledge and professional capacities, in the perspective of forming intelligent business organizations that allow strengthening competitive advantages to generate processes of technological innovation.

Keywords: organizational space, organizational culture, human dimension, innovation, medium-sized enterprises, information and communication technologies.

1 INTRODUCTION

Companies in Ecuador, as in many Latin American countries, due to the very similar political, social and economic conditions, face the challenge of reaching higher levels of competitiveness day by day. Their objective is to generate better opportunities and conditions of survival of their products in local and international markets; this challenge requires robust business organizations in its internal structure, with dynamic management capacity and articulating all their components.

Analyzing inside the organization as a dynamic system it is important to identify how each of the components of the organization are interacting. When talking about the internal components of organizations, [1] mentions that organizational space is multidimensional, where the dimensions that make it up are the material or physical, human or people, technology or processes, politics or power, and the symbolic or cultural, as seen in Fig. 1. These dimensions focus on the management of organizations from a different facet that allows organizational analysis from the synergistic capacity of all its components.

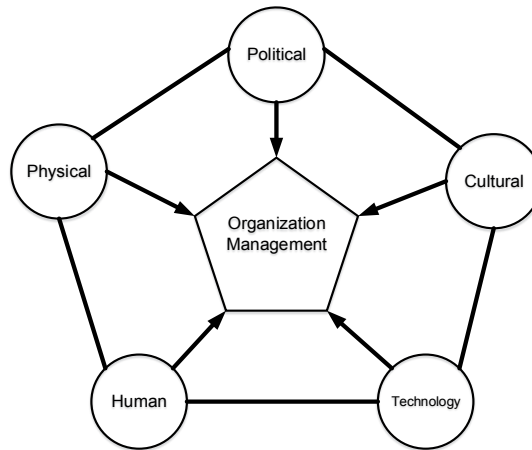


Figure 1: Organizational space dimensions.
Source: Adapted from [1].

Among the dimensions, the human dimension is a fundamental component of the management of organizations; this consists of a set of qualitative and quantitative factors and variables that allows to interact with the rest of the dimensions of the organizational space. Below are some theoretical elements that expand the concept of the human dimension in the management of organizations from their contribution to knowledge management, and also indicate the results of an empirical study that shows the importance that some variables of the human dimension have in the management of medium-sized enterprises (MEs) of the commercial sector of the city of Quito, Ecuador.

2 THE HUMAN DIMENSION IN KNOWLEDGE MANAGEMENT

According to [2] in the era of knowledge, organizations need to create and maintain conducive environments for learning. A requirement for this is the active and continuous participation of workers, having physical spaces, systems and means of communication, as well as the willingness of managers to manage leadership styles and teamwork. These elements would make it possible to continuously acquire new knowledge and skills by the staff with information coming from within and from the organization's environment.

The management of the human dimension is one of the most important components of knowledge management (KM) of an organization, which is related to the ability of organizations to manage the individual knowledge of workers and the contribution to the collective management in the organization. For [3], the KM comprises a set of different and related processes that share processes related to their creation, storage, recovery, transfer and implementation in organizations.

Some variables associated with KM and related to the human dimension are: a) education and professional training of individuals, b) ability to manage new technologies and c) predisposition to methodological change. The incidence of these variables in the KM of the organizations is analyzed below.

First of all, formal education and professional training of the members of the organization are fundamental components to develop capacities that contribute to the effectiveness, efficiency and productivity of organizations. According to [4], an adequate management of the information of the individuals of the organizations allows access to the informative resources that exist in it, favoring the participation with efficiency in the processes and projects, including in them the organizational learning. Consequently, information is the first fundamental input of the KM.

Secondly, since the KM demands to work with new technologies, it would be desirable to work with personnel with formal education or professionally trained to work with IT tools and internal and external information systems to the organizations. This working condition would substantially improve the contribution of workers in the production processes, since by having capacities for the management of new technologies, particularly Information and Communication Technologies (ICT); it could manage information, knowledge and skills to implement KM in organizations.

For [5] technology management is an important factor in the process of knowledge transfer, but it is not the only solution. Knowledge must be managed in such a way that profitability and profit for the

company are quantifiable and visible. In such a way, that strategic knowledge management is required. The organizations must direct their efforts, in order to achieve to establish suitable conditions, so that the spontaneous collaboration takes place, between the professionals of the knowledge. This demands actions leading to the creation of intelligent strategies that involve moving away from a messianic idea of following a natural leader with individual impositions and involving the entire company.

Third, there is the importance that there is a positive predisposition to change the work methodology of the individuals of an organization. According to [6], this attitude turns out to be an important component of flexibility and fear of risk, particularly when undertaking KM activities such as technical reports, patent databases, conferences, scientific publications and reverse engineering, among others.

According to [7], it is required that the personnel of the organizations from the most operational levels to managers have a good predisposition to technological change and the development of new work skills. He also proposes that it will be important that leadership styles, whether focused on tasks or relationships, promote an organizational culture based on KM from the management space. The adoption of new technologies, particularly in the workplace, are associated with the concept of social inertia; that is, individuals may have a predisposition or aversion to technological change and consequently curb processes of innovation in organizations.

Additionally, the management of the human dimension associates some processes such as strategic direction, recruitment and selection, personnel development, culture and organizational climate, health and safety [8]. Particularly this work has focused on the process of personnel development that is directly related to the training of workers as a need for continuous improvement and also, with the importance that the CG has in the competitiveness of companies through the application of research, development and innovation at all levels of the organization.

3 ORGANIZATIONAL CULTURE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT

At the beginning of the 80s the term organizational culture (OC) was incorporated into the academic field with the studies carried out by Pettigrew, the same one that in 1979 published a work in which he proposed the definition of culture related to uses, customs and traditions of nations [9]. Years later, [10] defined culture as a model of basic presumptions, invented, discovered or developed by a group when facing its problems of external adaptation and internal integration, which have exerted enough influence and which can be taught to new members of the organization.

In Schein's studies, culture can be analyzed according to the degree of accessibility that some elements have for the observer, differentiating between artefacts, associated values and basic assumptions. These theoretical contributions are shared in the study by [11]. For its part, [12] complements the definition submitting a semiotic concept of culture, proposing that culture are structures of significance that the human being has woven. Therefore, to analyze it, experimental science that seeks laws is not used, but rather interpretive science that pursues meanings. For the author, the objective is to understand the meaning of things and above all the behavior of human beings in a non-superficial and rather profound way.

For [13] culture is collective mental programming that allows differentiating the members of a group or category of individuals from others. These authors developed a five-dimensional model and demonstrated that there are regional and national cultural groupings that influence the behavior of organizations and society.

When referring to the organizational culture (OC), [14] defines it as a set of social, material and immaterial practices that differentiate an organization. It also proposes that the CO becomes a way of life and establishes different ways of relationship between the members of each company. Other authors such as [15], complement the definition of OC proposing that it is a system of meanings and ideas that are common for the members of an organization and that explain their behavior in their internal structure and outside it in their environment.

For many years the topic of OC has been developed from the field of social sciences, however its application in the KM of organizations is recent, enough time to raise that there are key factors of success in knowledge management that are directly related to the organizational culture. According to [16] requires organizations to have a favorable culture compatible with KM to ensure the success of projects. These authors identify three components in this culture: a positive orientation towards

knowledge, the absence of factors of inhibition of knowledge in culture and that the type of knowledge management project coincides with culture.

On the contrary, the absence of an adequate culture for KM will lead the organization to errors in management, for example, to consider the word knowledge as a taboo and, therefore, any reference to actions related to "knowledge" will be may confuse using euphemisms such as best practices, comparative studies, etc. In essence, the KM process is carried out through the transformation of organizational knowledge into another type of knowledge [17].

Consequently, in order to implement knowledge-oriented management processes, companies must identify the critical factors of their OC. According to [18], among the factors to be promoted are quality, structure by processes, teamwork, management autonomy, long-term business vision, transformational leadership, continuous improvement plans, constant learning, orientation towards client, reward system, organizational culture and people-based. Understanding your OC will allow introducing new philosophies aimed at increasing productivity, innovation and competitiveness, and moving to a knowledge culture.

When relating KM and culture, it is found that KM aims to generate, store and apply knowledge, which creates value for the organization and contributes to its culture. However, some individual tacit conditions within the company, such as experiences, ideas, forecasts and practices, are difficult to formulate and transmit even to company managers.

According to [19] managers are unaware of the effects produced on productivity, competitiveness and innovation, variables such as climate, culture and organizational communication, so it is necessary to create KM as a strategy, in order to achieve a technological development that sustains innovation processes and allows sustainable growth, strengthening training in information systems, generation of new skills and knowledge management. According to [20], this strategy must be oriented, be competitive and have a system of evaluation of results around of the effectiveness and efficiency.

4 METHODOLOGY

This study was applied to the MEs of the commercial sector of the city of Quito, belonging to the classifier G of the ISIC, which correspond to wholesale and retail trade, and which are registered by the *Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros of Ecuador* [21]. As of May 2017, 489 active MEs were registered in the G classifier in Quito, information that served to define the study population.

This research has a quantitative, non-experimental and transversal approach. It uses as a data collection technique a survey that was applied to the MEs under study and that have a minimum of five years of operation. We measured a set of indicators related to the training of employees in the use of ICT, the importance that employees give to these technologies and how their impact on production processes, the fraction of time that employees give to computers as a fundamental element of ICT during working hours and the permanence of employees in companies.

The size of the sample is the portion of the population that is chosen, on which the data necessary for the development of the research is acquired [22]. For the calculation of the sample size, a proportional sampling was used for a finite population, this because there was the same probability that medium-sized companies comply or not with the characteristics to be investigated. The sample size was determined with equation 1 [23], [24].

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad \text{Eq. 1}$$

Where:

n = sample size, N = population size, E = sampling error, Z = confidence level, p = probability of success and q = probability of failure

The parameters for the calculation of the sample are the following: N = 489, E = 10.1%, Z = (1.65), p = (0.5) and q = (0.5). These values were applied in equation 1 to find the size of the sample for the MEs of the commercial sector of the city of Quito, as detailed below.

$$n = \frac{(1,65)^2 * (489) * (0,5) * (0,5)}{(0,101)^2 * (489 - 1) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)}$$

$n = 59$

Consequently, for a population of 489 MEs, with a confidence level of 90% and error of 10.1% it is necessary to survey 59 companies, all of them belonging to the classifier code G.

The tool chosen for data collection was a survey that was aimed at the directors or technology managers. To proceed with the elaboration of the questionnaire aiming to achieve the objective referring to the determination of the degree of use of ICTs by MEs, some indicators related to management of the human dimension were taken as reference, these indicators are proposed by the International Union of Telecommunications [25].

In order for the questionnaire to have the validity and reliability criteria necessary for its application, the content was validated through expert judgment through the individual aggregates method [26], [27]. In this process, expert teachers from the Faculty of Administrative Sciences of the National Polytechnic School of Quito participated.

The survey to determine the indicators met the ethical standards of research: informed consent, voluntary participation, confidentiality and no exposure to participants of the companies studied to physical or psychological risks. The survey was conducted on visits to each of the 59 MEs. Then, the quantitative analysis of the data collected from the survey was done by applying descriptive statistics, through Microsoft Excel software.

5 RESULTS

The variables associated with the human dimension in the management of the MEs in the commercial area of Quito have been expressed in indicators such as: frequency of training of employees, importance that companies give to the use of ICT, work time that employees dedicate ICT in their working hours and the impact of using these technologies in companies, in addition to determining amount of time of employee tenure in the studied companies.

Regarding the training of employees, a little less than 50% of MEs are interested in training topics related to ICT management, as shown in Fig. 2. This result shows the importance that companies give to the improvement and updating knowledge of its employees, which makes it difficult to develop a culture of knowledge management throughout the organization. Additionally, it was found that, on average, the MEs occupy 26.8% of their training budget for the training of their employees in the use of ICT.

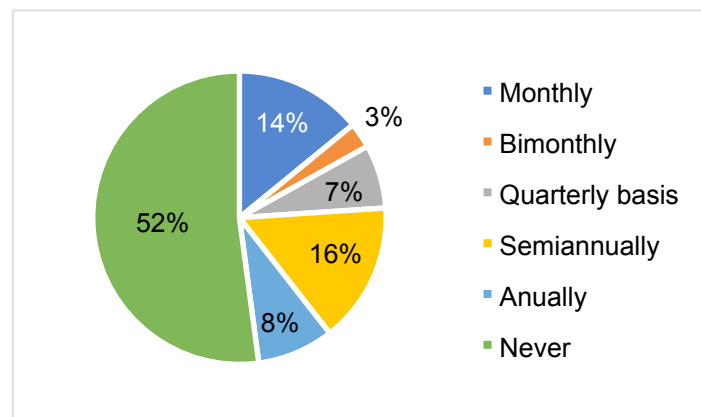


Figure 2. Frequency with the personnel in Information and Communication Technologies has been trained. Made by the authors.

Regarding the importance that the MEs give to the use of ICT, 65% consider it indispensable for their work, as shown in Fig. 3. It is also seen that companies that still do not consider it important for their workers to use are insignificant new technologies in production processes.

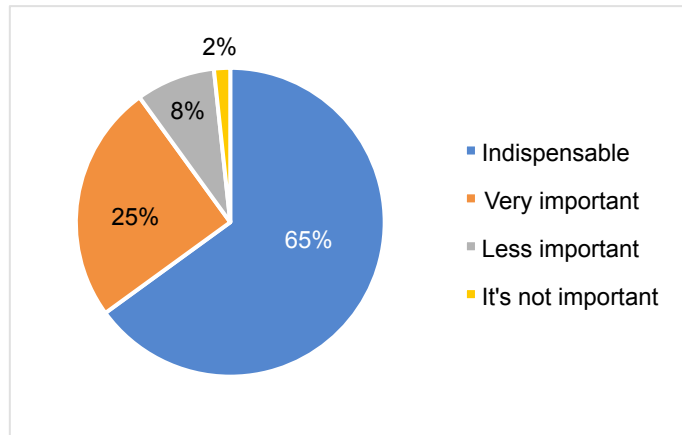


Figure 3. Importance of the use of ICT in MEs. Made by the authors.

When determining the average time that employees use computers in the daily workday, it was determined that 76.1% of MEs, the use of computers is almost throughout the workday, as shown in Fig. 4.

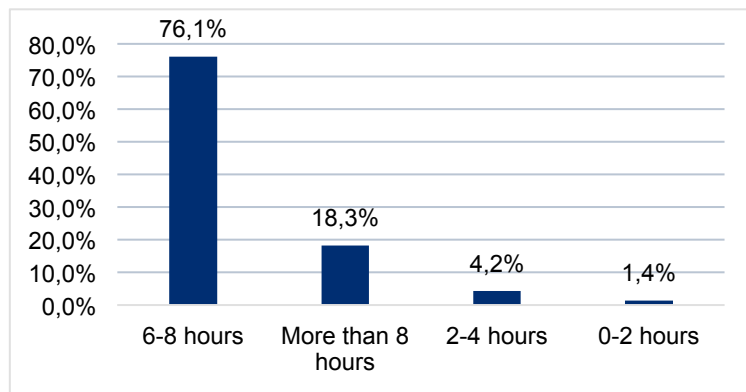


Figure 4. Time of use of computers during working hours. Made by the authors.

Another variable studied was the impact that the MEs perceive on the experience of using ICT in business management processes. The results are shown in Fig. 5, where it is observed that 66.2% of companies consider that new technologies have allowed them to take advantage of new business opportunities, at the other extreme, 4.2% of MEs perceive from their experience that ICTs have provided with no benefit.

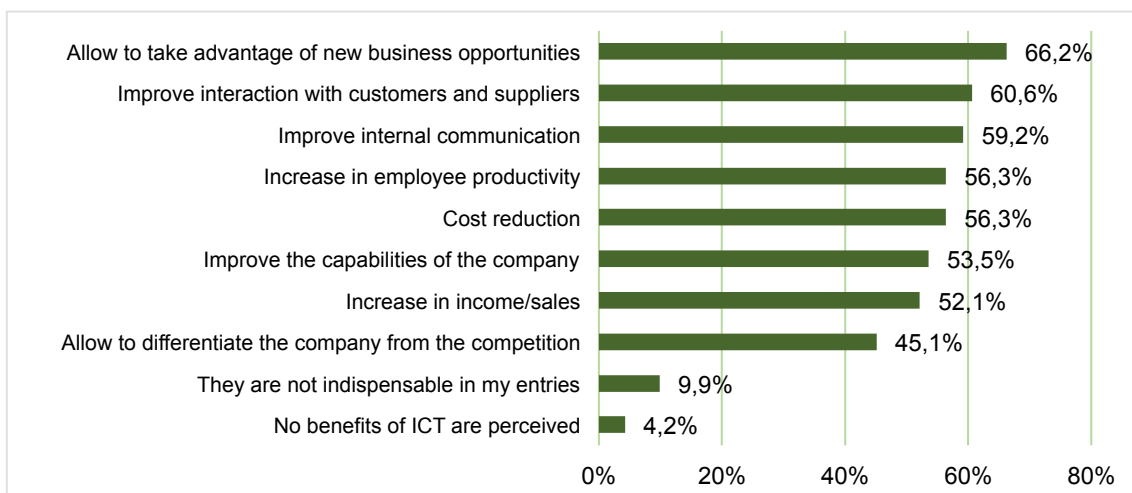


Figure 5. Perception of the impact of the use of ICT. Made by the authors.

Finally, in relation to the time of permanence of the employees in the companies, it was determined that 52.1% of the MEs have employees who work for more than five years and less than 10% do not reach six months. This information is shown in Table 1.

Table 1. Time of permanence of employees in the MEs.

Time	Percentage of Employees
Less than 6 months	9.9%
Between 6 months and a year	2.8%
Between 1 year and 3 years	18.3%
Between 3 years and 5 years	16.9%
More than 5 years	52.1%

Made by the authors.

6 DISCUSSION

As it has been evidenced in this study, one of the most important variables of the human dimension is the training that the companies give to the employees to strengthen their capacities, not only to make them more productive and thus improve the quality of the goods and services produced; but to involve them in processes where their capacities as human beings are valued and an organizational culture is generated, to form intelligent organizations.

Analyzing the results, it is observed that almost half of the MEs in the commercial sector are interested in training their employees in the management of new technologies. If we compare these results with those found in the research of small and medium enterprises (SMEs) in the manufacturing area, specifically the metal industry [28], it is observed that 21.8% of SMEs prefer to train their workers to have than hiring them with ICT training, due to the high cost of training courses [29]. That is to say, it is necessary to strengthen in the business sector processes related to the update of knowledge of employees in order to ensure efficiency and effectiveness in production processes, and that arouse possibilities for innovation in the industry.

An important component of the knowledge of employees is the incorporation of ICT in everyday work activities and the importance that employees give to the use of ICT. From the results it is determined that 98.3% of MEs considers them important for their work; while, for SMEs in the metal industry, it represents 87% [29]. If the percentages are compared, it is confirmed that there is a coincidence between these two business areas in the importance of the use of new technologies in their productive processes, a situation that is very favorable in the perspective of driving QA processes and innovation.

A sample of the importance of the use of ICT is the measurement of the time of use of these technologies in the daily work day, which as observed in the results, 94.4% of companies use them more than six hours. This reality shows that many of the productive processes in the MEs have as a fundamental tool the computer and computer applications, which with appropriate strategies the industrial sector could increasingly involve technological tools in their production processes.

Among the variables to be considered in the management of the human dimension is related to the permanence of employees in companies, this variable could be important to the extent that it would consolidate work teams with highly developed capabilities, not only to carry out productive and efficient productive processes, but to decisively influence in undertaking innovations in the internal processes of the companies and in the creation of new goods and services.

7 CONCLUSIONS

The human dimension as a component of the management of organizations has a set of variables that allow it to interact with the organizational space. In this paper, we have analyzed the contribution of variables such as training in technology management, the importance that companies give to management and the impact that employees perceive on the use of new technologies such as ICT.

As a result of this study, it was determined that 98.3% of SMEs in the commercial area of Quito recognize the importance of the use of new technologies in business management, however, of this recognition, only about half of these companies are interested in training to your staff in the use of

these technologies. This interest is mainly reflected in providing employees with two trainings per year; the reasons for this behavior remain to be determined in future studies.

The importance of the use of ICTs is also determined by the majority of computers used by the employees of the MEs, which shows that there is a consonance between the importance and use of one of the most widespread components of ICT at the international level. Of the business management, this is to the computers, since they are essential resources in the productive processes of the companies.

Another factor related to the performance of workers in business organizations is the evidence found about the perception of the support of technology in their daily activities. According to the results of the study, 59.2% of MEs have improved the internal communication of employees and 56.3% have increased their productivity.

Finally, it turns out that the human dimension is one of the critical components of the organizational nervous system, since it is the human being who gives added value to goods and services in a diverse and complex space such as the organization, where communication, climate, culture and knowledge management are factors that affect processes such as business innovation to improve productivity and competitiveness of companies.

REFERENCES

- [1] P. Martins, "Material," in *Brasil Holandes: historia, Memoria e Patrimonio Compartilhado*, Sao Paulo, 2012, pp. 327–342.
- [2] M. del R. Gómez, "Modelo estratégico de aprendizaje organizacional para impulsar la competitividad municipal.," *Pensam. Gestión.*, no. 40, pp. 1–30, 2016.
- [3] M. Alavi and D. E. Leidner, "Knowledge Management and Knowledge Systems : Conceptual Foundations and Research Issue," *MIS Q.*, vol. 25, no. 1, pp. 107–136, 2001.
- [4] Y. Rodriguez Cruz and E. Galán Domínguez, "La inteligencia organizacional: necesario enfoque de gestión de información y del conocimiento," *Ciência da Informação*, vol. 36, no. 3, pp. 51–58, 2007.
- [5] G. Tarazona, J. Silva, and V. Medina, "Generación de Valor en la Gestión del Conocimiento," *Seventh LACCEI Lat. Am. Caribb. Conf. Eng. Technol. "Energy Technol. Am. Educ. Innov. Technol. Pract.*, pp. 1–9, 2009.
- [6] S. Robbins and T. Judge, *Comportamiento organizacional*, 15th ed. 2013.
- [7] P. Gottschalk, *Case Studies in Knowledge Management*, vol. 4, no. 1. 2006.
- [8] M. Iglesias-Navas, K. Rosero, and J. Castañeda, "La gestión del talento humano y su relación con la innovación en las pymes de la industria de alimentos en Barranquilla-Colombia," *Espacios*, vol. 39, no. 06, pp. 3–21, 2018.
- [9] P. B. Smith, "Nations, Cultures, and Individuals: New Perspectives and Old Dilemmas," *J. Cross. Cult. Psychol.*, vol. 35, no. 1, pp. 6–12, 2004.
- [10] E. H. Schein, "Organizational Culture and Leadership," *Leadership*, vol. 7, p. 437, 2004.
- [11] L. Pedraza-Álvarez, K. Obispo-Salazar, L. Vásquez-González, and L. Gómez-Gómez, "Cultura organizacional desde la teoría de Edgar Schein: Estudio fenomenológico," *Clío América*, vol. 9, no. 17, p. 17, 2015.
- [12] C. Geertz, *La interpretación de las culturas*. Barcelona, Spain, 2003.
- [13] G. Hofstede, G. Hofstede, and M. Minkov, *Cultures and Organizations*. 2010.
- [14] O. Anzola, *Una mirada de la cultura corporativa*. Bogotá, 2003.
- [15] S. P. Robbins and M. Coulter, *Management*, 13th ed. England, 2015.
- [16] T. H. Davenport, D. W. De Long, and M. C. Beers, "Building Successful Knowledge Management Projects," *Cent. Bus. Innov. - Work. Pap.*, no. January 1997, pp. 43–57, 1997.

- [17] C. Marulanda, M. López, and J. Castellanos, "La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia," *AD-minister*, no. 29, pp. 163–176, 2016.
- [18] D. Minsal and Y. Pérez, "Hacia una nueva cultura organizacional: la cultura del conocimiento," *Acimed*, vol. 16, no. 3, p. 14, 2007.
- [19] D. Quiroga, "Comunicación, clima y cultura organizacional para la gestión del conocimiento. Pymes metalmecánicas de Cali," *Univ. Empres.*, vol. 6, no. 13, pp. 9–36, 2007.
- [20] M. López, C. Marulanda, and G. Isaza, "Cultura organizacional y gestión del cambio y de conocimiento en organizaciones de Caldas," *Rev. Virtual Univ. Católica del Norte*, vol. 23, pp. 1–23, 2011.
- [21] SUPERCIAS, "SUPERCIAS. Ranking empresarial 2016," 2017. [Online]. Available: <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>. [Accessed: 15-May-2018].
- [22] R. Hernández, C. Fernández, and P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 6ta. ed. México, 2014.
- [23] L. Ott and M. Longnecker, *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis*, Seventh. Boston, 2016.
- [24] C. Pérez, *Técnicas de muestreo estadístico*, 1.a. Madrid, 2010.
- [25] Unión Internacional de Telecomunicaciones, "Indicadores clave sobre TIC," Ginebra, 2010.
- [26] Y. Corral, "Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos," *Ciencias la Educ.*, vol. 19, no. 33, pp. 228–247, 2009.
- [27] B. Gil-Gómez and D. Pascual-Ezama, "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido," *An. Psicol.*, vol. 28, no. 3, pp. 1011–1020, 2012.
- [28] INEC, "Clasificación nacional de actividades económicas," Quito, 2012.
- [29] J. Ibujés and L. Chasi, "ICT impact on the productivity of metal mechanical SMES in Quito the Capital of Ecuador," in *11th International Technology, Education and Development Conference*, 2017, no. March, pp. 5196–5203.

Título	State of the use of ICT in medium-sized enterprises of the commercial area of Quito
Autores	Juan Ibujés-Villacís ¹ , Rómulo Robayo-Martínez ²
Referencia	https://doi.org/10.33210/ca.v7i2.186 , p. 127-138. ISSN 1390-9592.
Revista	Cienciamerica
Afiliaciones	^{1,2} Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	Quito, Ecuador.
Fecha de publicación	Noviembre 2018
Indexación	Latindex 2.0, REDIB, Dialnet, Google Scholar, Crossref.
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís & Robayo, 2018)	Ibujés-Villacís, J., & Robayo, R. (2018). State of the use of ICT in medium-sized enterprises of the commercial area of Quito. <i>Cienciamerica</i> , 7(2), 127–138. https://doi.org/10.33210/ca.v7i2.186

STATE OF THE USE OF ICT IN MEDIUM-SIZED ENTERPRISES OF THE COMMERCIAL AREA OF QUITO

Estado del uso de las TIC en las medianas empresas del área comercial de Quito

Estado do uso de TIC em empresas de médio porte na área comercial de Quito

Juan Ibijés-Villacís¹  & Rómulo Robayo Martínez² 

¹ Faculty of Administrative Sciences. National Polytechnic School. Quito, Ecuador. Mail: juan.ibujes@epn.edu.ec

² Faculty of Administrative Sciences. National Polytechnic School. Quito, Ecuador. Mail: rdauidrm85@hotmail.com

Date Received: May 23, 2018

Date of acceptance: November 15, 2018

ABSTRACT

INTRODUCTION. The application of technology in business management has become a determining factor for businesses to be effective, efficient, innovative and competitive. **OBJECTIVE.** This study demonstrates the use of Information and Communication Technologies (ICT) in medium-sized enterprises (MEs) in the commercial sector of Quito that belong to the classifier G according to the International Standard Industrial Classification (ISIC). **METHOD.** Research is a non-experimental, transversal and descriptive scope design. A survey of 60 Enterprises registered a population of 722 in 2016. To analyze the state of the use of ICT, the indicators proposed by the Economic Commission for Latin America and the Caribbean through the Observatory for the Information Society in Latin America and the Caribbean (OISLAC) have been taken as reference. **RESULTS.** The results show that all medium-sized companies have access to the Internet, 90% have a presence on the web and 59% use ICT in their production processes. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** The MEs are making bold inroads into the use of ICTs to strengthen their business activities. In addition, these companies are expanding the local coverage of their businesses and their presence on the web will allow them to apply new alternatives of global interaction with customers and suppliers.

Keywords: ICT indicators, Medium enterprises, OISLAC, information and communication technologies.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. La aplicación de la tecnología en la gestión empresarial se ha convertido en un factor determinante para que las empresas sean eficaces, eficientes, innovadoras y competitivas. **OBJETIVO.** Este estudio evidencia el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las medianas empresas (Mes) del área comercial de Quito y que pertenecen al clasificador G según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU).

Ibijés-Villacís J., Robayo R. State of the use of ICT in medium-sized companies of the commercial sector of Quito

MÉTODO. La investigación tiene un diseño no experimental, transversal y con alcance descriptivo. Se realizó una encuesta a 60 empresas de una población de 722 registradas hasta el año 2016. Para analizar el estado del uso de las TIC, se ha tomado como referencia los indicadores propuestos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe a través del Observatorio para la Sociedad de la Información en Latinoamérica y Caribe (OSILAC). **RESULTADOS.** Los resultados muestran que todas las medianas empresas tienen acceso al Internet, 90% tiene presencia en la web y 59% utilizan las TIC en sus procesos productivos. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Las MEs están incursionando en forma decidida en el uso de las TIC para fortalecer sus actividades empresariales. Además, estas empresas están ampliando la cobertura local de sus negocios y su presencia en la web les permitirá aplicar alternativas nuevas de interacción global con clientes y proveedores.

Palabras clave: Indicadores TIC, medianas empresas, OSILAC, tecnologías de información y comunicación.

RESUMO

INTRODUÇÃO. A aplicação da tecnologia na gestão empresarial tornou-se um fator determinante para que as empresas sejam eficientes, inovadoras e competitivas. **OBJECTIVO.** Este estudo evidencia o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em empresas de médio porte do setor comercial de Quito e classifica o classificador G de acordo com a Classificação Industrial Internacional Uniforme (CIIU). **MÉTODO.** A pesquisa tem um desenho não experimental, transversal, com um escopo descritivo. Foi realizado um levantamento em 60 empresas de uma população de 722 cadastradas até 2016. Para analisar o estado de uso das TIC, os indicadores propostos pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe por meio do Observatório da Sociedade da Informação na América Latina e no Caribe (OSIALC). **RESULTADOS.** Os resultados mostram que todas as empresas têm acesso à Internet, 90% têm presença na web e 59% usam TIC em seus processos de produção. **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** Os MEs estão fazendo incursões ousadas no uso das TIC para fortalecer suas atividades comerciais. Além disso, essas empresas estão expandindo a cobertura local de seus negócios e sua presença na Web permitirá que eles apliquem novas alternativas de interação global com clientes e fornecedores.

Palavras-chave: Indicadores TIC, médias empresas, OSIALC, tecnologias de informação e comunicação.

INTRODUCTION

Since the late 80's, humanity driven by the development of the Internet, has had a set of social, cultural and economic changes, many of them largely determined by the development of Information and Communication Technologies (ICT), information society had arrived. ICT initiated the informational stage of globalization, understood as a way of social and especially economic development, which has been made possible through a profound technological innovation managed by ICT [1].

A form of disclosure of the extent of the state of information society in different areas has been the use of indicators, such as the Global Competitiveness Index (GCI).

This indicator measures the ability of a country to use its resources and institutions to be more productive. According to the GCI 2017-2018 report, Ecuador is in the position 97 of 147 economies around the world, below the average for Latin America and the Caribbean [2]. That is why strengthening regional and global competitiveness becomes a fundamental task from the perspective of the Ecuadorian industry. This requires boosting technological innovation processes, to transform today's businesses in smart business organizations [3], managing organizational knowledge by relying on one of the essential inputs for that changes: the ICT.

According to the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), ICT is the backbone of the digital economy and society. This source also states that these technologies have become a key driver of innovation, as they represent the majority (23%) of business expenditure on research and development in countries of the Organization [4], also states that 37% of all patent applications of its member countries are based on ICT. In 2015, ICT accounted for 4.5% of total value-added production in OECD countries, largely concentrated in services (80%). In late 2016, more than 70% of venture capital investments in the United States went to the ICT industry.

Referring to the subject matter of this investigation under Article 16 of the Regulations of the Organic Law of the national public procurement system, midsize enterprises (MEs) are the productive companies producing organizations with 50 to 159 workers, a sales value or annual gross income between one million one five million United States dollars (US \$) and a volume of seven hundred thousand assets between one and four million dollars [5]. These parameters vary for the Superintendence of Companies, Securities and Insurances of Ecuador (SUPERCIAS for its acronym in Spanish for *Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros*) as its reference for the MEs are between 50 to 199 have workers or income between US \$ 1'000.001,00 and US \$ 5'000.000,00 [6].

This study was executed to medium-sized companies in the commercial area of Quito. In addition, these companies belong to the economic sector G of the International Standard Industrial Classification (ISIC) and correspond to the activities of wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles [6].

Among the motivations to study the trade sector are those that reflect the importance of the Ecuadorian economy. So much so that, in the last survey on ICT conducted by the National Institute of Statistics and Census, 73.7% of Enterprises in the commercial sector invest in ICT, followed by industries such as mining, manufacturing and services. Additionally, in terms of amounts of investment, trade is the third sector that invests in ICT after others such as services and manufacturing [7].

To determine the status of use of ICT in MEs, in this research we worked with key indicators on ICT use in enterprises. These indicators have been proposed by the Observatory for the Information Society in Latin America and the Caribbean (OISLAC) [8]. The set of 12 evaluated indicators shown in table 1.

Table 1. ICT's indicators for businesses

Indicator	Description
B1	Enterprises using computers.
B2	Employees who regularly use (once a week) computers.
B3	Enterprises that use Internet.
B4	Employees who use the Internet regularly.
B5	Enterprises with web presence.
B6	Enterprises with Intranet.
B7	Businesses receiving orders over the Internet.
B8	Enterprises placing orders over the Internet.
	Enterprises using the Internet by type of access.
B9	<ul style="list-style-type: none"> • Narrowband. • Broadband (greater than 256 kbps) fixed. • Mobile bandwidth.
B10	Enterprises with Local Area Network (LAN)
B11	Enterprises with extranet
	Enterprises using the Internet by type of activity.
B12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sending or receiving an email. 2. Using Internet phone calls and video conferences. 3. Using instant messaging or discussion spaces. 4. Information of goods and services. 5. Information from government organizations. 6. Interaction with government organizations. 7. Electronic banking. 8. Access to other financial services. 9. Providing services to clients. 10. Selling products online. 11. Internal or external recruitment. 12. Staff training.

Source:[8]

Key. Indicator: OISLAC indicator. Description: meaning of the indicator.

METHOD

Scope of research and participants

This study focuses on medium-sized companies in the commercial area in Quito - Ecuador and the ones belonging to classifier G of the ISIC. This classifier is related to the companies dedicated to the trade of products. These companies are registered by

the SUPERCIAS [9]. As of May 2016, 722 MEs of classifier G were registered; this information was used to define the study population.

Design of the investigation

This research is quantitative, non-experimental and transversal. A survey is used as a data collection technique. This survey was applied to the active medium-sized companies belonging to the classifier G of the ISIC that have their residence in Quito and have at least five years of operation.

Population and Sample

The sample size is the portion of the population that is chosen, on which the necessary data is acquired for the development of research [10]. To calculate the sample size proportional to a finite population sampling was used, because it existed as likely as medium-sized enterprises comply or not with the characteristics to be investigated. The sample size was determined with equation 1 [11].

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad \text{Eq. 1}$$

Where:

n = sample size

N = population size

E = sampling error

Z = confidence level

p = probability of success

q = probability of failure

The parameters for the calculation of the sample are N = 722, E = 10.2%, Z = 1.65, p = 0.5 y q = 0.5. The calculation of sample size for medium-sized Enterprises in the commercial sector of Quito city is detailed below.

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$
$$n = \frac{(1,65)^2 * (722) * (0,5) * (0,5)}{(0,102)^2 * (722 - 1) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = 60$$

Consequently, for a population of 722 medium enterprises in the commercial sector of Quito, with a confidence level of 90% and 10.2% error it is necessary to survey 60 medium-sized enterprises, all belonging to the classifier code G.

Ethical standards of investigation

This research required the participation of directors or managers of technology enterprises of the medium-sized companies, who were informed about the objectives of this research and agreed to participate in the survey.

Instruments and Techniques for Data Collection

The tool chosen for the collection of data was a survey addressed to directors or managers of technology companies, which was carried out digitally through the platform surveys of the National Polytechnic School (NPS) or by personally visiting the respondents in their work places.

The survey consisted of a questionnaire; the objective was to obtain information to calculate the indicators of ICT use proposed by OISLAC. The questionnaire had a set of 32 questions with dichotomous options or multiple answers.

In order to guarantee that the questionnaire meets the criteria of validity and reliability required for its application, the validation of the content was carried out according to expert judgment through the method of individual aggregates [12], [13]. This process involved expert teachers of the Faculty of Administrative Sciences NPS.

Data analysis techniques

Quantitative analysis of data collected from the survey was made using descriptive statistics through the NPS computing platform, which uses computer application processing software LimeSurvey as open source survey [14].

Procedure

The survey complied with the ethical research standards: informed consent, voluntary participation, confidentiality and no exposure to participants of the companies studied to physical or psychological risks. The questionnaires were sent by email through the Directorate of Information Management and Processes NPS, from 6 January 2017 until 17 March of the same year. Monitoring via telephone and face was conducted. Table 2 shows the distribution of the questionnaire application shown.

Table 2. Application forms of questionnaires

Method of applying the questionnaire	Number of questionnaires
Email	38
Visit to each company	22

Key. Method of applying the questionnaire: type of data collection. Number of questionnaires: total of surveys.

RESULTS

For displaying, the results have ICT indicators divided into four categories, as this facilitates analyze together some indicators. These are computers, access and connectivity forms of Internet access and Internet applications in business. The results of access and use of computers shown in table 3.

Table 3. Indicators of access and use of computers

Indicator	Description of indicator	Value
B1	MEs using computers	100%
B2	Employees who regularly use computers	83%

Key. Indicator: OISLAC indicator. Description of indicator: meaning of the indicator.

The MEs access to diverse types of networks for communication and exchange of information, access and connectivity indicators are shown in figure 1.

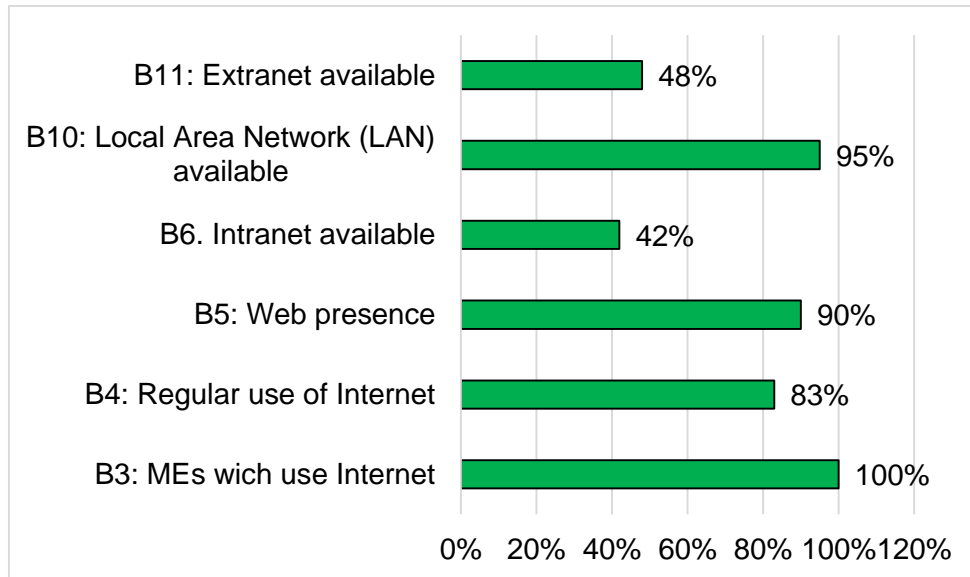


Figure 1. Access and connectivity indicators

Table 4 shows the results of the indicators in ways that have the MEs to access the Internet is shown.

Table 4. Indicators forms of Internet access

Indicator	Description of indicator	Value
B9.1	Internet access with narrowband	3%
B9.2	Fixed access broadband internet	85%
B9.3	Internet Access Mobile Broadband	23%

Key. Indicator: OISLAC indicator. Description of indicator: meaning of the indicator.
Value: percentage of the indicator.

The results of the indicators measuring the use of internet activity (B7, B8 and B12) are shown in figure 2.

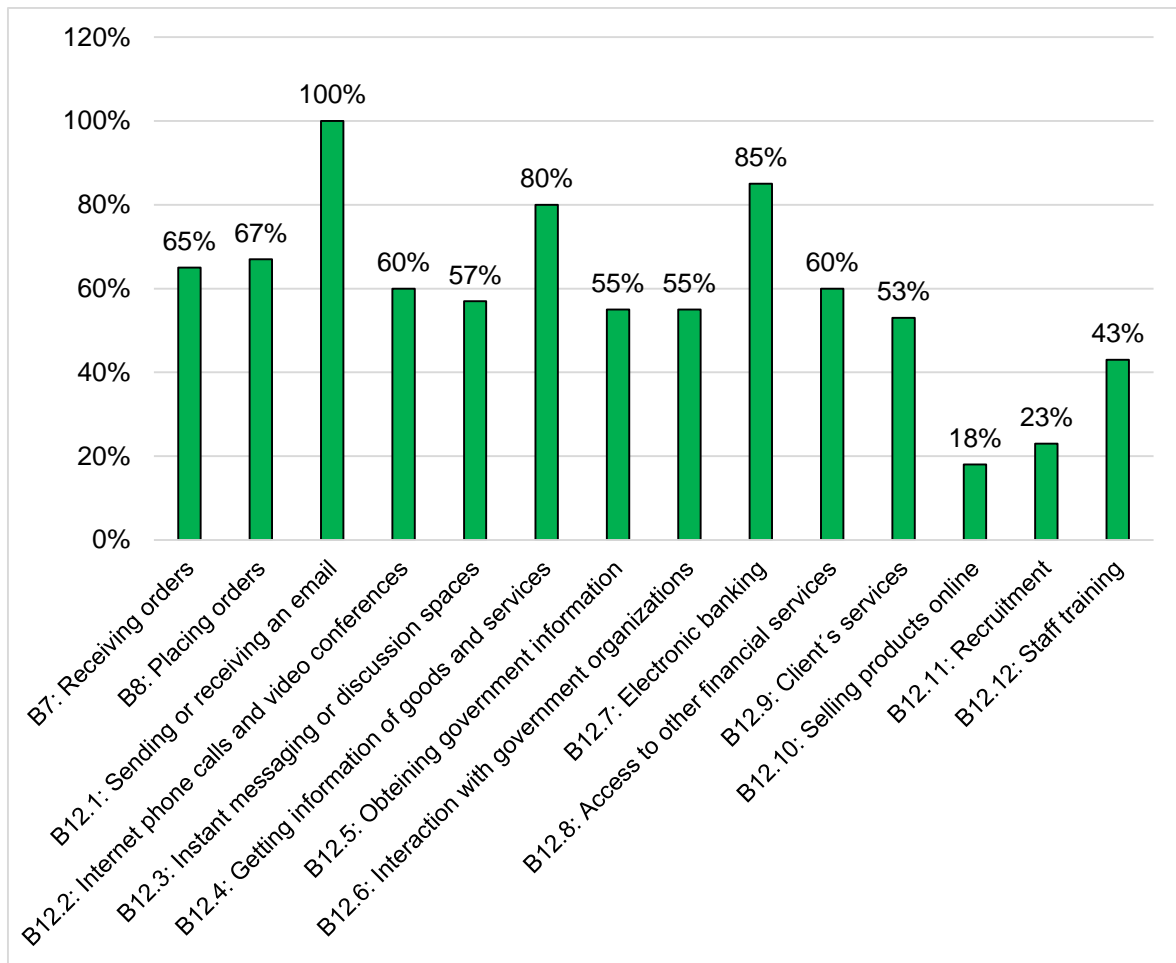


Figure 2. Internet usage indicators by activity

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

As evaluation findings to MEs for ISIC G, which is taken as reference indicators of access and use of ICT by MEs determined by OISLAC, we can make some clarifications.

As for access and use of computers, it is evident that all MEs use computers to production processes, which are commonly used by 83% of its employees.

On the other hand, in terms of access to communication networks or connectivity, all consulted MEs has access to the Internet, 95% have local area network, 42% have intranet and 48% have extranet. Further notes that 90% of MEs have a presence on the web, similar situation occurred in 2016 in the MEs of OECD countries [4]. This situation shows that the MEs are dabbling in digital communications to expand the physical coverage of their business, so, through its web presence are finding new ways to interact with customers and suppliers.

As for the form of access to the Internet. While all MEs use the Internet, 85% access through fixed broadband network, which shows that Enterprises are migrating to networks of more than 256 Kbit/s speed for their business; another important group (23%) is already moving into mobile communications. This situation is not far from countries with technological development, as compared with the average MEs of OECD countries, 95% have a broadband connection [4].

Regarding the use of the Internet in business activities, 59% of the MEs uses this resource daily. Activities are most commonly used email management (100%) and make banking transactions (85%). Whereas, the activities that are less used in recruitment (23%) and delivery of digital goods online (18%). These results show that the MEs use the Internet in most productive activities, although they have low confidence for use in the incorporation of workers and e-commerce.

It should be noted that among the most important limitations of the study were, on the one hand, develop a questionnaire whose answers faithfully reproduces the perception and objectivity of respondents, since computer terminology often used from multiple theoretical references. This situation was solved by asking questions accompanied by the definition of concepts. On the other hand, it was difficult to involve all respondents by email, which was solved with visits to Enterprises.

Once this work has been studied at MEs classifier G, the challenge in the future will continue to investigate the other classifiers MEs ISIC [15]. That way you can have a complete picture of the state of ICT in the MEs.

Finally, it is important to reflect on the role of ICT as a support for emerging technologies such as artificial intelligence, robotics, the Internet of Things, big data, 3D printing, synthetic biology, biosecurity, among others, involve several risks and uncertainties. These advances in science and technology would not only exacerbate inequalities in the production of goods and services worldwide, widening the technology gap, but also important ethical dilemmas that interfere with human dignity.

SOURCES OF FUNDING

This research was supported by funds from the authors.

DECLARATION OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of conflicts of interest.

CONTRIBUTION IN THE LINE ITEM RESEARCH

This research is focused to provide and strengthen the line of research of the Doctoral Program of Technological Management of the National Polytechnic School,

related to the organization and technological change that proposes to articulate a vision inter and transdisciplinary fields of management and technology [16].

STATEMENT OF EACH AUTHOR'S CONTRIBUTION

This research was a combined work of the authors from the research proposal until publication of the article.

THANKS

The Directorate of Information Management and Processes NPS and officials of the Enterprises surveyed.


REFERENCES

- [1] M. Castells, *La era de la información: economía, sociedad y cultura Volumen I La Sociedad Red*. 2000.
- [2] World Economic Forum, "The Global Competitiveness Report The Global Competitiveness Report," 2017.
- [3] E. Ortiz and N. Nagles, *Gestión de Tecnología e Innovación - Teoría, proceso y práctica*. 2013.
- [4] OECD, *OECD Digital Economy Outlook 2017*. 2017.
- [5] Asambleal Nacional, "Reglamento a la Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública," 2009.
- [6] SUPERCIAS, "SUPERCIAS. Ranking empresarial," 2018. [Online]. Available: <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>. [Accessed: 09-May-2018].
- [7] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, "Empresas y TIC," Quito, 2015.
- [8] Unión Internacional de Telecomunicaciones, "Indicadores clave sobre TIC," Ginebra, 2010.
- [9] SUPERCIAS, "Ranking empresarial 2017," 2016. [Online]. Available: <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>. [Accessed: 15-May-2018].
- [10] R. Hernández, C. Fernández, and P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 6ta. ed. México, 2014.
- [11] L. Ott and M. Longnecker, *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis*, Seventh. Boston, 2016.


- [12] Y. Corral, "Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos," *Ciencias la Educ.*, vol. 19, no. 33, pp. 228–247, 2009.
- [13] B. Gil-Gómez and D. Pascual-Ezama, "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido," *An. Psicol.*, vol. 28, no. 3, pp. 1011–1020, 2012.
- [14] LimeSurvey, "LimeSurvey - The Online Survey Tool," *Online*, 2009. [Online]. Available: <https://www.limesurvey.org/es/>. [Accessed: 20-May-2018].
- [15] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, "Clasificación nacional de actividades económicas," Quito, 2012.
- [16] EPN-FCA, "Programa de Doctorado en Gestión Tecnológica," *Escuela Politécnica Nacional*, 2017. [Online]. Available: <http://fca.epn.edu.ec/index.php/oferta-academica/doctorado>. [Accessed: 11-Jan-2018].

BIOGRAPHICAL NOTE



Juan Ibujés Villacís.  ORCID iD <https://orcid.org/0000-0001-8439-3048> Is a teacher researcher of the National Polytechnic School. He is an Electronics and Telecommunications Engineer. He has a master's degree in Business Management and is currently a doctoral student of Technological Management of the NPS. His line of research is the study of organizations as complex systems and the impact of technological changes in the processes of innovation.



Rómulo Robayo Martínez.  ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-9085-7328> Is Business Engineer graduated of the National Polytechnic School. Quito – Ecuador.



This work is subject to the 4.0 International Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

3.2 Resultados de la segunda fase de investigación

La segunda fase de investigación se enfocó en cumplir el segundo objetivo específico de la investigación, que consistió en “Determinar los factores de la gestión del conocimiento que se relacionan con las capacidades de innovación y el desempeño financiero en las organizaciones empresariales”.

En esta fase se analizó cómo la gestión del conocimiento puede aportar a los procesos de innovación en la industria ecuatoriana. El estudio se centró en la manera en que la tecnología y el conocimiento tecnológico han sido administrados por las organizaciones a través de la disciplina de la gestión del conocimiento. Se utilizó como metodología una revisión bibliográfica documental en libros, artículos y reportes de instituciones públicas y privadas. En una primera parte se hizo una revisión teórica de los conceptos de tecnología y conocimiento tecnológico entendidos como activos que requieren ser gestionados para la generación de la innovación en las organizaciones; en una segunda parte se investigó los conceptos fundamentales de la gestión del conocimiento tecnológico y su relación con la inteligencia competitiva; en una tercera etapa, sobre la base de fuentes secundarias, se realizó un análisis comparativo de los recursos económicos que en los últimos años se han destinado a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) entre América Latina y el Caribe (ALC) y el Ecuador; y, finalmente, se realizó un análisis que evidencia cómo los procesos de inteligencia competitiva, al ser parte de la gestión del conocimiento, logran dinamizar la innovación tecnológica.

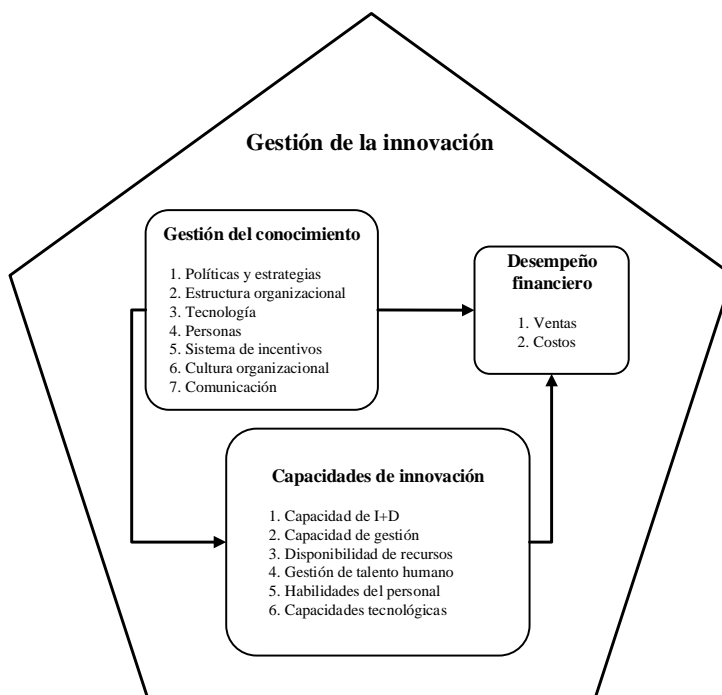
El aporte de esta parte de la investigación se describió en el artículo “Contribution of Knowledge Management to Technological Innovation in the Ecuadorian Industry”, presentado como ponencia en el 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation, en Sevilla, en noviembre de 2018. Los resultados evidencian que la tecnología y el conocimiento tácito y explícito, como componentes tangibles e intangibles, son elementos primordiales para la gestión del conocimiento en las organizaciones. Además, la GC ha fomentado la generación de procesos de innovación tecnológica en las organizaciones, donde se ha encontrado que la interfaz entre los recursos tecnológicos y la innovación es la inteligencia competitiva. Se constató que la innovación para las compañías ecuatorianas tiene algunos objetivos como: mejorar la calidad de productos, aumentar la variedad de productos, incrementar la participación de mercado y aumentar la capacidad de producción.

Estos acercamientos teóricos hacia los componentes de la gestión del conocimiento están respaldados por un conjunto de datos estadísticos relacionados con la inversión en I+D+i en Ecuador. Si bien se ha ido aclarando el panorama, en forma general, sobre los factores relevantes que muestran el estado de la gestión del conocimiento e innovación en la industria, se hizo necesario disponer de información específica sobre dichos factores, los cuales son abordados en el siguiente paso de la investigación.

La determinación y conceptualización de los factores determinantes que interactúan en forma sistémica en la gestión de la innovación se obtuvieron a partir de la revisión profunda de la literatura, lo que permitió acotar la gestión de la innovación en la empresa en tres categorías principales o constructos: la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero. En segundo lugar, se caracterizó a estas categorías y se identificaron sus subcategorías y propiedades tomando como objeto de estudio a las compañías de manufactura de Pichincha, Ecuador, tal como se muestra en la Figura 8. Esta caracterización se realizó mediante un estudio cualitativo que tomó como referencia la Teoría Fundamentada y utilizando técnicas de investigación como cuestionarios, entrevistas e indagación documental.

Figura 8

Integración y relación sistémica de los constructos de la gestión de la innovación



Se determinó que la categoría gestión del conocimiento se encuentra representada y explicada en orden de importancia por subcategorías como: las políticas y estrategias, estructura organizacional, tecnología, personas, sistemas de incentivos, cultura organizacional y comunicación. Por otro lado, la categoría capacidades de innovación está conformada y explicada por la capacidad de investigación y desarrollo, capacidad de gestión, disponibilidad de recursos, gestión de talento humano, habilidades del personal y capacidad tecnológica. Finalmente, la categoría desempeño financiero está constituida y explicada por las ventas y los costos. En forma complementaria, se precisaron las propiedades que pertenecen a cada una de las subcategorías.

Estos resultados se plasmaron en el artículo “Determinant factors of innovation management in the manufacturing industry of Pichincha, Ecuador”, publicado en la revista *Journal of Technology Management & Innovation*, indexada a Scopus (ISSN 0718-2724. Vol. 17, Issue 1 [2022]). De esta manera se logró alcanzar el segundo objetivo específico de la investigación.

La identificación y conceptualización de categorías, subcategorías y propiedades relacionadas con la propuesta de un modelo de gestión de la innovación complementan los resultados obtenidos en la primera fase de esta investigación. En la tercera fase de la investigación se

determinará en forma cuantitativa la relación entre los factores de la gestión de la innovación a través de probar un conjunto de hipótesis.

3.2.1 Ponencias y artículos de la segunda fase de investigación

En la Tabla 5 se muestran las publicaciones que se realizaron para cubrir el segundo objetivo específico de la investigación.

Tabla 5

Publicaciones relacionadas con el segundo objetivo específico

n.º	Publicación	Congreso / revista
5	Contribution of Knowledge Management to Technological Innovation in the Ecuadorian Industry.	11th annual International Conference of Education, Research and Innovation. Sevilla-España, noviembre 2018.
	https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0543	
6	Determinant factors of innovation management in the manufacturing industry of Pichincha, Ecuador.	<i>Journal of Technology Management & Innovation</i> , 17(1), 50-70. Retrieved from https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/3838
	https://doi.org/10.4067/S0718-27242022000100050	

Título	Contribution of Knowledge Management to Technological Innovation in the Ecuadorian Industry
Autores	J. Ibujés-Villacís, A. Franco Crespo
Referencia	ICERI2018 Proceedings. Pages: 8463-8470. ISBN: 978-84-09-05948-5. ISSN: 2340-1095. doi: 10.21125/iceri.2018.0543
Conferencia	11th annual International Conference of Education, Research and Innovation- ICERI-2018
Afiliación	Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	Sevilla, España
Fecha de publicación	Noviembre de 2018
Indexación	Web of Science, Crossref
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís & Franco-Crespo, 2018)	Ibujés-Villacís, J., & Franco-Crespo, A. (2018). Contribution of Knowledge Management To Technological Innovation in the Ecuadorian Industry. <i>ICERI2018 Proceedings, 1</i> , 8463–8470. https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0543

CONTRIBUTION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT TO TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE ECUADORIAN INDUSTRY

J. Ibujés-Villacís, A. Franco Crespo

Escuela Politécnica Nacional (ECUADOR)

Abstract

This study analyzes how technology and technological knowledge have been managed by organizations through knowledge management (KM) to promote technological innovation processes in business organizations, where an interface between technological resources and innovation has been the competitive intelligence, whose contribution in innovation is analyzed in this work. The objective of the study is to reflect on how KM can contribute to technological innovation in the Ecuadorian industry. The methodology applied in this work consisted of a documentary bibliographic analysis and was divided as follows. In the first part, a theoretical review was made of the concepts of technology and technological knowledge understood as assets that need to be managed for the generation of innovation in organizations. In a second part, the fundamental concepts of the management of technological knowledge and its relationship with competitive intelligence are investigated. In a third stage, a comparative analysis was carried out of the economic resources that in recent years has been devoted to research, development and innovation (R & D + i) between Latin America and The Caribbean (LAC) and Ecuador; and, finally, it was studied, how the processes of competitive intelligence stimulate technological innovation. The results show that technology and knowledge are tangible and intangible assets, both of them imperative for the management of organizations. In addition, the tools of competitive intelligence could contribute to the entrepreneurship of processes of technological innovation in the Ecuadorian industry. The difference in the number of investments between the countries of strong economies and LA was determined. Particularly in Ecuador, investments in innovation between 2009 and 2014 had an average annual growth of 13.4% and reached 2% of non-oil GDP in the last year of that period. At the end of this work, some challenges are posed that must be taken into account in the future to generate innovation in the industry, considering the participation of different parts of the Ecuadorian society.

Keywords: knowledge management, innovation, competitive intelligence, Ecuadorian industry, technology.

1 INTRODUCTION

According to the Innovation Index 2018 global ranking, Ecuador barely reaches a score of 26.8 out of 100 in innovation, which places it in 97th out of 126 economies in the world, five places lower than in 2017 [1]. This unfortunate position is also evident in the Latin American and Caribbean (LAC) region, where it ranks 14th out of 18 tabulated economies. This is one of the reasons why it is necessary and urgent to work on proposals to improve innovation processes in the industrial sector.

As mentioned in this ranking, although our Infrastructure of Information and Communication Technologies (ICT) reaches a score of 52.3 out of 100, still the activities directly related to the innovation processes of products and services such as: creation, impact and dissemination of knowledge barely reach 14.4 points out of 100.

This paper analyzes the state of knowledge management (KM) in the Ecuadorian industry and the challenges that currently arise in organizational structures and their environment to develop innovations through the implementation of Competitive Intelligence (CI) processes. Hence the need to study in depth the creation, implementation and transfer of knowledge and the methodologies and tools that make possible the functioning of the KM ecosystem. For [2], the emergence of new theories on the management of technological and non-technological resources and capabilities, plus the contribution of the intensive use of ICT among other factors have allowed the development of methodologies such as competitive intelligence (CI), whose practices allow organizations to promote processes of technological innovation.

For authors such as [3], the CI is considered as a knowledge and innovation management tool, representing the integral, ethical and legal process of generation and treatment of ideas applicable to the development of new products, services or processes, or in the improvement of existing ones. In

such virtue, the CI must be taken into account in the KM ecosystem and the technological management of public and private organizations that intend to develop innovation processes; understanding that the coverage of innovation not only affects goods and services, but is part of the essence of organizations to stay and adapt to new challenges in their environment.

2 METHODOLOGY

The achievements of the research so far are the result of a documentary literature review in books, articles, reports from public and private institutions, a process that is within the first stage of an investigation [4]. In the first part, the concepts related to technology and technological knowledge have been analyzed; in the second part, the contribution of competitive intelligence (CI) in knowledge management is analyzed; in a third part and as part of the findings, the investment that public and private institutions have made in research, development and innovation activities (R + D + i) is evident. Finally, in a quarter, the contribution of the CI in the industry and the challenges presented to the business organizations that set their goals in the development of technological innovation processes are evaluated.

3 RESULTS

3.1 Technology and technological knowledge

It is important to note briefly the similarity and difference between management and administration. For many authors are equivalent definitions, however for others this semantic disjunctive has different concepts and has varied depending on time and context. On the one hand, management is a process that involves creativity, leadership, risk and concern for future performance; and on the other hand, the administration means following a set of rules, processes and procedures agreed in advance in the organization and [5], [6].

One of the approaches of KM states that knowledge is a valuable resource for all organizations, and above all, it is the source from which competitive advantages are generated to generate innovation [7], [8]. Therefore, it is important to describe knowledge as a valuable asset, since it not only makes its management relevant in order to become a differentiating element, but also an adequate management of knowledge becomes a competitive advantage for the organization.

The need for knowledge management was raised at the beginning of the nineties, based on the evolution of several researches that emphasized the importance of intangible assets over tangible assets, considering knowledge within the former. In this regard [9] points out that when markets are prudently efficient, and that competitive advantages are not the result of asymmetric information in these markets, the capacity to increase revenue for companies will originate within the organization itself and fundamentally through the management or intelligent administration of knowledge.

For [10] KM comprises a set of different and related processes that share processes related to their creation, storage, recovery, transfer and implementation in organizations; In other words, this type of management is a dynamic organizational phenomenon that improves continuously. Other authors such as [11] contribute to the concept of KM, defining it as a value chain, as shown in Fig. 1, in which, strategic management is the key point to achieve the goals and objectives of the organization.

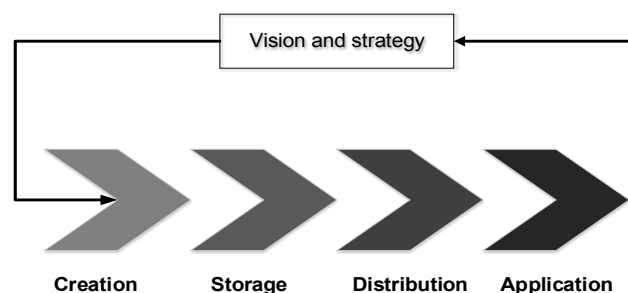


Figure 1. Value chain of Knowledge Management.
Source: Adapted from [11].

Feeding the value chain of the KM are the external sources of knowledge, one of them is the cooperation between organizations, to form alliances between companies and academic and scientific institutions. These agreements can be strengthened when alliances are established at a global level in order to increase and diversify knowledge resources for the use of partner organizations [12]. For these authors, there are a number of sources to obtain information and knowledge, as examples are the following:

- Technical reports;
- Patent databases;
- Conferences;
- Scientific Publications;
- Retro engineering or reverse engineering;
- Internet as a means of communication and access to knowledge among customers, suppliers and collaborators.

In addition, KM can be analyzed temporarily, according to [13], the historical evolution of the KM has already passed through three generations. At first when the information was stored in physical files that were consulted manually. A second moment, when the information was made digital and was stored locally on bases, and finally there is a third moment, which corresponds to the current one, where information is part of information systems stored in the cloud and accessed through Information and Communication Technologies (ICT).

For [14] terms such as information and knowledge are used in the organizational environment in a similar way, however, unlike information that have qualitative or quantitative objectivity. Knowledge also has a subjective component; that is, people generate knowledge when they enrich information with their culture, worldview, experience, etc., since they are able to draw conclusions about political, social and economic phenomena from the information they obtain from the organization and its environment.

Therefore, knowledge is a capacity that needs to be managed and demands the use of methodologies and practices that allow the organization to carry out innovation. One of them is competitive intelligence (CI), which has two main facets: on the one hand the use of legally and ethically identified sources, located and accessed (not necessarily published) to obtain data on competition, environmental conditions, trends and scenarios. On the other hand, the transformation by analysis of these data into usable information that can support decision making [15].

Other authors such as [16] contribute to the definition of CI, mentioning that it is an aesthetic and systematic process of collecting information, analysis and dissemination relevant to organizations. According to the source, the management of the information obtained from the organization and its environment is a macro process, which on the one hand, involves the internal productive processes related to the production of goods and services; and on the other hand, it involves external processes related to the business environment and competitors.

The CI also includes standardized norms of technical documents in some countries; for example, in the case of Spanish standards AENOR 166006: 201, where the CI is defined as an ethical and systematic process of collecting and analyzing information about the business environment, competitors and the organization itself, it is recognized as a fundamental process in decision-making [17]. This definition is complemented by that expressed by other authors, who mention that the CI is an advanced process of technological surveillance (TS), since the TS is limited only to obtaining information, while the CI also emphasizes the selection of this information, in its analysis and in its presentation in an appropriate manner to facilitate decision making.

Consequently, the use of formal or informal sources of information, the combination of several techniques for their analysis and the intensive use of ICT for the processing and transfer of information, are fundamental parameters for organizations to act in accordance with the concepts and practices of the CI in its daily management.

3.2 Status of investment in R & D + i

According to the Oslo Manual, innovation is the introduction of a new or significantly improved product (good or service), a process, a new marketing method or a new organizational method in the internal

practices of the company, the organization of the place of work or external relations [18]. As innovation not only refers to products but is also related to the set of innovations that occur within organizations and their activities of interaction with their environment.

An enabling factor to make innovation (i) is the investment in research and development (R & D); the expenses in these two enabling factors for innovation have economic consequences in the inhabitants of the countries. In this sense, R & D indicators allow us to assess the innovative effort of organizations, since it has been shown worldwide that there is a very high positive correlation between this investment and the per capita income of an economy [19].

Another component that shows the state of innovation of the countries is the strength of the exports of products with high content of aggregate technology, since the countries that base their competitiveness on the export of products of high technological intensity demand workers with advanced capabilities and great investment in R & D. While maintaining a close link between the productive system and science and technology [19]. Fig. 2 shows the ranking of R & D activities of the countries of Latin America and the Caribbean (LAC), where it is observed that Ecuador is below the average of the countries of the region.

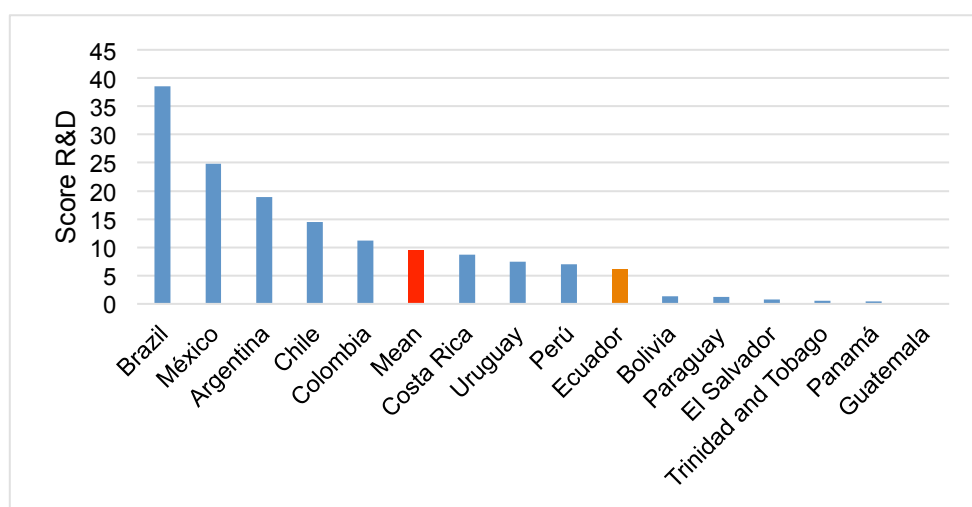


Figure 2. Ranking of R & D activities in Latin America and the Caribbean
Source: [1].

According to [19], the costs dedicated to investment in R & D in LAC are 2.8% of world spending in this area, in this region the price boom of natural resources in the past decades, it was not accompanied by a strategic vision that pointed to science, technology and innovation as key factors of development. This source also mentions that, the R & D region's progress was weak compared to that of China, since in 2000, both LAC and the Asian country invested 1.6% of the world investment in R & D; in 2012, the region reached only 2.8%, while China reached 11.8%.

To raise the challenges that the Ecuadorian industry has with the objective of achieving innovations, it is necessary to know how Ecuador has allocated economic resources for science, technology and innovation activities. According to the Secretariat of higher education, science, technology and innovation of Ecuador total spending on science, technology and innovation (ACTI), activities grew by 88.92% between 2009 and 2014. Which meant an increase of 172.5 to 388.9 million US dollars (US \$), which in terms of the percentage of gross domestic product (GDP) represented an increase from 1.63% to 1.88% in the same period [20].

On the other hand, if innovation expenditure in companies is analyzed, the previous source states that investment in innovation grew from US \$ 845.5 to US \$ 1,540.3; that is, a growth of 82.2%, in which the greatest amount of resources came from the same companies in approximately 70%. Additionally, to determine in what type of innovation these resources were invested, business innovation has been divided into four types: Organizational innovation, Marketing innovation, Product innovation and Innovation in process. Of these, the greatest innovation that the industry makes is directed towards processes and represents 30.7%; whereas, it is the marketing innovation that executes the least and represents 21.3%.

At this point, it is important to know the activities that companies execute by focusing on innovation. According to the [20], considering ten activities related to innovation and that a company can implement one or more activities, the activity that most Ecuadorian innovative companies carry out is the acquisition of machinery and equipment; while the least executed is the purchase of disembodied technology, as shown in Fig. 3. These activities are focused on developing mainly innovation in product and / or process.

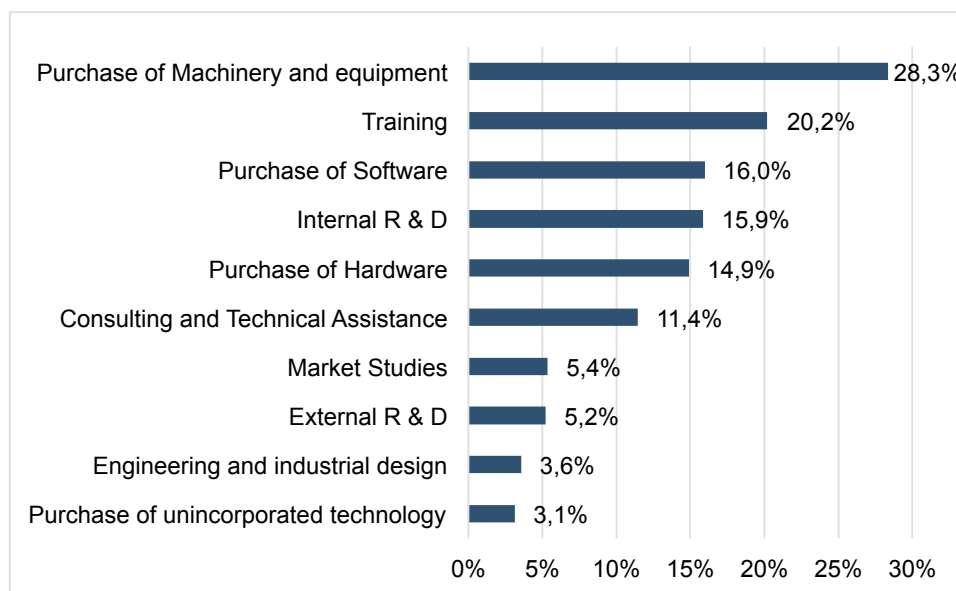


Figure 3. Innovation activities developed by Ecuadorian Companies. Source: [20].

Another important aspect to analyze is what area of the Ecuadorian economy is invested in R & D; for this, this investment has been divided into four areas: mining, manufacturing, services and trade. Between the years 2009 and 2014, period of time for which information is available, the economic areas that increased their investment in R & D were manufacturing that had growth of 6.2% and trade of 6.3%, while others as services and mining had a decrease of 13.8% and 2.9% respectively [20]. In 2014, in Ecuador, innovative companies accounted for 54.5%, the most innovative being those in the services sector (26.4%) followed by manufacturing (14.2%).

Additionally, it is useful to know the objectives pursued by the Ecuadorian industry when introducing innovations in its business management. It was evidenced that 87.8% of companies indicated that the main objective for the introduction of product and / or process innovations is to improve the quality of goods and services, giving less importance to the reduction of unit costs of raw materials and energy used in the production of goods and services, as shown in Table 1.

Table 1. Objective of innovation activities in Ecuadorian companies.

Objective	Percentage
Improve product quality	87.8%
Increase the variety of products	79.1%
Increase market share	78.2%
Increase production capacity	76.9%
Replace outdated products or processes	76.3%
Improve the occupational safety of employees	73.6%
Improve production flexibility	73.2%
Revenue to new markets	72.5%
Reduce environmental impacts	64.6%
Reduce unit costs of production	61.3%
Reduce unit costs of materials and energy	59.2%

Source: [20].

Based on the information obtained, the industrial policy of the LAC region in the coming decades should have as its central axis the accumulation of skills in new technologies and a focus on innovation oriented towards sustainability in a broad sense: economic, social and environmental [21]. Fundamental reason why the development of CI practices in the industrial sector becomes a fundamental challenge in the perspective of the accumulation of competencies and capacities based on organizational knowledge and ICT.

3.3 Contribution of competitive intelligence and challenges for the industry

There are many countries known as developed where the CI is applied, these processes are promoted in the public sector through government organizations, while the private sector does it through the business network, countries such as Japan, United States of America, Germany, Sweden and Belgium among others apply IC concepts [22]. According to these authors, 63% of Belgian companies and 55.6% of South African companies reported that the marketing and sales areas are the main users of the CI. In Japanese companies, the main users of CI products are the manufacturing departments (23%), and research and development (18%). Similar behaviors exist in US companies where the CI mainly serves to monitor and support innovations in the production and development of new technologies.

In addition, coincidentally, countries such as the United States, Japan and Belgium are among the 25 most innovative countries in the world [1]. Such is the importance of the CI that according to Prescott (1999) many Fortune 500 companies have taken the decision to invest resources in the development and use of processes and products of competitive intelligence.

In Latin American countries, the application of CI is still in the conceptualization and incipient application phase; these practices have not yet been tested and analyzed sufficiently and in depth within the framework of the research groups [23]. Given that the CI requires the intensive use of ICT and these technologies are still in a growth phase at the level of the Ecuadorian industry [24]–[26], one of the First challenges will be to enhance organizational changes that aim to improve the quantity and quality of human talent. These processes have already begun to be developed sponsored by state organizations whose purpose is to promote KM that allows the development of entrepreneurship and innovation.

There are efforts in Ecuador that have crystallized public policy as Wits code [27], where essentially what is promoted is to bring about the development of the knowledge society and information as a fundamental principle for increasing productivity in production factors and knowledge-intensive work activities. With this legal environment, the application of the CI as a methodology and practice of the KM in the industry would promote the increase of the productivity and competitiveness of its goods and services.

The second challenge for the Ecuadorian industry is to involve other actors such as academia, research institutions, investors and state institutions in their plans for innovation, this will require form networks between different actors in order to leverage their resources and individual capacities to synergistically generate CI processes and thus promote the creation of a national system of technological innovation. This synergy would allow him to obtain power and capacity for action as a network and achieve competitive advantages, which would be very complicated if they worked separately.

Regarding the manifested, and economic efforts to develop innovation processes in the Ecuadorian business sector being still incipient, the third challenge has to do with achieving organizational changes in organizational structures and cultures of their companies. Every time, according to [28], business organizations tend to be very rigid, and to make innovations will have to evolve through processes of adaptation or creative destruction. These changes facilitate the undertaking of new forms of knowledge management to promote the implementation of plans for research and development, and other challenges, which could be leveraged through the use of competitive intelligence processes.

4 CONCLUSIONS

In this paper, we have briefly explained how technology and tacit and explicit technological knowledge are tangible and intangible assets essential for the management of organizations, similar to other assets of organizations that need to be used intelligently to achieve technological innovation processes, fundamentally in industrial organizations.

In addition, it has become clear how the application of different sources of knowledge can become differentiating elements of good knowledge management in contemporary organizations. These sources can be exploited through competitive intelligence to facilitate the application of good practices that encourage innovation throughout the organization, as evidenced in developed countries.

Another important aspect has been to show that in order to develop innovation processes important investments in R & D + i are required. It was found that there is a huge difference in the budgets that are dedicated to these investments between the countries of strong economies, which are in high positions in the world ranking of innovation, versus the LAC region. In Ecuador, according to government figures, investments in innovation reached approximately 2% of GDP in 2014.

Finally, it is concluded that there are some challenges for the Ecuadorian industry to overcome in order to move towards technological innovation processes, which are related to the improvement of human talent, a proposal for more inclusive public policies regarding the access, use of new technologies and make organizational changes that make their structures and organizational cultures more flexible.

REFERENCES

- [1] S. Dutta, B. Lanvin, and S. Wunsch-Vincent, "Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation," 2018.
- [2] R. M. Grant, "The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation," *California Management Review*, vol. 33, no. 3, pp. 114–135, 1991.
- [3] P. Coca, A. García, D. Santos, and A. Fernández, "Guía de vigilancia estratégica," *Fund. PRODINTEC*, vol. v1, p. 324, 2010.
- [4] T. D. Jick, "Mixing Qualitative and Quantitative Methods : Triangulation in Action Mixing Qualitative and Quantitative Methods : Triangulation in Action," *Adm. Sci. Q.*, vol. 24, no. 4, pp. 602–611, 1979.
- [5] O. Castellanos, "Gestión en tecnología ;," *Innovar*, no. 21, pp. 197–212, 2003.
- [6] A. G. Hernández, J. J. Saavedra, and M. Sanabria, "Hacia la construcción del objeto de estudio de la administración: una visión desde la complejidad," *Rev. Fac. Ciencias Económicas Investig. y Reflexión*, vol. XV, no. 1, pp. 91–112, 2007.
- [7] N. Nagles, "La gestión del conocimiento como fuente de innovación," *Rev. Esc. Adm. Negocios*, vol. 61, pp. 77–87, 2007.
- [8] M. Segarra, "Estudio de la naturaleza estratégica del conocimiento y las capacidades de gestión del conocimiento: Aplicación a empresas innovadoras de base tecnológica," Univesitat Jaume I, 2006.
- [9] J. C. Spender, "Making knowledge the Basis of a Dynamic of the firm," *Strateg. Manag. J.*, vol. 17, no. May, pp. 45–62, 1996.
- [10] M. Alavi and D. E. Leidner, "Knowledge Management and Knowledge Systems : Conceptual Foundations and Research Issue," *MIS Q.*, vol. 25, no. 1, pp. 107–136, 2001.
- [11] M. Shin and T. Holden, "From knowledge theory to management practice: towards an integrated approach.," *Inf. Process. Manag.*, vol. 37, no. 2, p. 335, 2001.
- [12] Y. Caloghirou, I. Kastelli, and A. Tsakanikas, "Internal capabilities and external knowledge sources: Complements or substitutes for innovative performance?," *Technovation*, vol. 24, no. 1, pp. 29–39, 2004.
- [13] S. G. Patiño, M. S. Mejía, and M. Villarreal, "Modelo de gestión del conocimiento apoyado en la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva para la cadena productiva de la uva isabella en la bioregión del Valle del Cauca," *Cuad. Adm.*, vol. 24, no. 40, pp. 73–93, 2008.
- [14] I. Nonaka and H. Takeuchi, "Teoría de la creación del conocimiento organizacional," in *La organización creadora de conocimiento*, 1ra en esp., Castillo Hnos. S.A., Ed. México, 1999, pp. 61–103.

- [15] P. K. April, "A Critique of the Strategic Competitive Intelligence Process within a Global Energy Multinational by A Critique of the Strategic Competitive Intelligence Process within a Global Energy Multinational," *Erasmus*, vol. 4, no. 2, pp. 86–100, 2006.
- [16] L. E. M. Campis and Z. J. O. Gámez, "Influencia de los agentes inteligentes en el proceso de vigilancia tecnológica," *Gerenc. Tecnológica Informática*, vol. 11, no. 31, pp. 51–62, 2012.
- [17] J. Aldasoro, M. Camptpmmet, and E. Cilleruelo, "La vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva en los estándares de gestión de la calidad en I+D+i," in *6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XVI Congreso de Ingeniería de Organizaciones*, 2012, pp. 1162–1168.
- [18] OECD and Eurostat, *Manual de Oslo. GUÍA PARA LA RECOGIDA E INTERPRETACIÓN DE DATOS SOBRE INNOVACIÓN.*, vol. 30, no. 5. 2007.
- [19] CEPAL, "Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe," *Segunda Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la CEPAL*, p. 96, 2016.
- [20] SENESCYT-INEC, "Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación," Quito, 2015.
- [21] OCDE/CEPAL/CAF, *Perspectivas Económicas De América Latina 2017 Juventud, competencias y emprendimiento*, OECD. 2016.
- [22] Š. Gračanin, E. Kalac, and D. Jovanović, "Competitive Intelligence Importance and Application in Practice," *Rev. Innov. Compet.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–44, 2015.
- [23] C. Ospina and M. Gómez, "Modelo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva," 2014.
- [24] J. Ibjúes-Villacís, "ICT Infrastructure in the Metal Mechanical SMEs of Quito and its Relationship with Business Management," *Syst. Cybern. Informatics*, vol. 15, no. 2, pp. 20–24, 2017.
- [25] J. M. Ibjúes Villacís and M. A. Benavides Pazmiño, "Contribución de la tecnología a la productividad de las pymes de la industria textil en Ecuador," *Cuad. Econ.*, vol. 41, no. 115, pp. 140–150, Jan. 2018.
- [26] J. Ibjúes and L. Chasi, "ICT impact on the productivity of metal mechanical SMES in Quito the Capital of Ecuador," in *11th International Technology, Education and Development Conference*, 2017, no. March, pp. 5196–5203.
- [27] Asamblea Nacional del Ecuador, "Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación," *Registro Oficial del Ecuador*, Quito, p. 113, 2016.
- [28] M. Tushman and R. R. Nelson, "Introduction : Technology , Organizations , and Innovation Author (s) : Michael L . Tushman and Richard R . Nelson Source : Administrative Science Quarterly , Vol . 35 , No . 1 , Special Issue : Technology , Organizations , and Innovation (Mar . , 1990)," vol. 35, no. 1, pp. 1–8, 2017.

Título	Determinant factors of innovation management in the manufacturing industry of Pichincha, Ecuador
Autores	Juan Ibujés-Villacís ¹ , Antonio Franco-Crespo ²
Referencia	https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/3838 . Pages: 50-70. ISSN: 0718-2724
Revista	Journal of Technology Management & Innovation
Afiliaciones	^{1,2} Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	Santiago, Chile.
Fecha de publicación	Enero 2022
Indexación	Scopus. SJR-2021: 0.24
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA	Ibujés-villacís, J., & Franco-crespo, A. (2022). Determinant factors of innovation management in the manufacturing industry of Pichincha, Ecuador. <i>Journal of Technology Management & Innovation</i> , 17(1), 50–70.
(Ibujés-villacís & Franco-crespo, 2022)	https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/3838

Determinant factors of innovation management in the manufacturing industry of Pichincha, Ecuador

Juan Ibujés-Villacís^{1*}, Antonio Franco-Crespo¹

Abstract

A permanent challenge for business organizations is to transform, adapt to the environment and innovate, so knowing the factors that influence the ability to innovate is relevant information. In this sense, the objective of this article is to determine and conceptualize the decisive factors that interact in a systemic way in the management of innovation in the manufacturing industry. The research has a qualitative approach, with a descriptive and transversal scope. In the first place, a review of the literature was carried out that allowed delimiting the management of innovation in the company in three main categories. Second, the categories were characterized, and subcategories and properties were identified, taking the manufacturing companies of Pichincha, Ecuador as the subject of study. This characterization was carried out through a qualitative study that takes the Grounded Theory as a reference, using research techniques: questionnaires, interviews, and documentary research. The results reveal that the relevant factors for the management of innovation in the company can be grouped into three main categories: knowledge management (KM), innovation capabilities (IC) and financial performance (FP). The subcategories that explain KM are policies and strategies, organizational structure, technology, people, incentive systems, organizational culture, and communication. The subcategories that explain IC are research and development capacity, management capacity, resource availability, human talent management, staff skills and technological capacity. The subcategories that explain the FP are sales and costs. This research contributes to the field of innovation management with new information and theory for action and emphasizes the systemic vision of innovation management and the key factors for the development of innovations in the Ecuadorian industrial sector, with the purpose of strengthening the theoretical and empirical advances of innovation management in the company.

Keywords: financial performance; innovation capabilities; knowledge management; manufacturing industry

Submitted: September 14th, 2021 / Approved: January 17th, 2022

Introduction

From the 1970s to the present day, a new logic of accumulation has emerged in the capitalist mode of production; this logic has to do with changes in value creation (Bettiol *et al.*, 2020; Concilio *et al.*, 2019). In the field of business management, these variations have ranged from a mass reproduction of low differentiation goods to a regime progressively inclined towards product innovation, in which a new role emerges for knowledge and innovation in the processes of the addition of value (Baumgarten & Ivanochko, 2021; Kodama, 2018; Syed *et al.*, 2018).

With globalization and digitization, public institutions and non-governmental organizations have realized that maintaining competitive advantage or achieving objectives requires taking advantage of all the creative potential and knowledge of all members of the organization (Rip, 2018; Saulais & Ermine, 2019). This new reality has caused the management of the business ecosystem to be increasingly systemic, since it has been transformed from an environment dominated fundamentally by resource management, to another in which the management of capabilities related to the creation, capture, exchange and use of knowledge, and which, in turn, interact internally and with the organizational environment (García, 2019; Hacker, 2017; Helms *et al.*, 2017). In this new ecosystem, one of the issues of business organizations is the lack of knowledge of the most important factors that

must be present to innovate. These concerns are related to the lack of knowledge regarding the variables of the organizational dimensions, which are essential when making innovations, variables that depend on the economic sector and the size of the analyzed company (Melendez *et al.*, 2019).

In this new ecosystem, one of the issues of business organizations is the lack of knowledge of the most important factors that must be present to innovate. These concerns are related to the lack of knowledge regarding the variables of the organizational dimensions, which are essential when making innovations, variables that depend on the economic sector and the size of the analyzed company (Melendez *et al.*, 2019).

Therefore, this research aims to determine and conceptualize the essential factors that interact systemically in the management of innovation in the manufacturing industry. For purposes of better understanding, these factors have been grouped around three main categories: knowledge management (KM), innovation capabilities (IC) and financial performance (FP). To achieve this goal, in a first phase of the investigation, a review of the literature is carried out; then, in a second phase, a qualitative study on manufacturing companies is fulfilled to contrast theoretical advances and formulate those new specific factors and properties that are part of the innovation management of this type of industry.

(1) Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

*Corresponding author: juan.ibujes@epn.edu.ec

In Ecuador, the indicators show that the problem of lack of innovation persists in the business ecosystem (Cornell University et al., 2020); For this reason, innovation is a corporate phenomenon that requires intense study. There are few studies on the management of innovation in the Ecuadorian industry (Quintero Sepúlveda et al., 2021). This article contributes with a new theory for action based on the empirical study carried out on manufacturing companies, which represent 26% of innovative companies in the country (SENESCYT-INEC, 2015).

This article has a first phase, in which a review of the literature and a deductive categorization are carried out on three constructs: KM, IC and FP, and their relevant factors. In a second phase, a qualitative study is fulfilled on the manufacturing companies of Pichincha, in which data is collected, coded, and interpreted inductively on the business practices related to these constructs or categories. In a third part, the theoretical advances are compared with the results of the qualitative study, the results are discussed, and the conclusions are drawn.

Theoretical elements

The systemic organization

The closest conceptualization to reality, to describe what today's organizations face —complexity, constant change and uncertainty— is the organization as a system (Kast y Rosenzweig, 1972). Bertalanffy (1968) proposed the system as a complex of reciprocally interacting elements, where "dynamic interaction" is the basic problem of all fields of science. This proposal has been the starting point to address the systemic organization and at the same time has allowed a more holistic view of organizations in the field of social sciences.

From the theory of complexity, the management of organizations as a complex system is understood as a regulation mechanism that allows the development of plans that guide action in pursuit of specific objectives within a certain period, and that these in turn can be permanently monitored (Hernández et al., 2007). According to these authors, the management of an organization cannot be treated as the execution of plans and activities to separately achieve the solution of an individual problem; but the management of a complex system such as the organization implies the management of a set of problems in which the different interactions of internal and external elements influence at the same time as cause and effect, indistinctly.

Regarding innovation management, the set of factors that contribute to the development of technological innovation processes in organizations must be understood as variables of the different dimensions of the organization, which interact in a broader system, which becomes more complex as measure that places the organization within a social, economic and political environment (Ortiz y Zapata, 2006). Consequently, many of these variables will be cause and effect at the same time, without the possibility of accurately determining their role.

The organizational dimensions

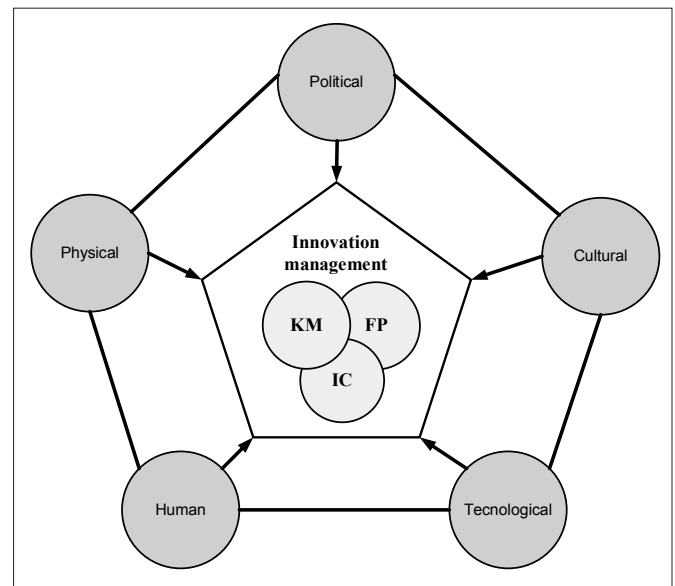
When referring to the internal components of organizations, Matos Martins (2011) mentions that the organizational space is multidimensional, made up of five dimensions: material or physical, human

or people, technological or processes, politics or power, and the symbolic or cultural. These dimensions focus the management of organizations from a different slant, which allows organizational analysis from the complexity and synergistic capacity.

If we consider business organizations as multidimensional systems focused on innovation, with a constant relationship with their complex and changing environment (Kodama, 2018; Singh et al., 2020), then it is required that each of the variables of those organizational dimensions adapt to both internal changes and those of their environment (Camarena-Martínez, 2016).

It is appropriate to mention that innovation processes are not only the product of the internal management of organizations, but also of management that considers the environment, that takes into account those factors that are related to legal, economic, environmental, social and economic policies (Espindola & Wright, 2021). The interactions of all these combined factors can set up an environment of advantages or barriers in the innovation processes of organizations (Farhana & Swietlicki, 2020). Figure 1 outlines this consideration, it shows that innovation management is the result of the systemic and synergistic interaction of the qualitative and quantitative variables of each of the dimensions of the organizational space.

Figure 1. Diagram of innovation management in companies.



Source: adapted from (Matos Martins, 2011).

This scheme is based on organizing the variables of the dimensions of the organizational space into main categories, or constructs, to facilitate the understanding of how organizations create or modify their products and processes, since, as the complexity of the organization intensifies, management of organizations, it is required to understand the behavior and interaction of the variables of the organizational space in superior structures of analysis as constructs. The main categories that are part of the proposed scheme are knowledge management (KM), innovation capabilities (IC) and financial performance

(FP). These categories represent one of the possibilities of innovation management in business organizations, whose approaches related to the context of innovation in organizations are summarized below.

Knowledge management

For many authors, knowledge is treated as an object with attributes and properties, as well as a process that articulates a set of cognitive activities that individuals or organizations carry out in order to create value (Davenport & Prusak, 1998; Saulais & Ermine, 2019), and as a tangible or intangible resource that facilitates decision-making (North & Kumta, 2018; Weed-Schertzer, 2020), among other definitions.

Value in organizations is recognized as the main purpose of a business model, which, when examined through different theoretical lenses, represents: marketing (value for the customer); economics (profits and margins); strategy (competitiveness); organization (organizational efficiency), entrepreneurship (innovation) and an institutional lens (the efficiency of the market structure) (Andreini & Bettinelli, 2017).

In the field of organizational management, there is practically a consensus that the strategically most important resource of organizations is knowledge (Bolisani & Bratianu, 2018b; Davila et al., 2019; Kesavan, 2021; North & Kumta, 2018); therefore, knowledge management is one of the most important organizational capabilities of organizations, since it is key to business growth and the strength of profitability in the 21st century (Manning & Manning, 2020), as well as to improve efficiency and to innovate (Newell, 2015).

KM is multidimensional. On the one hand, in the static dimension, the organization proposes to maintain, replicate and exploit the available knowledge as an internal capacity of the organization through the exploitation of internal human talent and the use of its technological infrastructure, basically (Endres, 2018; Kaur, 2019). On the other hand, in the dynamic dimension, the organization executes a set of activities such as acquiring, converting, and applying the knowledge that arises outside the company. These activities allow the organization's competencies to be continuously adapted to deal with changes in the environment (Kodama, 2018; Singh et al., 2020).

Innovation capabilities

If innovation is becoming a survival condition for business organizations, then the growing importance of what is called innovation capabilities is justified (Kaur, 2019; Nakamori, 2020). Since innovation takes place in changing environments, with rapid technological advances and intense competition, companies have been forced to adopt non-traditional techniques and tools to remain competitive (Endres, 2018).

For this reason, companies require new and dynamic capabilities integrated into knowledge processes, such as accumulation, acquisition, integration, use, reconfiguration and transformation (Bykova & Jardon, 2018; Kodama, 2018; Piening & Salge, 2015), which overcome daily rigidities and allow new organizational routines to be acquired,

integrated and recombined to generate novel value creation strategies (Bettiol et al., 2020; Ermine, 2018; North & Kumta, 2018; Singh et al., 2020).

These capabilities represent the exploitation of the potentiality of organizational knowledge, requires companies to introduce planned strategies for the collection, systematic documentation of ideas, contributions from their employees and corporate experience. In any case, developing ICs aims to create and strengthen new intra- and inter-organizational learning systems (Bogodistov et al., 2017; Bykova & Jardon, 2018; Kodama, 2018; Newell, 2015; Piening & Salge, 2015).

Financial performance

One of the constant concerns of business organizations is to evaluate the results with respect to the resources that companies allocate to innovation activities and analyze the level of effectiveness and efficiency of their use (Bykova & Jardon, 2018; OECD & Eurostat, 2018; Singh et al., 2020). Therefore, evaluating the effects that KM and ICs have on product quality, customer satisfaction or financial performance is one of the constant concerns of business organizations (Chen et al., 2018; Zaim et al., 2019).

For some authors, innovative organizations should not only settle for obtaining good results by doing the right thing, but should focus on all parts of the organization, optimizing the use and effectiveness of all its resources and capabilities, in such a way that it is possible to survive in a competitive environment and perform excellently (Manning & Manning, 2020).

Methodology

This research, which has a qualitative approach, is divided into three phases. In the first phase, a review of the literature on innovation management in business organizations was carried out, in which KM, IC, and FP were identified as the main categories associated with business management. In a second stage, a qualitative study was carried out that takes the Grounded Theory as a reference (Corbin & Strauss, 2015; Glaser & Strauss, 2006), in order to determine and conceptualize the subcategories and properties of the main categories that manufacturing companies recognize as relevant. Finally, in a third phase, the results were systematized through an innovation management model for the company.

First phase. Literature review

A review of the literature was carried out to know the state of the situation on the factors related to KM, IC, and FP in business organizations. Publications indexed to the main scientific databases such as Scopus, Web of Science, Latindex, SciELO, RedALyC, among others, were reviewed. Consultation terms such as: knowledge management, innovation capabilities and financial performance, knowledge management and innovation, knowledge management and financial performance, knowledge management and innovation capabilities were used. The time horizon chosen for the publications was from 2015 to 2021, except for those relevant publications in the field of knowledge.

From the bibliographic population, 90 articles were chosen, of which 44 were related to KM, 25 to IC and 11 to FP. From the analysis of these articles, the relevant factors of KM, IC and FP in business organizations were determined.

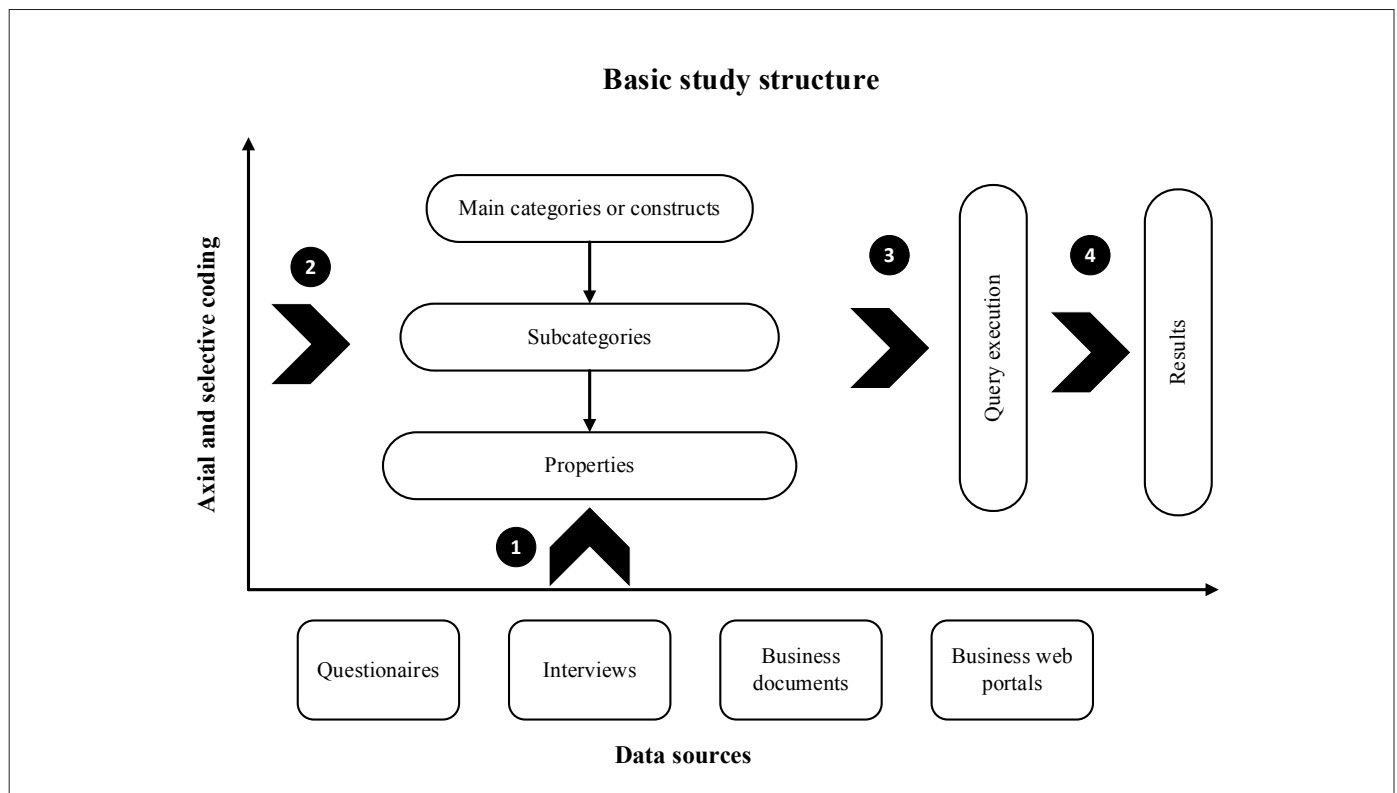
Second phase. Qualitative study

The qualitative study aims to determine which subcategories and properties of KM, IC and FP coexist in the management of manufacturing companies, based on the description of the meanings and actions carried out by their individuals. To carry out the study, the structure of the study was initially proposed, then the data sources were determined, and finally, through coding and consultation, it was possible to identify the subcategories and properties of the main categories: KM, IC, and FP.

This study has the Grounded Theory as reference, which is a research methodology in which the theory emerges from the data and uses a series of procedures that, through induction, generate an explanatory theory of a certain phenomenon studied (Glaser & Strauss, 2006). This methodology is well known and widely used in many qualitative research studies (Chun Tie *et al.*, 2019).

Structure of the qualitative study. The structure of the qualitative study was carried out through four procedures that respond to the application of the Grounded Theory methodology, as shown in figure 2; These are: choice of data sources, axial and selective coding, query execution and result finding.

Figure 2: Structure of the qualitative study.



Prepared by the authors.

Data sources. The subject of the qualitative study are the companies of the manufacturing economic sector. This economic sector was chosen since its contribution of 14.2% to the total production of Ecuador makes it the largest contributor to the country's economy (Ministerio de Producción, 2021). According to the latest national innovation survey, this economic sector allocated 85.06 million dollars in research and development (R&D), which represents 44.65% of the total expenditure on these activities at the national level, ranking in the first place ahead of sectors such as services, commerce and mining (SENESCYT-INEC, 2015).

For the study, the medium-sized manufacturing companies of the province of Pichincha were chosen, whose administrative capital, Quito, is also the capital of Ecuador. This province generated the highest income in manufacturing activities between 2013 and 2017, reaching an average of 41.8% participation in sales nationwide (SUPERCIAS, 2018).

The data sources correspond to a triangulation of the data obtained through the application of research techniques used in qualitative studies such as questionnaires, semi-structured in-depth interviews and

documentary research in business documents and internet portals. In this initial stage of the study, triangulation—which is a strategy to improve the validity of the results (Flick, 2018; Taylor *et al.*, 2016)—made it possible to guarantee an important critical mass of data for the coding process.

For the application of the research techniques to the companies, a non-probabilistic process was carried out (for convenience), so a group of companies that had been in operation for at least five years

was chosen. The selection criteria were established as the companies that are best located in the 2019 business ranking of the Superintendence of Companies, Securities and Insurance, considering the following empirical evidence: business organizations that apply knowledge management obtain better results (Abuaddous & Al Sokkar, 2018; Bykova & Jardon, 2018; Chang *et al.*, 2017; Davila *et al.*, 2019; Durmic, 2017; Maduekwe & Kamala, 2016; Roldán *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2020; Zaim *et al.*, 2019). The manufacturing companies studied belong to different economic activities, as shown in table 1.

Table 1: Interviewed companies by economic activity.

Division	Economic activity	Quantity
C10	Manufacture of food products	3
C11	Manufacture of beverages	2
C13	Manufacture of textiles	1
C14	Manufacture of wearing apparel	2
C17	Manufacture of paper and paper products	1
C18	Printing and reproduction of recorded media	2
C20	Manufacture of chemical and chemical products	5
C21	Manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	1
C22	Manufacture of rubber and plastic products	1
C23	Manufacture of other non-metallic mineral products	1
C24	Manufacture of basic metals	2
C25	Manufacture of fabricated metal products	5
C27	Manufacture of electrical equipment	2
C28	Manufacture of machinery and equipment	3
C29	Manufacture of motor vehicles, trailers, and semi-trailers	2
C30	Manufacture of other transport equipment	2
C33	Repair and installation of machinery and equipment	6
	Total	41

Prepared by the authors.

The data was collected through a semi-open questionnaire with the application of research techniques such as interviews supplemented with questionnaires to the directors of the chosen companies. Among the positions of the directors who participated in the study were administrative managers, technical managers, sales directors, marketing coordinators, purchasing directors, project directors, planning directors, among others. All participants had an average of three years of experience in their positions. The questionnaires were carried out through a Google form and the interviews through the videoconference application with the Zoom software, from November 2020 to February 2021. Each interview lasted approximately 50 minutes.

The questionnaire used is made up of a set of questions referring to the main constructs or categories obtained from the literature review. The structure of the questionnaire shown in Appendix 1 has nine questions for the KM, eight questions for the IC and three questions for the FP. While the interviews were carried out, documentary

information was received from secondary sources, such as web portals and documents received by email. This information was obtained mainly from the mission, vision, strategic objectives, organizational culture, plans and management systems of the companies under study.

Coding and query of data. Once the data from the different sources was obtained, the axial and selective coding was carried out following the methodology of the Grounded Theory. Coding is the analytical process by which concepts are identified and the subcategories, properties, and dimensions of the main categories are discovered in the data (Chun Tie *et al.*, 2019; Corbin & Strauss, 2015; Ghodoosi *et al.*, 2021). For the cited authors, the concepts are fundamental foundations of the theory, the categories are concepts that represent the central ideas of the data, the subcategories are concepts that belong to a category that give it additional clarity and specificity, and the properties are characteristics of a category, whose delineation defines it and gives it meaning.

In this research, the starting point was the axial coding around the constructs or categories found in the literature review. This coding made it possible to relate the categories and link each category with the subcategories in terms of their properties. It was then selectively codified, a process that consisted of integrating and refining the theory supported by memorandums, notes, diagrams, and matrices that made it possible to demonstrate the depth and complexity of the concepts of the main categories. Open coding was not carried out at the beginning of the coding process, since a literature review was previously carried out that allowed determining the main constructs or categories such as KM, IC and FP associated with innovation management in business organizations.

Due to the large amount of data obtained from the different sources of information and the ease and efficiency in the coding and analysis process provided by the computer, the Nvivo software was used (O’neill *et al.*, 2018; QSR, 2019). The use of the software was carried out in accordance with the literature regarding the application of qualitative methodology in scientific research (Creswell & Creswell, 2018; Lune & Berg, 2017).

As the data was coded according to criteria such as relevance, exclusivity, complementarity, specificity, and exhaustiveness, the amount of relevant information stabilized at what is called the theoretical saturation point (Creswell & Creswell, 2018; Glaser & Strauss, 2006). The visual summaries and queries of data in tables, graphs and diagrams

generated within the software's database made it possible to detect patterns, establish relationships between data and facilitate the presentation of results.

Results

The results of the research have been divided into two parts: the first shows the scope of the literature review, and the second describes the implications of the qualitative study carried out on manufacturing companies.

Literature review results

The results of the literature review reveal that the relevant factors for the management of innovation in the company can be grouped into three main categories: knowledge management, innovation capabilities and financial performance. Theoretical advances reveal that each of these categories are explained by subcategories, as detailed in the following paragraphs.

Category 1: Knowledge management. If the main purpose of knowledge management is the creation of value through innovation (Espindola & Wright, 2021; Manning & Manning, 2020; Newell, 2015; Obeidat *et al.*, 2016), then KM in companies is geared towards production (physical transformation of inputs into outputs), mainly because this is the most important and complex matter of value creation. Table 2 describes the most relevant factors related to CG according to the literature review. Table 2: knowledge management factors.

Table 2: knowledge management factors.

Knowledge management		
Factor	Main idea	Supported by
People	The human dimension is a substantial element for creating knowledge and adding value to business organizations. The exchange and dissemination of knowledge implies an intentional action on the part of individuals towards the organization.	(Papa <i>et al.</i> , 2018). (Chouikha, 2016). (Edwards, 2015). (Sedighi <i>et al.</i> , 2015). (Nonaka, 1994). (Nonaka & Takeuchi, 1995). (Medina Nogueira <i>et al.</i> , 2019).
Incentive systems	Incentive systems and personnel policy elements represent tools that are favorable for knowledge management, thus maximizing the intellectual capital of the staff and the company.	(Papa <i>et al.</i> , 2018). (Chouikha, 2016). (Sedighi <i>et al.</i> , 2015). (Marulanda <i>et al.</i> , 2016). (Hacker, 2017).
Organizational culture	Having an organizational culture focused on the culture of knowledge that creates and exchanges knowledge within the organization allows for common expectations, shared experiences, and social norms, which shape attitudes and behaviors.	(Calvo, 2018). (Edwards, 2015). (Sedighi <i>et al.</i> , 2015). (Durmic, 2017). (Hacker, 2017). (Medina Nogueira <i>et al.</i> , 2019). (North & Kumta, 2018).
Technology	Technological tools must have useful functions, and users in the organization perceive them as such. As companies become more dependent on technology, they store knowledge in different ways that they will become more dependent on in their growth and development.	(Chouikha, 2016). (Edwards, 2015). (Sedighi <i>et al.</i> , 2015). (Durmic, 2017). (Newell, 2015). (Helms <i>et al.</i> , 2017). (Hacker, 2017).

Policies and strategies	The policies and business strategies planned and executed by the managers of the organizations must be on the corporate level, since they promote an organizational climate with the aim of promoting efficient processes and activities of creation, application, knowledge exchange and memorization.	(Edwards, 2015). (Sedighi et al., 2015). (Marulanda et al., 2016). (Helms et al., 2017). (Osorno Balbín et al., 2016). (Hacker, 2017). (Kim et al., 2018) (Agudelo & Valencia, 2018). (Bolisani & Bratianu, 2018a). (Hock-Doepgen et al., 2021). (North & Kumta, 2018).
Knowledge processes	The knowledge processes help to have a dynamic organizational capacity and support all the processes of the organization, which allow to identify, generate, acquire, encode, store, share, distribute and apply organizational knowledge.	(Edwards, 2015). (Sedighi et al., 2015). (Marulanda et al., 2016). (Durmic, 2017). (Handzic & Durmic, 2015). (OECD & Eurostat, 2018). (Hacker, 2017). (Medina Nogueira et al., 2019). (Agudelo & Valencia, 2018). (Ermine, 2018). (Zaim et al., 2019). (North & Kumta, 2018).
Organizational structure	The organizational structure as an internal capacity has several structural characteristics that favor or limit the creation and sharing of knowledge. The number of hierarchical levels, autonomy, interdependence of tasks, work processes, size and professional characteristics are important components.	(Chouikha, 2016). (Sedighi et al., 2015). (Marulanda et al., 2016). (Hacker, 2017). (Bolisani & Bratianu, 2018a). (Ermine, 2018). (North & Kumta, 2018).
Communication	Communication has a positive social relationship with the success of a project, it is an essential attribute in the transfer of knowledge and occurs with oral communication and the use of body language. Explicit and tacit knowledge is built and negotiated through social interactions, which can be formal and informal in the organization.	(Nonaka, 1994). (Nonaka & Takeuchi, 1995). (Polanyi, 1966). (Erdil et al., 2018). (Hacker, 2017).

Prepared by the authors.

From the literature review, it is evident that the main category, or construct, called knowledge management is represented by eight factors or subcategories: people, incentive system, organizational culture, technology, policies and strategies, knowledge processes, organizational structure, and communication.

Category 2: Innovation capabilities. Knowing the capabilities that companies have is of vital importance to determine if they are innovative. Table 3 describes the most relevant factors related to IC according to the literature review.

Table 3: Innovation capability factors.

Innovation capabilities		
Factor	Main idea	Supported by
Resources	Companies with tangible and intangible resources improve their capacity for innovation and are intended to strengthen the execution of all innovation activities. Intangible resources that contribute to profitability are part of the intellectual capital of companies.	(Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017). (OECD & Eurostat, 2018). (Qian & Wang, 2017). (Marulanda et al., 2016). (Papa et al., 2018). (Laudon & Laudon, 2020). (Kim et al., 2018).
Management capability	Management capability influences the ability of an organization to undertake innovation activities, introduce significant changes, modify functions and processes, and establish synergistic relationships with the environment to generate innovation results.	(Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017). (OECD & Eurostat, 2018). (Musiolik et al., 2018). (Bourke & Roper, 2017). (Kim et al., 2018). (Qian & Wang, 2017). (Piening & Salge, 2015). (Cepeda-Carrion et al., 2017). (Marulanda et al., 2016). (Papa et al., 2018). (Pingali et al., 2017).
Staff skills	Data on workforce skills is important to analyze the role of labor markets, education, and human talent for innovation. Staff skills are part of the human capital of companies.	(Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017). (OECD & Eurostat, 2018). (Qian & Wang, 2017). (Piening & Salge, 2015). (Marulanda et al., 2016). (Papa et al., 2018). (Pingali et al., 2017). (Bogodistov et al., 2017).
Talent management	The knowledge base of a company resides in its people, so human dimension management practices influence a company's ability to benefit from the creative potential and skills of its workforce to develop innovations.	(Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (OECD & Eurostat, 2018). (Piening & Salge, 2015). (Marulanda et al., 2016). (Papa et al., 2018). (Laudon & Laudon, 2020). (Pingali et al., 2017). (Bogodistov et al., 2017).
Technology capabilities	Technological capabilities internally contribute to significant change in the organization, easing the learning process of new tasks and skills of the staff. Externally, they support the creation of new markets and opportunities for innovation.	(Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017). (OECD & Eurostat, 2018). (Qian & Wang, 2017). (Piening & Salge, 2015). (Papa et al., 2018). (Laudon & Laudon, 2020). (Bogodistov et al., 2017).

Prepared by the authors.

From the review of the literature, it is evident that the main category called IC is made up of five factors or subcategories: resources, management capacity, staff skills, human talent management and technological capabilities.

Category 3: Financial performance. Table 4 describes the most relevant factors related to corporate performance focused on financial results, according to the literature review.

Table 4: Financial performance factors.

Financial performance		
Factor	Main Idea	Supported by
Sales	The volume of sales is a quantitative indicator that reflects the results of business management considering the contribution of the KM and IC. In the first part of the study, it is important to know if the existence of the relationship is perceived, to quantify it in the second part and verify the fulfillment of the innovation objectives.	(OECD & Eurostat, 2018). (Bortagaray & De Montevideo, 2016). (Maduekwe & Kamala, 2016). (Piening & Salge, 2015). (Abuaddous & Al Sokkar, 2018). (Piening & Salge, 2015).
Costs	It is relevant to determine whether the KM and ICs of the companies led, directly or indirectly, to a reduction in operating costs (per unit of production or per operation). Innovations that improve efficiency should result in lower costs in the production process.	(Li et al., 2019). (OECD & Eurostat, 2018). (Bortagaray & De Montevideo, 2016). (Maduekwe & Kamala, 2016). (Piening & Salge, 2015). (Abuaddous & Al Sokkar, 2018). (Piening & Salge, 2015).

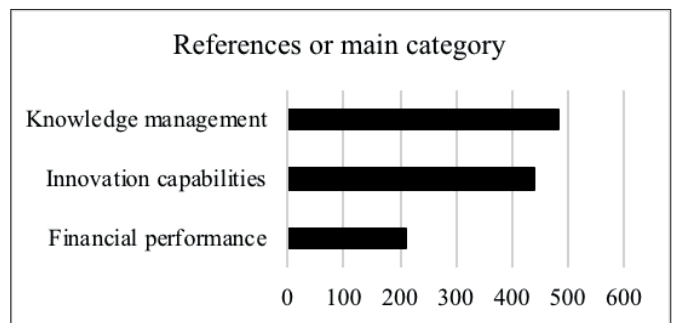
Prepared by the authors.

As a result, it is determined that the main category called FP is signified by two factors or subcategories: sales and costs.

Results of the qualitative study

This study used the Grounded Theory methodology to analyze and generate theory about innovation management. This resulting theory consists of generating or finding one of the possible explanatory models of innovation management. As a result of the application of selective coding, three main categories were identified: KM, IC, and FP; these categories, with the number of references obtained from the coding of interviews, forms, and company documentation, are shown in figure 3.

Figure 3: Main categories with their coded references.

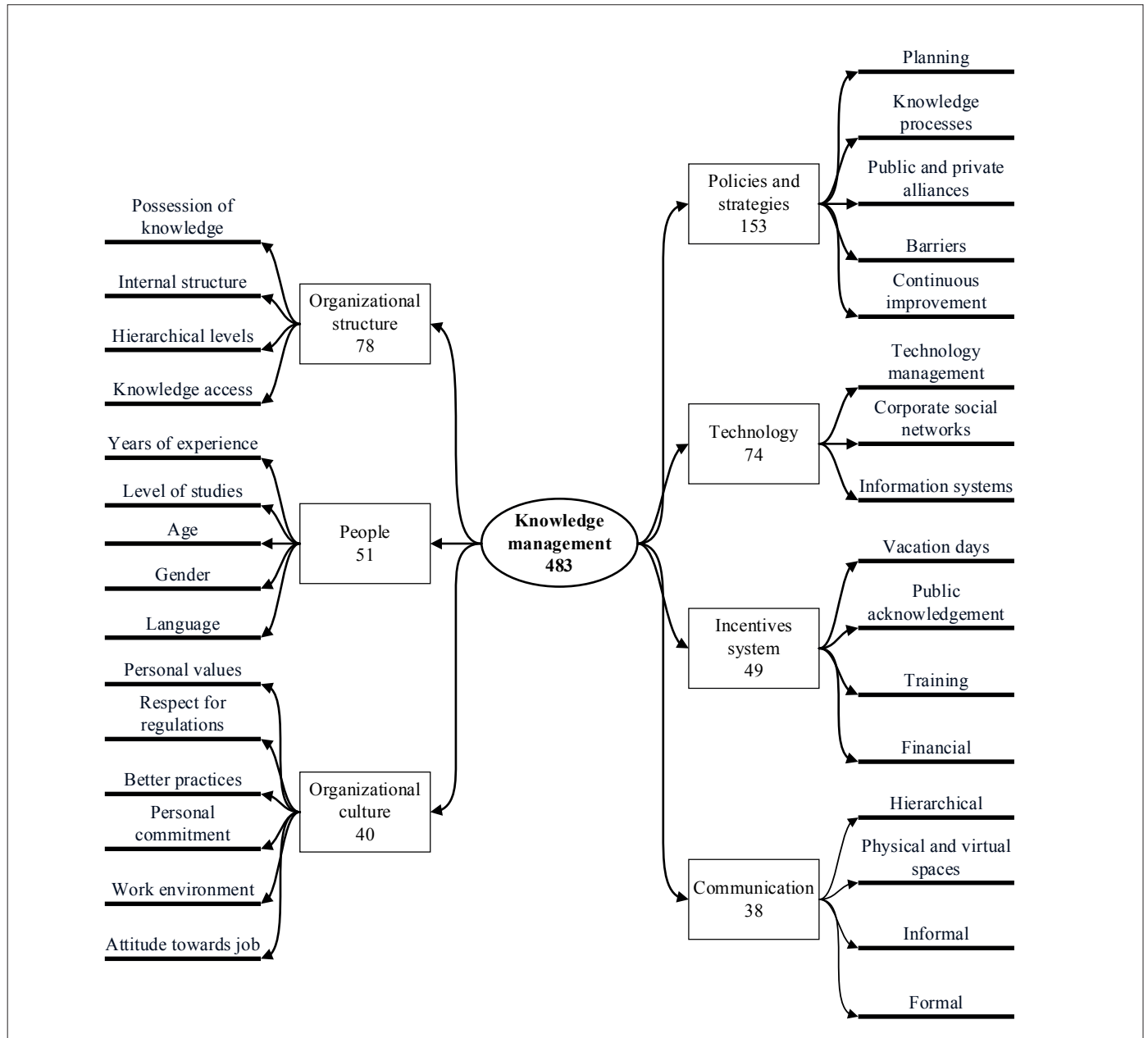


Prepared by the authors.

After identifying the main categories, the subcategories that are related to KM, IC and FP were obtained through axial coding, in which the subcategories were ranked and grouped with their respective properties around the main categories.

Subcategories and properties of knowledge management. Figure 4 shows graphically the result of the analysis and the development of the KM together with its seven subcategories and properties; the number of references found in the coding for the subcategories is included.

Figure 4: Map of subcategories and properties of knowledge management.



Note: Subcategories in rectangles and properties in thick lines.
Prepared by the authors.

According to Figure 4, KM can be explained by the subcategories: Policies and strategies, Organizational structure, Technology, People, Incentive systems, Organizational culture, and Communication. In turn, each subcategory can be determined by its properties, which are detailed below along with a sample of the information obtained from the participants.

Policies and strategies. It was determined that business policies and strategies are described by the planning of programs and projects focused on access, sharing and use of knowledge, the intensity with which knowledge processes are executed, the ability to make alliances with public and private institutions to develop new knowledge, the identification and

mitigation of the barriers that impede the access and use of knowledge, and the promotion of continuous improvement in activities of creation, accumulation, application and exchange of organizational knowledge.

Opinions such as those of participant 6 contributed to this subcategory: “here are political barriers for the manufacturing sector that have prevented carrying out investment projects and not accessing new manufacturing technologies”, and those of participant 22: “Every year we carry out a strategic planning, with metrics, measured and quantified objectives; By having a management system, continuous improvement is permanent, due to it, processes, products and services are constantly updated”.

Organizational structure. The organizational structure favors or limits the creation, sharing and use of organizational knowledge, so there are properties on which it depends, such as: the equitable possession of knowledge, the flexibility of the structure to share knowledge, the hierarchical levels of management and the equal access to knowledge of all company structures.

When referring to the application limitations of KM, participant 34 mentions: “A limitation for knowledge management is when the organizational structure is too large for the line of business, because bureaucratic processes hinder the processes. Knowledge management has to be reflected throughout a process map”; on the other hand, participant 1 mentions: “The highly hierarchical organizational structure does not allow free interaction between the operational and administrative levels”.

Technology. Technology focused on knowledge management requires companies to manage technology, specifically information and communication technologies with high priority; in addition, that they use information systems and corporate social networks to access, share, use and preserve organizational knowledge.

Regarding this subcategory, participant 13 mentions: “The usefulness of ICTs today is of great benefit, since it improves the speed of internal communication, strengthens teamwork, there is greater cohesion among staff, and increases interest and motivation for work”. For participant 29: “Today the most important thing for sales is social networks”.

People. The human dimension contributes to knowledge management according to a set of properties that, in order of priority, are years of experience, educational level, age, ease of working with different languages and the gender of the worker.

Insights such as those of participant 11 contribute to the identification of properties of this subcategory: “Currently, the level of knowledge that the applicant has in the technical area, physical principles of magnitudes, handling of computer tools, basic-intermediate calculation level is considered; additionally, development with clients is considered”. According to participant 17, the desirable characteristics of the staff are: “Between 25 and 40 years old, indistinct gender, necessary experience in the field to be performed and verifiable through tests, essential B2 level of English, ability to interact with customers, research capacity and project development”.

Incentive systems. There are incentives for workers that ease the relationship between knowing and acting to create value in companies; These are of an economic nature, such as bonuses for performance, facilities to attend training, the award of days off and public recognition.

Some contributions for this subcategory are mentioned by participant 20: “The incentives are free English courses and specialized training”; for participant 13: “bonuses, days off and special food”; and for participant 16: “there are no incentives”.

Organizational culture. The organizational culture focused on knowledge management recognizes that important properties are the personal values of employees, a permanent attitude towards teamwork, respect for regulations, the application of best practices, the level of personal commitment to objectives and work environment to create, store, share, and use organizational knowledge.

Contributions for this subcategory are, for example, those mentioned by participant 6: “If there is a bank of lessons learned where employees go when they need to find the best practices or solutions to the same or similar conditions presented in the past”; and participant 34: “The company has a continuous improvement system where faults and actions taken for their respective correction are exposed, improving their added value day by day”.

Communication. Communication as an essential attribute in the transfer of knowledge has two types of communication as properties: formal (regulated by the company) and informal (free of organizational formalities); In addition, it is affected by the hierarchical levels among which it is shared, it depends on the physical or virtual spaces in which it is practiced and the work environment to become the link for sharing knowledge.

Contributions to this subcategory are such as those of participant 19: “Direct contact with management facilitates communication and decision-making”; participant 17: “It is necessary to work on improving formal communication between different hierarchical levels”; and for participant 12: “The informal exchange of knowledge occurs thanks to technology in any internal workspace and outside of it, since there is trust between collaborators”.

Part of coding the data is making intuitive observations of the subcategories and properties. For the KM coding as the main category, the image of the word cloud is obtained, as shown in figure 5.

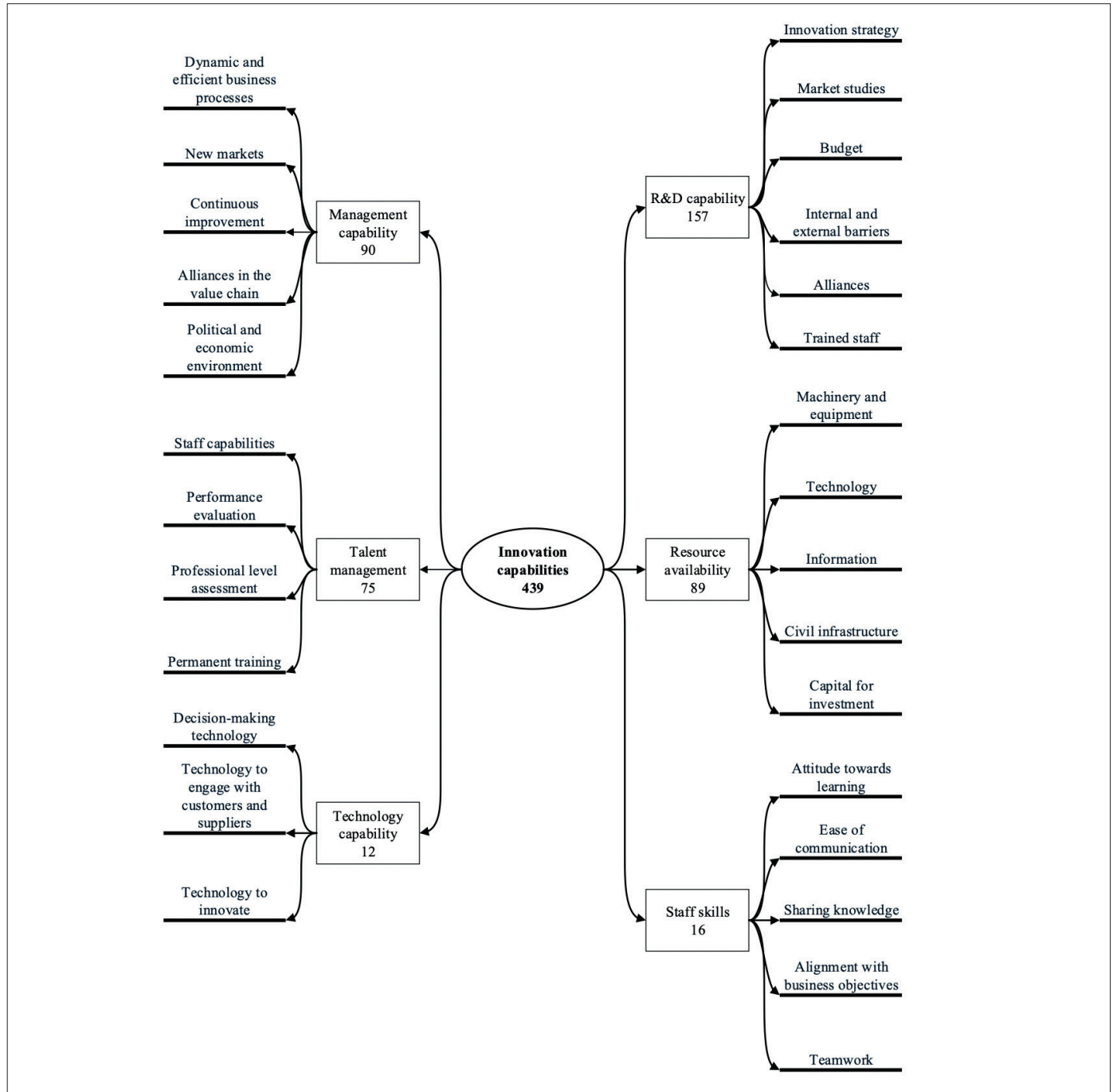
Figure 5: Knowledge management coded word cloud.



Source: obtained from Nvivo v12 software.

Subcategories and properties of innovation capabilities. Figure 6 shows graphically the result of the analysis and development of the IC together with its six subcategories and properties; the number of references found in the coding for the subcategories is included.

Figure 6: Map of subcategories and properties of innovation capabilities.



Note: Subcategories in rectangles and properties in thick lines.
Prepared by the authors.

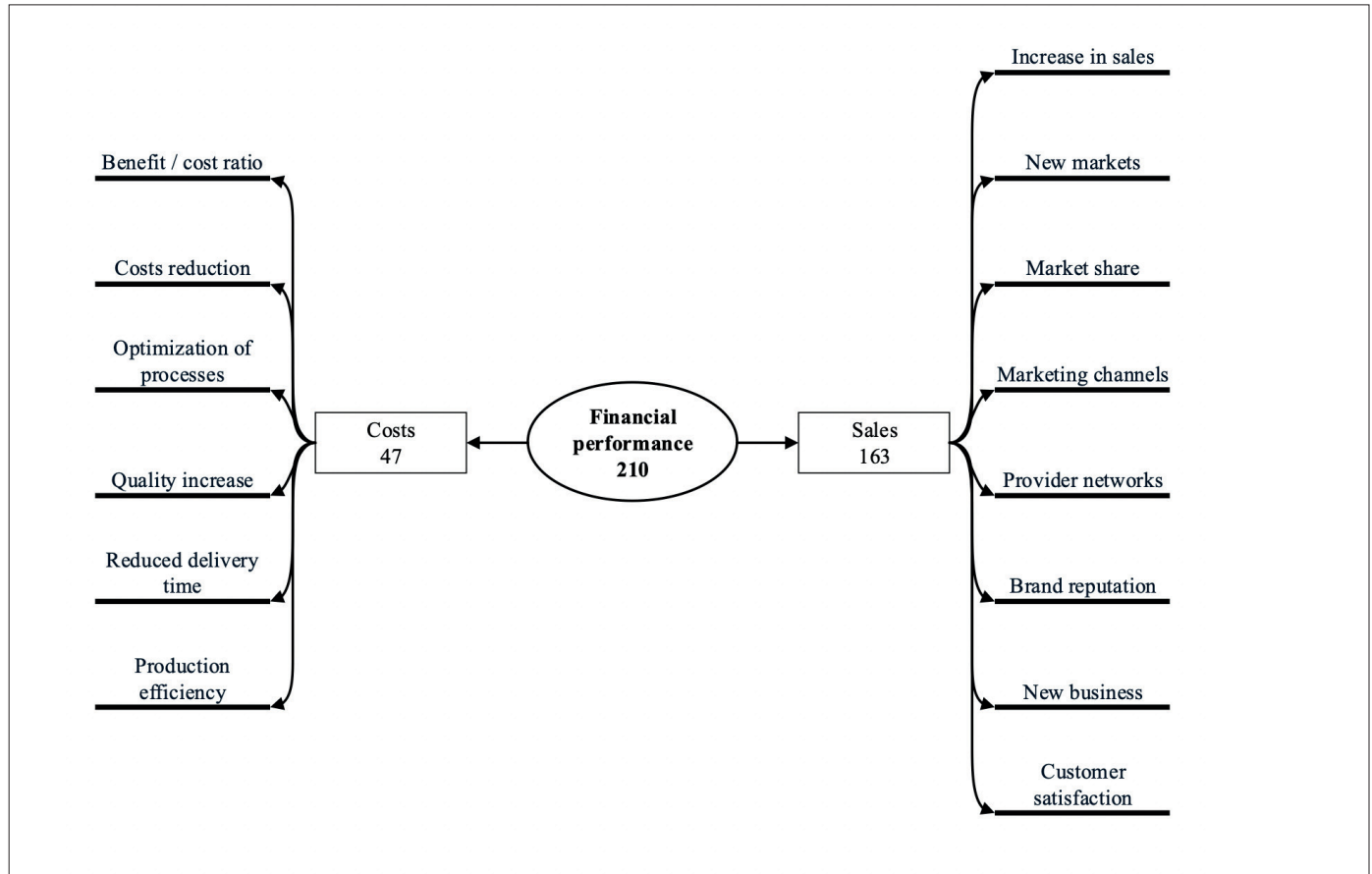
According to the figure 6, IC can be explained by the subcategories: Research and development (R&D) capability, Management capability, Resource availability, Talent management, Staff skills and Technology capability. In turn, each subcategory can be defined by its properties, as detailed below.

Research and development capability. The capacity of R&D as a faculty of innovation is characterized by having strategies to innovate products and processes, regular market studies to analyze supply and demand for new products, planning resources for innovations, planning the mitigation of internal and external barriers that affect to innovation, alliances with public or private institutions and for having trained personnel to carry out innovations.

Subcategories and properties of financial performance. Figure 8 graphically shows the result of the analysis and development of the

FP together with its two subcategories and properties; the number of references found in the coding for the subcategories is included.

Figure 8: Map of subcategories and properties of innovation of financial performance.



Note: Subcategories in rectangles and properties in thick lines.
Prepared by the authors.

According to the map, the FP can be explained by the sales and costs subcategories. In turn, each subcategory can be defined by its properties, as detailed below.

Sales. To evaluate financial performance, companies need to identify the effect they have on sales, the contribution of new markets, know the participation of their products in the market, identify their marketing channels, have supplier networks, have a good reputation of the brand, focus on new business, and achieve customer satisfaction.

Contributions such as those of participant 18 help to determine the properties of this subcategory: “Sales have increased, but so has competition, so it is necessary to continue developing new products and services”; participant 25: “I think that as a result of the pandemic all our products and services have been maintained, since being a productive sector our sales have not changed”; and participant 41: “Due to the pandemic, sales have decreased, processes have changed, and we are adapting to the changes”.

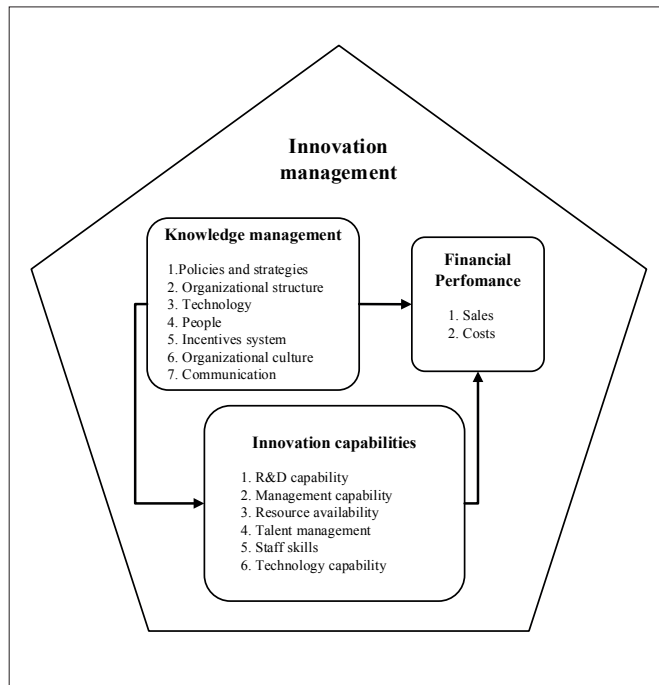
Costs. Costs comprise a subcategory of financial performance that is identified from their behavior in the production process, so it is important to know if cost reduction is accompanied by process optimization, delivery time reduction, quality, in such a way that the results can be evidenced in an increase in the benefit / cost ratio and in an improvement in the efficiency of the company.

For this subcategory, contributions such as those of participant 3 are included: “Knowledge management and innovation capabilities contribute a lot to the efficiency of the company, for this reason the employees are constantly training”; and participant 34: “Part of continuous improvement is optimizing processes, resources. Currently, cost reduction has become key in conjunction with the acquisition of new technology”.

As part of the coding of the data for the FP, intuitive observations of the subcategories and properties were made through a word cloud image, as shown in Figure 9.

innovation management in the manufacturing industry, this finding being the main contribution of this research. Additionally, if the subcategories and properties of the proposed model, shown in Figure 10, are assigned quantitative dimensions and indicators, then it could be possible, in a future study, to verify that there is a systemic relationship and probable correlation between the main categories. that explain the management of innovation in industry, as has already been done in other economic realities (Hock-Doepgen et al., 2021).

Figure 10. Integration and systemic relationship of innovation management constructs.



Prepared by the authors.

Conclusions

The objective of this article is to determine and conceptualize the determining factors that interact systemically in the management of innovation in the manufacturing industry, for which the research was divided into three phases.

In the first phase of the research, a literature review on business management focused on innovation was carried out. From this process it is concluded that the organization is made up of a set of organizational dimensions that interact in a systemic way in the management of innovation and that the management of innovation in the business field requires the theoretical understanding of three main categories or constructs: KM, IC, and FP, each with their respective subcategories.

In a second phase, through a qualitative study that used a triangulation of data obtained from the manufacturing companies of Pichincha, Ecuador, the Grounded Theory was applied, which proves that innovation management requires a systemic vision, given the multidimensionality of the three main categories and the

interactions that can be established between them. For this industrial sector, KM is represented in order of importance by policies and strategies, organizational structure, technology, people, incentive systems, organizational culture, and communication; IC for research and development capacity, management capacity, resource availability, human talent management, staff skills and technological capacity; and the FP for sales and costs. Each subcategory consists of its respective properties.

In the third phase, with the findings of the first two previous stages, an explanatory model of innovation management in medium-sized manufacturing companies is proposed based on KM, IC, and FP. The results of the three stages contribute to the systemic vision of innovation management in the manufacturing industry, a contribution that, with certain variations in terms of the hierarchy of the subcategories, can be extended to other sizes of companies in this industry or other sectors of the Ecuadorian economy.

Consequently, the objective of the research was fulfilled and information was contributed that proposes a new theory to understand innovation management, based on other recent research on the contribution of knowledge management and innovation capabilities to the performance of the organizations carried out in Latin America (Claver-Cortés et al., 2018; Davila et al., 2019; Del Carpio & Miralles, 2020; Del Castillo Guardamino & Egoávil, 2021; Larios & Soto, 2017; Pinochet, 2021).

Among the most important limitations of this research was the execution of the interviews between the final months of 2020 and the beginning of 2021, a period in which economic activities were impacted by the health effects of the COVID-19 pandemic, so all the interviews were conducted virtually through videoconferences, and when due to technical problems it was not possible to carry them out, they had to be complemented by consultation forms through the internet.

Finally, to expand the empirical evidence of the relationship between KM and IC on corporate results in the manufacturing industry, it would be advisable in a next stage to carry out a quantitative investigation to evaluate the correlations between the categories and subcategories found. In this investigation. In addition, this research could be extended to other sizes of companies and to other economic sectors, which in the future would allow obtaining a global vision of the management of innovation in the Ecuadorian industry.

References

- Abuaddous, H. Y., & Al Sokkar, A. A. M. (2018). The impact of knowledge management on organizational performance. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(4), 204–208. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090432>.
- Agudelo, E., & Valencia, A. (2018). Knowledge management, organizational policy for business today. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26(4), 673–684. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000400673>.

- Andreini, D., & Bettinelli, C. (2017). Business Model Innovation. From Systematic Literature Review to Future Research Directions. In *International Series in Advanced Management Studies*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53351-3>.
- Baumgarten, C., & Ivanochko, I. (2021). The Impact of Electronic Services on Traditional Services. In *Developments in Information & Knowledge Management for Business Applications* (Vol. 1, pp. 311–342). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62151-3>.
- Bertalanffy, L. (1968). El significado de la teoría general de los sistemas. In *Teoría General de los Sistemas* (pp. 30–53). Fondo de Cultura Económica.
- Bettioli, M., Di Maria, E., & Micelli, S. (2020). Industry 4.0 and Knowledge Management: An Introduction. In *Knowledge Management and Industry 4.0. New Paradigms for Value Creation* (Vol. 9, pp. 1–18). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43589-9>.
- Bogodistov, Y., Presse, A., Krupskiy, O. P., & Sardak, S. (2017). Gendering dynamic capabilities in micro firms. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 57(3), 273–282. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020170308>.
- Bolisani, E., & Bratianu, C. (2018a). Knowledge Strategies. In E. Bolisani & C. Bratianu (Eds.), *Emergent knowledge strategies: Strategic thinking in knowledge management* (Issue July, pp. 97–116). https://doi.org/10.1007/978-3-319-60657-6_5.
- Bolisani, E., & Bratianu, C. (2018b). The Elusive Definition of Knowledge. In *Emergent Knowledge Strategies* (4th ed., Vol. 4, Issue July, pp. 1–22). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60657-6>.
- Bortagaray, I., & De Montevideo, O. (2016). Políticas de Ciencia, Tecnología, e Innovación Sustentable e Inclusiva en América Latina. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura*, 2–26. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19966.38725>.
- Bourke, J., & Roper, S. (2017). Innovation, quality management and learning: Short-term and longer-term effects. *Research Policy*, 46(8), 1505–1518. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.07.005>.
- Bykova, A., & Jardon, C. M. (2018). The mediation role of companies' dynamic capabilities for business performance excellence: Insights from foreign direct investments. the case of transitional partnership. *Knowledge Management Research and Practice*, 16(1), 144–159. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1428070>.
- Calvo, O. (2018). La Gestión del Conocimiento en las Organizaciones y las Regiones: Una Revisión de la Literatura. *Tendencias*, 19(1), 140–163. <https://doi.org/10.22267/rtend.181901.91>.
- Camarena-Martínez, J. L. (2016). La organización como sistema : el modelo organizacional contemporáneo. *Oikos Polis, Revista Latinoamericana de Ciencias Económicas y Sociales (RLCES)*, 1(1), 135–174. <http://www.uagrm.edu.bo/centros/iies/upload/files/repec/grm/oikosp/201604.pdf>.
- Cepeda-Carrion, I., Martelo-Landroguez, S., Leal-Rodríguez, A. L., & Leal-Millán, A. (2017). Critical processes of knowledge management: An approach toward the creation of customer value. *European Research on Management and Business Economics*, 23(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2016.03.001>.
- Cerchione, R., Esposito, E., & Spadaro, M. R. (2016). A literature review on knowledge management in SMEs. *Knowledge Management Research and Practice*, 14(2), 169–177. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2015.12>.
- Chang, W. J., Liao, S. H., & Wu, T. Te. (2017). Relationships among organizational culture, knowledge sharing, and innovation capability: A case of the automobile industry in Taiwan. *Knowledge Management Research and Practice*, 15(3), 471–490. <https://doi.org/10.1057/s41275-016-0042-6>.
- Chen, M. H., Wang, H. Y., & Wang, M. C. (2018). Knowledge sharing, social capital, and financial performance: The perspectives of innovation strategy in technological clusters. *Knowledge Management Research and Practice*, 16(1), 89–104. <https://doi.org/10.1080/14778238.2017.1415119>.
- Chouikha, M. Ben. (2016). A Systemic Approach to the Organization Based on Knowledge Management and its Tools. In *Organizational Design for Knowledge Management* (pp. 1–36). Wiley & Sons, Inc. <http://www.ghbook.ir/index.php>.
- Chun Tie, Y., Birks, M., & Francis, K. (2019). Grounded theory research: A design framework for novice researchers. *SAGE Open Medicine*, 7, 1–8. <https://doi.org/10.1177/2050312118822927>.
- Claver-Cortés, E., Zaragoza-Sáez, P., & González-Illescas, M. (2018). Intellectual capital management: An approach to organizational practices in Ecuador. *Intangible Capital*, 14(2), 270–285. <https://doi.org/10.3926/ic.1158>.
- Concilio, G., LI, C., Rausell, P., & Tosoni, I. (2019). Cities as Enablers of Innovation. In *Innovation Capacity and the City. The Enabling Role of Design* (pp. 43–60). Springer Open. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-00123-0>.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of Qualitative Research. Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (4th ed.). Sage Publications, Inc.
- Cornell University, INSEAD, & WIPO. (2020). Global Innovation Index 2020. Who Will Finance Innovation? In *World Intellectual Property Organization*. <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Qualitative Methods. In *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed., pp. 254–293). Sage Publications, Inc.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Working knowledge: How Organizations Manage What They Know. In *Harvard Business School Press*. Harvard Business School Press.

- Davila, G., Varvakis, G., & North, K. (2019). Influence of strategic knowledge management on firm innovativeness and performance. *Brazilian Business Review*, 16(3), 239–254. <https://doi.org/10.15728/bbr.2019.16.3.3>.
- Del Carpio Gallegos, J. F., & Miralles, F. (2019). Análisis cualitativo de los determinantes de la innovación en una economía emergente. *Retos*, 9(17), 161–175. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.10>.
- Del Carpio, J., & Miralles, F. (2020). Analizando la innovación comercial en las empresas peruanas de manufactura de menor intensidad tecnológica. *Revista de Administração de Empresas*, 60(3), 195–207. <https://doi.org/10.1590/s0034-759020200303>.
- Del Castillo Guardamino, C., & Egoávil, J. V. (2021). Export performance in South America: Do intangibles affect firms' performance in developing countries such as Peru? *era Revista de Administracao de Empresas*, 61(2), 1–15. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210205 EXPORT>.
- Durmic, N. (2017). Integration Models of Project Management with Knowledge Management. In M. Handzic & A. Bassi (Eds.), *Knowledge and Project Management: A Shared Approach to Improve Performance* (Vol. 5, pp. 1–204). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51067-5>.
- Edwards, J. S. (2015). Knowledge Management Concepts and Models. In E. Bolisani & M. Handzic (Eds.), *Advances in Knowledge Management* (pp. 25–44). Springer. <https://doi.org/10.4018/9781605661407.ch004>.
- Endres, H. (2018). Frameworks and Theories around Dynamic Capabilities. In *Adaptability Through Dynamic Capabilities: How Management Can Recognize Opportunities and Threats* (pp. 13–28). Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20157-9>.
- Erdil, E., Meissner, D., & Chataway, J. (2018). Innovation Ecosystems and Universities. In D. Meissner, E. Erdil, & J. Chataway (Eds.), *Innovation and the Entrepreneurial University* (pp. 3–14). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62649-9>.
- Ermine, J.-L. (2018). A Knowledge Value Chain. In *Knowledge Management. The Creative Loop* (pp. 3–23). Wiley & Sons, Inc.
- Espindola, D., & Wright, M. (2021). Leading a Culture of Change. In *The Exponential Era* (pp. 137–151). IEEE.
- Farhana, M., & Swietlicki, D. (2020). Dynamic capabilities impact on innovation: Niche market and startups. *Journal of Technology Management and Innovation*, 15(3), 83–96. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242020000300083>.
- Flick, U. (2018). Triangulation. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed., pp. 1–1694). Sage Publications, Inc.
- García, J. M. (2019). *Ciencias de la complejidad* (1st ed.).
- Ghodoosi, B., Torriside-Steele, G., & Dey, S. (2021). Researching Teaching in Higher Education: Grounded Theory Concepts. In *Promoting Qualitative Research Methods for Critical Reflection and Change: Vol. i* (pp. 57–78). IGI Global.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2006). *The Discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research*. Aldine Transaction.
- Hacker, J. (2017). Enterprise Social Networks: Platforms for Enabling and Understanding Knowledge Work? In Helms, Remko, J. Crane-field, & J. Van Reijssen (Eds.), *Social Knowledge Management in Action. Applications and Challenges* (Vol. 3, pp. 17–37). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45133-6>.
- Handzic, M. (2017). The KM times they are A-Changin'. *Journal of Entrepreneurship and Management and Innovation*, 13(3), 7–27.
- Handzic, M., & Durmic, N. (2015). Knowledge Management , Intellectual Capital and Project Management : Connecting the Dots. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 13(1), 51–61.
- Helms, R. W., Cranefield, J., & Reijssen, J. van (Eds.). (2017). *Social Knowledge Management in Action - Applications and Challenges* (Vol. 3). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45133-6>.
- Hernández, A., Saavedra, J., & Sanabria, M. (2007). Hacia la construcción del objeto de estudio de la administración: Una visión desde la complejidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 15(1), 91–112.
- Hock-Doepgen, M., Clauss, T., Kraus, S., & Cheng, C. F. (2021). Knowledge management capabilities and organizational risk-taking for business model innovation in SMEs. *Journal of Business Research*, 130(March), 683–697. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.12.001>.
- Kast, F. E., & Rosenzweig, J. E. (1972). General Systems Theory: Applications for Organization and Management. *Academy of Management Journal*, 15(4), 447–465. <https://doi.org/10.2307/255141>.
- Kaur, V. (2019). Review of Literature. In *Knowledge Based Dynamic Capabilities. The Road Ahead in Gaining Organizational Competitiveness* (pp. 21–78). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-21649-8>.
- Kesavan, P. (2021). Literature Review. In *Enablers of organisational learning, knowledge management, and innovation. Principles, process, and practice of qualitative data* (p. 320). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-9793-0>.
- Kim, M. K., Park, J. H., & Paik, J. H. (2018). Factors influencing innovation capability of small and medium-sized enterprises in Korean manufacturing sector: facilitators, barriers and moderators. *International Journal of Technology Management*, 76(3/4), 214–235. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2018.10012461>.

- Kodama, M. (2018). Collaborative Dynamic Capabilities: The Dynamic Capabilities View. In *Collaborative Dynamic Capabilities for Service Innovation - Creating a New Healthcare Ecosystem* (pp. 1–45). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77240-0>.
- Larios, G., & Soto, A. (2017). Semantic test of a technology management model in family business. *Journal of Technology Management & Innovation*, 12(3), 58–66.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). IT Infrastructure and Emerging Technologies. In *Management Information Systems. Managing the Digital Firm* (16th ed., pp. 162–209). Pearson.
- Li, H., He, H., Shan, J., Cai, J., Hongkuan, L., Haiyan, H., Jiefei, S., & Jingjing, C. (2019). Innovation efficiency of semiconductor industry in China: A new framework based on generalized three-stage DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 66, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.07.007>.
- Lune, H., & Berg, B. L. (2017). Designing Qualitative Research. In *Qualitative Research Methods for the Social Sciences* (9th ed., pp. 22–42). Pearson.
- Maduekwe, C. C., & Kamala, P. (2016). Performance measurement by small and medium enterprises in Cape Metropolis, South Africa. *Problems and Perspectives in Management*, 14(2), 46–55. [https://doi.org/10.21511/ppm.14\(2\).2016.05](https://doi.org/10.21511/ppm.14(2).2016.05).
- Manning, M. J., & Manning, M. S. (2020). Knowledge Assets Management. In *Total Innovative Management Excellence (TIME). The Future of Innovation* (pp. 354–398). CRC Press.
- Marulanda, C., López, M., & Castellanos, J. (2016). La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia. *AD-Minister*, 29, 163–176. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.8>.
- Matos Martins, P. E. (2011). O Espaço-Dinâmica Organizacional em Perspectiva Histórica. *Memória Da Gestão e Análise Organizacional, Do I Colóquio Internacional Sobre o Brasil Holandês*, 323–337.
- Medina Nogueira, Y. E., El Assafiri Ojeda, Y., Nogueira Rivera, D., Medina León, A., & Medina Nogueira, D. (2019). Propuesta de un cuestionario para el desarrollo de la auditoría de gestión del conocimiento. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 61–71.
- Melendez, K., Dávila, A., & Melgar, A. (2019). Literature review of the measurement in the innovation management. *Journal of Technology Management and Innovation*, 14(2), 81–87. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000200081>.
- Ministerio de Producción. (2021). Cifras de industrias. In *Gobierno del Ecuador*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Presentación-Industria-Junio-2021.pdf>.
- Musiolik, J., Markard, J., Hekkert, M., & Furrer, B. (2018). Creating innovation systems: How resource constellations affect the strategies of system builders. *Technological Forecasting and Social Change, February*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.002>.
- Nakamori, Y. (2020). Innovation Theory. In *Knowledge Construction Methodology. Fusing Systems Thinking and Knowledge Management* (pp. 1–18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9887-2_5.
- Newell, S. (2015). Managing knowledge and managing knowledge work: What we know and what the future holds. *Journal of Information Technology*, 30(1), 1–17. <https://doi.org/10.1057/jit.2014.12>.
- Nonaka, I. (1994). A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science*, 5(1), 14–37. <https://doi.org/10.1287/orsc.5.1.14>.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
- North, K., & Kumta, G. (2018). Knowledge in Organisations. In *Knowledge Management. Value Creation Through Organizational Learning* (2nd ed., pp. 33–66). Springer. <http://www.springer.com/series/10099>.
- O’neill, M., Booth, S., & Lamb, J. (2018). Using nvivo™ for literature reviews: The eight step pedagogy (N7+1). *Qualitative Report*, 23(13), 21–39. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2018.3030>.
- Obeidat, B. Y., Al-Suradi, M. M., Masa’deh, R., & Tarhini, A. (2016). The impact of knowledge management on innovation: An empirical study on Jordanian consultancy firms. *Management Research Review*, 39(10), 1214–1238. <https://doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0214>.
- OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th ed., Issue October). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604>.
- Ortiz, S., & Zapata, Á. R. P. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (GINNT)? *Journal of Technology Management Innovation*, 1(2), 64–82.
- Osorno Balbín, A., Oquendo Gómez, E., Monsalve Trujillo, I., & Martínez Gómez, J. (2016). Gestión del conocimiento, innovación para el crecimiento empresarial. *Revista Science Of Human Action*, 1(1), 104–116.
- Papa, A., Dezi, L., Gregori, G. L., Mueller, J., & Miglietta, N. (2018). Improving innovation performance through knowledge acquisition: the moderating role of employee retention and human resource management practices. *Journal of Knowledge Management*, 18. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2017-0391>.
- Piening, E. P., & Salge, T. O. (2015). Understanding the antecedents, contingencies, and performance implications of process innovation: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Product Innovation Management*, 32(1), 80–97. <https://doi.org/10.1111/jpim.12225>.

- Pingali, S., Rovenpor, J., & Shab, G. (2017). From Outsourcing to Best-Sourcing? The Global Search for Talent and Innovation. In S. Kundu & S. Munjal (Eds.), *Human Capital and Innovation. Examining the Role of Globalization* (pp. 161–191). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-56561-7>.
- Pinochet, G. (2021). Redes de Explicitación del Conocimiento y su Relación con la Productividad en Pymes. *Journal of Technology Management & Innovation*, 16(1), 67–78. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242021000100067>.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension* (2nd ed.). The University of Chicago Press.
- Qian, L., & Wang, I. K. (2017). Competition and innovation: The tango of the market and technology in the competitive landscape. *Managerial and Decision Economics*, 38(8), 1237–1247. <https://doi.org/10.1002/mde.2861>.
- QSR. (2019). *What is NVivo?* | NVivo. QSR International. <https://www.qsrinternational.com/nvivo/what-is-nvivo>.
- Quintero Sepúlveda, I. C., Ospina Nieto, Y., Quiroga Parra, D. J., & Cubillos-González, R.-A. (2021). Relación entre Capacidad de Innovación e Índice de Innovación en América Latina. *Journal of Technology Management & Innovation*, 16(3), 47–56. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242021000300047>.
- Rip, A. (2018). Processes of Technological Innovation in Context – and Their Modulation. In *Futures of Science and Technology in Society* (pp. 49–74). Springer VS. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-658-21754-9>.
- Roldán, J. L., Real, J. C., & Ceballos, S. S. (2018). Antecedents and consequences of knowledge management performance: The role of IT infrastructure. *Intangible Capital*, 14(4), 518–535. <https://doi.org/10.3926/ic.1074>.
- Ruffoni, E. P., D'Andrea, F. A. M. C., Chaves, J. K., Zawislak, P. A., & Tello-Gamarra, J. (2018). R&D investment and the arrangement of innovation capabilities in Brazilian manufacturing firms. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(4), 74–83. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242018000400074>.
- Saulais, P., & Ermine, J.-L. (2019). Strategic Analysis of an Organization's Knowledge Capital. In *Knowledge Management in Innovative Companies 1. Understanding and Deploying a KM Plan within a Learning Organization* (Vol. 23, pp. 33–88). Wiley & Sons, Inc.
- Schreiber, D., Tometich, P., Zen, A. C., & Engelman, R. (2020). Reconfiguring the firm's assets for innovation. *Journal of Technology Management and Innovation*, 15(1), 27–39. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242020000100027>.
- Sedighi, M., Van Splunter, S., Zand, F., & Brazier, F. (2015). Evaluating Critical Success Factors Model of Knowledge Management: An Analytic Hierarchy Process (AHP) approach. *International Journal of Knowledge Management*, 11(3), 17–36. <https://doi.org/10.4018/IJKM.2015070102>.
- SENESCYT-INEC. (2015). Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación. In *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia/Presentacion_de_principales_resultados_ACTI.pdf.
- Singh, R., Charan, P., & Chattopadhyay, M. (2020). Relational capabilities and performance: examining the moderation-mediation effect of organisation structures and dynamic capability. *Knowledge Management Research and Practice*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/14778238.2020.1843984>.
- SUPERCIAS. (2018). Panorama de la industria manufacturera en el Ecuador. In *Dirección Nacional de Investigación y Estudios*. <https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2018/09/Panorama-de-la-Industria-Manufacturera-en-el-Ecuador-2013-2017.pdf>.
- Syed, J., Murray, P. A., Hislop, D., & Mouzoughi, Y. (2018). Introduction: Managing Knowledge in the Twenty-First Century. In *The Palgrave Handbook of Knowledge Management* (pp. 1–18). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71434-9_27.
- Taylor, S. J., Bogdan, R., & DeVault, M. (2016). In-Depth Interviewing. In *Introduction to Qualitative Research Methods* (4th ed., pp. 101–134). Wiley.
- Tello, M. D. (2017). Innovation and productivity in services and manufacturing firms: The case of Peru. *CEPAL Review*, 121, 69–86. <https://doi.org/10.18356/a4c7eea5-en>.
- Wang, S., Wang, H., & Khalil, N. (2018). A Thematic Analysis of Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management (IJKM). *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 13, 201–231. <https://doi.org/10.28945/4095>.
- Weed-Schertzer, B. (2020). Tools for Knowledge and Organizational Learning. In *(II)Logical Knowledge Management: A Guide to Knowledge Management in the 21st Century* (pp. 83–118). Emerald Publishing Limited.
- Zaim, H., Muhammed, S., & Tarim, M. (2019). Relationship between knowledge management processes and performance: critical role of knowledge utilization in organizations. *Knowledge Management Research and Practice*, 17(1), 24–38. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1538669>.

3.3 Resultados de la tercera fase de investigación

La tercera fase de investigación se orientó a cumplir el tercer objetivo específico de la investigación, que consistió en “Evaluar la relación que tiene la gestión del conocimiento en las capacidades de innovación y en el desempeño financiero en las medianas empresas del sector de manufactura de Pichincha”.

Una vez que se determinaron las subcategorías y propiedades de los constructos que conforman la propuesta de modelo de gestión de la innovación, el siguiente objetivo fue cuantificar la relación que existe entre constructos y sus subcategorías. Para ello se plantearon cuatro hipótesis:

H1: Existe una relación significativa, positiva y directa entre la gestión del conocimiento y el desempeño financiero de las compañías medianas.

H2: Existe una relación significativa, positiva y directa entre la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación de las compañías medianas.

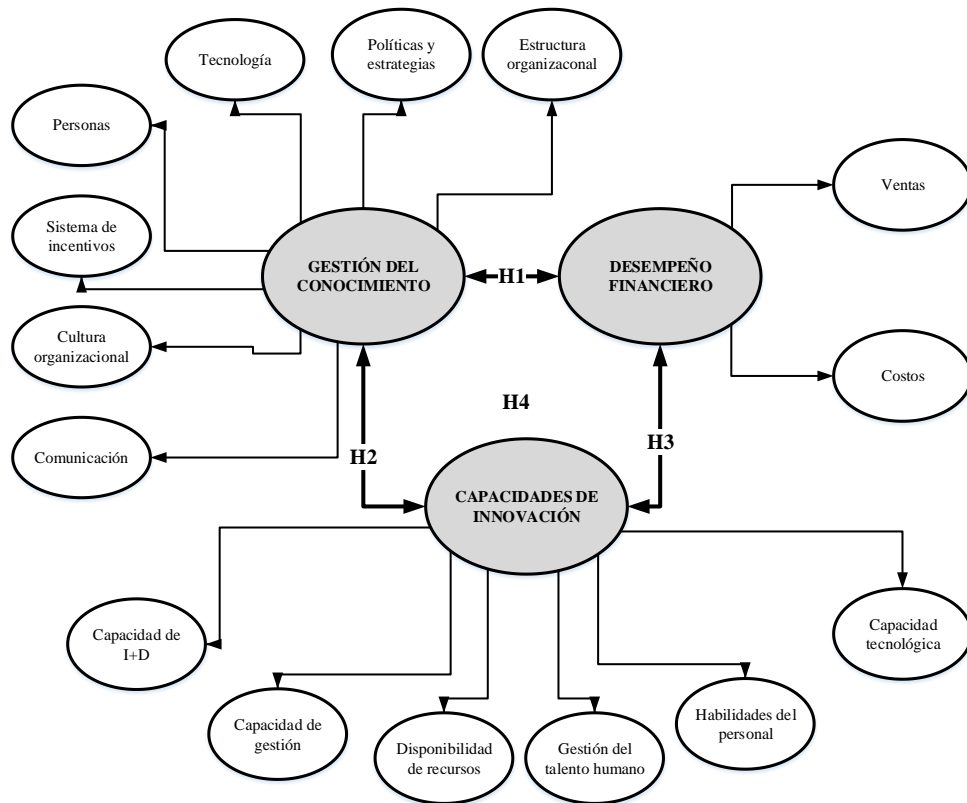
H3: Existe una relación significativa, positiva y directa entre las capacidades de innovación y el desempeño financiero de las compañías medianas.

H4: Las capacidades de innovación median en forma positiva y directa la relación entre la gestión del conocimiento y el desempeño financiero en las compañías medianas.

El modelo teórico, resultado de la revisión de la literatura y del estudio cualitativo, consta de elementos como constructos, subcategorías, propiedades y variables o ítems. En la Figura 9 se especifica el modelo estructural propuesto que consta de tres constructos latentes o categorías principales: un constructo exógeno (gestión del conocimiento) y dos constructos endógenos (capacidades de innovación y desempeño financiero); es decir, la gestión del conocimiento ejerce efectos directos sobre el desempeño financiero y las capacidades de innovación, y también efecto indirecto en el desempeño financiero a través de las capacidades de innovación. Adicionalmente, se indican las subcategorías congénicas asociadas a cada constructo, la relación entre los constructos y subcategorías mediante un diagrama de rutas, y las hipótesis (H1, H2, H3 y H4) que se plantea comprobar.

Figura 9

Modelo estructural de gestión de la innovación



Las hipótesis se probaron mediante correlación, utilizando el análisis estadístico multivariante. Este análisis combinó tres métodos: correlación entre subcategorías de constructos, correlación canónica y correlación mediante un modelo de ecuaciones estructurales. Los resultados de las distintas correlaciones se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Resultados de correlación para cada hipótesis

Hipótesis	Constructos	Correlación subcategorías	Correlación canónica	Método SEM
		r	r	r
Efecto directo				
H1	GC ↔ DF	0,701	0,750	0,695
H2	GC ↔ CI	0,860	0,895	0,857
H3	CI ↔ DF	0,807	0,821	0,847
Efecto indirecto				
H4	GC ↔ CI ↔ DF	0,694	0,735	0,726

Nota. r: coeficiente de correlación; el nivel de significancia es $p < 0,05$.

En consecuencia, se determinó que existe una relación significativa positiva y directa entre la gestión del conocimiento y el desempeño financiero; en forma similar, entre la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación; e igualmente, entre las capacidades de innovación y el desempeño financiero. Adicionalmente, se comprobó que las capacidades de innovación median en forma positiva y directa la relación entre la gestión del conocimiento y el desempeño financiero. Estos resultados se explican en el artículo “Factors influencing innovation in the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador”, enviado al Journal of Innovation Management, indexada a Scopus (ISSN: 21830606).

Una vez determinada la relación cuantitativa entre la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación con el desempeño financiero, que dieron lugar al cumplimiento del tercer objetivo de esta investigación, en la siguiente fase de investigación se explicará el papel que desempeña la eficiencia en la gestión de la innovación de las organizaciones empresariales.

3.3.1 Artículo de la tercera fase de investigación

En la Tabla 7 se describe la publicación que se realizó para cubrir el tercer objetivo específico de la investigación.

Tabla 7

Publicaciones relacionadas con el tercer objetivo específico

n.º	Publicación	Congreso / revista
7	Factors influencing innovation in the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador	Journal of Innovation Management. ISSN: 21830606. SJR 2021: 0,27. Estado: en revisión.

Título	Factors influencing innovation in the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador.
Autores	Juan Ibujés-Villacís ¹ , Antonio Franco-Crespo ²
Referencia	ISSN: 21830606
Revista	Journal of Innovation Management
Afiliaciones	^{1,2} Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	Portugal
Fecha de publicación	
Indexación	Scopus, DOAJ, IBSS, ProQuest.
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes.
Referencia APA	Pendiente
Estado	Enviado

Factors influencing innovation in the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador

Abstract. The lack of innovation capacity in the Ecuadorian business environment is a problem that affects the competitiveness and sustainability of these organizations in a globalized economy. This research aims to determine the relevant factors that influence the capacity for innovation and are related to corporate results. To achieve this objective, this research proposes an innovation management model that allows systemically visualizing those factors. The model is made up of three primary constructs or categories that interact with each other, which are: knowledge management (KM), innovation capabilities (IC), and financial performance (FP). The scope of the study is the medium-sized manufacturing companies in the province of Pichincha in Ecuador. This research has a quantitative approach; it is relational and not experimental. To explain the innovation management model and the relationship between the constructs, the authors propose hypotheses, which are tested by correlation using multivariate statistical analysis. As a result, it was shown that there is a significant positive and direct correlation between KM, IC, and FP. Likewise, it was also shown that the increase of innovative capacity in the industry depends on a set of factors, such as the strengthening of capacities and motivations of the personnel, an increase in investment in tangible and intangible resources, an increase in research and development, and optimization of costs throughout the production process.

Keywords. financial performance, innovation capabilities, innovation management, knowledge management, manufacturing industry.

1 Introduction

In the business context, innovation means creating new economic value through developing innovative products, applying efficient production methods, and generating sales (Nakamori, 2020; Zawislak et al., 2018). However, this way of creating economic value must be managed appropriately to achieve business objectives.

According to the global innovation index, Ecuador ranks ninety-first in the world and twelfth in the Latin America and Caribbean (LAC) region (Dutta et al., 2021). These positions for Ecuador show that the business sophistication pillar of the innovation index has a low rating, which shows the little innovation carried out by the Ecuadorian business fabric. This assertion is consistent with the results of the latest innovation survey in Ecuador, in which it is determined that only 54.5% of Ecuadorian companies carry out some type of innovation (product, process, organizational, or marketing) (SENESCYT-INEC, 2015).

The lack of innovation is a problem that affects the competitiveness and sustainability of Ecuadorian business organizations in a knowledge economy (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019; CEPAL, 2016). To understand this problem and look for alternative solutions, this research is theoretically involved with the field of study of innovation management (IM) in for-profit organizations.

In this field of study, some authors have proposed different models for IM, depending

on the relationship between certain organizational factors and innovation processes (Melendez et al., 2019). For example, the relationship between intellectual capital and innovation (Buenechea-Elberdin et al., 2017; Costa et al., 2014; Elia et al., 2017); the relationship between explicit and tacit knowledge strategies with innovation (Davila et al., 2019; Magnier-Watanabe & Benton, 2017; Ode & Ayavoo, 2020); the relationship between technological intensity and innovation capacity (Zawislak et al., 2018); the relationship between organizational culture and innovation (Chang et al., 2017); the relationship between suppliers and customers to improve innovation (Delgado-Verde et al., 2014); the relationship between dynamic capabilities and innovation (Farhana & Swietlicki, 2020; Kaur, 2019; Salmador et al., 2021), among others.

In virtue of this, this article's motivation is to integrate a broad set of factors that have been shown isolatedly to be related to innovation in organizations and propose an IM model that allows determining the factors that need to be strengthened so that the industry of the Ecuadorian manufacturing improves its capacity for innovation.

The article's contribution to the field of innovation in companies explains IM as a systemic phenomenon from a holistic approach in which different components of the organization participate and interact. With these components, the conceptual structure of a systemic model of the IM is proposed, complemented by an empirical study of IM in the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador. From the model, the authors evaluate the relationships between such components and variables and determine the factors that must be improved to positively impact the innovation of the studied industry.

The article begins with a general description of the systemic organization and innovation management; next, an IM model and its components are proposed, and hypotheses are formulated about the relationship between the components. In the second part, the hypotheses are tested using multivariate statistical analysis, and finally, a discussion of the results and conclusions is presented.

2 Theoretical elements

In this section, key concepts related to the theoretical support of this research are analyzed.

2.1 The organization and management of innovation

Innovation has changed from a linear model, proposed as the succession of basic and applied research and technological development activities carried out by the organization's research and development department, to a systemic model, in which the processes involved in innovation they are the result of the interaction of the organization with the environment, turning it into a cultural, economic and social phenomenon (Ferreira et al., 2021; Kesavan, 2021; Manjarrés Henríquez & Vega Jurado, 2012). Furthermore, this change has meant the evolution of the competitive advantage of organizations, from the use of technology to the use of knowledge to meet organizational objectives (Baumert et al., 2016; Kodama, 2018; Laperche, 2021; Musiolik et al., 2018; Rothwell, 1994).

Therefore, IM in organizations has also evolved, changing from the execution of processes such as evaluation, selection, planning, organization, and control of projects, to the execution of the same processes but focused on organizational knowledge and capabilities (Magnier-Watanabe & Benton, 2017; Melendez et al., 2019; Santoro et al., 2020). This means that IM in the business environment can be considered a problem of organized complexity in which human and social agents intervene, along with the application of a set of capabilities focused on improving the performance of companies (Bohórquez, 2016; Lepore et al., 2016).

To determine an IM system, the previous definition of a system model that contains its components and their relationships is recommended (Falcone-Treviño et al., 2018; Melendez et al., 2019). Figure 1 shows a multidimensional innovation management (IM) proposal in which IM is made up of three main categories or constructs. A construct in social sciences is an abstract and probably hypothetical entity inferred from a set of actions similar to each other, which can be demonstrated or observed directly, allowing the studied phenomena to be understood (Lune & Berg, 2017; Price, 2017).

The main categories that are part of the proposed scheme for innovation management are knowledge management (KM), innovation capabilities (IC), and financial performance (FP). Constructs —also called unobservable or latent variables— do not have an operational method of direct measurement (Hair et al., 2019; Thakkar, 2020); for this reason, it is necessary to find some observed measurements called reflexive indicators, which are manifestations of the latent construct (Price, 2017; Wang & Wang, 2020).

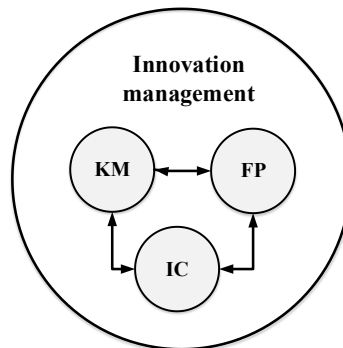


Figure 1. Diagram of innovation management.

Note: KM: Knowledge management, IC: Innovation capabilities, FP: Financial performance.
Source: Made by the authors.

This distribution of the categories and the relationships between them represent the innovation management proposal in business organizations, whose theoretical approaches are summarized below.

2.2 Knowledge management

In organizational management, there is a consensus that, at present, organizations' most important strategic resource is knowledge (Bolisani & Bratianu, 2018; Davila et al., 2019; Kesavan, 2021; North & Kumta, 2018). As such, KM is one of the most critical organizational capabilities for innovating products and processes (Camisón-Haba et al., 2019; Chang et al., 2017; Ode & Ayavoo, 2020).

KM is a multidimensional category that encompasses essential aspects related to the human, technological and political dimensions, the same ones that interact in the complex process of creating value in organizations (Espindola & Wright, 2021; Manning & Manning, 2020; Obeidat et al., 2016). Table 1 describes the most relevant subcategories and properties that explain KM according to the literature review.

Table 1. Subcategories and properties of knowledge management.

Knowledge management – KM		
Subcategories	Authors	Specific properties
Policies and strategies PS	(Marulanda et al., 2016).	Planning
	(Medina Nogueira et al., 2019). (Husain & Ermine, 2021). (Abbas et al., 2019)	Knowledge processes Public and private alliances Barriers Continuous improvement
Organizational structure OS	(Marulanda et al., 2016).	Knowledge possession
	(Chouikha, 2016). (Philipson, 2020)	Internal structure Hierarchical levels Access to knowledge
Technology TG	(Chouikha, 2016).	Technological management
	(Husain & Ermine, 2021). (Salmador et al., 2021).	Information systems Corporate social networks
People PP	(Chouikha, 2016).	Years of experience
	(Medina Nogueira et al., 2019). (Sparrow, 2019). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019).	Education level Age Language Gender
Incentive systems IS	(Marulanda et al., 2016).	Economical
	(Chouikha, 2016). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019).	Training Days off Public recognition
Organizational culture OC	(Calvo, 2018).	Personal values
	(Medina Nogueira et al., 2019). (Aramburu et al., 2015). (Marín-Idárraga & Cuartas-Marín, 2019).	Attitude towards work Respect for regulations Better practices Personal commitment Work environment
Communication CM	(Marulanda et al., 2016).	Formal
	(Husain & Ermine, 2021). (Abuaddous & Al Sokkar, 2018).	Informal Hierarchical Physical and virtual spaces

Source: Made by the authors.

2.3 Innovation capabilities

Joseph A. Schumpeter (1883-1950) understood innovation as the introduction of new products or the improvement of existing ones; the introduction of a new or improved production method; the opening of a new market; the use of a new method of sale or purchase; the use of new raw materials or semi-finished products; or the introduction of new forms of organization of production (Nakamori, 2020; Szczepańska-Woszczyna, 2021).

New capabilities are required to innovate organizations, which are related to skills to continuously transform and exploit the potential of organizational knowledge to create value through the generation of significant changes in products and processes (Kaur, 2019; Nakamori, 2020; OECD & Eurostat, 2018). With these capabilities, organizations develop new intra- and inter-organizational learning systems, focusing organizational management on the market and changing environments (Bogodistov et al., 2017; Bykova & Jardon, 2018; Kodama, 2018; Salmador et al., 2021). Table 2, according to the bibliographic review, describes the most relevant subcategories and properties that explain IC.

Table 2. Subcategories and properties of innovation capabilities.

Innovation capabilities – IC		
Subcategories	Authors	Specific properties
Research and Development (R&D) capability RD	(OECD & Eurostat, 2018). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017). (Bourke & Roper, 2017).	Innovation strategy
		Market studies
		Budget
		Internal and external barriers
		Alliances
Management capability MC	(Salmador et al., 2021). (OECD & Eurostat, 2018). (Zawislak et al., 2018). (Di Vaio et al., 2021).	Trained staff
		Dynamic and efficient business processes
		New markets
		continuous improvement
		Alliances in the value chain
Resource availability RA	(Aramburu et al., 2015). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017).	Political and economic environment
		Machinery and equipment
		Capital for investment
		Technology
		Information
Talent management HT	(OECD & Eurostat, 2018). (Marulanda et al., 2016). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Sparrow, 2019).	Civil infrastructure
		Staff capabilities
		Permanent training
		Performance evaluation
		Professional level assessment

Staff skills SS	(OECD & Eurostat, 2018). (Tello, 2017). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019).	Teamwork Attitude towards learning Ease of communication Share knowledge Alignment with business goals
Technological capability TC	(OECD & Eurostat, 2018). (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). (Tello, 2017). (Salmador et al., 2021).	Technology to innovate Technology for decision making Technology to interact with customers and suppliers

Source: Made by the authors.

2.4 Financial performance

The results of innovation in business organizations are usually reflected in financial results. In this framework, some contributions show, for example, that some strategic KM factors in creating innovations, such as intellectual capital and technology, impact the companies' FP (Abuaddous & Al Sokkar, 2018; Chen et al., 2018; Del Castillo Guardamino & Egoávil, 2021; Namdarian et al., 2020).

Additionally, it is pertinent for companies to evaluate business results concerning the development of capabilities and the use of resources that they allocate to innovation activities (Bykova & Jardon, 2018; OECD & Eurostat, 2018; Singh et al., 2020). Therefore, evaluating the effects of KM and IC development in FP is one of the constant concerns of organizations (Bykova & Jardon, 2018; Chen et al., 2018; OECD & Eurostat, 2018; Singh et al., 2020; Zaim et al., 2019).

Table 3, according to the sources consulted, describes the most relevant subcategories and properties that explain FP.

Table 3. Subcategories and properties of financial performance.

Financial performance		
Subcategories	Authors	Specific properties
Sales SL	(OECD & Eurostat, 2018). (Zaim et al., 2019). (Singh et al., 2020). (Abuaddous & Al Sokkar, 2018)	Sales increase New markets Market share Marketing channels Provider networks Brand reputation New businesses Customer satisfaction
Costs CS	(Zaim et al., 2019). (Bourke & Roper, 2017). (Marín-Idárraga & Cuartas-Marín, 2019)	Benefit / cost ratio Costs reduction Optimization of processes Quality increase Reduced delivery time Production efficiency

Source: Made by the authors.

3 Statement of hypotheses

The results of the theoretical review have made it possible to explain, integrate and establish relationships between three theoretical constructs or categories: KM, IC, and FP, which are present in innovation management. Figure 2 shows the proposed structural model, which consists of three latent constructs or main categories together with their subcategories associated with each construct.

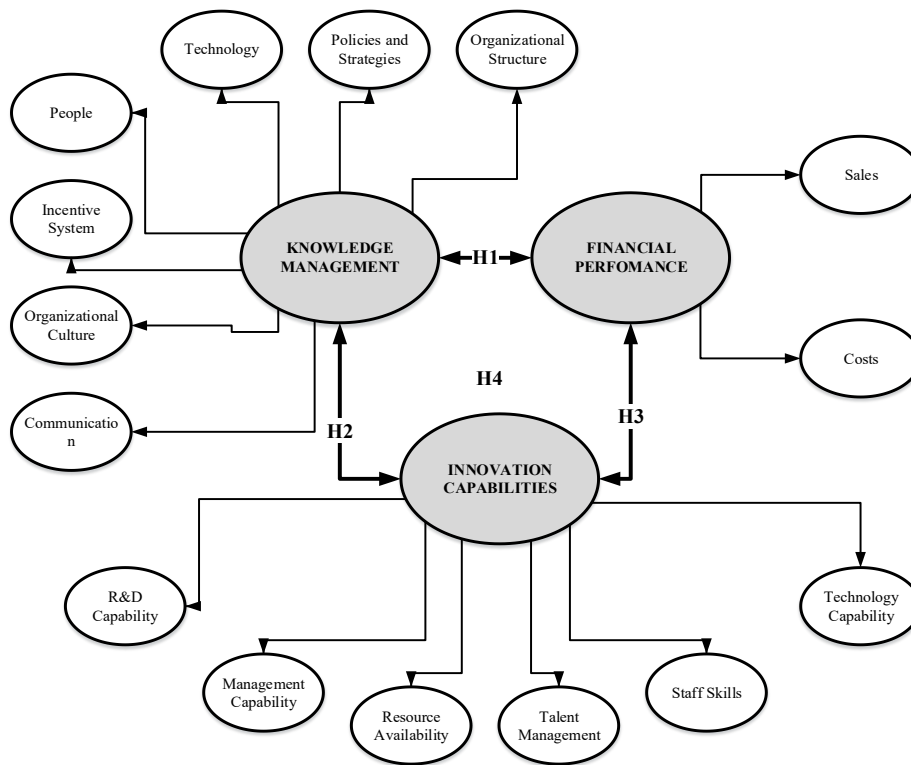


Figure 2. Structural model.
 Source: Made by the authors.

The authors propose to test the relationship between the constructs and their subcategories through a set of hypotheses (H1, H2, H3, and H4).

H1: There is a significant, positive, and direct relationship between knowledge management and the financial performance of medium-sized companies.

H2: There is a significant, positive, and direct relationship between knowledge management and the innovation capabilities of medium-sized companies.

H3: There is a significant, positive, and direct relationship between innovation capabilities and the financial performance of medium-sized companies.

H4: Innovation capabilities positively and directly mediate the relationship between knowledge management and financial performance in medium-sized companies.

4 Methodology

This research has a quantitative approach and is relational, non-experimental, and transversal. Its purpose is to test a set of hypotheses related to latent constructs such as KM, IC, and FP. These hypotheses are tested from the quantification and significance of correlations between constructs, determined by three methods to guarantee the reliability of the results.

4.1 Population and sample size

The scope of the study is the companies in the manufacturing economic sector of the province of Pichincha, which includes Quito, the capital of Ecuador. This economic sector was chosen because it is the one that contributes the most to the country's economy, with a contribution of 14.2% to the total production of Ecuador (MIPRO, 2021). Furthermore, regarding investment, the last national innovation survey showed that this sector allocated 44.65% of the total expenditure to innovation activities, becoming the economic sector that invested the most in research and development (SENESCYT-INEC, 2015).

The study population of this research comprises medium-sized manufacturing companies in the province of Pichincha, active companies with at least five years of operation. These companies have between 50 and 199 workers, an annual income between 1 and 5 million dollars, and an asset value of fewer than 4 million dollars (SUPERCIAS, 2021).

Until November 2020, the medium-sized manufacturing companies in Pichincha that had submitted their economic and financial reports for 2019 were 338 (SUPERCIAS, 2020). For the sample size calculation, this study uses proportional sampling for a finite population; In addition, the sampling was probabilistic and with equal probabilities. The selection of companies was carried out in a simple random manner, without replacement, to have the highest degree of representativeness of the sample (Latpate et al., 2021; Lohr, 2019).

To find a representative and adequate sample (n) of the population, equation 1 was applied (Lohr, 2019; Ott & Longnecker, 2016).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad (1)$$

The parameters for calculating the sample are as follows: $N = 338$ (study population), $E = 10\%$ (sampling error percentage), $Z = 1,96$ (95% confidence level), $p = 0,5$ (probability of success), and $q = 0,5$ (probability of failure). With these parameters, it was determined that $n = 75$ MEs.

4.2 Research technique and data

The applied research technique was a survey through a closed questionnaire addressed to senior managers of the sampled companies. The developed questionnaire evaluated 85 propositions or items distributed in three main sections that represent the constructs: KM (35), IC (37), and FP (13). These items were obtained from each of the properties of the 15 subcategories described in tables 1, 2, and 3.

This questionnaire was subjected to content validation by experts, considering four categories: coherence, relevance, clarity, and sufficiency of the questions. Ten experts from academia and industry participated in the pilot test to guarantee these qualities.

Based on the validation and comments on the questionnaire, the suggested improvements were incorporated, and the final version was prepared. To answer the questionnaire, company managers were asked to rate the items using the psychometric instrument called the Likert scale (Bertram, 2018), for which a 10-point scale was used, in which 1 is a very low agreement, and 10 is a very high agreement with the argument presented in each of the items.

The surveys were conducted using Google Forms, applied electronically from June to September 2021. A total of 250 questionnaires were sent via email to the companies that were the subject of the study. Each survey complied with the ethical standards of research: informed consent, voluntary participation, confidentiality, and no exposure to physical or psychological risks to the participants of the companies.

4.3 Data analysis

After preparing the data and the first evaluations of the model, the evaluated items were refined. On the one hand, among the items of each of the subcategories, bivariate covariances greater than 0.85 were identified in order to eliminate those items that measured very similar aspects and generated data redundancy. On the other hand, some items that had factor loadings lower than 0.5 were eliminated. Considering these criteria, 5 items were separated from the final analysis, and 80 valid items were obtained from the 85 initially proposed. According to some authors, the items involved in high covariances and low loading factors in a confirmatory factor analysis should be separated from the model analysis (Hair et al., 2019; Kline, 2016).

In order to test the four hypotheses, multivariate statistical analysis was applied to determine the existence of a correlation with standardized values between pairwise constructs; that is, H1: the correlation between KM and FP; H2: the correlation between KM and IC; H3: the correlation between IC and FP; and finally H4: the correlation between KM and FP mediated by IC, as shown in the structural model of figure 2.

The correlation between the constructs was obtained by three methods with the help of R software version 4.1.1 (Thakkar, 2020).

- a) Method 1: Multiple correlation was applied. A linear combination of the items of each subcategory was performed. Next, the correlation between the

constructs' subcategories was found, and finally, the correlation between the constructs.

- b) Method 2: The canonical correlation was calculated understanding each construct as a group of subcategories with their respective observed variables (Trendafilov & Gallo, 2021).
- c) Method 3: Correlations were found through a structural model using another multivariate quantitative technique called structural equation modeling (SEM). SEM provides the ability to model constructs with multiple measurement items, test the relationship between those constructs and items simultaneously, and test hypotheses with empirical data (Byrne, 2016; Collier, 2020; Kline, 2016; Thakkar, 2020; Wang & Wang, 2020).

5 Results

In total, 142 valid responses were received from 250 questionnaires sent. The number of responses exceeded the sample size estimated by the equation ($n = 75$), which reduced the sampling error to 6% and kept the confidence level at 95%. Table 4 shows the number of companies surveyed and the type of activity they represent in the manufacturing sector.

Table 4. Economic activity of the surveyed companies.

Economic activity	Company	(%)
Manufacture of metal products	39	27
Manufacture of computer products, electronics and optics	23	16
Manufacture of chemical substances and products	14	10
Manufacture of machinery and equipment	13	9
Repair and installation of machinery and equipment	12	8
Manufacture of coke and petroleum refining products	8	6
Manufacture of electrical equipment	7	5
Manufacture of food products	4	3
Manufacture of textile products	4	3
Printing and reproduction of recorded media	3	2
Manufacture of rubber and plastic products	3	2
Manufacture of beverages	2	1
Manufacture of motor vehicles	2	1
Manufacture of other types of transport equipment	2	1
Manufacture of clothes	1	1

Manufacture of wood products	1	1
Manufacture of paper and paper products	1	1
Pharmaceutical manufacturing	1	1
Manufacture of other non-metallic mineral products	1	1
Furniture manufacturing	1	1
Total	142	100

Source: Made by the authors.

Among the positions of the directors who participated in the survey were administrative managers, technical managers, sales directors, marketing coordinators, purchasing directors, project directors, planning directors, and others, with an average of three years of experience in their charges.

5.1 Descriptives of the constructs and subcategories

The answers are added for each subcategory, then for each construct to obtain the basic descriptions of the subcategories and the constructs. The results are shown in tables 5, 6, and 7.

Table 5. Basic descriptive statistics of KM and subcategories.

Knowledge management - KM					
Subcategory	Mode	Med.	Avg.	SD	CV (%)
PS	7.9	7.2	6.7	2.3	34.5
OS	7.8	6.2	6.0	2.4	39.8
TG	7.8	7.2	6.7	2.4	35.2
PP	7.1	6.1	5.8	1.9	32.4
IS	1.2	3.4	3.8	3.0	77.7
OC	8.5	7.7	7.2	2.4	33.9
CM	7.0	6.8	6.5	2.0	30.4
KM	7.0	6.4	6.2	1.9	30.7

Notes: cases = 142; Med.: median; Avg.: Average; SD: standard deviation; CV: coefficient of variation.

Source: results obtained from R.

Table 6. Basic descriptive statistics of IC and subcategories.

Innovation capabilities - IC					
Subcategory	Mode	Med.	Avg.	SD	CV (%)
RD	6.3	6.0	5.8	2.7	46.3
MC	7.1	6.4	6.1	2.6	41.9
RA	7.1	6.4	5.9	2.9	48.3
HT	7.2	6.4	6.0	2.7	44.6

SS	6.7	6.5	6.2	2.6	41.4
TC	7.8	6.9	6.5	2.5	38.6
IC	7.0	6.4	6.1	2.4	40.3

Notes: cases = 142; Med.: median; Avg.: Average; SD: standard deviation; CV: coefficient of variation.

Source: results obtained from R.

Table 7. Basic descriptive statistics of FP and subcategories.

Financial performance - FP					
Subcategory	Mode	Med.	Avg.	SD	CV (%)
SL	7.7	6.7	6.3	2.5	40.5
CS	7.9	6.4	6.0	2.7	44.9
FP	7.5	6.5	6.1	2.4	39.8

Notes: cases = 142; Med.: median; Avg.: Average; SD: standard deviation; CV: coefficient of variation.

Source: results obtained from R.

5.2 Results by hypothesis, by multiple and canonical correlation

After examining the descriptive statistics, the results of the different correlations between the latent constructs were analyzed, which were obtained using the Pearson correlation coefficient (r) and its level of significance (p). In the test of the first hypothesis (H1), KM and FP are involved with each of their subcategories. Table 8 shows the results of the correlation of the KM subcategories with the FP subcategories and the correlation between KM and FP.

Table 8. Correlations between KM and FP and their subcategories.

FP	0.56	0.58	0.57	0.40	0.55	0.67	0.68	0.70	0.95	0.94	1
CS	0.55	0.57	0.53	0.41	0.54	0.68	0.7	0.69	0.79	1	
SL	0.52	0.53	0.55	0.35	0.5	0.60	0.6	0.64	1		
KM	0.89	0.88	0.87	0.58	0.73	0.86	0.78	1			
CM	0.57	0.59	0.59	0.48	0.57	0.82	1				
OC	0.7	0.62	0.63	0.58	0.61	1					
IS	0.49	0.53	0.53	0.37	1						
PP	0.43	0.40	0.44	1							
TG	0.83	0.84	1								
OS	0.86	1									
PS	1										
	PS	OS	TG	PP	IS	OC	CM	KM	SL	CS	FP

Note: All values are significant $p < 0.05$.
 Source: results obtained from R.

As a result of the multiple correlation between KM and FP, $r = 0.70$ ($p < 0.05$) is obtained. On the other hand, the result of the canonical correlation between the same constructs is $r = 0.75$ ($p < 0.05$). By both methods, the correlation is positive, moderate, and significant.

For the second hypothesis (H2), the correlation between KM and IC with each subcategory is shown in Table 9.

Table 9. Correlations between KM and IC and their subcategories.

IC	0.72	0.77	0.73	0.46	0.71	0.74	0.68	0.86	0.95	0.96	0.87	0.96	0.90	0.90	1
TC	0.72	0.75	0.79	0.46	0.65	0.71	0.64	0.84	0.82	0.86	0.75	0.82	0.84	1	
SS	0.63	0.69	0.69	0.42	0.66	0.74	0.73	0.80	0.83	0.83	0.68	0.88	1		
HT	0.65	0.71	0.63	0.42	0.68	0.70	0.65	0.79	0.87	0.89	0.81	1			
RA	0.58	0.65	0.56	0.43	0.59	0.56	0.50	0.69	0.79	0.82	1				
MC	0.72	0.75	0.72	0.47	0.66	0.73	0.66	0.84	0.92	1					
RD	0.71	0.77	0.71	0.40	0.69	0.69	0.65	0.83	1						
KM	0.89	0.88	0.87	0.58	0.73	0.86	0.78	1							
CM	0.57	0.59	0.59	0.48	0.57	0.82	1								
OC	0.66	0.62	0.63	0.58	0.61	1									
IS	0.49	0.53	0.53	0.37	1										
PP	0.43	0.40	0.44	1											
TG	0.83	0.84	1												
OS	0.86	1													
PS	1														
	PS	OS	TG	PP	IS	OC	CM	KM	RD	MC	RA	HT	SS	TC	IC

Note: All values are significant $p < 0.05$.
 Source: results obtained from R.

In this case, the multiple correlation between KM and IC is a positive, high, and significant value $r = 0.86$ ($p < 0.05$). On the other hand, the canonical correlation between these two constructs also has a high and significant value $r = 0.90$ ($p < 0.05$).

In the case of the third hypothesis (H3), IC and FP with their subcategories are involved. The results are summarized in Table 10, which indicates the correlation between the subcategories and the main categories.

Table 10. Correlations between IC and FP and their subcategories.

FP	0.76	0.81	0.71	0.74	0.73	0.73	0.81	0.95	0.94	1
CS	0.74	0.76	0.65	0.74	0.75	0.69	0.78	0.79	1	
SL	0.70	0.76	0.69	0.67	0.65	0.69	0.75	1		
IC	0.95	0.96	0.87	0.96	0.90	0.90	1			
TC	0.82	0.86	0.75	0.82	0.84	1				
SS	0.83	0.83	0.68	0.88	1					
HT	0.87	0.88	0.81	1						
RA	0.79	0.82	1							
MC	0.92	1								
RD	1									
	RD	MC	RA	HT	SS	TC	IC	SL	CS	FP

Note: All values are significant $p < 0.05$.
 Source: results obtained from R.

The result of the multiple correlation between IC and FP is $r = 0.81$ ($p < 0.05$). At the same time, the result of the canonical correlation between the same constructs is $r = 0.82$ ($p < 0.05$). In both cases, the correlation is positive, high, and significant.

In the case of hypothesis H4, the contribution given by KM to FP is evaluated indirectly through IC; for this, the correlation between KM and IC is multiplied by the correlation between IC and FP (Collier, 2020; Hayes, 2018). The result of the multiple correlation is $r = 0.69$ ($p < 0.05$) with the first method and $r = 0.74$ ($p < 0.05$) when the canonical correlation is applied. In both cases, the correlation is positive, moderate, and significant.

5.3 Results by hypothesis by SEM

To estimate the correlations between the latent constructs that allow the hypotheses' testing, the 142 surveys carried out were used as the sample size; this amount provides sufficient statistical power for data analysis in SEM (Thakkar, 2020). Basically, two models are involved in SEM analysis: the measurement model and the structural model. The first demonstrates the relationships between response items and their underlying latent construct, while the second demonstrates correlational or causal dependencies between measurement models.

To test the unidimensionality, reliability, and convergent validity of the subcategories of each construct, a confirmatory factor analysis was performed. These tests for each of the subcategories of the constructs are performed by calculating the load factors, Cronbach's alpha, and the average variance extracted (AVE). (Hair et al., 2019). Regarding unidimensionality, it was found that all subcategories and items have a load factor greater than 0.5. On the other hand, almost all the subcategories are of high reliability, except for the PP subcategory (Cronbach's alpha = 0.67). Finally, for the validity of the subcategories, it was found that all the categories comply with the convergent validity since the AVE value is more significant than 0.5. These results are

shown in Table 11.

Table 11. Results of the analysis of unidimensionality, reliability and convergent validity.

Construct	Subcategory	Item	Factor loading (≥ 0.5)	Cronbach's alpha (≥ 0.7)	AVE (≥ 0.5)
KM	PS		0.93	0.92	0.63
		PS1	0.88		
		PS2	0.84		
		PS3	0.70		
		PS4	0.69		
		PS5	0.82		
		PS6	0.82		
		PS7	0.78		
	OS		0.93	0.87	0.60
		OS1	0.64		
		OS2	0.83		
		OS3	0.92		
		OS4	0.77		
		OS5	0.66		
	TG		0.91	0.90	0.71
		TG1	0.93		
		TG2	0.92		
		TG3	0.87		
		TG4	0.64		
	PP		0.64	0.67	0.52
		PP1	0.61		
		PP2	0.82		
	IS		0.71	0.87	0.63
		IS1	0.80		
		IS2	0.84		
		IS3	0.70		
		IS4	0.82		
	OC		0.81	0.95	0.76
OC1		0.77			
OC2		0.93			
OC3		0.87			
OC4		0.88			
OC5		0.87			
	OC6	0.91			
CM		0.78	0.89	0.81	
	CM3	0.84			
	CM4	0.96			
IC	RD		0.97	0.94	0.69
		RD1	0.84		
		RD2	0.85		
		RD3	0.81		
		RD4	0.86		

		RD5	0.86		
		RD6	0.90		
		RD7	0.68		
	MC		0.99	0.93	0.65
		MC1	0.91		
		MC2	0.87		
		MC3	0.78		
		MC4	0.89		
		MC5	0.70		
		MC6	0.79		
		MC7	0.76		
		MC8	0.71		
	RA		0.86	0.94	0.77
		RA1	0.91		
		RA2	0.84		
		RA3	0.94		
		RA4	0.88		
		RA5	0.83		
	HT		0.94	0.96	0.78
		HT1	0.82		
		HT2	0.90		
		HT3	0.79		
		HT4	0.87		
		HT5	0.96		
		HT6	0.92		
		HT7	0.89		
		HT8	0.89		
	SS		0.93	0.94	0.75
		SS1	0.88		
		SS2	0.89		
		SS3	0.79		
		SS4	0.84		
		SS5	0.92		
	TC		0.93	0.90	0.70
		TC1	0.83		
		TC2	0.87		
		TC3	0.86		
		TC4	0.78		
FP	SL		0.92	0.95	0.71
		SL1	0.79		
		SL2	0.84		
		SL3	0.77		
		SL4	0.77		
		SL5	0.94		
		SL6	0.92		
		SL7	0.87		
	CS		0.93	0.96	0.79
		CS1	0.78		
		CS2	0.83		
		CS3	0.92		

CS4	0.90
CS5	0.96
CS6	0.96

Note: Items with low factor loadings (< 0.5) have been removed.
 Source: results obtained from R.

Next, applying the confirmatory factor analysis, the correlations between constructs and the dependency relationship between the predictor variables and the latent constructs were obtained simultaneously. The results are shown in the detailed measurement model in Figure 3.

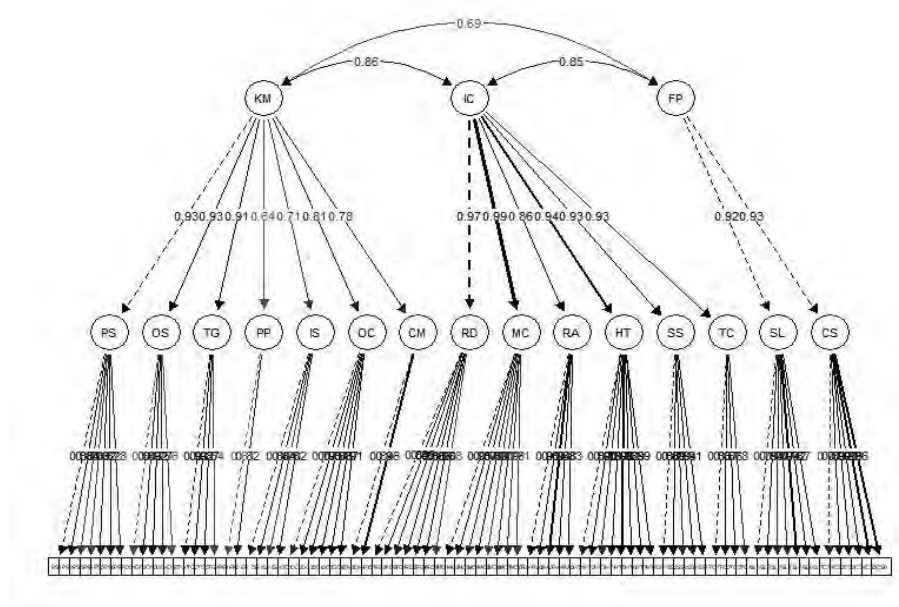


Figure 3. Measurement model

Source: model developed by the authors in the R software.

The measurement model's adjustment indices were calculated to ensure the suitability of the structural model. Table 12 shows compliance using absolute and relative goodness-of-fit descriptive indices applied in SEM (Thakkar, 2020).

Table 12. Adjustment indexes.

Type	Index	Current Value	Preferred Value	Conclusion
Absolute	Chi-square (χ^2)	7,127.3	> 0.05	Good fit
	Relative /normalized chi-square (χ^2 / df)	2.32	< 3	Good fit
	Root mean square	0.09	< 0.08	Acceptable

	error of approximation (RMSEA)					
	Standardized residual square (SRMR)	mean	0.08	< 0.05	Acceptable	
Relative	Incremental fit (IFI)			0.7	> 0.9	Acceptable
	Comparative fit (CFI)			0.7	> 0.9	Acceptable

Source: results obtained from R.

According to the goodness of fit indices, the results are considered acceptable, even for data that are slightly below the reference. This situation is justified on the basis that the sample is small (n = 142). (Thakkar, 2020; Wang & Wang, 2020). Consequently, the model is helpful for testing the relationships between the constructs.

To test the hypotheses, the results corresponding to the correlations between the latent constructs were extracted from the measurement model, the same ones shown in Table 13, with the significance level of these correlations being less than 0.05. To estimate the correlation between KM and FP mediated by IC, the value of the correlation between the KM and IC constructs and between IC and FP is multiplied.

Table 13. Correlations between latent constructs with SEM.

Latent constructs	r	p	Conf. Int. at 95%		Comment
			Lower	Higher	
KM ↔ FP	0.70	0.00	0.51	0.80	Significant
KM ↔ IC	0.86	0.00	0.81	0.91	Significant
IC ↔ FP	0.85	0.00	0.79	0.91	Significant
KM ↔ IC ↔ FP	0.73	0.00	0.64	0.82	Significant

Notes: r: correlation coefficient. p: significance level. Conf. Int.: Confidence interval.
 Source: made by the authors.

6 Discussion

Synthesizing the results of the descriptions of the subcategories that explain the KM that are shown in Table 5, and taking the average as a reference, it is determined that the organizational culture, the policies and strategies, the technology, and the form of communication between the personnel It is very decisive in knowledge management. On the other hand, subcategories such as staff characteristics and incentive systems are not crucial for KM; This situation shows that companies have to work hard to strengthen the adequate selection of their personnel and motivate them with incentives to achieve a level of KM that allows them to innovate.

In the case of IC, Table 6 shows that the decisive subcategories in developing innovation capacities in companies are technological capacity, staff skills, management capacity, and human talent management; the availability of resources and research and development are less important. These situations in the last two subcategories show that companies have few tangible and intangible resources to develop innovation and

carry out very little research and development to create or modify processes and new products.

Table 7 shows that the subcategories that contribute the most are sales, which means that it is a permanent concern for companies how to increase them, and other challenges such as the search for new markets, brand reputation, and customer satisfaction. Since costs are the least essential subcategory, companies should optimize their costs, improve the quality of their products and be more efficient in achieving adequate innovation management.

Synthesizing the conformation of the KM construct (table 8), policies and strategies, organizational structure, technology, organizational culture, and communication are the subcategories that most influence KM. On the other hand, the incentive system and people are the ones that least influence KM; This situation means that companies give little importance to economic incentives, extraordinary training, public recognition, and the use of another language when promoting KM in the organization.

Regarding the results of the correlation between KM and FP (table 8), the subcategories that best correlate are organizational culture and communication with costs. Therefore, personal values, a positive attitude towards work, respect for principles and regulations, the use of best practices, the empowerment of employees, a synergistic work environment, and good formal and informal communication between all hierarchical levels, both in physical and virtual spaces, positively influences the increase in production efficiency, the increase in product quality and the reduction in product delivery time to customers.

On the other hand, subcategories such as people and the incentive system have the lowest correlations with the FP subcategories. To change this situation and ensure that KM has a positive impact in FP, it will be necessary for companies to give more importance to the levels of education and experience of their personnel, hire personnel who speak more than one language, and at the same time encourage their personnel with economic benefits or with additional training.

Synthesizing the structure of the IC construct (table 9), the correlations of each of the subcategories with its construct are high and significant; this means that management capacity, human talent management, research, and development capacity, skills of personnel, technological capacities and the availability of resources have a positive and significant influence on the development of innovation capacities.

As the results of the correlation between KM and IC show (table 9), all the KM subcategories have a positive and significant influence on the IC subcategories. However, the people subcategory is the one that has the least influence, which means that experience, educational level, age, and the use of an additional language are essential aspects to take into account to strengthen innovation capacities.

In summary, the composition of the FP construct (table 10), the sales, and the costs subcategories are highly correlated with its construct. This means that increased sales, supplier networks, the search for new markets, customer satisfaction, increased quality and efficiency in production, and marketing positively and significantly influence financial performance.

In attention to the results of the correlation between IC and FP (table 10), all the IC subcategories have a positive and significant influence on the sales and costs

subcategories. The one that least influences are the availability of resources, which shows that companies need to increase capital to innovate, access to updated information, use of new technologies, and increased availability of infrastructure to innovate.

In order to validate the hypotheses, the model is synthesized at the construct level. Table 14 details the results of the correlation between KM, IC, and FP; in all cases, the significance is $p < 0.05$.

Table 14. Contrasting the results for each hypothesis.

Hypothesis	Constructs	Correlation between subcategories	Canonical correlation	SEM method
		r	r	r
Direct effect				
H1	KM ↔ FP	0.70	0.75	0.70
H2	KM ↔ IC	0.86	0.90	0.86
H3	IC ↔ FP	0.81	0.82	0.85
Indirect effect				
H4	KM ↔ IC ↔ FP	0.69	0.74	0.73

Notes: r: correlation coefficient; the significance level is $p < 0.05$.
 Source: made by the authors.

The correlation between KM and FP is positive and significant, which confirms H1; that is, there is a significant, positive, and direct relationship between knowledge management and the financial performance of medium-sized manufacturing companies. These results are consistent with the findings of other previous studies, in which the exchange of knowledge, intellectual capital, and technology, among other KM factors, shape innovation strategies and cause impact on financial performance (Abuaddous & Al Sokkar, 2018; Chen et al., 2018; Del Castillo Guardamino & Egoávil, 2021; Namdarian et al., 2020), and also in the productivity of companies (Pinochet, 2021; Torabi & El-Den, 2017).

A deeper analysis of the correlation between KM and FP (Table 8) shows that FP has a positive and significant correlation with costs (0.69). This means that proper KM management would positively impact efficiency management, since the costs subcategory is explained by properties such as cost reduction, process optimization, delivery time reduction, and production efficiency.

Regarding hypothesis H2, the correlation between KM and IC is positive and significant, which confirms H2; that is, there is a significant, positive, and direct relationship between knowledge management and the innovation capabilities of medium-sized companies. These results are consistent with previous studies regarding the relationship between KM and IC in the business sector (Camisón-Haba et al., 2019; Chang et al., 2017; Di Vaio et al., 2021; Saqib et al., 2017) and the relationship between the sources of knowledge and the types of innovation in the industry in countries of the LAC region (Claver-Cortés et al., 2018; Del Carpio & Miralles, 2020).

When synthesizing the results for hypothesis H3, it is determined that the correlation between IC and FP is positive and significant; that is, there is a significant, positive,

and direct relationship between innovation capabilities and the financial performance of medium-sized companies. These results are consistent with the findings of previous studies, in which product and process innovations at the organizational level positively impact the financial performance of companies (Canh et al., 2019; Isfianadewi et al., 2019; Rajapathirana & Hui, 2018), particularly in the LAC region (Aramburu et al., 2015).

If the analysis of the relationship between IC and FP is deepened (table 10), it is evident that IC has a significant and positive correlation with costs (0.78), which means that adequate management of innovation capacities would have a positive impact in this subcategory, in which properties related to cost reduction, process optimization, delivery time reduction and production efficiency stand out.

Considering the fourth hypothesis (H4), it is verified that there is a positive and significant correlation in the indirect effect between KM and FP, which confirms the fourth hypothesis; that is, innovation capabilities positively and directly mediate the relationship between knowledge management and financial performance in medium-sized companies. These results are consistent with the findings of previous studies on the mediating effect that innovation plays in the relationship between knowledge management and business performance around the world (Byukusenge & Munene, 2017; Hailekiros & Renyong, 2016), particularly in the LAC region (Davila et al., 2019).

The results of the positive and significant correlations confirm not only the four hypotheses related to the integration and systemic relationship between KM, IC, and FP but also the validity of the constructs. This validity occurs when the latent variables are correlated and related to the observed variables consistently and agree with the predictions derived from the theory (Thakkar, 2020).

7 Conclusions

This article aimed to identify those factors that need to be strengthened so that the Ecuadorian manufacturing industry improves its capacity for innovation, relying on an innovation management model for business organizations. The proposed model comprises three primary constructs or categories, each with subcategories and properties.

This study began with an in-depth review of the literature; the result was a model with three main categories or constructs: KM, IC, and FP, each with its corresponding subcategories and characteristics. Once the categories were identified, a set of hypotheses was proposed to check if there was a correlation between the constructs of the innovation management model. This verification process was carried out by applying multivariate statistical analysis.

The data was obtained from a survey applied to manufacturing companies in Pichincha, Ecuador, to test the hypotheses. Correlations were calculated using three methods, and it was determined that there is a significant, positive, and direct relationship between knowledge management and financial performance, between knowledge management and innovation capabilities, and between innovation capabilities and financial performance. In addition, innovation capabilities were found to positively and directly

mediate the relationship between knowledge management and financial performance.

On the other hand, the evaluation results of the IM model show that there is significant potential to increase the innovation of products and processes of manufacturing companies; however, some factors holding back innovation need to be boosted. These factors can be summarized as follows: first, companies need to strengthen the human dimension, giving importance to the characteristics of the staff and the incentive system for their employees to promote knowledge management. Second, companies need to strengthen the physical dimension, investing in more tangible and intangible resources dedicated to innovation. Third, they need to significantly boost the management of activities related to research and development. Finally, companies must optimize their costs, improve the quality of their products and be more efficient to obtain better corporate results.

The contribution of this article to the field of business innovation study consists of proposing an innovation management model from a holistic and systemic vision. The model contains latent variables and observable variables that make it easier for companies to periodically evaluate the contribution of KM and IC in the execution of plans and projects focused on the innovation of their processes and products that they place in the markets. A systematic assessment using the IM model would allow companies to continually estimate their level of innovation management maturity.

Like any other investigation, this one suffers from some limitations, the most important being the one that conditioned the respondents' participation due to the adverse effects of the COVID-19 pandemic. Although the number of respondents exceeded the theoretical sample size, the pandemic limited the availability of a more significant number of respondents, which would probably have yielded a more accurate result in the SEM application.

In order to strengthen the field of study of IM in the industry, it is suggested to conduct research in other sectors of the economy to complement a general proposal of innovation management in the field of Ecuadorian business organizations.

8 References

- Abbas, A., Avdic, A., Xiaobao, P., Hasan, M. M., & Ming, W. (2019). University-government collaboration for the generation and commercialization of new knowledge for use in industry. *Journal of Innovation and Knowledge*, 4(1), 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.03.002>
- Abuaddous, H. Y., & Al Sokkar, A. A. M. (2018). The impact of knowledge management on organizational performance. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(4), 204–208. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090432>
- Aguilar-Barceló, J. G., & Higuera-Cota, F. (2019). Los retos en la gestión de la innovación para América Latina y el Caribe: un análisis de eficiencia. *Revista CEPAL*, 127, 1–20. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44570-retos-la-gestion-la-innovacion-america-latina-caribe-un-analisis-eficiencia>

- Aramburu, N., Sáenz, J., & Blanco, C. E. (2015). Structural capital, innovation capability, and company performance in technology-based colombian firms. *Cuadernos de Gestion*, 15(1), 39–60. <https://doi.org/10.5295/cdg.130427na>
- Baumert, T., Buesa, M., Guitierrez, C., & Heijts, J. (2016). *Innovación y crecimiento económico*. [https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41192/DT101 - Innovación y Crecimiento Económico.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41192/DT101-Innovación%20y%20Crecimiento%20Económico.pdf)
- Bertram, D. (2018). *Likert Scales*. <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~kristina/topic-dane-likert.pdf>
- Bogodistov, Y., Presse, A., Krupskyi, O. P., & Sardak, S. (2017). Gendering dynamic capabilities in micro firms. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 57(3), 273–282. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020170308>
- Bohórquez, L. E. (2016). La Comprensión de las Organizaciones Empresariales y su Ambiente como Sistemas de Complejidad Creciente: Rasgos e Implicaciones. *Revista Ingeniería*, 21(3), 363–377. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a07>
- Bolisani, E., & Bratianu, C. (2018). The Elusive Definition of Knowledge. In *Emergent Knowledge Strategies* (4th ed., Vol. 4, Issue July, pp. 1–22). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60657-6>
- Bourke, J., & Roper, S. (2017). Innovation, quality management and learning: Short-term and longer-term effects. *Research Policy*, 46(8), 1505–1518. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.07.005>
- Buenechea-Elberdin, M., Sáenz, J., & Kianto, A. (2017). Exploring the role of human capital, renewal capital and entrepreneurial capital in innovation performance in high-tech and low-tech firms. *Knowledge Management Research and Practice*, 15(3), 369–379. <https://doi.org/10.1057/s41275-017-0069-3>
- Bykova, A., & Jardon, C. M. (2018). The mediation role of companies' dynamic capabilities for business performance excellence: Insights from foreign direct investments. the case of transitional partnership. *Knowledge Management Research and Practice*, 16(1), 144–159. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1428070>
- Byrne, B. M. (2016). Structural Equation Modeling With AMOS. Basic Concepts, Applications, and Programming. In *Multivariate Applications Series* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410600219>
- Bykusenge, E., & Munene, J. C. (2017). Knowledge management and business performance: Does innovation matter? *Cogent Business and Management*, 4(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1368434>
- Calvo, O. (2018). La Gestión del Conocimiento en las Organizaciones y las Regiones: Una Revisión de la Literatura. *Tendencias*, 19(1), 140–163. <https://doi.org/10.22267/rtend.181901.91>
- Camisón-Haba, S., Clemente-Almendros, J. A., & Gonzalez-Cruz, T. (2019). How technology-based firms become also highly innovative firms? The role of knowledge, technological and managerial capabilities, and entrepreneurs' background. *Journal of Innovation and Knowledge*, 4(3), 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.12.001>

- Canh, N. T., Liem, N. T., Thu, P. A., & Khuong, N. V. (2019). The impact of innovation on the firm performance and corporate social responsibility of Vietnamese manufacturing firms. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(13). <https://doi.org/10.3390/su11133666>
- CEPAL. (2016). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe. In *Segunda Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chang, W. J., Liao, S. H., & Wu, T. Te. (2017). Relationships among organizational culture, knowledge sharing, and innovation capability: A case of the automobile industry in Taiwan. *Knowledge Management Research and Practice*, *15*(3), 471–490. <https://doi.org/10.1057/s41275-016-0042-6>
- Chen, M. H., Wang, H. Y., & Wang, M. C. (2018). Knowledge sharing, social capital, and financial performance: The perspectives of innovation strategy in technological clusters. *Knowledge Management Research and Practice*, *16*(1), 89–104. <https://doi.org/10.1080/14778238.2017.1415119>
- Chouikha, M. Ben. (2016). A Systemic Approach to the Organization Based on Knowledge Management and its Tools. In *Organizational Design for Knowledge Management* (pp. 1–36). Wiley & Sons, Inc. <http://www.ghbook.ir/index.php>
- Claver-Cortés, E., Zaragoza-Sáez, P., & González-Illescas, M. (2018). Intellectual capital management: An approach to organizational practices in Ecuador. *Intangible Capital*, *14*(2), 270–285. <https://doi.org/10.3926/ic.1158>
- Collier, J. E. (2020). Mediation Introduction. In *Applied Structural Equation Modelling Using AMOS* (pp. 170–196). Routledge.
- Costa, R. V., Fernández-Jardon, C., & Figueroa Dorrego, P. (2014). Critical elements for product innovation at Portuguese innovative SMEs: An intellectual capital perspective. *Knowledge Management Research and Practice*, *12*(3), 322–338. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2014.15>
- Davila, G., Varvakis, G., & North, K. (2019). Influence of strategic knowledge management on firm innovativeness and performance. *Brazilian Business Review*, *16*(3), 239–254. <https://doi.org/10.15728/bbr.2019.16.3.3>
- Del Carpio Gallegos, J. F., & Miralles, F. (2019). Análisis cualitativo de los determinantes de la innovación en una economía emergente. *Retos*, *9*(17), 161–175. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.10>
- Del Carpio, J., & Miralles, F. (2020). Analizando la innovación comercial en las empresas peruanas de manufactura de menor intensidad tecnológica. *Revista de Administração de Empresas*, *60*(3), 195–207. <https://doi.org/10.1590/s0034-759020200303>
- Del Castillo Guardamino, C., & Egoávil, J. V. (2021). Export performance in South America: Do intangibles affect firms' performance in developing countries such as Peru? *RAE Revista de Administracao de Empresas*, *61*(2), 1–15. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210205 EXPORT>
- Delgado-Verde, M., Martín De Castro, G., Navas-López, J. E., & Amores-Salvadó, J. (2014). Vertical relationships, complementarity and product innovation: An

- intellectual capital-based view. *Knowledge Management Research and Practice*, 12(2), 226–235. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2012.59>
- Di Vaio, A., Palladino, R., Pezzi, A., & Kalisz, D. E. (2021). The role of digital innovation in knowledge management systems: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 123(September 2020), 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.042>
- Dutta, S., Lanvin, B., Lorena, R., & Wunsch-Vincent, S. (2021). Global Innovation Index 2021. In S. Dutta, L. Rivera León, & S. Wunsch-Vincent (Eds.), *Cornell, INSEAD, WIPO* (14th ed.). World Intellectual Property Organization. <https://doi.org/10.34667/tind.44315>
- Elia, G., Lerro, A., Passiante, G., & Schiuma, G. (2017). An Intellectual Capital perspective for Business Model Innovation in technology-intensive industries: Empirical evidences from Italian spin-offs. *Knowledge Management Research and Practice*, 15(2), 155–168. <https://doi.org/10.1057/s41275-017-0052-z>
- Espindola, D., & Wright, M. (2021). Leading a Culture of Change. In *The Exponential Era* (pp. 137–151). IEEE.
- Falcone-Treviño, G., Jiménez-Galán, J., Tinajero-Mallozi, Z., & Serna-Hinojosa, J. (2018). Gestión de Innovación en Negocios. *VinculaTégica*, 463–478. http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Vinculategica_3/49
FALCONE_JIMENEZ_TINAJERO_SERNA.pdf
- Farhana, M., & Swietlicki, D. (2020). Dynamic capabilities impact on innovation: Niche market and startups. *Journal of Technology Management and Innovation*, 15(3), 83–96. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242020000300083>
- Ferreira, J. J. M., Teixeira, S. J., & Rammal, H. G. (2021). State of the Art. In *Technological Innovation and International Competitiveness for Business Growth* (pp. 1–14). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51995-7_1
- Hailekiros, G. S., & Renyong, H. (2016). The effect of organizational learning capability on firm performance: Mediated by technological innovation capability. *European Journal of Business Management*, 8(30), 87–95.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). SEM: Confirmatory Factor Analysis. In *Multivariate Data Analysis* (8th ed., pp. 658–698). Cengage Learning.
- Hayes, A. F. (2018). The Simple Mediation Model. In *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis* (2nd ed., pp. 77–112). The Guilford Press.
- Husain, S., & Ermine, J.-L. (2021). Knowledge Management: Processes and Models. In *Knowledge Management Systems. Concepts, Technologies and Practices* (pp. 33–60). Emerald Publishing Limited.
- Isfianadewi, D., Arrachman, F., & Alwani, D. (2019). Improving Company Performance through Innovation Capability and Supply Chain Integration. *The International Journal of Business & Management*, 7(12), 335–345. <https://doi.org/10.24940/theijbm/2019/v7/i12/bm1911-005>
- Kaur, V. (2019). Review of Literature. In *Knowledge Based Dynamic Capabilities. The*

- Road Ahead in Gaining Organizational Competitiveness* (pp. 21–78). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-21649-8>
- Kesavan, P. (2021). Literature Review. In *Enablers of organisational learning, knowledge management, and innovation. Principles, process, and practice of qualitative data* (pp. 21–66). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-9793-0>
- Kline, R. B. (2016). Data Preparation and Psychometrics review. In *Principles and Practices of Structural Equation Modelling* (4th ed., pp. 64–96). The Guilford Press.
- Kodama, M. (2018). Collaborative Dynamic Capabilities: The Dynamic Capabilities View. In *Collaborative Dynamic Capabilities for Service Innovation - Creating a New Healthcare Ecosystem* (pp. 1–45). Palgrave Macmillan.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-77240-0>
- Laperche, B. (2021). Pattern – Linear, Interactive and Hybrid Patterns of Innovation. In D. Uzunidis, F. Kasmi, & L. Adatto (Eds.), *Innovation Economics, Engineering and Management Handbook 1* (pp. 265–275). Wiley & Sons, Inc.
- Latpate, R., Kshirsagar, J., Kumar Gupta, V., & Chandra, G. (2021). Simple Random Sampling. In *Advanced Sampling Methods* (pp. 11–36). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-981-16-0622-9>
- Lepore, D., Montgomery, A., & Siepe, G. (2016). Managing Complexity in Organizations Through a Systemic Network of Projects. In A. Masys (Ed.), *Applications of systems thinking and soft operations research in managing complexity* (pp. 35–70). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21106-0>
- Lohr, S. L. (2019). Simple Probability Samples. In *Sampling. Design and Analysis* (2nd ed., pp. 25–72). CRC Press.
- Lune, H., & Berg, B. L. (2017). Designing Qualitative Research. In *Qualitative Research Methods for the Social Sciences* (9th ed., pp. 22–42). Pearson.
- Magnier-Watanabe, R., & Benton, C. (2017). Management innovation and firm performance: The mediating effects of tacit and explicit knowledge. *Knowledge Management Research and Practice*, 15(3), 325–335.
<https://doi.org/10.1057/s41275-017-0058-6>
- Manjarrés Henríquez, L., & Vega Jurado, J. (2012). La gestión de la innovación en la empresa: evolución de su campo de estudio Managing innovation in the enterprise: the evolution of the field of study. *Dimensión Empresarial*, 10(1), 18–29.
- Manning, M. J., & Manning, M. S. (2020). Knowledge Assets Management. In *Total Innovative Management Excellence (TIME). The Future of Innovation* (pp. 354–398). CRC Press.
- Marín-Idárraga, D. A., & Cuartas-Marín, J. C. (2019). Relationship between innovation and performance: Impact of competitive intensity and the organizational slack. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 59(2), 95–107.
<https://doi.org/10.1590/S0034-759020190203>
- Marulanda, C., López, M., & Castellanos, J. (2016). La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes

- de Colombia. *AD-Minister*, 29, 163–176. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.8>
- Medina Nogueira, Y. E., El Assafiri Ojeda, Y., Nogueira Rivera, D., Medina León, A., & Medina Nogueira, D. (2019). Propuesta de un cuestionario para el desarrollo de la auditoría de gestión del conocimiento. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 61–71.
- Melendez, K., Dávila, A., & Melgar, A. (2019). Literature review of the measurement in the innovation management. *Journal of Technology Management and Innovation*, 14(2), 81–87. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000200081>
- MIPRO. (2021). Cifras de industrias. In *Gobierno del Ecuador*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Presentación-Industria-Junio-2021.pdf>
- Musiolik, J., Markard, J., Hekkert, M., & Furrer, B. (2018). Creating innovation systems: How resource constellations affect the strategies of system builders. *Technological Forecasting and Social Change*, February, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.002>
- Nakamori, Y. (2020). Innovation Theory. In *Knowledge Construction Methodology. Fusing Systems Thinking and Knowledge Management* (pp. 1–18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9887-2_5
- Namdarian, L., Sajedinejad, A., & Bahanesteh, S. (2020). The Impact of Knowledge Management on Organizational Performance: A Structural Equation Modeling Study. *Ad -Minister*, 37, 85–108. <https://doi.org/10.17230/Ad-minister.37.4>
- North, K., & Kumta, G. (2018). Knowledge in Organisations. In *Knowledge Management. Value Creation Through Organizational Learning* (2nd ed., pp. 33–66). Springer. <http://www.springer.com/series/10099>
- Obeidat, B. Y., Al-Suradi, M. M., Masa'deh, R., & Tarhini, A. (2016). The impact of knowledge management on innovation: An empirical study on Jordanian consultancy firms. *Management Research Review*, 39(10), 1214–1238. <https://doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0214>
- Ode, E., & Ayavoo, R. (2020). The mediating role of knowledge application in the relationship between knowledge management practices and firm innovation. *Journal of Innovation and Knowledge*, 5(3), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.08.002>
- OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th ed., Issue October). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604>
- Ott, R. L., & Longnecker, M. (2016). Inferences About Population Central Values. In *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh, pp. 232–299). Cengage Learning.
- Philipson, S. (2020). Sources of innovation: Consequences for knowledge production and transfer. *Journal of Innovation and Knowledge*, 5(1), 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.01.002>
- Pinochet, G. (2021). Redes de Explicitación del Conocimiento y su Relación con la Productividad en Pymes. *Journal of Technology Management & Innovation*,

- 16(1), 67–78. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242021000100067>
- Price, L. R. (2017). Criterion, Content, and Construct Validity. In *Psychometric Methods. Theory into Practice* (pp. 59–104). The Guilford Press.
- Rajapathirana, R. P. J., & Hui, Y. (2018). Relationship between innovation capability, innovation type, and firm performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 3(1), 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.06.002>
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Salmador, M. P., Kaminska, R., & McKelvey, B. (2021). Digital dynamic capabilities. In *Management in the Age of Digital Business Complexity* (pp. 153–181). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429278211>
- Santoro, G., Bresciani, S., & Papa, A. (2020). Collaborative modes with Cultural and Creative Industries and innovation performance: The moderating role of heterogeneous sources of knowledge and absorptive capacity. *Technovation*, 92–93(June 2018), 102040. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.06.003>
- Saqib, M., Udin, Z. M., & Baluch, N. (2017). The impact of knowledge management on organizational performance in today's economy. *ISouth East Asia Journal of Contemporary Business, Economics and Law*, 12(3), 25–33. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090432>
- SENESCYT-INEC. (2015). Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación. In *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia/Presentacion_de_principales_resultados_ACTI.pdf
- Singh, R., Charan, P., & Chattopadhyay, M. (2020). Relational capabilities and performance: examining the moderation-mediation effect of organisation structures and dynamic capability. *Knowledge Management Research and Practice*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/14778238.2020.1843984>
- Sparrow, P. (2019). A historical analysis of critiques in the talent management debate. *BRQ Business Research Quarterly*, 22(3), 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.brq.2019.05.001>
- SUPERCIAS. (2020). *Ranking de compañías*. Ranking Empresarial Del Ecuador. <https://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- SUPERCIAS. (2021). *Ranking de compañías*. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. <https://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- Szczepańska-Woszczyna, K. (2021). Innovation and Innovativeness. Determinants of the Innovativeness of an Organisation. In *Management Theory, Innovation and Organisation* (pp. 95–140). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003057123>
- Tello, M. D. (2017). Innovation and productivity in services and manufacturing firms: The case of Peru. *CEPAL Review*, 121, 69–86. <https://doi.org/10.18356/a4c7eea5-en>
- Thakkar, J. J. (2020). Procedural Steps in Structural Equation Modelling. In *Structural Equation Modelling. Application for Research and Practice (with AMOS and R)*

- (pp. 29–34). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-3793-6>
- Torabi, F., & El-Den, J. (2017). The impact of Knowledge Management on Organizational Productivity: A Case Study on Koosar Bank of Iran. *Procedia Computer Science*, 124, 300–310. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.159>
- Trendafilov, N., & Gallo, M. (2021). Canonical correlation analysis (CCA). In *Multivariate Data Analysis on Matrix Manifolds* (pp. 269–288). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-76974-1>
- Wang, J., & Wang, X. (2020). Introduction to structural equation modeling. In *Structural Equation Modeling* (2nd ed., pp. 1–32). John Wiley & Sons, Inc.
- Zaim, H., Muhammed, S., & Tarim, M. (2019). Relationship between knowledge management processes and performance: critical role of knowledge utilization in organizations. *Knowledge Management Research and Practice*, 17(1), 24–38. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1538669>
- Zawislak, P. A., Fracasso, E. M., & Tello-Gamarra, J. (2018). Technological intensity and innovation capability in industrial firms. *Innovation & Management Review*, 15(2), 189–207. <https://doi.org/10.1108/inmr-04-2018-012>

3.4 Resultados de la cuarta fase de investigación

La cuarta fase de investigación se enfocó en cumplir el cuarto objetivo específico de la investigación: “Explicar la relación entre la gestión del conocimiento, la innovación y la eficiencia técnica en las medianas empresas de manufactura de Pichincha”.

Cabe indicar que en la segunda fase de la investigación se identificó a la eficiencia como una propiedad relevante de la subcategoría costos del desempeño financiero; y, por otro lado, en la tercera fase de investigación se determinó la relación directa y significativa que tiene la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación con la eficiencia de las compañías de manufactura. Por lo tanto, en este período de investigación se analizó a profundidad el papel de la eficiencia en la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales, con el fin de explicar con mayor detalle su importancia en esa gestión.

En primer lugar, se determinó la eficiencia técnica de las MEs del área comercial de Quito a partir de las variables obtenidas de los informes anuales económicos y financieros que las compañías presentan a la Superintendencia de Compañías del Ecuador. Para lograrlo, se realizó una encuesta a una muestra de empresas estadísticamente significativas y registradas hasta mayo de 2017. Se midió un conjunto de indicadores para hallar el grado de uso de las TIC y se determinó la eficiencia técnica (ET) mediante la técnica de análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés).

Los resultados se describen en el artículo titulado “Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito”, artículo que fue presentado como ponencia y publicado en las memorias del XIV Foro Internacional del Emprendedor (pp. 166-182), en Cuenca (Ecuador), en noviembre de 2018. Los resultados evidenciaron que apenas el 25 % de empresas son eficientes y que el promedio de eficiencia técnica del sector empresarial comercial en Quito es del 76 %, considerando rendimientos variables de escala. Adicionalmente, se determinó el estado actual de uso de las TIC en las MEs del área comercial de Quito, que sirvió como referencia para saber el comportamiento de ciertas variables relacionadas con la dimensión tecnológica de estas organizaciones y como insumo para la segunda fase de investigación.

Con el fin de profundizar en el estudio de la eficiencia, se amplió la investigación a las MEs de manufactura y se realizó la estimación de la eficiencia mediante la técnica del DEA a una muestra estadísticamente significativa de este sector empresarial. En este caso, se comprobó

que las MEs de manufactura operan con una eficiencia promedio del 88 % para rendimientos constantes de escala; y con el 97 % para rendimientos variables de escala.

Estos resultados se describen en el artículo titulado “La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito”, que fue presentado como ponencia en el XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica (ALTEC-2019), realizado en Medellín. Este artículo modificado con los aportes del Congreso y algunas ampliaciones fue publicado por la revista *Debates sobre innovación* (ISSN electrónico: 2594-0937. Vol. 3, n.º 1 [2019], pp. 1126-1141).

Con el fin de profundizar en el estudio de la productividad y eficiencia en las compañías de manufactura, se planteó determinar cuál ha sido el comportamiento de los indicadores que miden estas propiedades de la gestión empresarial en relación con el logro de las metas 8.2, 8.3, 9.4, 9.b y 12.2 de los ODS 8, 9 y 12. Se utilizó como fuente de información los reportes anuales de balances y estados de resultados de 2011 compañías, que convertidos en series de tiempo permitieron analizar la evolución de la productividad, el crecimiento empresarial y la eficiencia técnica en el período de 2010 a 2018, y proponer un pronóstico hasta 2022.

Se realizó un estudio longitudinal mediante series de tiempo a las compañías de manufactura grandes, medianas y pequeñas de manufactura de Pichincha, entre los años 2010 y 2018, demostrándose que la productividad de los activos es inversamente proporcional al tamaño de las empresas; mientras que la productividad respecto a los costos y gastos es directamente proporcional al tamaño de las compañías. Además, de acuerdo con las variaciones anuales que han tenido los dos indicadores de productividad, resulta que prácticamente se han mantenido constantes a lo largo de los nueve años en todas las categorías empresariales.

Por otro lado, en los nueve años, el porcentaje promedio de las pequeñas empresas están alrededor del 55 %; mientras que las medianas en 28 % y las grandes en 17 %. La tendencia del número de grandes y medianas empresas se ha mantenido constante; mientras que la tendencia de las pequeñas ha sido levemente creciente, lo que evidencia una estructura empresarial casi estable. Con relación a la eficiencia de las empresas de manufactura entre 2010 y 2018, se determinó que las grandes empresas son las más eficientes, seguidas por las medianas y pequeñas.

Al realizar un pronóstico desde 2018 hasta 2022 se determinó que los indicadores de productividad, estructura empresarial y eficiencia tienden a mantenerse constantes. Estos resultados muestran que, al no haber crecimientos importantes en estos indicadores hasta el

2022, las metas analizadas de los ODS serán difíciles de cumplir por este sector industrial. Este estudio consta en el artículo “Relationship between Productivity and Efficiency with Sustainable Development Goals: The Case of the Manufacturing Industry in Pichincha, Ecuador”, que será publicado por la revista *Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration*, indexada a Scopus (ISSN 1886516X. Vol. 35 [I semestre 2023]).

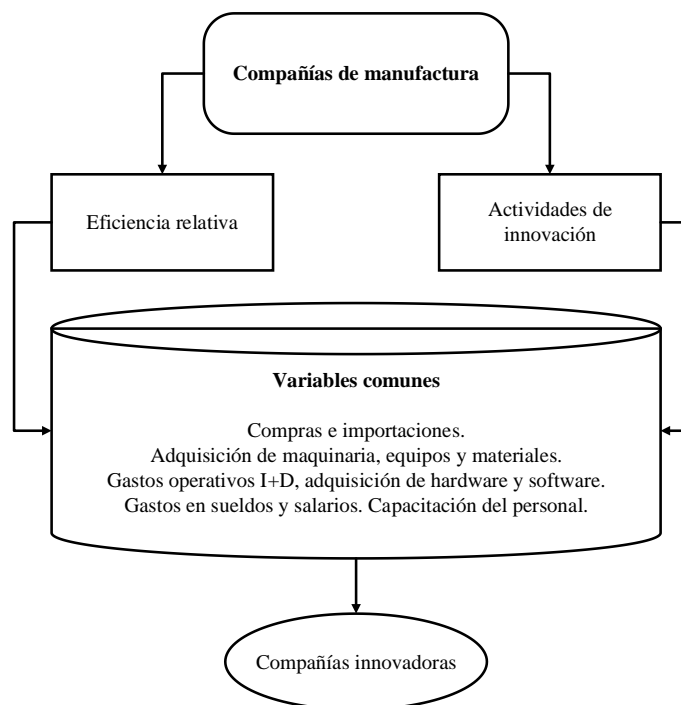
Una vez que se demostró que la eficiencia es una de las variables identificadas con el desempeño innovador de las compañías, y luego de confirmar la importancia que tiene la eficiencia en la gestión de las organizaciones empresariales, se planteó a la eficiencia relativa como un indicador de innovación para las compañías innovadoras en el contexto ecuatoriano, cuyo ámbito de estudio son las compañías de manufactura de Pichincha.

Para lograr la propuesta, en una primera etapa se recopiló y procesó la información contable de una muestra estadísticamente significativa de las compañías entre el período 2014 y 2019, y se estimó la eficiencia relativa mediante el análisis envolvente de datos. En una segunda etapa, con la información de 412 compañías relacionadas con el ámbito de estudio y que fueron parte de la última encuesta de innovación, se determinaron las actividades que tienen una incidencia significativa en los diferentes tipos de innovación. Esta relación se determinó a través de la técnica de regresión logística binaria.

Se demostró que las actividades empresariales relacionadas directamente con la eficiencia de las compañías están relacionadas con las actividades que realizan las compañías innovadoras, según se muestra en la Figura 10. Por lo tanto, es factible proponer a la eficiencia relativa como indicador, ya que por los análisis realizados satisface las condiciones de pertinencia, confiabilidad y comparabilidad que se exigen a los indicadores.

Figura 10

Relación de la eficiencia relativa con la innovación empresarial



Nota. I+D: investigación y desarrollo.

En consecuencia, el indicador propuesto responde a nuestra realidad y puede ser extensible a economías de la región ALC, aportando de esa manera a la necesidad de estas economías de disponer sus propios indicadores de innovación.

Esta propuesta se muestra en el artículo “La eficiencia relativa como indicador de innovación. El caso de las compañías de manufactura”, que empezó como una ponencia en el XIV Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica (ALTEC-2021), realizado en Lima, y que luego de las ampliaciones realizadas en contenido y forma fue aceptado para la publicación en la revista *Innovar* de la Universidad Nacional de Colombia e indexado a Scopus (ISSN 0121-5051).

Con este análisis detallado del papel de la eficiencia en las organizaciones empresariales se alcanzó el cuarto objetivo específico de esta investigación y, en consecuencia, el objetivo general propuesto.

3.4.1 Ponencias y artículos de la cuarta fase de investigación

En la Tabla 8 se muestran las publicaciones que se realizaron para cubrir el objetivo en mención.

Tabla 8

Publicaciones relacionadas con el cuarto objetivo específico

n.º	Publicación	Congreso / revista
8	Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito.	XIV Foro Internacional del Emprendedor. Cuenca, Ecuador (noviembre 2018), pp. 166-182.
	http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/185	
9	La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito.	Revista <i>Debates sobre innovación</i> . México. ISSN electrónico: 2594-0937. Vol. 3, n.º 1 (2019), pp. 1126-1141. ALTEC 2019.
	https://economiaeinovacionuamx.org/revista/secciones/articulos/7	
10	Relationship between Productivity and Efficiency with Sustainable Development Goals: The Case of the Manufacturing Industry in Pichincha, Ecuador.	Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration, España. ISSN 1886516X.
	https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/5475 https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5475	
11	La eficiencia relativa como indicador de innovación. El caso de las compañías de manufactura.	Ponencia para ALTEC 2021. Lima- Perú. Revista <i>Innovar</i> . UNAL- Colombia.
	https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/107039 https://doi.org/10.15446/innovar.v33n89.107039	

Título	Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito.
Autores	Juan Marcelo Ibujés-Villacís ¹ , Edison Ricardo Morales-Pérez ²
Referencia	Memorias Universidad Del Azuay, 1(XIV), Páginas 166 -182. ISBN: 978-9942-778-59-8
Editorial	Casa Editora. Universidad del Azuay.
Foro	XIV Foro Internacional del emprendedor.
Afiliación	¹⁻² Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)
Lugar de publicación	Cuenca, Ecuador
Fecha de publicación	Noviembre de 2018
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís & Morales, 2018)	Ibujés-Villacís, J., & Morales, E. (2018). Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito. <i>XIV Foro Internacional Del Emprendedor</i> , 166–182. http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/185

Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito

Juan Marcelo Ibujés Villacís

juan.ibujes@epn.edu.ec

Edison Ricardo Morales Pérez

morales.edison@hotmail.com

Escuela Politécnica Nacional

Quito, Ecuador

Resumen

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) tienen actualmente un papel importante en la gestión empresarial a nivel mundial, ya que se ha convertido en un instrumento fundamental para que las empresas sean cada vez más eficaces y eficientes. El objetivo de esta investigación consistió en determinar el estado actual de uso de las TIC en las medianas empresas (MEs) del área comercial de Quito en Ecuador, y cuáles son los niveles de eficiencia técnica con los que operan estas organizaciones empresariales. Las MEs objeto del estudio están domiciliadas en Quito, pertenecen al clasificador G según la clasificación internacional industrial uniforme y vienen operando al menos cinco años consecutivos. La metodología aplicada tiene un diseño no experimental, transversal y con alcance descriptivo. Se realizó una encuesta a 59 MEs de una población de 489 registradas hasta el año 2016. Se midió un conjunto de indicadores para hallar el grado de uso de las TIC y se determinó la eficiencia técnica (ET) mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Los resultados permitieron establecer que las MEs comerciales utilizan las TIC con mayor intensidad en la gestión contable y en la relación con clientes y proveedores; y que la cuarta parte de estas empresas trabajan con la máxima eficiencia técnica. Como conclusiones se determinó que las MEs estudiadas están incursionando en forma progresiva en el uso de las TIC para fortalecer su gestión empresarial y cada vez sus retos se están enfocando en operar de manera más eficiente con sus recursos tecnológicos, situación que en el futuro les podría servir para mejorar su nivel de productividad y competitividad local e internacionalmente.

Palabras clave: Análisis envolvente de datos, eficiencia técnica, medianas empresas, tecnologías de información y comunicación.

Abstract

Currently, the Information and Communication Technologies (ICT) has an important role in business management worldwide, which has become a fundamental instrument for companies to be faster and more efficient. The objective of this research was to determine the current state of use of ICT in medium-sized enterprises (ME) in the commercial area of Quito, and the levels of technical efficiency with which these business organizations operate. The MEs under study are domiciled in Quito, belong to the G classifier according to the international industrial classification and have been operating for at least five consecutive years. The applied methodology has a non-experimental, transversal design with a descriptive scope. A survey conducted on 59 MEs of a population of 489 registered up to 2016. A set of indicators measured to find the degree of use of ICT and technical efficiency (TE) was determined using the data envelopment analysis technique. The results allowed to establish that the MEs of the companies use the ICT with greater intensity in accounting management and in customers' and suppliers' relationship management, and that a quarter of these companies work with maximum technical efficiency. As conclusions, it was determined that the studied MEs are progressively making inroads in the use of ICT to improve their business management and increasingly more challenges are focusing on operating more efficiently with their technological resources, a situation that in the future could be useful to improve their level of productivity and competitiveness locally and internationally.

Keywords: Data envelopment analysis, technical efficiency, medium-sized companies, information and communication technologies.

Introducción

Desde finales del siglo XX las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se han convertido en un factor determinante para las transformaciones sociales y económicas, lo que ha permitido impulsar la gestión del conocimiento e innovación como factores concluyentes para el desarrollo y permanencia en el tiempo de las organizaciones. A finales de los

años 80 la humanidad, impulsada por el desarrollo del Internet, asistió a un conjunto de cambios sociales, culturales y económicos, muchos de ellos determinados mayoritariamente por el desarrollo de las TIC, había llegado la sociedad de la información.

Estas tecnologías dieron inicio a la etapa de la globalización, "la globalización informacional", entendida como un modo del desarrollo social y especialmente económico, que ha sido posible

gracias a una profunda innovación tecnológica agenciada por las TIC (Castells, 1996). Una vez que las organizaciones han ido adoptando nuevas tecnologías, ha surgido la necesidad de conocer en qué medida esa utilización ha sido eficiente.

Cada año las empresas hacen ingentes inversiones para hacerse más competitivas en el mercado y consecuentemente requieren evaluar el uso de sus recursos. Tal es así que, la gestión de un negocio suele ser valorada por la eficiencia, a través de ratios que establecen relaciones entre una determinada salida y una determinada entrada. Cuando se utilizan este tipo de medidas, el principal problema que se plantea es la inexistencia de una única ratio que mida la eficiencia, ya que normalmente las organizaciones empresariales utilizan múltiples entradas (maquinaria, mano de obra, tecnología) para producir una o varias salidas (bienes o servicios). A este problema se puede añadir el hecho de que los indicadores no siempre van en la misma dirección, con lo que en algunos casos la comparación entre empresas resulta un proceso complicado.

Tomando en cuenta esa consideración, para estimar la eficiencia de las empresas se propone en este trabajo el método de análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés: *Data Envelopment Analysis*). Este método permite estudiar la eficiencia de una empresa en relación con el comportamiento de otras empresas similares, a partir de la construcción de la frontera eficiente mediante aproximaciones no paramétricas (Rubiera, Quindós, y Vicente, 2003). En tal virtud, el DEA permitirá evaluar la eficiencia técnica de las MEs que forman parte de esta investigación, considerando la premisa de que una empresa trabaja en forma eficiente cuando para un determinado nivel de consumo de recursos consigue maximizar el nivel de pro-

ducción, o bien, cuando para un determinado nivel de producción la compañía consigue minimizar los recursos consumidos.

Los objetivos de esta investigación son, por un lado, determinar el estado actual de uso de las TIC en las medianas empresas (MEs) del área comercial de Quito, Ecuador; y por otro, conocer cuáles son los niveles de eficiencia técnica con los que operan estas organizaciones empresariales.

Para conseguir estos objetivos, este trabajo se ha estructurado de la siguiente manera. En una primera parte se hace una revisión teórica de los indicadores de uso de TIC y el concepto de eficiencia técnica y método de cálculo. En la segunda parte se expone sobre la metodología aplicada para la obtención de los indicadores y la estimación de los índices de eficiencia mediante el método DEA. En una tercera parte se exponen los resultados de la investigación, y finalmente se realiza una discusión de los resultados, así como la exposición de las conclusiones y reflexiones finales del estudio.

Indicadores de uso de TIC y eficiencia técnica. Elementos teóricos

Los indicadores TIC

La primera edición de indicadores sobre el uso de las TIC se publicó a finales del 2005 en la Cumbre Mundial de Túnez. La principal razón de la elaboración de estos indicadores consistió en determinar factores universales que permitan obtener estadísticas internacionalmente comparables y confiables, para poder elaborar políticas en cuanto a la adopción de las tecnologías en la actual sociedad de la información (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2010).

La lista clave de indicadores fue actualizada en 2010 luego de un intenso proceso de consultas de una asociación internacional llamada *Partnership*, que está patrocinado por organismos internacionales relacionados con la medición de indicadores de TIC para el desarrollo (UNCTAD, 2014). De este esfuerzo, surgió la propuesta de una serie de indicadores clave sobre uso de las TIC en las empresas, los que se han considerado para analizar la información que está relacionada con la eficiencia técnica de las MEs del sector comercial de Quito, Ecuador.

Las fórmulas de cálculo de los indicadores se obtienen de expresiones algebraicas que corresponden a la razón entre el número específico de empresas que cumplen con la cualidad estudiada, dividida para el total de empresas del estudio. Finalmente esta razón se multiplica por 100 y se obtiene el valor del indicador en porcentaje. Los indicadores recomendados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2010) y que se determinarán en esta investigación son los siguientes.

- Empresas que utilizan computadores.
- Empleados que utilizan habitualmente computadores.
- Tiempo de uso diario de computadores.
- Frecuencia de capacitación en TIC a empleados.
- Aplicaciones informáticas utilizadas en la gestión de la empresa.
- Uso de las TIC por departamentos de la empresa.
- Experiencia de la empresa en el uso de las TIC.

La eficiencia técnica

Quando se estudia la eficiencia es necesario diferenciarla de la eficacia precisando adecuadamente estos conceptos. La eficacia consiste en el logro de un objetivo propuesto, lo importante es hacer las cosas, sin considerar el coste o el beneficio de conseguirlas, ni si existen modos alternativos de llevarlas a cabo. Mientras que la eficiencia consiste en hacer bien las cosas; es decir, en asegurar una correcta distribución de los medios empleados en relación con los fines obtenidos.

Según Cachanosky (2012), la eficiencia técnica (ET) se encuentra relacionada con el uso de la capacidad instalada y refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no. Es decir, si hay capacidad ociosa de los factores productivos o si están siendo usados al cien por ciento. Farrell (1957) citado por Sánchez de Pedro (2013), aportó sustancialmente al estudio de la eficiencia, por un lado, desarrolló un método para el cálculo empírico de la eficiencia y, por otro, separó sus componentes en eficiencia técnica y eficiencia asignativa.

La eficiencia técnica se refiere a la eficiencia de transformación de los *inputs* en *output*, y la eficiencia asignativa (EA) a la proporción de *inputs* necesarios para generar el mínimo coste para la producción de un determinado nivel de *output*. Se puede decir de otra manera que, la ET consiste en la obtención del máximo producto dada una combinación específica de recursos o en el empleo de los recursos estrictamente necesarios para un nivel de producción.

Quando se quiere determinar cuán eficiente es una empresa, lo que se puede hacer es comparar lo que hace esa compañía con respecto a lo que hacen sus similares. Farrell (1957) cita-

do por Rubiera et al. (2003) es el precursor de estudios basados en esta idea, toda vez que, determina empíricamente mediante cálculos algebraicos, una frontera eficiente, definida por la actuación de las mejores empresas observadas, que servirá como referencia para medir la eficiencia relativa de cada firma al compararse con dicha frontera.

Dado que todas las unidades productivas situadas en la frontera son eficientes desde el punto de vista técnico, la medida de la ET dependerá de cuál es la unidad productiva eficiente elegida como referencia (Álvarez, 2001). En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos por cuatro compañías que utilizan una entrada (*input* en inglés) para producir dos salidas (*outputs* en inglés). A y B representan las compañías ineficientes, mientras que C y D son eficientes y conforman la frontera, de modo que la ineficiencia de las dos primeras puede calcularse mediante los cocientes OA'/OA y OB'/OB respectivamente.

Sin embargo, en el caso de A, su proyección no encuentra la frontera interpolada entre C y D, sino el punto A', el cual no puede definirse como auténticamente eficiente ya que es posible incrementar la producción del *output* Y_2 en

la cantidad $A'C$. La diferencia entre estos dos puntos (el que se sitúa sobre la extensión de la frontera y el punto extremo que pertenece a la misma) es la holgura o *slack* asociado con el *output* Y_2 (Tofallis, 2001).

La estimación empírica de la frontera eficiente suele dividirse fundamentalmente en dos grandes grupos: aproximación paramétrica, no paramétrica y otra que es una combinación entre ambas: las redes neuronales artificiales (Cordero, 2006). Los métodos no paramétricos no requieren la imposición de una forma determinada a la función de producción como los métodos paramétricos, siendo suficiente con la definición de un conjunto de propiedades formales que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción, como es el caso del DEA.

Según Charnes, Cooper, y Rhodes (1979), el DEA es una herramienta no paramétrica que permite precisar la frontera tecnológica basada en unidades productivas o DMU (*Decision Making Unit* en inglés) que, por sus buenos resultados son las que ejecutan las mejores prácticas productivas en relación a las otras unidades de la misma área productiva. Según los autores, esta metodología de análisis tiene dos ventajas

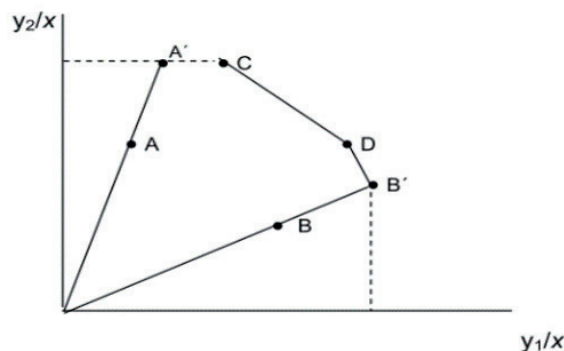


Figura 1. Medida de la eficiencia técnica y holguras en los *outputs*

Fuente: Tofallis, (2001).

fundamentales, por un lado, su mayor estandarización, y por otro, permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*. En un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia, que resulta ser relativa, por cuanto se compara cada organización con aquellas que operan con un valor similar de *inputs* y *outputs*.

La obtención de la frontera eficiente se calcula maximizando el *output* dado el nivel de *inputs*; si se utiliza orientación *output* y minimizando el *input*; dado el nivel de *outputs* si se utiliza orientación *input*. La estimación de la ineficiencia depende de la orientación utilizada y se calcula como la distancia a la frontera de cada empresa evaluada, comparándose con otra tecnológicamente similar (Rubiera et al., 2003).

Este trabajo utiliza el método DEA para el cálculo de la eficiencia técnica, que en su versión BCC propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984) está orientado al input y establece comparaciones entre empresas midiendo exclusivamente ineficiencias debidas a la gestión productiva. Se establecen comparaciones respecto a unidades que operan en una escala similar siendo capaz de adaptarse a los comportamientos individuales de cada empresa. Se utiliza el modelo BCC y no el modelo CCR propuesto por Charnes et al. (1979), ya que mediante el segundo, una empresa puede ser comparada con otras sustancialmente más grandes o más pequeñas mientras que con el modelo BCC una empresa es comparada con otras lo más similares posibles a su tamaño (Rubiera et al., 2003).

Este modelo se describe a través de las ecuaciones 1, 2 y 3 en su versión orientada al input, lo que significa que se busca maximizar los *outputs* que forman parte de una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

Maximizar:
$$h_0 = \sum_{j=1}^s W_j Y_{j0} + C_0 \quad \text{Ec.1}$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1 \quad \text{Ec. 2}$$

$$\sum_{j=1}^s W_j Y_{jm} - \sum_{i=1}^m V_i X_{im} + C_0 \leq 0$$

Sujeto a
$$m = 1, 2, 3, \dots, n. \quad \text{Ec. 3}$$

$$W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r.$$

$$C_0 \text{ libre}$$

Donde:

DMU.

Y_{j0} : salida j de la DMU 0;

X_{i0} : entrada i de la DMU 0;

W_j : peso para la salida j;

V_i : peso para la entrada i;

n: número de DMU;

s: número de salidas;

r: número de entradas.

C_0 : factor de escala.

La resolución del algoritmo de programación lineal permite obtener los correspondientes pesos W_j y V_i , de tal manera que proporcionen el mayor índice de eficiencia posible para cada productor evaluado. Estos pesos se estiman en base a los datos disponibles, como forma de obtener una medida de la eficiencia relativa de cada unidad. Con este fin, el DEA organiza un contingente de optimización en el desempeño de cada DMU, para convertir las entradas en salidas con relación al desempeño de todas las

Una eficiencia de valor unitario implica que la producción observada y la potencial coincidan; es decir, el productor es eficiente. Si el índice es menor que uno, la DMU evaluada será ineficiente, ya que existen otras unidades en la muestra (las que forman el grupo de referencia en la comparación) que muestran un mejor comportamiento.

Metodología

Alcance de la investigación

Este estudio se realiza a las MEs del sector comercial de la ciudad de Quito, pertenecientes al clasificador G de la clasificación internacional industrial uniforme (CIIU), que corresponden al grupo de MEs dedicadas al comercio de productos al por mayor y menor, y que se encuentran registradas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SUPERCIAS, 2017b). A mayo de 2017 se encontraban inscritas 489 MEs

activas en este clasificador en Quito, información que sirvió para definir la población del estudio. Al escoger un conjunto de empresas del clasificador G, se cumple una de las exigencias del método DEA, que requiere que las unidades a evaluar sean homogéneas, con el fin de facilitar la identificación de las organizaciones que hacen una mejor utilización de sus recursos (Goñi, 1998).

Diseño de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal. Utiliza como técnica de recolección de datos una encuesta que se aplicó a las MEs objeto del estudio y que tienen un mínimo de cinco años de operación. Se calculó un conjunto de indicadores para hallar el grado de uso de las TIC y se determinó la eficiencia técnica de estas empresas.

Población y muestra

La población objetivo del estudio son las MEs del sector comercial de la ciudad de Quito, siendo el tamaño de la muestra una porción de la población objetivo, sobre la cual se adquieren los datos necesarios para el desarrollo de la investigación (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014). Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó un muestreo proporcional para una población finita, esto debido a que existió la misma probabilidad que las medianas empresas que son las unidades muestrales, cumplan o no con las características a ser investigadas. El tamaño de la muestra se determinó con la ecuación 4 (Ott y Longnecker, 2016).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población, E = error muestral, Z = nivel de confianza, p = probabilidad de éxito y q = probabilidad de fracaso

Los parámetros para el cálculo de la muestra son los siguientes: $N = 489$, $E = 10,1\%$, $Z = (1,65)$, $p = (0,5)$ y $q = (0,5)$. En este caso $p = q$ permiten encontrar el máximo tamaño muestral para el error fijado (Pérez, 2010). Estos valores se aplican en la ecuación 4 para hallar el tamaño de la muestra, tal como se detalla a continuación.

$$n = \frac{(1,65)^2 * (489) * (0,5) * (0,5)}{(0,101)^2 * (489 - 1) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = 59$$

En consecuencia, para una población de 489 MEs, con un nivel de confianza de 90% y error de 10,1% es necesario encuestar a 59 compañías. El muestreo utilizado fue probabilístico y con probabilidades iguales; la selección de compañías para la aplicación del cuestionario se lo realizó en forma aleatoria simple sin reposición, con la finalidad de medir el grado de representatividad de la muestra lo mejor posible (Pérez, 2010).

Instrumentos y técnicas de recolección de datos

En una primera parte, la herramienta escogida para la recolección de datos fue una encuesta que estuvo dirigida para los directores o gerentes de tecnología. Para proceder a elaborar el cuestionario que apunte a conseguir el objetivo referente a la determinación del grado de uso de las TIC por las MEs, se tomó como referencia el conjunto de indicadores propuestos por las Unión Internacional de Telecomunicaciones (2010), que fueron descritos en el acápite 2.1.

Con el fin de que el cuestionario cuente con los criterios de validez y confiabilidad necesarios para su aplicación, se realizó la validación del contenido mediante el juicio de expertos a través del método de agregados individuales (Corral, 2009; Gil-Gómez y Pascual-Ezama, 2012). En este proceso participaron docentes expertos de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.

En una segunda parte, la evaluación de la eficiencia técnica se realizó mediante el método DEA desde una orientación a los recursos consumidos; es decir, se consideraron eficientes aquellas MEs que para un nivel dado de producción consuman el mínimo nivel recursos. Dado que las empresas suelen producir múltiples *outputs* a partir de múltiples *inputs*, la eficiencia será en cualquier caso una magnitud multidimensional. Los criterios que se utilizaron para determinar los *inputs* y *outputs* que requiere el método DEA fueron:

- Procurar escoger la menor cantidad posible de manera que el análisis discrimine en forma adecuada cada unidad evaluada respecto al resto.

- Escoger aquellos *inputs* que reflejen mejor los *outputs*.
- Escoger aquellos *outputs* relevantes para la actividad de la empresa.

Bajo estos lineamientos, las variables consideradas como *inputs* fueron: activos corrientes, activos fijos, sueldos y salarios (trabajadores), costo de ventas y gastos operacionales; como *outputs* se definieron a la utilidad del ejercicio e ingresos. En la tabla 1 se han incluido algunas estadísticas descriptivas de estas variables, cuyos cálculos se los realizó a partir de las bases de datos proporcionadas por el Servicio de Rentas Internas y la SUPERCIAS. Estos datos constan en el formulario 101 correspondiente a la "Declaración del Impuesto a La Renta y Presentación de Balances Formulario Único Sociedades y Establecimientos Permanentes" que se encuentra en la sección de documentos del sector societario (SUPERCIAS, 2017a).

	Salidas			Entradas			
	Ingresos	Utilidad del ejercicio	Activos corrientes	Activos fijos	Sueldos y salarios	Costo de ventas	Gastos
	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)	(miles US\$)
Media	2.542,07	103,22	1.340,05	309,60	201,11	1.691,99	732,81
Desviación estándar	1.490,23	175,09	1.234,78	476,77	178,30	1.108,26	494,99
Valor máximo	7.642,82	814,25	6.790,82	2.756,83	986,90	5.299,21	2.246,09
Valor mínimo	324,48	-616,03	5,24	1,00	25,39	25,63	39,91

Tabla 1. Características descriptivas de las variables de salida y entrada

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento

La encuesta para la determinación de los indicadores cumplió con los estándares éticos de investigación: consentimiento informado, participación voluntaria, confidencialidad y no exposición a los participantes de las empresas estudiadas a riesgos físicos o psicológicos. La encuesta fue realizada en visitas a cada una de las 59 MEs.

Es importante tomar en cuenta que, si bien para el análisis DEA no es necesaria una función de producción, esta metodología asume implícitamente que las variables de entrada están relacionadas con las variables de salida.

Existen algunos métodos de selección de las variables de entrada y salida como son el método de correlación entre variables de entrada y salida; método multicriterio que considera criterios como "mejor ajuste a la frontera" y la "máxima discriminación" entre las DMUs; método basado en combinaciones posibles entre entradas y salidas formando distintos escenarios para hallar el mejor promedio de la eficiencia, entre otros (González-Araya y Valdés, 2009). Sin embargo, todos ellos tienen el propósito de seleccionar un número restringido de variables, de manera de mantener la relación causal en los modelos y que éstos indiquen adecuadamente el desempeño de las DMUs evaluadas.

En este estudio, para determinar qué variables se considerarán en la determinación de los ratios de ET para cada empresa, se realizó un análisis de correlación entre los *inputs* y *outputs* considerados inicialmente. De este proceso se escogieron finalmente a las variables que tuvieron alta correlación y luego serían parte en la aplicación del algoritmo de programación en Visual Basic, complemento de MsExcel.

Como explica Andersen y Petersen (1993), una de las amenazas o debilidades del método DEA, es que pueden arrojar valores errados de eficiencia cuando el número total de variables (*inputs+outputs*) es superior relativamente al número de observaciones. Para esta investigación se ha considerado esta observación, pero no se corre peligro, toda vez que las entradas y salidas con las que parte el modelo suman siete, en tanto que las observaciones corresponden a 59 DMUs, que es el tamaño de la muestra.

Análisis de datos

El análisis cuantitativo de los datos recolectados de la encuesta se lo realizó aplicando estadística descriptiva, a través de un *software* como MsExcel, en el que también se realizaron los cálculos del algoritmo que evalúa la eficiencia técnica.

Una vez determinada la ET de las MEs a partir de su información financiera, se calculó la eficiencia promedio de este sector económico y se les clasificó de acuerdo a su grado de eficiencia. Siendo los parámetros de clasificación: eficiencia total (eficiencia = 100%), alta (entre 81% y 99%), media (entre 61% y 80%) y baja (entre 0% y 60%).

Resultados

Uno de los objetivos de este trabajo fue hallar el grado de uso de las TIC en las MEs, por lo que para la exposición de resultados se ha dividido a los indicadores en cuatro categorías, ya que esto facilita analizar en conjunto los resultados globales. Estas son: disponibilidad de computadores y frecuencia de uso, capacitación de empleados en el uso de TIC y uso de las TIC por departamentos de las empresas. Estos resultados se detallan a continuación.

Todas las medianas empresas utilizan computadoras y el 83% de empleados en promedio las utilizan habitualmente en sus jornadas de trabajo. De ese porcentaje, el 76,27%, utilizan los computadores en un promedio de seis a ocho horas diarias y el 11% utilizan más de ocho horas. Con respecto a la frecuencia con la que se capacita al personal sobre TIC como se muestra en la figura 2, se determinó que el 48 % de empleados recibe capacitación, de los cuales la mayoría lo hace dos veces al año.

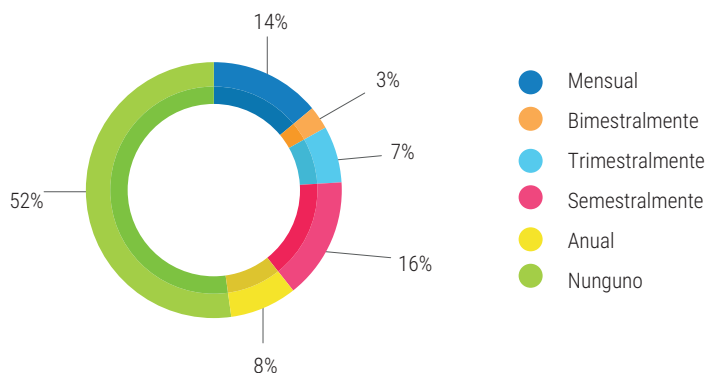


Figura 2. Frecuencia en que se capacita al personal en TIC

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a las aplicaciones informáticas o *software* específico que las MEs han adoptado, se determinó que la mayoría utiliza las de tipo contable, con un porcentaje notorio

del 89%, seguidos por las aplicaciones de ofimática y gestión de ventas y facturación, tal como se observa en la figura 3.

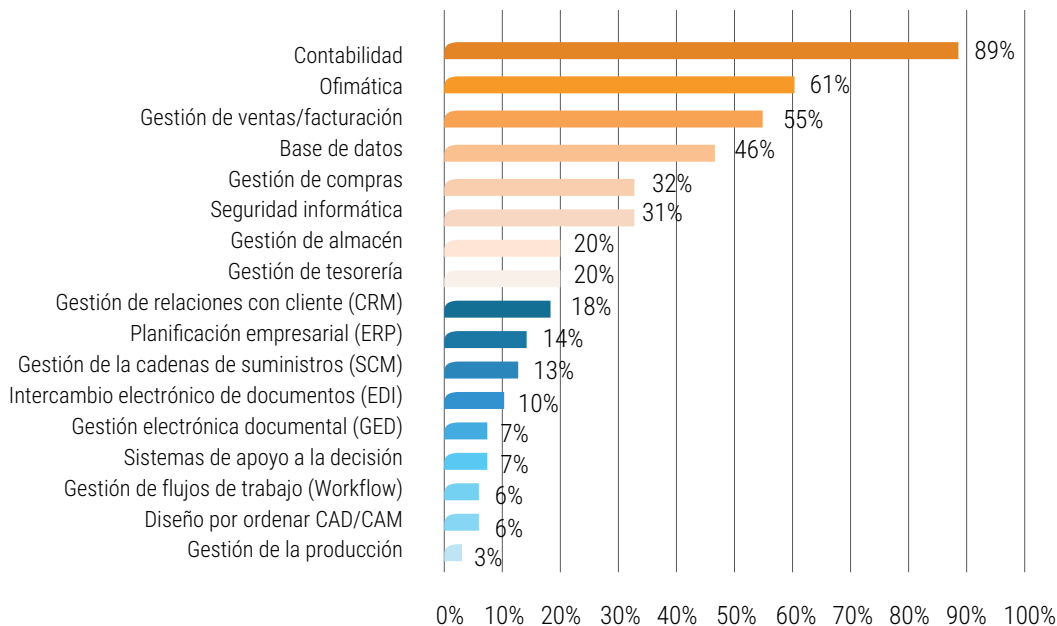


Figura 3. Aplicaciones informáticas adoptadas por las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

Respecto al uso de las TIC por departamento, se encontró que en el 89% de MEs, el departamento que más utiliza aplicaciones informáticas

específicas en sus actividades productivas es el de contabilidad, seguido por el de compras y ventas. Tal como se muestra en la figura 4.

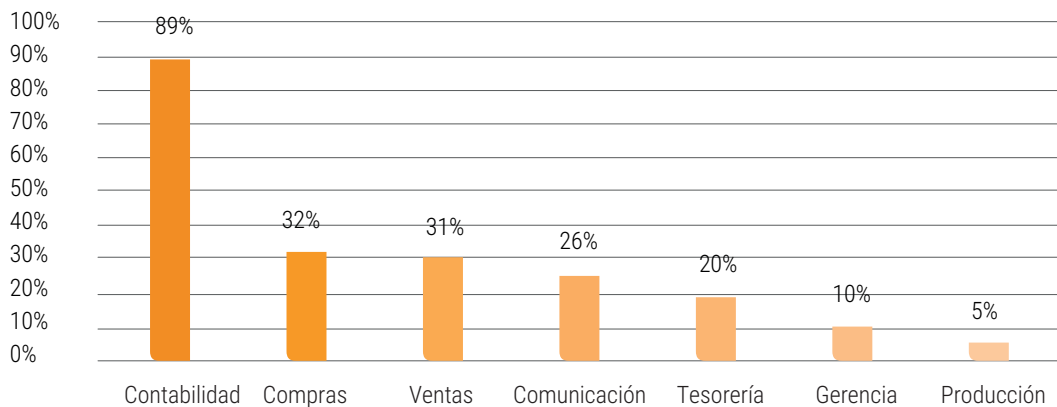


Figura 4. Uso de las TIC por departamento en las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

Sobre la experiencia de uso de TIC por parte de las empresas, se aprecia en la figura 5, que la percepción sobre el manejo de TIC es positiva o de mucha utilidad, destacando que a través de ellas se podrían tener buenas oportunidades de negocios (66%) y mejorar la relación entre clientes y proveedores (61%).

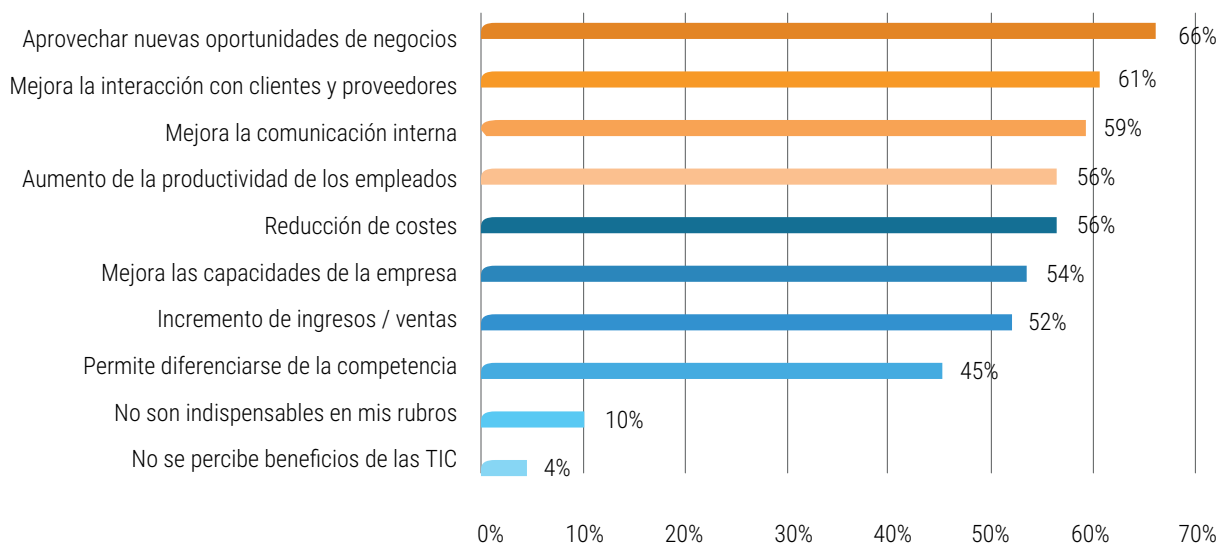


Figura 5. Experiencia sobre el impacto del uso de las TIC

Fuente: Elaboración propia

Los resultados concernientes a cumplir con el objetivo de determinar la eficiencia técnica, en su parte inicial, tienen que ver con la correlación que existe entre las variables de entrada y salida. Los resultados de la determinación del coeficiente de correlación de Pearson se muestran en la tabla 2.

Entradas	Salidas	
	Ingresos	Utilidad
Activos corrientes	0.580	0.160
Activos fijos	0.301	-0.131
Sueldos y salarios	0.501	-0.035
Costo de ventas	0.960	0.358
Gastos	0.743	0.100

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson entre entradas y salidas

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar existe una fuerte correlación entre las entradas con los ingresos, en tanto que disminuye si se correlaciona esas mismas entradas con la utilidad. Dados los resultados de la correlación, se definió entonces como única variable de salida a los ingresos. Con los resultados de la correlación se procedió a estimar la eficiencia técnica de cada una de las MEs aplicado el método DEA, que se encuentra expresado por las ecuaciones 1,2 y 3, y sus correspondientes restricciones.

Siendo los datos de entrada: $n = 59$ MEs, $s=1$ (*output*) y $r=5$ (*inputs*). Como resultado de la ejecución del algoritmo de programación en MsExcel se obtuvo que la eficiencia técnica de las MEs está entre el 25% y 100%, siendo 76% el promedio de eficiencia estimada con una desviación estándar del 20%. El resultado de la clasificación por categoría de eficiencia se muestra en forma porcentual en la figura 6.

Se puede observar de la figura 6, que la cuarta parte de MEs de este sector económico es totalmente eficiente y el 76% opera con índices de eficiencia superiores al 61% de acuerdo a la escala de referencia determinada en la metodología. Además, el 53% de compañías está trabajando con índices de eficiencia superiores al promedio del sector.

También se estudió la vinculación entre la eficiencia y los ingresos, tal como se muestra en la figura 7. Puede apreciarse que existe muy poca correspondencia entre ellos; el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,0051$).

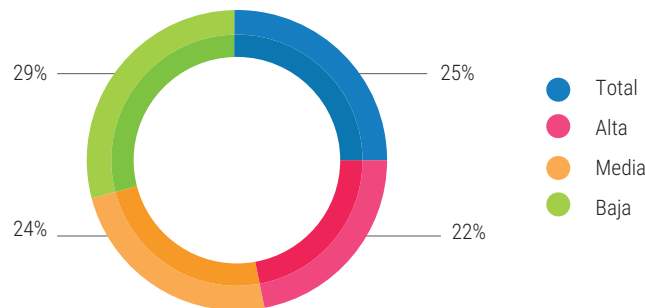


Figura 6. Grado de eficiencia técnica de las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

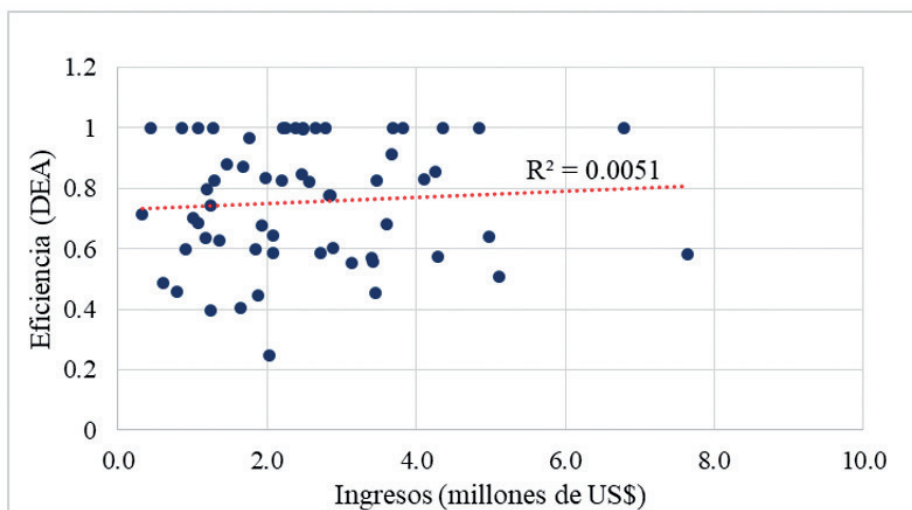


Figura 7. Relación entre la eficiencia técnica y el beneficio de las MEs de Quito
Fuente: Elaboración propia

Existe una razón fundamental para haber obtenido el resultado anterior: el análisis DEA y los ingresos generados miden diferentes aspectos. Los ingresos miden la capacidad de vender productos de las MEs comerciales a partir de los recursos disponibles. En cambio, la eficiencia DEA mide la capacidad para generar productos a partir de los recursos disponibles. Si bien la evidencia que utilizan ambos métodos es la misma (los productos), la diferencia radica en el hecho que utilizan base distinta: una, las metas definidas a comienzo de cada ejercicio anual; la otra, los recursos disponibles en cada año.

Discusión y conclusiones

Al separar en dos partes el análisis de los resultados, se puede decir que el 100% de empresas han incorporado las TIC en su gestión, sin embargo todavía su uso no está totalmente

aplicado por los trabajadores. Una razón podría ser la escasa importancia que dan estas compañías a la capacitación de sus empleados en el manejo y aprovechamiento de estas tecnologías, lo que evidencia que, en muy pocos departamentos de las MEs las hayan incorporado en sus actividades empresariales.

Otro elemento a considerar en base a los resultados de la estimación de ET de las MEs, es la necesidad de operar de manera más eficiente, ya que más de la mitad de compañías están operando con media y baja eficiencia, lo que significa desperdicios de los recursos de su capacidad instalada en su gestión empresarial.

Si bien existen estudios del aporte de las TIC en la gestión empresarial en países de la región (Díaz, 2012; Ibujés y Benavides, 2017; Ibujés y Chasi, 2017), en este trabajo se ha estimado que tan eficiente es el uso de los recursos de las MEs. Una forma más específica de analizar

el uso eficiente de las TIC, sería determinar la ET a partir de los valores invertidos en ese rubro. No obstante, en las empresas este valor se lo contabiliza globalmente con el resto de activos y gastos, dificultando evaluar por separado la ET de las TIC por el método DEA.

En esta investigación se determinó el grado de uso de las TIC en las MEs del área comercial de Quito, encontrando que estas compañías han adoptado plenamente a estas nuevas tecnologías en su gestión cotidiana. Empero, todavía es insuficiente la intensidad de uso que se les da a las mismas.

La aplicación del método no paramétrico DEA, permitió determinar que la eficiencia técnica del sector empresarial comercial en Quito es del 76%, debido fundamentalmente a que, el 25% de las empresas son totalmente eficientes

y representan la frontera de la eficiencia, frente a un 29% de empresas ineficientes. Estos resultados permiten demostrar el alto grado de uso de la capacidad instalada de estas empresas, información que resultaría interesante compararla con otros sectores económicos. Además, si bien una empresa puede ser técnicamente eficiente todavía podría ser capaz de mejorar su productividad al explorar economías de escala (Jaime y Luque, 2016).

Los resultados de la investigación podrían orientar sobre las acciones a ejecutar en cada una de las empresas estudiadas, con el fin de ir encaminando procesos que permitan potenciar los recursos y capacidades de cada empresa e impulsar actividades productivas más eficientes en esta área de la economía.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, A. (2001). «Concepto y medición de la eficiencia productiva». En *La medición de la eficiencia y la productividad*. Madrid: Ediciones Pirámide Grupo Anaya S.A. (pp. 17-34).
- Andersen, P., y Petersen, N. C. (1993). "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, 39(10), pp. 1261-1264. Recuperado de <http://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Banker, R. D., Charnes, A., y Cooper, W. W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis". *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.
- Cachanosky, I. (2012). "Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica". *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, IX(2), pp. 51-80.
- Castells, M. (1996). "La era de la información". *Economía sociedad y cultura*, 1, pp. 1-29.
- Charnes, A., Cooper, W. W., y Rhodes, E. (1979). "Measuring the efficiency of decision-making units". *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. Recuperado de [http://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](http://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Cordero, J. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España*. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1488>
- Corral, Y. (2009). "Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos". *Ciencias de la Educación*, 19(33), pp. 228-247.

- Díaz, C. A. (2012). *Impacto de la apropiación de las TIC en la productividad de la empresa manufacturera de cartagena (Colombia): modelación y creación de mecanismos de adaptación*. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de <http://www.tesisenred.net/handle/10803/126404>
- Farrell, M. (1957). "The measurement of productive efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, pp. 253-290.
- Gil-Gómez, B., y Pascual-Ezama, D. (2012). "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido". *Anales de Psicología*, 28(3), pp. 1011-1020. Recuperado de <http://doi.org/10.6018/analesps.28.3.156211>
- Goñi, S. (1998). "El Análisis Envolvente de Datos como sistema de evaluación de la eficiencia de las organizaciones del sector público: Aplicación en equipos de atención primaria". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, XX-VII(97), pp. 979-1004.
- González-Araya, M., y Valdés, N. (2009). "Método de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA". *Ingeniería Industrial*, 2(8), pp. 45-56.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). México: McGraw Hill.
- Ibujés, J., y Benavides, M. (2017). "Contribution of technology to the productivity of small and medium-sized enterprises in the textile industry in Ecuador". *Cuadernos de Economía*, 41(115), pp. 140-150. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.cesjef.2017.05.002>
- Ibujés, J., y Chasi, L. (2017). "ICT impact on the productivity of metal mechanical SMES in Quito the Capital of Ecuador". En *INTED2017 (Ed.), 11th International Technology, Education and Development Conference*. Valencia: INTED2017 Proceedings. pp. 5196-5203. Recuperado de <https://library.iated.org/view/IBUJESVILLACIS2017ICT>
- Jaime, J. A., y Luque, P. (2016). *Formulaciones en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos*. Recuperado de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/Alberto Jaime, Jaime TFG.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/Alberto%20Jaime,%20Jaime%20TFG.pdf?sequence=1)
- Ott, L., y Longnecker, M. (2016). *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh). Boston: Cengage Learning.
- Pérez, C. (2010). *Técnicas de muestreo estadístico*. Madrid: I. Publicaciones.
- Rubiera, F., Quindós, M. del P., y Vicente, M. R. (2003). "Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias". *Rect*, (1), 21. Recuperado de http://bvsspa.summon.serialssolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXmw3V1f9NAEF-ulqKl6Kl4_oF9O-V9Cj-ZPk0bwiRd7qHAQvDsRX8psdnMEcok07YGCH8bP4Ee4L-bMb-jbp1Tf1SejDtpIks9NfZnYnM79IzPc0JuMtmwDgeeAFKgxCLxBRWAh3N-vELF4gBKigmeotj730WZ2mc7ozsBoPDb_DH5_U-uW3W5XENaJqtD-U00j1
- Sánchez de Pedro, E. A. (2013). *Nivel de competitividad y eficiencia de la producción ganadera*. Recuperado de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/10498/770.pdf?sequence=1>
- SUPERCIAS. (2017a). *Sistema Portal de Información Superintendencia de Compañías*. Recuperado de https://appscvs.supercias.gob.ec/portaldedocumentos/consulta_cia_menu.zul
- SUPERCIAS. (2017b). *SUPERCIAS. Ranking empresarial 2016*. Recuperado de <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- Tofallis, C. (2001). "Combining two approaches to efficiency assessment". *Journal of the Operational Research Society*, 52(11), pp. 1225-1231. Recuperado de <http://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601231>
- UNCTAD. (2014). *Measuring ICT and Gender: An Assessment*. Recuperado de http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/webdtlstict2014d1_en.pdf
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2010). *Indicadores claves sobre TIC*. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT_CORE-2010-PDF-S.pdf

Título	La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito
Autores	Juan Marcelo Ibujés-Villacís ¹
Referencia	Debates sobre innovación. ISSN: 2594-0937. Pages: 1126–1141. Volumen 3. Número 1. Diciembre 2019.
Revista	Revista Debates sobre Innovación
Congreso	XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica -ALTEC 2019.
Afiliación	¹⁻² Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)
Lugar de publicación	México DF, México
Fecha de publicación	Noviembre de 2019
Indexación	LALICS: Latin American Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems.
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes
Referencia APA (Ibujés-Villacís, 2019)	Ibujés-Villacís, J. (2019). La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito. Debates Sobre Innovación. XVIII Congreso Latinoamericano de Gestión Tecnológica, 3(1), 1126–1141. https://economiaeinovacionuamx.org/revista/secciones/articulos/7

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre Innovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito

Juan Marcelo Ibujés Villacís

Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias Administrativas, Ecuador
juan.ibujes@epn.edu.ec

Resumen

La fabricación y comercialización de productos a nivel mundial, donde la competencia por el mejor precio es una característica importante para el acceso a los mercados, demanda que las organizaciones empresariales gestionen sus recursos y capacidades de una manera eficaz y eficiente. Es por ello que, el objetivo de esta investigación consistió en determinar los niveles de eficiencia técnica (ET) con los que operan las medianas empresas (MEs) del área de manufactura de Quito, Ecuador. Las compañías objeto del estudio están domiciliadas en Quito, pertenecen al clasificador C según la clasificación internacional industrial uniforme y vienen operando al menos cinco años consecutivos. La metodología aplicada en el estudio tiene un diseño no experimental, transversal y con alcance descriptivo. Se trabajó con la información financiera de 54 MEs de una población de 245 registradas hasta el año 2017 y se determinó el índice de ET mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Los resultados permitieron establecer que, considerando rendimientos constantes de escala (RCE), las MEs de manufactura Quito, trabajan con una ET promedio entre el 83,1% y 91,1%; y para rendimientos variables de escala (RVE), la ET promedio está entre 94,3% y 98,4%, en ambos casos con un 95% de nivel de confianza. Además, en el caso de RCE el 31% de compañías trabaja con la máxima eficiencia, mientras que en el caso de RVE, representan el 78%. Como conclusión se determinó que apenas el 4% de las MEs del área de manufactura operan con baja eficiencia, situación que en el futuro podría tener un impacto positivo en la mejora de su nivel de productividad y competitividad local e internacional.

Palabras clave: Análisis envolvente de datos, eficiencia técnica, eficiencia de escala, frontera eficiente, medianas empresas.

Código JEL: C02, C67, D24, L81, M21.

The technical efficiency of the medium-sized manufacturing companies of Quito

Summary

The manufacture and marketing of products worldwide, where competition for the best price is an important feature for market access, demands that business organizations manage their resources and capacities in an efficient and effective manner. That is why, the objective of this research was to determine the levels of technical efficiency (TE) with which medium-sized enterprises (MEs) work in the manufacturing area of Quito, Ecuador. The companies that are the object of the study are domiciled in Quito, they belong to classifier C according to the Uniform International Industrial Classification and they have been working for at least five consecutive years. The methodology applied in the study has a non-experimental, transversal design with a descriptive scope. We worked with the financial information of 54 MEs from a population of 245 registered until 2017

and the TE index was determined using the data envelopment analysis technique. The results allowed to establish that, considering constant returns of scale (CRS), the MEs of Quito manufacture, work with an average TE between 83.1% and 91.1%; and for variable returns of scale (VRS), the average ET is between 94.3% and 98.4%, in both cases with a 95% confidence level. In addition, in the case of CRS, 31% of companies work with maximum efficiency, while in the case of VRS they represent 78%. As a conclusion, it was determined that only 4% of MEs in the manufacturing area operate with low efficiency, a situation that in the future could have a positive impact on improving their level of productivity and local and international competitiveness.

Keywords: Data envelopment analysis, bootstrap, technical efficiency, scale efficiency, efficient frontier, medium enterprises.

JEL code: C02, C67, D24, L81, M21.

1. INTRODUCCIÓN

La globalización internacional entendida como un modo del desarrollo social y especialmente económico, ha sido posible gracias a una profunda innovación tecnológica (Castells, 1996), situación que ha permitido a las empresas hacerse más competitivas en el mercado. Una vez que las organizaciones han ido adoptando nuevas tecnologías y creando nuevas infraestructuras para la producción, ha surgido la necesidad de conocer en qué medida la utilización de recursos y capacidades en que han invertido, ha sido eficiente.

Tal es así que, según el análisis financiero la gestión de un negocio suele ser valorada por la eficiencia, calculada a través de ratios que establecen relaciones entre una determinada salida y una entrada. Cuando se utilizan este tipo de medidas, el problema principal que se plantea es la inexistencia de una única ratio que mida la eficiencia, ya que normalmente las organizaciones empresariales utilizan múltiples entradas (maquinaria, mano de obra, tecnología) para producir una o varias salidas (bienes o servicios).

Con esa consideración, para estimar la eficiencia técnica (ET) de las empresas se propone en este trabajo el método de análisis envoltante de datos (DEA, por sus siglas en inglés: *Data Envelopment Analysis*). Este método permite estudiar la ET u operacional de una empresa en relación con el comportamiento de otras similares, a partir de la construcción de una frontera eficiente mediante aproximaciones no paramétricas (Rubiera et al., 2003; Sueyoshi y Goto, 2018).

El método DEA permitirá evaluar la ET de las empresas que forman parte de esta investigación, considerando la premisa de que una compañía trabaja en forma eficiente cuando para un determinado nivel de consumo de recursos consigue maximizar el nivel de producción. El objeto de estudio serán las medianas empresas (MEs) del área de manufactura de Quito, Ecuador. Estas compañías son organizaciones empresariales que cuentan con 50 a 159 trabajadores, tienen ingresos brutos entre uno y cinco millones de dólares americanos (US\$), y tienen un volumen de activos entre US\$ 700.000 y US\$ 4.000.000 (SUPERCIAS, 2017).

Este trabajo se ha estructurado de la siguiente manera, en una primera parte se hace una revisión teórica del concepto de eficiencia técnica y método de cálculo; en la segunda parte se expone sobre la metodología aplicada para la estimación de los índices de eficiencia mediante el método DEA; en una tercera parte se presentan los resultados, y al final se hace una discusión de esos resultados y se explican las conclusiones y reflexiones finales del estudio.

2. LA EFICIENCIA TÉCNICA. ELEMENTOS TEÓRICOS

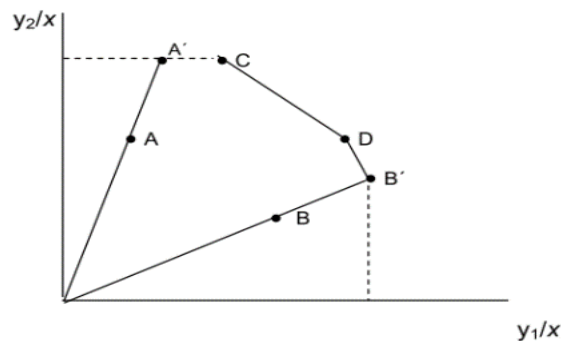
Según Cachanosky (2012), la ET se encuentra relacionada con el uso de la capacidad instalada y refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no; es decir, si los factores productivos están siendo usados al cien por ciento, o si hay capacidad ociosa. Farrell (1957) citado por Sánchez de Pedro (2013), aportó sustancialmente al estudio de la eficiencia, por un lado, desarrolló un método para el cálculo empírico de la eficiencia y; por otro, separó sus componentes en eficiencia técnica y eficiencia asignativa.

La eficiencia técnica se refiere a la eficiencia de transformación de los *inputs* en *output*, y la eficiencia asignativa (EA) a la proporción de *inputs* necesarios para generar el mínimo coste para la producción de un determinado nivel de *output*. Se puede decir de otra manera que, la ET consiste en la obtención del máximo producto dada una combinación específica de recursos o en el empleo de los recursos estrictamente necesarios para un nivel de producción.

Para determinar cuán eficiente es una empresa, lo que se hace es comparar esa compañía con respecto a lo que realizan sus similares. Farrell (1957) citado por Rubiera et al, (2003) es el precursor de estudios basados en esta idea, ya que determina empíricamente mediante cálculos algebraicos una frontera eficiente, la misma que está formada por la actuación de las mejores empresas observadas y que servirá como referencia para medir la eficiencia relativa de cada firma.

Dado que todas las unidades productivas situadas en la frontera son eficientes desde el punto de vista técnico, la medida de la ET dependerá de cuál es la unidad productiva eficiente elegida como referencia (Álvarez, 2001; Álvarez Pinilla, 2013; Santos et al., 2013). En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos por cuatro compañías que utilizan una entrada (*input* en Inglés) para producir dos salidas (*outputs* en Inglés), A y B representan las compañías ineficientes, mientras que C y D son eficientes y conforman la frontera (Tofallis, 2001).

Figura 1. Representación de la frontera de eficiencia técnica.



Fuente: (Tofallis, 2001).

La estimación empírica de la frontera eficiente suele dividirse fundamentalmente en dos grandes grupos: aproximación paramétrica, no paramétrica y otra que es una combinación entre ambas definida como redes neuronales artificiales (Cordero, 2006). Los métodos no paramétricos no requieren la imposición de una forma determinada a la función de producción como los métodos paramétricos, siendo suficiente con la definición de un conjunto de propiedades formales que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción. Este es el caso del DEA.

Según Charnes et al. (1979), el DEA es una herramienta no paramétrica que permite precisar la frontera tecnológica basada en unidades productivas o DMU (*Decision Making Unit* en Inglés) que, por sus buenos resultados son las que ejecutan las mejores prácticas productivas en relación a las otras unidades de la misma área de producción. Según los autores, esta metodología de análisis tiene dos ventajas fundamentales, por un lado, su mayor estandarización, y por otro, permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*.

De acuerdo con Sherman y Zhu (2006), en un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de programación lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia, que resulta ser relativa, por cuanto se compara cada organización con aquellas que operan con un valor similar de *inputs* y *outputs*. Según Sueyoshi y Goto (2018), el modelo original del DEA expresa que la eficiencia es una relación matemática entre la suma total ponderada de las salidas o resultados deseables y la suma total ponderada de las entradas. La estimación de la eficiencia debe hacerse comparándose empresas tecnológicamente similares, se compara entre la empresa evaluada y aquella que se encuentra en la frontera eficiente (Rubiera et al., 2003).

2.1 Método DEA-CCR

Uno de los métodos que utiliza el DEA para el cálculo de la eficiencia técnica es el desarrollado por Charnes et al, (1979) y se lo conoce como CCR en honor a sus autores, o también se le conoce como modelo de retornos constantes de escala (RCE). Mediante este método una empresa puede ser comparada con otras sustancialmente más grandes o más pequeñas (Rubiera et al., 2003).

Según Ramanathan (2003) y Sueyoshi y Goto (2018), este método se describe matemáticamente a través de las ecuaciones 1, 2 y 3 en la versión orientada al *input*, buscando maximizar los *outputs* y formando parte de una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

$$\text{Maximizar:} \quad h_o = \sum_{j=1}^s W_j Y_{j0} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1 \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Sujeto a} \quad \sum_{j=1}^s W_j Y_{jm} - \sum_{i=1}^m V_i X_{im} \leq 0 \quad \text{Ec. 3}$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, n.$$

$$W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r.$$

2.2. Método DEA-BCC

Años más tarde, surgió el método DEA desarrollado por Banker et al, (1984) y se lo conoce como BCC en honor a sus autores o como modelo de retornos variables de escala (RVE). Este procedimiento calcula la eficiencia técnica pura y establece comparaciones entre empresas midiendo exclusivamente ineficiencias debidas a la gestión productiva. Además, mediante este método, una empresa es comparada con otras lo más similares posibles a su tamaño (Rubiera et al., 2003), lo que permite determinar la ET de grupos de empresas de diferente tamaño.

Este método se describe mediante las ecuaciones 4, 5 y 6 en su versión orientada al *input*, lo que significa que se busca maximizar los *outputs* y son la fuente de una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

$$\text{Maximizar:} \quad h_0 = \sum_{j=1}^s W_j Y_{j0} + C_0 \quad \text{Ec. 4}$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1 \quad \text{Ec. 5}$$

$$\sum_{j=1}^s W_j Y_{jm} - \sum_{i=1}^m V_i X_{im} + C_0 \leq 0$$

$$\text{Sujeto a} \quad m = 1, 2, 3, \dots, n. \quad \text{Ec. 6}$$

$$W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r.$$

$$C_0 \text{ libre}$$

Las equivalencias de las variables en las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 son:

- Y_{jo} : salida j de la DMU 0;
- X_{io} : entrada i de la DMU 0;
- W_j : peso para la salida j ;
- V_i : peso para la entrada i ;
- n : número de DMU;
- s : número de salidas;

r: número de entradas;
C₀: factor de escala.

La resolución del algoritmo de programación lineal permite obtener los correspondientes pesos W_j y V_i , de tal manera que proporcionen el mayor índice de eficiencia posible para cada productor evaluado. Estos pesos se estiman en base a los datos disponibles, como forma de obtener una medida de la eficiencia relativa de cada compañía. Una eficiencia de valor unitario implica que la producción observada y potencial coincide; es decir, la compañía es eficiente. Si el índice es menor que uno, la DMU evaluada será ineficiente, ya que existen otras unidades productivas que muestran un mejor comportamiento.

Un dato muy importante que se deriva de los cálculos de la ET mediante el DEA es medir la eficiencia de escala, la cual no es posible con los métodos paramétricos (Arzubi y Berceel, 2002; Soares et al., 2017). Según Schuschny (2007), los rendimientos a escala indican los incrementos de la producción que son resultado del incremento simultáneo y equiproporcional de todos los factores o insumos, rendimientos que pueden ser constantes, cuando la producción se incrementa a la misma proporción que los cambios en los factores; crecientes cuando el incremento porcentual de la producción es mayor al de los insumos y decrecientes cuando es menor.

La eficiencia de escala (EE) se obtiene mediante el cociente entre la eficiencia técnica global (resultado de ET mediante el método CCR) y la eficiencia técnica pura calculada mediante el método BCC.

3. METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal. El objeto de estudio de esta investigación son las MEs del sector económico de manufactura de la ciudad de Quito, empresas que pertenecen al clasificador C de la clasificación internacional industrial uniforme (CIU) y están registradas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SUPERCIAS). A octubre de 2018 se encontraban inscritas 245 MEs activas en este clasificador, que corresponden a la población objetivo del estudio (SUPERCIAS, 2018).

Para el cálculo del tamaño de la muestra de la población se utilizó un muestreo proporcional para una población finita, esto debido a que existió la misma probabilidad de que las empresas estudiadas cumplan o no con las características a ser investigadas. El tamaño de la muestra se determinó con la ecuación 7 (Ott y Longnecker, 2016).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población, E = error muestral, Z = nivel de confianza, p = probabilidad de éxito y q = probabilidad de fracaso.

Los parámetros para el cálculo de la muestra son los siguientes: N = 245, E = 10%, Z = (1,65), p = (0,5) y q = (0,5), En este caso p = q permiten encontrar el máximo tamaño muestral para el error

fijado (Pérez, 2010). Estos valores se aplican en la ecuación 4 para hallar el tamaño de la muestra, tal como se detalla a continuación.

$$n = \frac{(1,65)^2 * (245) * (0,5) * (0,5)}{(0,101)^2 * (245 - 1) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)}$$
$$n = 54$$

En consecuencia, para una población de 245 MEs, con un nivel de confianza de 90% y error de 10% es necesario obtener información de 54 compañías. El muestreo utilizado fue probabilístico y con probabilidades iguales; la selección de compañías se lo realizó en forma aleatoria simple sin reposición, con la finalidad de tener el mayor grado de representatividad de la muestra (Pérez, 2010).

La aplicación del método DEA se lo hizo desde una orientación hacia los recursos consumidos; es decir, se consideraron eficientes aquellas compañías que obtienen una producción máxima, dada una combinación específica de sus *inputs*. Este método requiere que las DMU a evaluar sean lo más homogéneas posible en la mayoría de sus características, con el fin de facilitar la identificación de aquellas que hacen una mejor utilización de sus recursos (Goñi, 1998), siendo esa la razón por la que se escogió las MEs de un solo clasificador de la CIU.

Para el cálculo del índice de ET se ejecutó el siguiente procedimiento.

- a. Se accedió a la información financiera de las 54 empresas de la muestra, cuya información constan en las bases de datos publicadas por el Servicio de Rentas Internas y la SUPERCIAS. Específicamente estos datos constan en el formulario 101, correspondiente a la “Declaración del Impuesto a La Renta y Presentación de Balances Formulario Único Sociedades y Establecimientos Permanentes” que se encuentra en la sección de documentos del sector societario (SUPERCIAS, 2018).

Los datos se obtuvieron de los informes financieros como el Balance y el Estado de Resultados del ejercicio fiscal del año 2017. Los criterios que se utilizaron para determinar los *inputs* y *outputs* fueron tres; primero, escoger la menor cantidad posible de variables; segundo, escoger aquellos *inputs* que reflejen mejor los *outputs*; y tercero, escoger aquellos *outputs* relevantes para la actividad de las empresas estudiadas.

Las variables corresponden a los valores de las cuentas financieras de los activos corrientes (AC), activos no corrientes (ANC), costo de ventas (CV), gastos en sueldos y salarios (GSS), gastos operacionales (GO), gastos no operacionales (GNO), ingresos (ING) y utilidad del ejercicio anual (UTL). Las variables consideradas como *inputs* fueron: AC, ANC, CV, GSS, GO y GNO; como *outputs* se precisaron a las variables ING y UTL.

- b. El siguiente paso consistió en determinar de entre los *inputs* y *outputs* cuales variables específicamente se las consideraría para aplicar el método DEA. Existen algunas técnicas de selección, como el análisis de componentes principales (ACP), correlación, regresión múltiple, multicriterio, entre otras, todas ellas persiguen establecer las mejores combinaciones posibles entre *inputs* y *outputs* formando distintos escenarios para hallar el mejor promedio de la

eficiencia (González-Araya y Valdés, 2009; Serrano-Cinca et al., 2005; Shih-Nan et al., 2016).

En este estudio se utilizó la técnica de correlación entre los *inputs* y *outputs*. Además, se consideró una de las restricciones del método DEA para evitar valores errados de eficiencia, esta consiste en que, el número total de variables (*inputs* + *outputs*) debe ser inferior al número de observaciones, tal como lo explica Andersen y Petersen (1993). Aquí se trabajó con ocho variables y 54 DMUs; es decir, hay cerca de siete veces más DMUs que variables.

- c. Establecida la correlación se procedió a estimar la ET considerando los métodos CCR y BCC. Para ello se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 y sus correspondientes restricciones, las mismas que sirvieron de referencia para elaborar dos algoritmos de programación lineal con la función *solver* y el lenguaje de programación *Visual Basic*, incorporado en la aplicación MsExcel (Sherman y Zhu, 2006).

Si bien la aplicación del DEA se trata de una aproximación determinista y los valores de eficiencia calculados son fijos; es útil determinar en qué medida la precisión su medida se verá afectada por cambios o exactitud de los datos de *inputs* y *outputs* (Cook y Seiford, 2009; Simar y Wilson, 2010). Estos cambios harían que el valor de la eficiencia se encuentre en un rango específico de valores; por lo que, se realizó un análisis de *bootstrap* a partir de una simulación con 1000 DMUs y un 95% de nivel de confianza.

- d. Finalmente, se clasificó a las MEs de acuerdo a su grado de eficiencia, siendo los parámetros de clasificación: eficiencia total (eficiencia = 100%), alta (entre 81% y 99%), media (entre 61% y 80%) y baja (entre 0% y 60%). Con esas equivalencias se procedió a establecer gráficamente la relación entre los *outputs* y la ET de cada una de las compañías estudiadas.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del cálculo de la eficiencia técnica, en una primera parte, tienen que ver con la correlación que existe entre las variables de entrada y salida. Los resultados de la determinación del coeficiente de correlación de Pearson se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de correlación de Pearson entre entradas y salidas

Entradas		Salidas		
		ING	UTL	
AC	Correlación de Pearson	0,772**	0,195	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,157	
	Simulación	Error estándar	0,062	0,246
	de muestreo ^c	Intervalo de confianza a 95%	Inferior	0,655
			Superior	0,599
ANC	Correlación de Pearson	0,582**	0,160	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,246	

	Simulación de muestreo ^c	Error estándar		0,093	0,150
		Intervalo de confianza a 95%	Inferior	0,376	-0,120
			Superior	0,749	0,495
CV	Correlación de Pearson			0,793**	0,039
	Sig. (bilateral)			0,000	0,779
	Simulación de muestreo ^c	Error estándar		0,060	0,279
		Intervalo de confianza a 95%	Inferior	0,673	-0,472
			Superior	0,907	0,606
GSS	Correlación de Pearson			0,810**	0,142
	Sig. (bilateral)			0,000	0,304
	Simulación de muestreo ^c	Error estándar		0,053	0,216
		Intervalo de confianza a 95%	Inferior	0,694	-0,291
			Superior	0,902	0,558
G0	Correlación de Pearson			0,623**	0,158
	Sig. (bilateral)			0,000	0,254
	Simulación de muestreo ^c	Error estándar		0,086	0,115
		Intervalo de confianza a 95%	Inferior	0,478	-0,015
			Superior	0,804	0,446
GN0	Correlación de Pearson			0,587**	0,301*
	Sig. (bilateral)			0,000	0,027
	Simulación de muestreo ^c	Error estándar		0,100	0,106
		Intervalo de confianza a 95%	Inferior	0,379	0,136
			Superior	0,768	0,549

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La correlación de Pearson y significación se realizó con 54 muestras.

c. Los resultados de la simulación de muestreo se basan en 1000 muestras de simulación de muestreo (bootstrap).

Información obtenida con el programa IBM SPSS Statics versión 23.

Elaboración: el autor.

Si consideramos como hipótesis nula, el que no existe relación entre los inputs y outputs, resulta que de acuerdo a la tabla 1 en el caso de la relación entre los *inputs* y la *output* ING, la significación bilateral es menor que 0,01 y 0,05, lo que significa existe una probabilidad cercana a uno de que existe algún grado de relación o asociación entre las *inputs* e ING. Para la relación entre *inputs* y la *output* UTL, el nivel de significancia es mayor que 0,05, excepto en la relación entre GNO y UTL; en consecuencia, no existe relación entre las cinco variables de entrada y la salida UTL. Además la simulación de muestreo basada en *bootstrap* sirvió para determinar si existe incertidumbre en la muestra utilizada, respecto al cálculo del coeficiente de correlación (Caceres et al., 2014; Simar y Wilson, 1998).

En virtud de los resultados de la correlación entre *inputs* y *outputs*, se decidió para el cálculo de la ET trabajar con todas variables de entrada y solamente la variable de salida ING. El cómputo se lo realizó ejecutando los algoritmos para cada uno de los métodos CCR y BCC, obteniéndose los estadísticos descriptivos de la ET promedio que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la eficiencia técnica

	Estadístico	Error estándar	Simulación de muestreo ^a		
			Intervalo de confianza a 95%		
			Inferior	Superior	
ET DEA-CCR	Mínimo	0,31			
	Máximo	1,00			
	Media	0,875	0,020	0,831	0,911
	Desviación estándar	0,151	0,021	0,109	0,187
ET DEA-BCC	Mínimo	0,64			
	Máximo	1,00			
	Media	0,966	0,010	0,943	0,984
	Desviación estándar	0,077	0,015	0,045	0,104
N válido	N	54	0	54	54

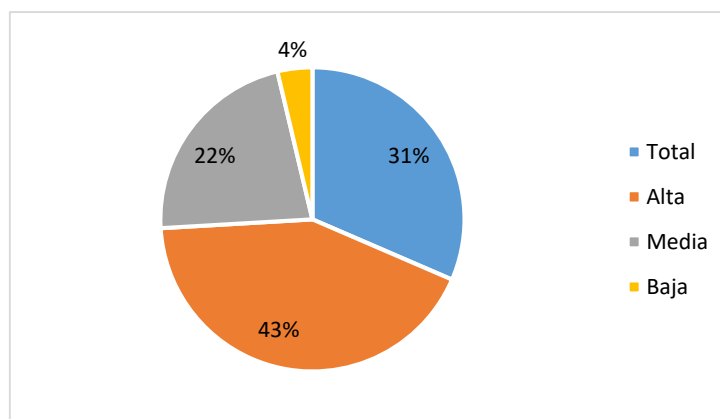
* Los resultados de la simulación de muestreo se basan en 1000 muestras de simulación de muestreo. Información obtenida con el programa IBM SPSS Statics versión 23.

Elaboración: el autor.

4.1 Resultados con el método DEA-CCR

Con la aplicación del método CCR y siendo los datos de entrada: $n = 54$ MEs, $s=1$ (*output*) y $r=6$ (*inputs*), se obtuvo la ET de las empresas estudiadas que se muestra en el anexo 1, en la que, la eficiencia técnica de las MEs está entre el 31% y 100%, siendo 87,5% el promedio de eficiencia calculada para todo el sector con una desviación estándar del 15,1%. Se determinó que el error estándar para la media de la eficiencia es 2% e intervalos de confianza entre el 83,1% y 91,1%. La clasificación de las compañías por categoría de eficiencia se muestra en la figura 2.

Figura 2. Grado de eficiencia técnica de las MEs de Quito (Método CCR).

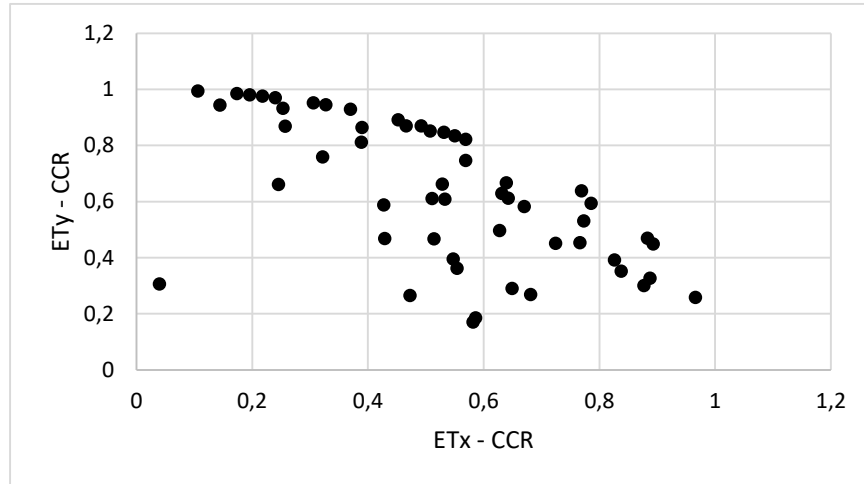


Elaboración: el autor.

Según la figura 2, el 31% de MEs es totalmente eficiente y apenas el 4% de compañías tiene un índice de ET baja. Además, el 67% de compañías está trabajando con índices de eficiencia superiores al promedio del sector, tal como se evidencia en el anexo 1. Según Sueyoshi y Goto (2018), las ecuaciones de programación lineal para el cálculo de la ET corresponden a obtener

medidas radiales. Es por ello que, el índice de ET de cada una de las compañías se ha graficado en los ejes horizontal y vertical como se muestran en la figura 3, permitiendo visualizar la frontera eficiente que está constituida por el 31% de empresas cuya ET es la unidad.

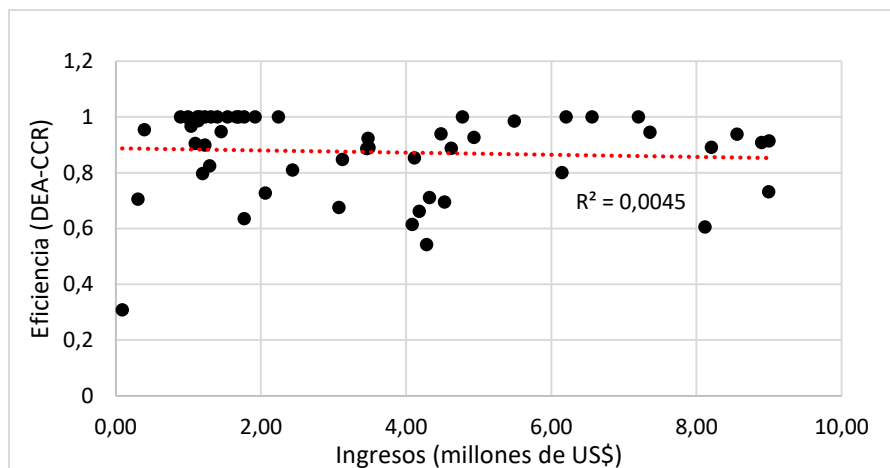
Figura 3. Frontera de eficiencia técnica de las MEs (Método CCR).



Elaboración: el autor.

Adicionalmente, según Caceres et al. (2014) y Rakhshan et al. (2016), una de las ventajas de la técnica DEA es la facilidad de explicar el valor de la ET a partir de las variables de entrada o salida. En la figura 4 se vinculó a la eficiencia con los ingresos y se puede apreciar que casi no existe correspondencia entre ellos; el coeficiente de determinación R^2 es 0,0045.

Figura 4. Relación entre la ET y los ingresos (Método CCR).

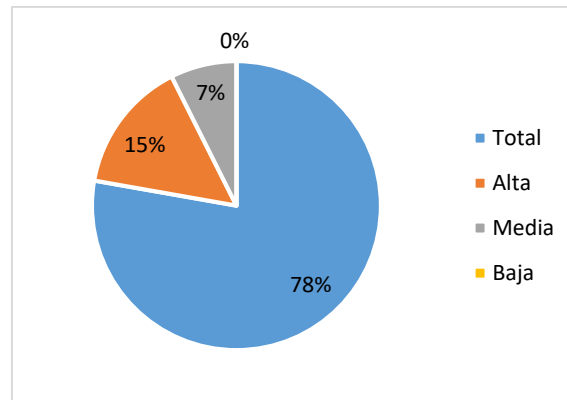


Elaboración: el autor.

4.2 Resultados con el método DEA-BCC

Con la aplicación del método BCC y siendo los datos de entrada: $n = 54$ MEs, $s=1$ (*output*) y $r=6$ (*inputs*), se obtuvo la ET de las MEs que se indican en el anexo 2. La ET de las MEs, que se muestra en el anexo 1. La ET está entre el 64% y 100%, siendo 96,6% el promedio de eficiencia calculada para todo el sector empresarial con una desviación estándar del 7,7%. Además, el error estándar para la media es 1,5% e intervalos de confianza entre el 94,3% y 98,4%. La clasificación de las empresas por categoría de eficiencia se indica en la figura 5.

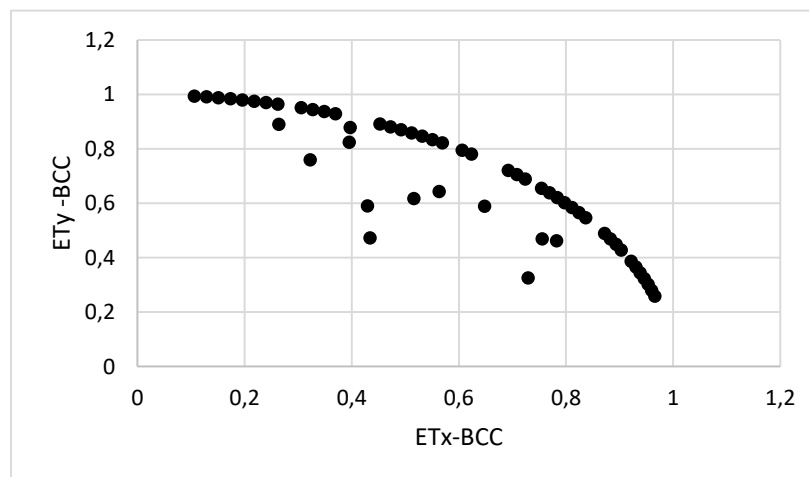
Figura 5. Grado de eficiencia técnica de las MEs (Método BCC).



Elaboración: el autor.

Según la figura 5, el 78% de MEs de la industria de la manufactura opera con la máxima ET y no existen compañías con índices de eficiencia baja. Adicionalmente, el 80% de compañías está trabajando con índices superiores al promedio del sector, información que se obtiene del anexo 1. De forma similar al procedimiento realizado en el caso CCR, los índices de ET se muestran en la figura 6, donde la frontera eficiente está constituida por el 78% de MEs que tienen ET igual a uno.

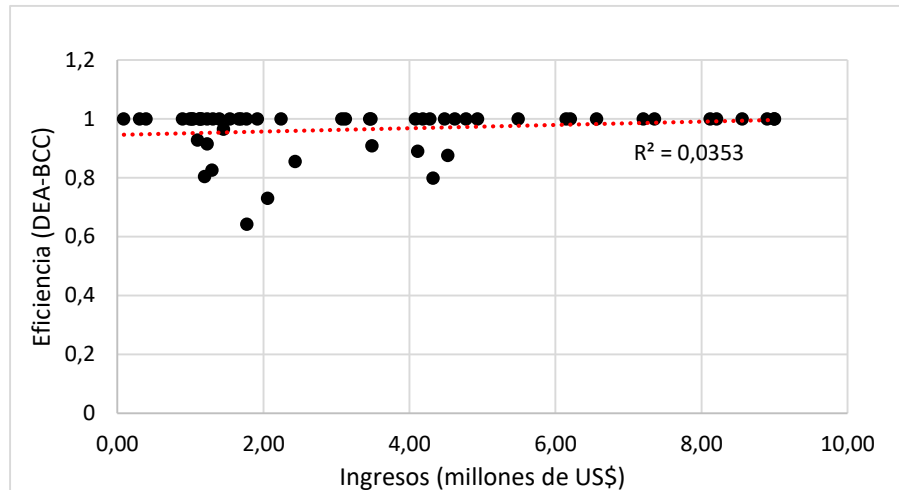
Figura 6. Frontera de eficiencia técnica de las MEs (Método BCC).



Elaboración: el autor.

También en este caso se calculó la relación entre la ET y los ingresos, tal como se muestra en la figura 7. Se puede visualizar que existe muy poca relación entre ellos; el coeficiente de determinación R^2 es 0,0353.

Figura 7. Relación entre la ET y los ingresos (Método BCC).



Elaboración: el autor.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los estudios de la eficiencia técnica u operativa de las organizaciones han venido en aumento, los mismos que han encontrado en el método DEA una técnica muy adecuada para analizar el uso óptimo de recursos y capacidades, dada la variedad de datos que poseen diversos tipos de organizaciones (Buitrago et al., 2017; López et al., 2007; Othman et al., 2016; Rakhshan et al., 2016).

Este estudio giró en torno al cálculo de la eficiencia técnica, frontera eficiente y eficiencia de escala de las medianas empresas del sector de manufactura de Quito, para ello, se utilizó como variables las cuentas de la información financiera del Balance y Estados de Resultados del año 2017. En la determinación de las variables, se realizó una prueba de hipótesis en la correlación bivariada entre *inputs* y *outputs*, hallándose que los *inputs*: activos corrientes, activos no corrientes, costo de ventas, gastos en sueldos y salarios, gastos operacionales y gastos no operacionales estaban mejor relacionadas estadísticamente con la *output* ingresos.

Ya que el método *bootstrap* puede proporcionar a través del re-muestreo resultados más precisos en el cálculo de la ET a través del DEA (Tsolas, 2011; Yijia, Guoliang y Ziyong, 2015), fue posible determinar la ET en un rango específico, tomado en cuenta de esta manera las incertidumbres que rodean a las estimaciones puntuales del DEA. En tal virtud se encontró que, las MEs de manufactura operan con una eficiencia promedio entre el 83,1% y 91,1% para RCE; y entre 94,3% y 98,4% para RVE; en ambos casos con un 95% de nivel de confianza.

Además, en el caso de RCE el 67% de compañías trabaja eficiencias superiores al promedio del sector, mientras que en el caso de RVE, representan el 80%. Estos resultados permiten demostrar

el alto grado de uso de la capacidad instalada que tienen las industrias de manufactura, lo que les permitirá impulsar procesos para mejorar su productividad, ya que según Jaime y Luque (2016), si bien una empresa puede ser técnicamente eficiente todavía podría ser capaz de mejorar su productividad al explorar economías de escala.

Se concluye también que, en las MEs de manufactura no existe relación entre los ingresos que percibe una compañía y su eficiencia técnica u operativa, situación que coincide con estudios realizados al sector comercial (Ibujés y Morales, 2018). La razón consiste en que, los ingresos y la ET miden diferentes aspectos. Por un lado, los ingresos miden la capacidad de vender productos a partir de los recursos disponibles; y por otro, la eficiencia DEA mide la capacidad para generar productos a partir de esos recursos disponibles.

Los resultados de la investigación pueden orientar sobre las acciones a ejecutar en cada una de las empresas estudiadas y proponer oportunidades de mejora en forma individual y colectiva para todo el sector industrial. Lo que da pie para proponer como una línea de futura investigación, la evaluación de la eficiencia en otros sectores de la economía, los mismos que además podrían ser estudios longitudinales y permitirían a las empresas ecuatorianas tener un conocimiento histórico del uso de la capacidad instalada y establecer estrategias que les permitan en el futuro tener un impacto positivo en la mejora de su nivel de productividad y competitividad local e internacional.

REFERENCIAS

- Álvarez, A. (2001). Concepto y medición de la eficiencia productiva. En *La medición de la eficiencia y la productividad* (pp. 17–34). Madrid: Ediciones Pirámide Grupo Anaya S.A.
- Álvarez Pinilla, A. (2013). La medición de la eficiencia y la productividad. *Economía Y Empresa*.
- Andersen, P. y Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261–1264. <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Arzubi, A. y Berceel, J. (2002). Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Investigación agraria. Producción y sanidad animales*, 17(1–2), 103–124. <https://doi.org/10.1177/0162353215592501>
- Banker, R. D., Charnes, A. y Cooper, W. . W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Buitrago, O., Espitia, A. y García, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior : una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 147–173. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21830/19006586.84>
- Caceres, H., Kristjanpoller, W. y Tabilo, J. (2014). Análisis de la eficiencia técnica y su relación con los resultados de la evaluación de desempeño en una Universidad chilena. *Innovar*, 24(54), 199–217. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n54.46720>
- Cachanosky, I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, IX(2), 51–80.
- Castells, M. (1996). La era de la informacion. *Economía sociedad y cultura*, 1, 1–29.
- Charnes, A., Cooper, W. W. y Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Cook, W. y Seiford, L. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cordero, J. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España*. <https://doi.org/978-84-7723-818-8>
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253–290.
- Goñi, S. (1998). El Análisis Envolvente de Datos como sistema de evaluación de la eficiencia de las organizaciones del sector publico: Aplicación en equipos de atención primaria. *Revista Española de Financiación y*

Contabilidad, XXVII(97), 979–1004.

- González-Araya, M. y Valdés, N. (2009). Metodo de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA. *Ingeniería Industrial*, 2(8), 45–56.
- Ibujés, J. y Morales, E. (2018). Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito. En *XIV Foro Internacional del Emprendedor* (pp. 166–182). Cuenca: Universidad del Azuay.
- Jaime, J. A. y Luque, P. (2016). Formulaciones en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos. Recuperado a partir de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/Alberto Jaime, Jaime TFG.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43744/Alberto%20Jaime,%20Jaime%20TFG.pdf?sequence=1)
- López, J., Fernández, S. y Morales, M. (2007). Aplicación de la técnica DEA (Data Envelopment Analysis) en la determinación de eficiencia de centros de costos de producción. *Scientia et Technica*, (37), 395–400.
- Othman, F., Mohd-zamil, N., Abdul, S., Vakilbashi, A. y Mokhber, M. (2016). Data Envelopment Analysis : A Tool of Measuring Efficiency in Banking Sector. *International Journal of Economics and Financial*, 6(3), 911–916.
- Ott, L. y Longnecker, M. (2016). *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh). Boston.
- Pérez, C. (2010). *Técnicas de muestreo estadístico*. (I. Publicaciones, Ed.) (1.a). Madrid.
- Rakhshan, F., Alirezaee, M., Modirii, M. y Iranmanesh, M. (2016). An insight into the model structures applied in DEA-based bank branch efficiency measurements. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 9(2), 38–53.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to Data Envelopment Analysis*. SAGE Publications (1a ed.). London.
- Rubiera, F., Quindós, M. del P. y Vicente, M. R. (2003). Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias. *Rect*, (1), 21.
- Sánchez de Pedro, E. A. (2013). *Nivel de competitividad y eficiencia de la producción ganadera*.
- Santos, J., Negas, E. y Cavique, L. (2013). Introduction to Data Envelopment Analysis. En *Efficiency Measures in the Agricultural Sector* (1a ed., p. 16). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5739-4>
- Schuschny, A. (2007). *Método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. CEPAL Serie estudios estadísticos prospectivos. Recuperado a partir de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/28668/LCL2657e.pdf>
- Serrano-Cinca, C., Fuertes-Callén, Y. y Mar-Moliner, C. (2005). Measuring DEA efficiency in Internet companies. *Decision Support Systems*, 38, 557–573. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2003.08.004>
- Sherman, D. y Zhu, J. (2006). *Service Productivity Management. Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)*. (Springer, Ed.) (1a ed.). New York.
- Shiuh-Nan, H., Hsuan-shih, L. y Zhu, J. (2016). *Handbook of Operations Analytics Using Data Envelopment Analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7705-2>
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2010). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779–802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>
- Simar, L. y Wilson, P. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1), 49–61. <https://doi.org/10.1287/mnsc.44.1.49>
- Soares, A., Silva, N., Pinheiro de Sousa, E. y Moquete, S. (2017). Eficiencia técnica y de escala de la producción de sisal en el estado de Bahía (Brasil). *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 44(81), 39–65. <https://doi.org/10.21678/apuntes.81.805>
- Sueyoshi, T. y Goto, M. (2018). *Environmental Assessment on Energy and Sustainability by Data Envelopment Analysis* (1a ed.). Oxford: John Wiley & Sons Ltd.
- SUPERCIAS. (2017). SUPERCIAS. Ranking empresarial 2016. Recuperado el 15 de mayo de 2018, a partir de <http://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- SUPERCIAS. (2018). Sistema Portal de Información Superintendencia de Compañías. Recuperado el 22 de julio de 2018, a partir de https://appscvs.supercias.gob.ec/portaldedocumentos/consulta_cia_menu.zul
- Tofallis, C. (2001). Combining two approaches to efficiency assessment. *Journal of the Operational Research Society*, 52(11), 1225–1231. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601231>
- Tsolas, I. E. (2011). Performance assessment of mining operations using nonparametric production analysis : A bootstrapping approach in DEA. *Resources Policy*, 36(2), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2010.10.003>
- Yijia, C., Guoliang, H. y Ziyong, Y. (2015). Estimating regional coal resource efficiency in China using three-stage DEA and bootstrap DEA models. *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(5), 861–864. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2015.07.024>

Anexo 1, Eficiencia técnica, de escala y rendimientos de las MEs de manufactura.

DMU	ET DEA	ET DEA	EE	RE	DMU	ET DEA	ET DEA	EE	RE
	CCR	BCC				CCR	BCC		
ME1	1.00	1.00	1.00	Constante	ME28	0.80	0.80	0.99	Creciente
ME2	0.61	1.00	0.61	Creciente	ME29	0.85	1.00	0.85	Creciente
ME3	0.61	1.00	0.61	Creciente	ME30	0.94	1.00	0.94	Creciente
ME4	0.93	1.00	0.93	Creciente	ME31	0.73	0.73	0.99	Creciente
ME5	0.95	1.00	0.95	Creciente	ME32	1.00	1.00	1.00	Constante
ME6	0.73	1.00	0.73	Creciente	ME33	1.00	1.00	1.00	Constante
ME7	0.91	1.00	0.91	Creciente	ME34	1.00	1.00	1.00	Constante
ME8	0.71	0.80	0.89	Creciente	ME35	0.99	1.00	0.99	Creciente
ME9	0.91	1.00	0.91	Creciente	ME36	1.00	1.00	1.00	Constante
ME10	1.00	1.00	1.00	Constante	ME37	0.99	1.00	0.99	Creciente
ME11	1.00	1.00	1.00	Constante	ME38	1.00	1.00	1.00	Constante
ME12	0.54	1.00	0.54	Creciente	ME39	0.90	0.92	0.98	Creciente
ME13	0.89	0.91	0.98	Creciente	ME40	0.95	0.96	0.98	Creciente
ME14	0.85	0.89	0.96	Creciente	ME41	0.82	0.83	1.00	Creciente
ME15	0.66	1.00	0.66	Creciente	ME42	1.00	1.00	1.00	Constante
ME16	0.94	1.00	0.94	Creciente	ME43	0.71	1.00	0.71	Creciente
ME17	0.68	1.00	0.68	Creciente	ME44	1.00	1.00	1.00	Constante
ME18	0.99	1.00	0.99	Creciente	ME45	1.00	1.00	1.00	Constante
ME19	0.80	1.00	0.80	Creciente	ME46	0.91	0.93	0.98	Creciente
ME20	1.00	1.00	1.00	Constante	ME47	0.97	1.00	0.97	Creciente
ME21	0.89	1.00	0.89	Creciente	ME48	1.00	1.00	1.00	Constante
ME22	0.70	0.88	0.79	Creciente	ME49	1.00	1.00	1.00	Constante
ME23	0.89	1.00	0.89	Creciente	ME50	1.00	1.00	1.00	Constante
ME24	0.89	1.00	0.89	Creciente	ME51	1.00	1.00	1.00	Constante
ME25	0.92	1.00	0.92	Creciente	ME52	0.95	1.00	0.95	Creciente
ME26	0.64	0.64	0.99	Creciente	ME53	0.31	1.00	0.31	Creciente
ME27	0.81	0.86	0.95	Creciente	ME54	1.00	1.00	1.00	Constante

EE: Eficiencia de escala; RE: Rendimiento de escala.

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen 3, Número 1, 01 de diciembre de 2019. Es una publicación mensual de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Del. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Teléfonos 54837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <http://economiaeinovacionuamx.org/secciones/debates-sobre-innovacion> y dirección electrónica: megct@correo.xoc.uam.mx Editor Responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous Coordinadora de la Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación. Editor invitado: Dr. Luciano Gallón Londono¹. Diseño y Contenidos digitales: Mónica Zavala. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. 04-2017-121412220100-203, ISSN: 2594- 0937, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Gabriela Dutrénit Bielous, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Del. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: 01 de diciembre de 2019. Tamaño del archivo 474 MB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

1.IEEE SM'06 | Profesor Titular

Lider Grupo de Investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación (GTI.UPB)

Facultad de Ingeniería Industrial | Universidad Pontificia Bolivariana | Circular 1, 70-1, B11 | Medellín, COLOMBIA

luciano.gallon@upb.edu.co | www.upb.edu.co

Título	Relationship between Productivity and Efficiency with Sustainable Development Goals: The Case of the Manufacturing Industry in Pichincha, Ecuador
Autores	Juan Ibujés-Villacís ¹ , Antonio FrancoR-Crespo ²
Referencia	ISSN: 1886--516X
Revista	Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration
Afiliaciones	¹ Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional ² Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	España
Fecha de publicación	Pendiente
Indexación	Scopus. SJR-2021: 0.17
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes.
Referencia APA	Pendiente
Situación actual	Aceptado para publicación.



Relationship between Productivity and Efficiency with Sustainable Development Goals: The Case of the Manufacturing Industry in Pichincha, Ecuador

IBUJÉS-VILLACÍS, JUAN

Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

Correo electrónico: juan.ibujes@epn.edu.ec

FRANCO-CRESPO, ANTONIO

Escuela Politécnica Nacional (Ecuador))

Correo electrónico: antonio.franco@epn.edu.ec

ABSTRACT

In 2015, at the United Nations forum, the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) were approved to be met by 2030. This research aims to know what has been the behavior of productivity and efficiency of the manufacturing industry in the province of Pichincha, Ecuador, and the relationship with the achievement of some goals of the SDG 8, 9 and 12. The research methodology has a quantitative, non-experimental, and longitudinal approach. The information from the economic and financial reports of the manufacturing companies between 2010 and 2018 was processed. The values of efficiency were estimated using the data enveloping analysis technique. With the annual information, the evolution of productivity and efficiency was predicted until 2022. In the nine years, the results show that the productivity indicators and the number of companies that are related to goals 8.2 and 8.3 depend on the size of the companies and would maintain a constant trend until 2022. In addition, in the same period, it was shown that efficiency has had variations, and its trend is to remain constant until 2022, which shows that there will be no progress in meeting the targets 9.4, and 12.2 of the SDGs for this industrial sector.

Keywords: data envelopment analysis; efficiency; forecast; manufacturing industry; productivity; sustainable development goals.

JEL classification: C14, D61, L25, L6, Q01.

MSC2010: 62G05, 62H20, 62P20, 90C08.

Relación entre productividad y eficiencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: el caso de la industria manufacturera en Pichincha, Ecuador

RESUMEN

En 2015, en el foro de Naciones Unidas, se aprobaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para ser cumplidos hasta el 2030. Esta investigación tiene como objetivo conocer cuál ha sido el comportamiento de la productividad y eficiencia de la industria manufacturera en la provincia de Pichincha, Ecuador, y la relación con el logro de algunas metas de los ODS 8, 9 y 12. La metodología de investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y longitudinal. Se procesó la información de los informes económicos y financieros de las empresas manufactureras entre 2010 y 2018. Los valores de eficiencia se estimaron mediante la técnica de análisis envolvente de datos. Con la información anual se pronosticó la evolución de la productividad y la eficiencia hasta el 2022. En los nueve años, los resultados muestran que los indicadores de productividad y el número de empresas que se relacionan con las metas 8.2 y 8.3 dependen del tamaño de las empresas y mantendrán una tendencia constante hasta el 2022. Además, en el mismo período, se demostró que la eficiencia ha tenido variaciones, y su tendencia es mantenerse constante hasta el 2022; lo que demuestra que, no habrá avances en el cumplimiento de las metas 9.4, y 12.2 de los ODS para este sector industrial.

Palabras clave: análisis envolvente de datos; eficiencia; pronóstico; industria manufacturera; productividad; objetivos de desarrollo sostenible.

Clasificación JEL: C14, D61, L25, L6, Q01.

MSC2010: 62G05, 62H20, 62P20, 90C08.



1. Introduction

At the Rio + 20 Summit in Rio de Janeiro, Brazil, the United Nations (UN) representatives renewed their political commitment in favor of sustainable development, and the promotion of an institutional framework to promote an economically, socially, and environmentally sustainable future for our planet and present and future generations (United Nations, 2012). This was done to recognize unanimously that the work to alleviate poverty and achieve sustainable economic progress must be a global effort.

Years later, the UN recognized that reducing poverty and close inequality gaps between rich and emerging countries must continue, and proposed new strategies. Thus, in September 2015, representatives of 193 countries approved a resolution in this world forum that included 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and 169 targets for 2030 (United Nations, 2015). These objectives, shown in Table 1, are part of the 2030 Agenda for Sustainable Development (United Nations, 2016), and include aspects that range from preserving the environment to governance.

Diverse researches, projects, and public or private initiatives have been carried out related to the progress and challenges of compliance with the SDGs in Ecuador (Ibujés-Villacís & Franco-Crespo, 2019; Technical Secretariat-Plan Ecuador, 2019). However, there are no specific studies on the relationship of the actions of the manufacturing industry with the SDGs. Research on how the industry contributes to sustained, inclusive, and sustainable economic growth is essential to meet significant challenges in promoting inclusive and sustainable industrialization, environmentally and socially responsible business practices, fostering innovation, and providing decent employment (Ali et al., 2018; Betti et al., 2018; Cordova & Celone, 2019; Sullivan et al., 2018).

These challenges are increasingly urgent in a globalized world environment and meeting them will require companies to adopt new technologies gradually, make efficient use of their resources and capacities, and create infrastructures for production to achieve greater internal productivity and competitiveness in the markets (Castells, 1996). As such, this research addresses the productivity, growth, and technical efficiency of the manufacturing industry and its relationship with the SDGs' achievement, taking manufacturing companies in the province of Pichincha in Ecuador as the object of study.

That is why this research contributes to the determination and evaluation of the productivity and efficiency of the manufacturing industry, through the estimation of quantitative indicators in a nine-year time period; achieving an advance compared to other studies that have been carried out in different areas of the Ecuadorian economy and with shorter time horizons (Ibujés-Villacís, 2019; Ibujés-Villacís & Morales, 2018; Ibujés & Benavides, 2017). Therefore, the objective has been to evaluate these indicators' historical behavior and show the changes that have occurred over these nine years with their corresponding trends and do so in such a manner that a way of comparison with the achievement of the SDGs targets can be found.

This work has been structured as follows. In the first part, the researchers execute a theoretical review of the SDGs and the relationship of some of the goals of objectives 8, 9, and 12 with the indicators related to the productivity and efficiency of manufacturing companies. Additionally, the concept of technical efficiency and the methods of calculating it are proposed. The second part describes the methodology applied to estimate the productivity, business growth, and technical efficiency indicators, and how the indicators' forecasts were made. In the third section, the results are presented, and a discussion is made of them. Finally, the conclusions and reflections of the investigation are explained.

2. Theoretical elements

2.1. The SDGs and their relationship with the manufacturing industry

The private sector is a key factor in achieving the SDGs described in Table 1, through actions focused on business sustainability. Due to the wide scope of the SDGs, implementing them in their entirety by the industry can be overwhelming, which is why the selection and prioritization is a very important process; therefore, many transnational companies have prioritized the SDGs: 4, 8, 9, 11, 12, 14 and 17 (Ike et al., 2019). This research focuses explicitly on goals 8, 9, and 12 since they are related to productivity, business growth, and industry efficiency.

Table 1. Sustainable Development Goals.

SDG	Description
1	End poverty in all its forms everywhere.
2	End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture.
3	Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages.
4	Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all.
5	Achieve gender equality and empower all women and girls.
6	Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.
7	Ensure Access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all.
8	Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all.
9	Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation.
10	Reduce inequality within and among countries.
11	Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient, and sustainable.
12	Ensure sustainable consumption and production patterns.
13	Take urgent action to combat climate change, its impacts.
14	Conserve and sustainably use the oceans, seas, and marine resources for sustainable development.
15	Protect, restore, and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forest, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss.
16	Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels.
17	Strengthen the means of implementation and revitalize the global partnership for sustainable development.

Source: United Nations, 2016.

This research focuses on analyzing some targets of the goals 8, 9, and 12 that are shown in Table 2; these will serve to examine the relationship of the SDGs with the management of the manufacturing industry.

Table 2. SDG's Target analyzed for the industrial sector.

SDG	Target	Target's description
8	8.2	Achieve higher levels of economic productivity through diversification, technological upgrading and innovation, including through a focus on high-value added and labor-intensive sectors.
	8.3	Promote development-oriented policies that support productive activities, decent job creation, entrepreneurship, creativity and innovation, and encourage the formalization and growth of micro-, small- and medium-sized enterprises, including through access to financial services.
9	9.4	By 2030, upgrade infrastructure and retrofit industries to make them sustainable, with increased resource-use efficiency and greater adoption of clean and environmentally sound technologies and industrial processes, with all countries taking action in accordance with their respective capabilities.
12	12.2.	By 2030, achieve the sustainable management and efficient use of natural resources.

Source: United Nations, 2016.

There is a framework of global indicators related to the goals of the SDGs and that serve as reference measures for States to carry out their planning and application of continuous improvements to actions in the different areas proposed by the 2030 Agenda (UN Statistical Commission, 2017). However, these indicators are very generic and require a broader and more holistic set of variables and specific indicators, which must be easily operative and which allow a more precise and comprehensive explanation of progress in meeting the goals of the SDGs in different countries and regions of the world (Hák et al., 2016; Tayra & Ribeiro, 2006).

In this research, specific industrial quantitative indicators related to productivity, growth, and efficiency of the manufacturing industry have been chosen, which are shown in Table 3. These indicators will facilitate establishing the relationship of the SDGs with the economic results of the manufacturing companies in Pichincha. It also complements other initiatives and indicators compiled by Ecuador's government regarding compliance with the SDGs (Technical Secretariat-Plan Ecuador, 2019).

Table 3. Industry indicators related to the SDG targets.

SDG	Target	Indicator
8	8.2	Productivity to assets (<i>Pa</i>)
		Productivity to costs and expenses (<i>Pce</i>)
	8.3	Percentage of large (<i>Lc</i>), medium (<i>Mc</i>), and small (<i>Sc</i>) manufacturing companies.
9, 12	9.4 and 12.2	Technical efficiency

Source: Own elaboration.

The study object is large, medium, and small companies in the manufacturing sector of the province of Pichincha, Ecuador. Table 4 indicates the characteristics that determine the division between companies' categories that correspond to the research's target population (SUPERCIAS, 2020b).

Table 4. Company categorization.

Company	Number of workers	Annual Income (US\$)
Large	More than 200	More than 5,000,001.00
Medium	50 - 199	1,000,001.00 – 5,000,000.00
Small	10 - 49	100,000.00 – 1,000,000.00

Source: SUPERCIAS, 2020b.

The manufacturing industry is one of the most important economic sectors for Ecuador; Thus, in 2017, large and medium-sized manufacturing companies generated 35.6% of national production and had an intermediate consumption of 43.1%, ahead of sectors such as services, commerce, mining, and construction (INEC, 2019a). According to the same source, in 2017, 51.2% of the spending on salaries of large and medium-sized companies corresponds to manufacturing industries and wholesale and retail trade. In addition, between 2014 and 2019, manufacturing fluctuated between the second and third place of the economic activities that provided full employment in Ecuador, with rates between 12.4% and 13% (INEC, 2019b).

2.2. Productivity and technical efficiency

The measurement of productivity and efficiency is an activity that companies usually do on an ongoing basis intending to incorporate the results into their corporate strategies. The calculation of efficiency should be carried out considering the operational data of the companies that operate in the same economic area, since in this way individual decision-making will be facilitated and linked to the actions of their economic area and national policies (Paradi et al., 2018).

Productivity is related to the improvement of production processes and represents a comparison between the amount of goods or services produced, including in some cases even recycled material, concerning the amount of resources used (Andersen, 2018). Therefore, productivity is an index that relates between outputs and inputs in a productive system. In this research, the output variable is income. The input variables are related to the assets, costs, and expenses involved in the manufacturing industry's business management.

Technical efficiency is related to the use of installed capacity and reflects whether the resources are exploited to the maximum of their productive capacity or not; that is, if the productive factors are being used one hundred percent, or if there is idle capacity (Cachanosky, 2012). Farrell (1957) quoted by Sánchez de Pedro (2013) and other authors as Färe et al. (1994) contributed substantially to the study of efficiency, developing a method for calculating the efficient frontier, the same one that is formed for the performance of the best companies observed and that achieves two objectives. On the one hand, the computation serves as a reference to measure each company's relative efficiency; on the other hand, it allows separating efficiency into two components: technical and allocative.

Technical efficiency (TE) refers to the efficiency of transformation of inputs into outputs, and allocative efficiency (AE) to the proportion of inputs necessary to generate the minimum cost for the production of a certain level of output (Álvarez, 2013; Santos et al., 2013; Tofallis, 2001). It can be said in another way that TE consists of obtaining the maximum product given a specific combination of resources or in the use of the resources strictly necessary for a level of production. It should be noted that the products obtained can be "good" or "bad" (Färe et al., 1989; Farzipoor, 2010). In this research, it will be considered that the products obtained are unique. The qualitative approach will not be considered of the products obtained because this information is not available and it is not the objective of the investigation.

The efficient frontier's empirical estimation is usually divided into three broad groups: parametric, non-parametric, and another, a combination of both defined as artificial neural networks (Cordero, 2006). Non-parametric methods do not require the imposition of a particular form of production function like parametric methods, being sufficient with the definition of a set of formal properties that must satisfy the set of production possibilities (Quindós et al., 2003; Sueyoshi & Goto, 2018). This is the case with the Data Envelopment Analysis (DEA) method.

The DEA is a non-parametric tool that allows specifying the technological frontier based on productive units or DMU (Decision Making Units) which, due to their good results, are those that execute the best production practices concerning other units from the same production area (Charnes et al., 1979). According to the authors, this analysis methodology has two fundamental advantages: on the one hand, its greater standardization, and on the other, it allows considering multiple inputs and outputs.

In a DEA analysis, two processes are carried out simultaneously through the use of linear programming algorithms: obtaining the efficient frontier and estimating the inefficiency, which turns out to be relative since each organization is compared with those that operate with a similar value of inputs and outputs (Sherman & Zhu, 2006). The original DEA model expresses that efficiency is a mathematical relationship between the total weighted sum of the outputs or desirable results and the total weighted sum of the inputs. Furthermore, the efficiency estimate must be made by comparing technologically similar companies (Sueyoshi & Goto, 2018).

2.3. DEA-CCR Method

One of the methods used by the DEA to calculate technical efficiency is the one developed by Charnes et al. (1979) and it is known as CCR in honor of its authors, or it is also known as the constant returns to scale model (CRTS). Through this method, a company can be compared with others that are substantially larger or smaller (Quindós et al., 2003). This method is mathematically described through equations 1, 2, and 3 in the input-oriented version, seeking to maximize outputs and form part a series of calculations of a linear programming algorithm (Ramanathan, 2003; Sueyoshi & Goto, 2018).

$$\begin{aligned}
 \text{Maximize:} \quad & h_0 = \sum_{j=1}^s W_j Y_{j0} & [1] \\
 & \sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1 & [2] \\
 \text{s.t} \quad & \sum_{j=1}^s W_j Y_{jm} - \sum_{i=1}^m V_i X_{im} \leq 0 \\
 & m = 1, 2, 3, \dots, n. & [3] \\
 & W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s. \\
 & V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r.
 \end{aligned}$$

where:

Y_{j0} = output j of DMU 0; X_{i0} = input i of DMU 0; W_j = weight for output j ; V_i = weight for input i ; n = number of DMUs; s = number of outputs; r = number of inputs.

3. Methodology

3.1. Population and sample size

The research has a quantitative, non-experimental, and longitudinal approach, uses a quantitative methodology to analyze the probability of meeting the SDGs' goals, taking as a reference, indicators of productivity, growth, and efficiency of manufacturing companies.

The object of study of this research is the companies of the manufacturing economic sector of the province of Pichincha, Ecuador. These companies belong to classifier C of the International Standard Industrial Classification (INEC, 2012) and are registered in four categories: large, medium, small, and micro-companies; this research did not take microenterprises into account. Until January 2020, the manufacturing companies that had submitted their economic and financial reports from 2010 to 2018 are shown in Table 5 (SUPERCIAS, 2020b).

Table 5. Research population.

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Companies									
Large	230	237	185	214	230	175	211	131	169
Medium	375	381	357	354	346	201	355	276	289
Small	656	667	1163	608	583	617	678	649	554

Source: SUPERCIAS, 2020b.

To calculate the samples' size for each category of the company, a proportional sampling was used for a finite population, since there was the same probability that the companies studied met or did not meet the characteristics to be investigated. The sample size was determined with equation 4 (Lohr, 2019; Ott & Longnecker, 2016).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad [4]$$

where:

n = sample size, N = population size, E = sampling error, Z = confidence level, p = probability of success and q = probability of failure.

The parameters for the calculation of the sample are the following: N corresponding to the number of companies in each business group in each of the years of study, as shown in Table 5; E = 10% (percentage of error), Z = 1.96 (95% confidence level), p = 0.5 and q = 0.5. The equality between p and q allows finding the maximum sample size for the fixed error (Pérez, 2010). These parameters allow determining the size n of the samples for each business group and year of study, as shown in Table 6.

Table 6. Size of the studied samples.

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Companies									
Large	68	69	64	67	68	62	66	56	62
Medium	77	77	76	76	76	66	76	72	73
Small	84	85	89	84	83	84	85	84	82

Source: Own elaboration.

The sampling used was probabilistic and with equal probabilities. The selection of companies was carried out in a simple random manner without replacement to have the highest degree of representativeness of the sample (Pérez, 2010).

3.2. Data

The research data was obtained from the balance sheet and income statement accounts that the manufacturing companies individually reported between 2010 and 2018. Specifically, the information was obtained from form 101 that corresponds to the "Tax Declaration income and presentation of balance sheets" found in the corporate sector documents section (SUPERCIAS, 2020a).

From among the data from the financial reports for this study, the accounts detailed in Table 7 were chosen. These accounts are present in the balance sheets and income statement of for-profit companies (Harrison et al., 2018). Those that will be used in this investigation are the accounts of income, profits, current assets, non-current assets, sales costs, expenses in wages and salaries, operating expenses and non-operating expenses.

Table 7. Details of the financial statements' accounts.

Account	Description
Income (<i>Inc</i>)	Income
Profits (<i>Prf</i>)	Profits
Current assets (<i>Ca</i>)	Cash values, accounts, and notes receivable and inventories.
Non-current assets (<i>Nca</i>)	Property, plant and equipment, intangible assets, biological assets, and depreciation.
Cost of sales (<i>Cos</i>)	Purchases and imports.
Wages and salaries expenses (<i>Wse</i>)	Wages, salaries, social benefits, professional fees, employer's retirement, and eviction.
Operating Expenses (<i>Oe</i>)	Promotion and advertising, transportation, fuel consumption, travel expenses, management expenses, operating leases, supplies, tools, materials, spare parts, maintenance, and repairs.
Non-operating Expenses (<i>Noe</i>)	Financial expenses.

Source: SUPERCIAS, 2020a.

Regarding the indicators' obtention, the ratio related to the productivity to assets (*Pa*) was calculated using equation 5, while the indicator of productivity related to costs and expenses (*Pce*) was calculated using equation 6.

$$Pa = \frac{\text{income}}{\text{assets}} = \frac{Inc}{Ca + Nca} \quad [5]$$

$$Pce = \frac{\text{income}}{\text{costs} + \text{expenses}} = \frac{Inc}{Cos + Wse + Oe + Noe} \quad [6]$$

To calculate the percentage relationship of companies' categories concerning the total, the three categories are considered, except micro-companies, for each of the years of research.

3.3. Selection of input and output variables

For the estimation of technical efficiency applying the DEA methodology, the input variables, and the output variables were determined according to a set of criteria and techniques. Concerning the criteria, three were chosen: firstly, we choose the fewest possible number of variables; secondly, we choose those inputs that best reflect the outputs; and thirdly, we opting for those outputs relevant to the activity of the companies studied.

Regarding the selection techniques, there are some such as principal component analysis, variable correlation, multiple regression, multicriteria, among others, all of which seek to establish the best possible combinations between inputs and outputs, forming different scenarios to find the best average estimated efficiency (González-Araya & Valdés, 2009; Serrano-Cinca et al., 2005; Shiu-Nan et al., 2016). The correlation technique between inputs and outputs was used, and the data from 2018 was taken as a reference for the three categories of companies.

Considering the criteria and the correlation technique between the variables described in Table 7, current assets, non-current assets, cost of sales, expenses in salaries and salaries, operating expenses, non-operational expenses were taken as input variables. While, as output variables, income and profit for the year were considered.

One of the DEA method restrictions was considered to avoid erroneous efficiency values, which is that the total number of variables (inputs + outputs) must be less than the number of observations (Andersen & Petersen, 1993). In addition, inequality 7 must be met, where m is the number of inputs, and t the number of outputs; since for a small sample of DMUs, the method does not discriminate, and all DMUs could be efficient (Cooper et al., 2011).

$$\text{Number of DMUs} \geq \text{Max} \{m * t, 3(m + t)\} \quad [7]$$

This study was worked with $m = 6$, $t = 1$. If the smallest number of DMUs or companies in Table 6 is taken into account, which corresponds to 56, it turns out that the number of DMUs is 2.6 times greater than the maximum of the condition. Therefore, the restrictions of the cited authors regarding the comparison between variables and DMUs that will be elements of the DEA method are met.

3.4. Estimation of technical efficiency indicators

Once the correlation between input and output variables was established, the TE was estimated considering the CCR method, using equations 1, 2, and 3, and their corresponding restrictions. The equations served as a reference to develop linear programming algorithms with the solver function and the Visual Basic programming language, incorporated in the MS Excel application (Sherman & Zhu, 2006). Equations 5 and 6 were used to estimate the productivity indicators. To standardize the number of companies for the calculation of the indicators of productivity and technical efficiency: 62 large, 73 mediums, and 82 small companies were taken as a reference sample for each of the years analyzed. This approximation represents one less variation 1% with respect to the error assumed in the sample size calculations.

3.5. Estimation of the forecasts of productivity and efficiency indicators

To find the trend of the productivity and efficiency indicators obtained between 2010 and 2018, we proceeded to estimate the indicators' forecasts and estimate their behavior from 2019 to 2022. For Guerrero (2003) and Lind et al. (2012), forecasting is a process of estimating a future event by projecting data from the past; In other words, the systematic combination of data allows an estimation of future events using a specific model.

The forecasting model was carried out by analyzing indicators in time series with data registered annually and the double exponential smoothing technique was used. The behavior was also predicted by decomposing the historical information into reference elements such as trend and seasonality, necessary procedures when analyzing time series (Guerrero, 2003; Webster, 2001). Double exponential smoothing requires the calculation of the forecast data through equations 8, 9, and 10.

$$S_i = \alpha x_i + (1 - \alpha)(S_{i-1} + T_{i-1}) \quad [8]$$

$$T_i = \beta(S_i - S_{i-1}) + (1 - \beta)T_{i-1} \quad [9]$$

$$F_{i+1} = S_i + T_i \quad [10]$$

where:

S_i = exponentially smoothed average of the series in period i ; T_i = exponentially smoothed average of the trend in period i ; α = smoothing parameter for the average, with a value between 0 and 1; β = smoothing parameter for the trend, with a value between 0 and 1; F_{i+1} = forecast for period $i+1$.

Additionally, as a result of the forecast, an error measure was determined that evidences the adjustment method's goodness to obtain the forecast. This measure was the root of the mean square error (RMSE). The RMSE is the most popular measure of error, also known as the quadratic loss function (Chai & Draxler, 2014). This error measure is defined as the average between the absolute values of the forecast errors, and it is used as a selection criterion for the best fit of time series models (Lakshmivarahan et al., 2017; Shcherbakov et al., 2013). Its form of calculation is made from equation 11.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - F_i)^2} \quad [11]$$

where R_i corresponds to the actual data for period i , F_i represents the predicted data for period i , and n represents the number of periods that have both a real and a predicted value. In order to automate and speed up the calculations of the forecasts and their errors, the data series were processed using the Risk Simulator 2019 software (Software-Shop, 2017).

4. Results

4.1. Correlations between the input and output variables

The results of the correlation between the input and output variables for each of the categories of companies and that correspond to the year 2018 are shown in Table 8. Since the correlation results are fixed values, a bootstrap analysis was performed from a simulation with 1000 DMUs and a 95% confidence level to estimate the correlation in a specific range of values. This procedure allows for correcting changes, inaccuracies, or uncertainty of the input and output variables used in applying the

DEA method (Cáceres et al., 2014; Cook & Seiford, 2009; Simar & Wilson, 2010; Simar & Wilson, 1998).

Table 8. Correlation between input and output variables.

Inputs		Correlations						
		Outputs						
		Large		Medium		Small		
		Inc	Prf	Inc	Prf	Inc	Prf	
Inc	Pearson correlation		1.00	0.469**	1.00	0.432**	1.00	0.348**
	Sig. (bilateral)			0.00		0.00		0.00
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	1.00	-0.09	1.00	0.22	1.00	0.14
		Up.	1.00	0.91	1.00	0.60	1.00	0.53
Prf	Pearson correlation		0.469**	1.00	0.432**	1.00	0.348**	1.00
	Sig. (bilateral)		0.00		0.00		0.00	
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	-0.09	1.00	0.22	1.00	0.14	1.00
		Up.	0.91	1.00	0.60	1.00	0.53	1.00
Ca	Pearson correlation		0.941**	0.539**	0.688**	0.433**	0.513**	0.488**
	Sig. (bilateral)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	0.75	-0.11	0.56	0.25	0.44	-0.08
		Up.	0.99	0.95	0.80	0.65	0.72	0.81
Nca	Pearson correlation		0.581**	0.884**	0.464**	0.11	0.263*	0.09
	Sig. (bilateral)		0.00	0.00	0.00	0.34	0.02	0.40
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	0.40	0.48	0.26	-0.11	0.04	-0.30
		Up.	0.93	0.96	0.64	0.37	0.45	0.34
Cos	Pearson correlation		0.970**	0.295*	0.799**	0.13	0.688**	0.10
	Sig. (bilateral)		0.00	0.02	0.00	0.26	0.00	0.38
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	0.93	-0.20	0.73	-0.06	0.54	-0.14
		Up.	0.99	0.87	0.86	0.34	0.80	0.27
Wse	Pearson correlation		0.878**	0.463**	0.547**	0.22	0.590**	-0.05
	Sig. (bilateral)		0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.64
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	0.73	0.00	0.34	0.06	0.43	-0.25
		Up.	0.96	0.86	0.70	0.41	0.72	0.14
Oe	Pearson correlation		0.686**	0.586**	0.680**	0.299*	0.452**	0.02
	Sig. (bilateral)		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.88
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	0.56	0.21	0.55	0.07	0.32	-0.13
		Up.	0.91	0.92	0.79	0.56	0.63	0.23
Noe	Pearson correlation		0.766**	-0.10	0.378**	-0.03	0.271*	-0.08
	Sig. (bilateral)		0.00	0.45	0.00	0.81	0.01	0.48
	Sm ^c CI at 95%	Lw.	0.31	-0.39	0.17	-0.18	0.01	-0.49
		Up.	0.94	0.44	0.56	0.23	0.46	0.28

Notes:

Inc: Income; Prf: Profits; Ca: Current assets; Nca: Non-current assets; Cos: Cost of sales; Wse: Wages and salaries expenses; Oe: Operating expenses; Noe: Non-operating expenses.

** . The correlation is significant at the 0.01 level (bilateral).

*. The correlation is significant at the 0.05 level (bilateral).

Sm: Sampling simulation; CI: Confidence interval; Lw: lower limit; Up: upper limit.

c. The results of the sampling simulation are based on 1000 samples.

Source: Own elaboration.

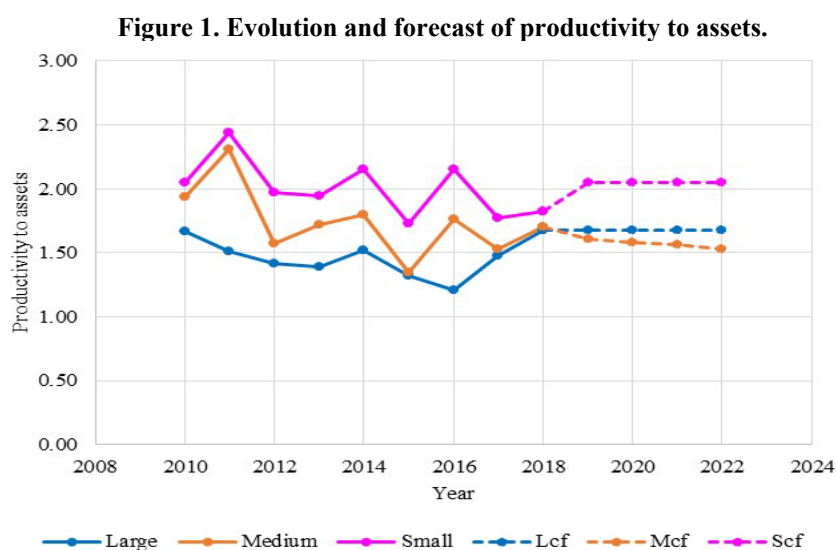
Suppose the null hypothesis is considered as the fact that there is no relationship between inputs and outputs. In that case, according to Table 8, the relationship between inputs and the output (*Inc*), the bilateral significance is less than 0.01 and 0.05, which means there is a probability close to one that there is some degree of relationship or association between inputs and *Inc*. For the relationship between inputs and output (*Prf*), the significance level is more significant than 0.05 in some cases; consequently, there is no relationship between the five input variables and the output *Prf*. By the results of the correlation between inputs and outputs, it was decided to estimate the efficiency taking into account all input variables and only the variable *Inc*.

4.2. Forecast and trend of indicators related to SDG 8

In order to know the progress of the fulfillment of targets 8.2 and 8.3 by the manufacturing companies of Pichincha, the indicators of productivity, business growth, and technical efficiency were estimated, for which the data published among the years 2010 to 2018 (SUPERCIAS, 2020a).

4.2.1. Productivity to assets

Figure 1 shows the evolution of productivity to assets for each of the categories of companies, between 2010 and 2018; also, the productivity forecast from 2019 to 2022.



Notes:

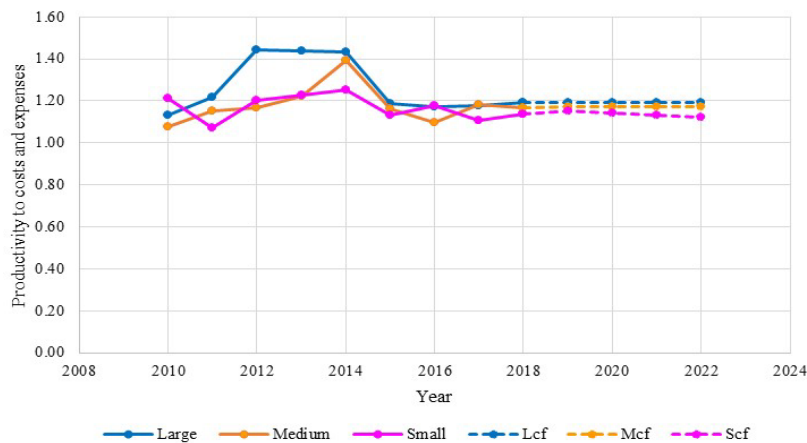
Lcf = Large companies' forecast; Mcf = Medium companies' forecast; Scf = Small companies' forecast.
 RMSE (Lcf) = 0.1627; RMSE (Mcf) = 0.2780; RMSE (Scf) = 0.1940.

Source: the authors.

4.2.2. Productivity to costs and expenses

Regarding to productivity to costs and expenses, Figure 2 shows the evolution of this indicator from 2010 to 2018. Additionally, it shows what the forecast would have been for the next four years.

Figure 2. Evolution and forecast of the productivity to costs and expenses.



Notes:

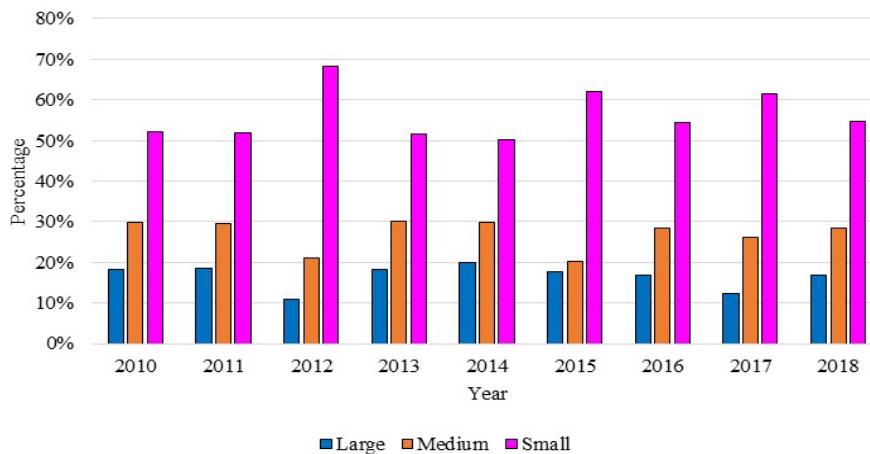
Lcf = Large companies' forecast; Mcf = Medium companies' forecast; Scf = Small companies' forecast.
 RMSE(Lcf)=0,1262; RMSE(Mcf)=0,1114; RMSE(Scf)=0,0457.

Source: Own elaboration.

4.3. Evolution of the manufacturing business structure

It is interesting to observe the variable evolution that the manufacturing industry's business structure in Pichincha has had between 2010 and 2018. Figure 3 shows the percentage relationship between the number of large, medium, and small companies.

Figure 3. Evolution of manufacturing companies.



Source: Own elaboration.

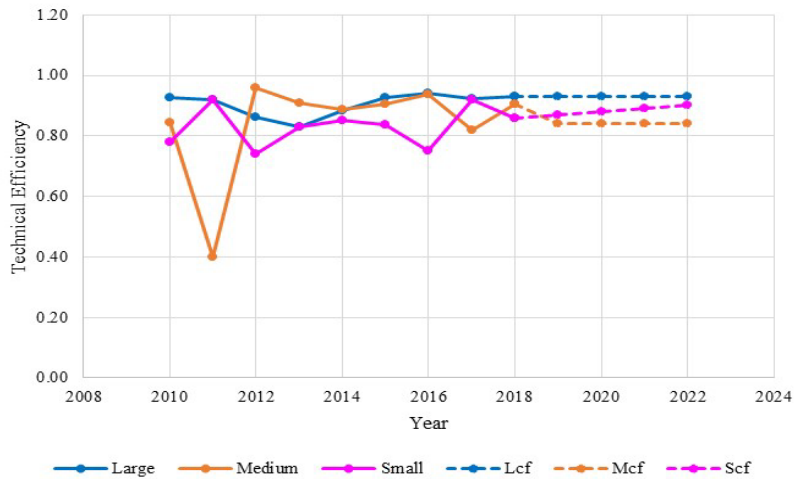
Small companies are between 50% and 68%, medium-sized companies have varied between 20% and 30%, and large companies between 12% and 20%. In the nine years studied, the number of large and medium-sized companies has tended to remain constant and there has been a slight growth trend in small companies.

4.4. Forecast and trend of indicators related to SDG 9 and 12

To know the progress in the fulfillment of the target 9.4 and 12.2, the indicators related to technical efficiency, pure technical efficiency, and scale efficiency of the companies in the manufacturing

industry of Pichincha are estimated. Figure 4 shows TE's behavior in the nine years and the forecast for the next four years.

Figure 4. Technical efficiency of manufacturing companies.



Notes:

Lcf = Large companies' forecast; Mcf = Medium companies' forecast; Scf = Small companies' forecast.
 RMSE(Lcf)=0,0368; RMSE(Mcf)=0,0711; RMSE(Scf)=0,0545.

Source: Own elaboration.

According to the forecast, the TE in 2022 will be 0.93, 0.90, and 0.84 for large, small, and medium-sized companies, respectively. The trends are constant for large and medium-sized companies, while there is a slight growth for the small ones.

5. Discussion

Considering the results that are indicated in Table 8, current assets are the ones that most influence the income of manufacturing companies, while non-current assets are those that have the least relationship with income.

Longitudinal study of productivity to assets between 2010 and 2018 establishes that small companies are the most productive, followed by medium-sized and then large-sized, as shown in Figure 1. Furthermore, according to the annual variations that this indicator has had, it has remained practically constant throughout the nine years in all business categories. The fact that large companies are the least productive concerning assets occurs because as companies grow, they acquire more and more non-current assets, and their use, due to the results found, is not contributing to productivity.

Looking to the future, the fulfillment targets in goals 8, 9, and 12 are challenging to meet for the manufacturing area because from the perspective of sustainability, it is required to achieve high levels of productivity in the use of assets on a large scale. Maximizing the use of assets must be accompanied by the products' useful life maximization (Delgado & Delgado, 2020); this situation will require the manufacturing industry to work on innovative solutions, process adaptation, responsible and efficient usage of resources, recycling of materials, repurpose of components, among others, in order to minimize and eliminate environmental and social damage.

Analyzing productivity with respect to costs and expenses analysis in the three categories of companies, cost of sales is the input variable that is best related to income. In other words, purchases

and imports are the variables that have a decisive influence on the amount of income that companies receive and their influence grows as the size of the company increases.

When the behavior of productivity to costs and expenses is historically analyzed, it is determined that large companies are the most productive, followed by medium-sized and then small, as shown in Figure 2. Furthermore, according to the Annual variations that this indicator has had, it is determined that it has practically remained constant throughout the nine years in all categories of companies. If this indicator's forecast is considered, it will remain constant for all companies, then the increase in productivity of costs and expenses will be recovered as production and sales increase, as shown in Figure 2. If that does not happen, it would complicate the fulfillment of the goals of SDG 8, 9 and 12.

In last nine years, the average percentage of small companies has remained around 55% with a slight growth trend, while the medium ones have remained at 28% and the large ones at 17% with a tendency to remain constant. Additionally, according to Figure 3, the number of small companies had notable changes in 2012 and 2013, the medium ones in 2015 and 2016, and the large ones between 2016 and 2018. This reality shows that the factors on which companies' permanence in the market depend have not been affected with the same intensity in specific years.

Given the consequences of the COVID-19 pandemic, it is very likely that the trends in the volume of companies will vary towards decrease for the entire business group, especially for smaller companies. This forecast is ratified with the details of the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), since they state that the impact of the pandemic will bring negative consequences to all companies in the Latin America and the Caribbean (LAC) region regardless of their size (ECLAC, 2020b). These consequences undoubtedly go against the fulfillment of target 8.3 of the SDGs.

When looking at the results of the companies' efficiency changes, it is determined that technical efficiency vary in different periods of time for each company size. According to Figure 4, the trend of technical efficiency towards 2022 is to remain constant and with similar values for the three sizes of companies. This situation shows that in the absence of an increase in efficiency, there will be no positive progress in meeting the goals of SDG 9 and 12. This situation is similar to the results of systematic reviews of the literature on progress in meeting the SDGs (Navarrete et al., 2020), and to the experience of countries in the LAC region, which have adopted a series of practices in the industry that are related to the SDGs (De Oliveira et al., 2019; Martins et al., 2020).

Having sustained growth in efficiency will mean that less efficient companies depend on the use of technology, research and development (R&D), and especially on the development of innovations. This scenario is possible since, in the period between 2009 and 2014, the manufacturing area had second place in investments in R&D compared to areas such as services, commerce, and mining (SENESCYT-INEC, 2015).

Synthesizing the results of productivity, growth, and efficiency, the manufacturing companies of Pichincha have responded differently to the challenges posed by the SDGs. This is most likely related to the lack of a common approach to the concept of sustainability in the industry. The definition of critical issues to achieve a sustainable industry is still pending, a situation that at first appears very complicated. The SDGs are interconnected (Pizzi et al., 2020; Wynn & Jones, 2020). Therefore, the contribution of companies to the achievement of these objectives will require firm and effective management, and thus, face a series of potentially difficult and costly challenges, which could threaten their current business models and possibly their very existence.

If the impact that the consequences of COVID-19 will produce on the economy is added to this reality, then it turns out that the forecasts do not accompany the fulfillment of the SDG goals in the foreseen terms before the pandemic (ECLAC, 2020c). So much so that, the economic growth of Ecuador will fall in 2020 to -6.0%, with estimates made up to April, due to the pandemic (World Bank, 2020); while in Ecuador it was calculated that this decrease could be up to 10% (Central Bank of Ecuador, 2020). However, to the extent that appropriate decisions are made in the social, political, and economic

spheres, the crisis will fade, and growth will recover 3.4% in 2021 and improve little by little in the following years (International Monetary Fund, 2020).

Therefore, achieving the goals is away from fulfillment, but not impossible to reach. The LAC region despite the pandemic, will continue to have as a collective and urgent roadmap, the implementation, follow-up and monitoring of the of the achievements of the SDGs and their progress in the medium and long term (ECLAC, 2020b, 2020a). All the actions that facilitate the achievement of the SDGs will require the participation of all sustainable development actors, since these objectives interact in the social, political and economic context of society (Griggs et al., 2013; Nilsson et al., 2018).

6. Conclusions

This research has made it possible to determine Pichincha's manufacturing industry's productivity and efficiency trajectory from 2010 to 2018 and establish the relationship with targets 8.2, 8.3, 9.4, and 12.2 of the goals 8, 9, and 12 of sustainable development, promoted by the United Nations.

It was determined that the relevant variables to estimate the indicators of productivity to assets, cost and expense productivity, technical efficiency, pure technical efficiency, and scale efficiency of the manufacturing companies are current assets, non-current assets, cost of sales, expenses in wages and salaries, operational expenses, non-operational expenses, and income.

It was found that in estimating the productivity of assets, non-current assets are those that are most related to the income of companies. In contrast, for estimating cost and expense productivity, the most related variables to income are costs of sales, representing purchases and imports made by companies for their operation.

The longitudinal study of productivity to assets establishes that small companies are the most productive. The forecast of this indicator is to maintain a constant trend between 2019 and 2022. However, due to the effects of the pandemic, it is estimated that it will decrease in 2020, making it challenging to meet goal 8.2 in perspective. Regarding the indicator of the productivity to costs and expenses, large companies have turned out to be the most productive, and regarding the forecast of the fulfillment of goal 8.2, the result will be similar to that of Productivity to assets. In other words, it will be left behind.

The average percentage of small businesses is around 55% in the study period, while the medium ones at 28% and the large ones at 17%. The trend in the number of large and medium-sized companies has remained roughly constant, while the trend of the small ones has been slightly increasing. This reality shows the stable constitution of this economic area in Ecuador's industrial context, which corroborates its primary contribution in aspects such as total production, intermediate consumption, added value, and workers' wages (INEC, 2019a). Given the COVID-19 pandemic consequences, it is very likely that the trend in the number of companies will decrease for the entire manufacturing business group and, therefore, target 8.3 of the SDGs will not be met.

It is predicted that SDG targets 9.4 and 12.2 will not make significant progress until 2022, as the indicators related to efficiency tend to remain constant for the three company sizes. For this reason, companies must strengthen the management related to human capacities, technologies, assets, commerce, among other aspects.

The research results can guide the manufacturing industry to propose improvement strategies and execute the appropriate actions to increase economic productivity, strengthen creativity, promote innovation, and carry out sustainable management, as proposed by the analyzed SDGs in this investigation. In addition, the timely execution of a set of strategies will undoubtedly not only serve to

mitigate the impacts produced by the consequences of the pandemic but also promote sustainable economic growth in the manufacturing industry in Pichincha and the rest of Ecuador.

6.1. Limitations and future lines of research

This research has been limited to the manufacturing companies of Pichincha, Ecuador. Therefore, it is proposed as future lines of research, to evaluate the relationship between productivity and efficiency indicators and the SDGs in other areas of the Ecuadorian economy. These new studies could apply alternative methods (Eustachio et al., 2019), and use official and unofficial statistics, to solve the lack of data on the fulfillment of the SDGs (Lafortune et al., 2020), so the next few years could have more intense debates on the SDGs in conferences and special issues.

References

- Ali, S., Hussain, T., Zhang, G., Nurunnabi, M., & Li, B. (2018). The Implementation of Sustainable Development Goals in “BRICS” Countries. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su10072513>
- Álvarez, A. (2013). *La medición de la eficiencia y la productividad* (Measuring efficiency and productivity) (1st ed.). Ediciones Pirámides.
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261-1264. <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Andersen, P. (2018). Sustainable Operations Management (SOM) Strategy and Management: An Introduction to Part I. In L. Boer & P. Andersen (Eds.), *Operations Management and Sustainability: New Research Perspectives* (pp. 15-26). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93212-5_2
- Betti, G., Consolandi, C., & Eccles, R. G. (2018). The relationship between investor materiality and the sustainable development goals: A methodological framework. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7), 2248. <https://doi.org/10.3390/su10072248>
- Cáceres, H., Kristjanpoller, W., & Tabilo, J. (2014). Análisis de la eficiencia técnica y su relación con los resultados de la evaluación de desempeño en una Universidad chilena (Analysis of technical efficiency and its relationship with the results of the performance evaluation in a Chilean University). *Innovar*, 24(54), 199-217. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n54.46720>
- Cachanosky, I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, IX(2), 51-80.
- Castells, M. (1996). La era de la información (The age of information). *Economía Sociedad y Cultura*, 1, 1-29.
- Central Bank of Ecuador (2020). *El covid-19 pasa factura a la economía ecuatoriana: decrecerá entre 7,3% y 9,6% en 2020 (COVID-19 takes its toll on the Ecuadorian economy: it will decrease between 7.3% and 9.6% in 2020)*. Central Bank of Ecuador. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1366-el-covid-19-pasa-factura-a-la-economia-ecuatorial-decrecera-entre-73-y-96-en-2020>
- Chai, T., & Draxler, R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? - Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247-1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>

- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Cook, W., & Seiford, L. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cooper, W., Seiford, L.M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. In *Handbook on Data Envelopment Analysis* (2nd ed., Vol. 164, pp. 1-40). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8>
- Cordero, J.M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España* [Universidad de extremadura]. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1488>
- Cordova, M.F., & Celone, A. (2019). SDGs and Innovation in the Business Context Literature Review. *Sustainability (Switzerland)*, 11(24), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su11247043>
- De Oliveira, G.C., Ferreira, J.M., Silva, P.C., de Oliveira, A.G., & Lucato, W.C. (2019). Cleaner Production in the textile industry and its relationship to sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1514-1525. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.334>
- Delgado, M., & Delgado, M. (2020). Sustainable Development Goal 12 and Its Relationship with the Textile Industry. In M. A. Gardetti & S. Senthilkannan Muthu (Eds.), *The UN Sustainable Development Goals for the Textile and Fashion Industry* (pp. 21-46). Springer.
- ECLAC (2020a). *Alicia Bárcena Calls for Rethinking the Model and Consolidating the Economic, Social and Environmental Dimensions of Sustainable Development so as to Leave No One Behind*. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. <https://www.cepal.org/en/pressreleases/alicia-barcelona-calls-rethinking-model-and-consolidating-economic-social-and>
- ECLAC (2020b). Latin America and the Caribbean and the COVID-19 pandemic. Economic and social effects. In *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (Issue 1). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45351/S2000263_en.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- ECLAC (2020c). Report on the economic impact of coronavirus disease (COVID-19) on Latin America and the Caribbean. In *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (Issue March). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45603/1/S2000312_en.pdf
- Eustachio, J.H.P.P., Caldana, A.C.F., Liboni, L.B., & Martinelli, D.P. (2019). Systemic indicator of sustainable development: Proposal and application of a framework. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118383>
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K., & Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach. *Review of Economics and Statistics*, 71(1), 90-98. <https://doi.org/10.2307/1928055>
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress and efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66-83. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8268.2004.00089.x>

- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-290.
- Farzipoor, R. (2010). Developing a new data envelopment analysis methodology for supplier selection in the presence of both undesirable outputs and imprecise data. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 51(9-12), 1243-1250. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2694-3>
- González-Araya, M., & Valdés, N. (2009). Metodo de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA. *Ingeniería Industrial*, 2(8), 45-56.
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M.C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305-307. <https://doi.org/10.1038/495305a>
- Guerrero, V. (2003). *Análisis estadístico de series de tiempo económicas (Statistical analysis of economic time series)* (2nd ed.). International Thomson Editores.
- Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60, 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>
- Harrison, W., Horngren, C., Thomas, W., Tietz, W., Berberich, G., & Seguin, C. (2018). *Financial Accounting* (6th ed.). Pearson.
- Ibujés-Villacís, J. (2019). La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito. *Debates Sobre Innovación. XVIII Congreso Latinoamericano de Gestión Tecnológica*, 3(1), 1126-1141. <https://economiaeinnovacionuamx.org/revista/secciones/articulos/7>
- Ibujés-Villacís, J., & Franco-Crespo, A. A. (2019). Use of ICT and its relationship with the Objectives of Sustainable Development in Ecuador. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 37-53. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.03>
- Ibujés-Villacís, J., & Morales, E. (2018). Uso de las TIC y relación con la eficiencia técnica en las medianas empresas del área comercial de Quito. *XIV Foro Internacional Del Emprendedor*, 166-182. <http://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/185>
- Ibujés, J., & Benavides, M. (2017). Contribution of technology to the productivity of small and medium-sized enterprises in the textile industry in Ecuador. *Cuadernos de Economía*, 41(115), 140-150. <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2017.05.002>
- Ike, M., Donovan, J. D., Topple, C., & Masli, E. K. (2019). The process of selecting and prioritising corporate sustainability issues: Insights for achieving the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117661. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117661>
- INEC (2012). *CIIU 4.0. Clasificación Nacional de Actividades Económicas* (p. 234). INEC. <https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/descargas/ciiu.pdf>
- INEC (2019a). Encuesta a Empresas. Encuesta Estructural Empresarial. In *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>

- INEC (2019b). Encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo. In *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2019/Junio/201906_Mercado_Laboral_final.pdf
- International Monetary Fund (2020). *World Economic Outlook. Chapter 1: The Great Lockdown*. IMF. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>
- Lafortune, G., Fuller, G., Schmidt-Traub, G., & Kroll, C. (2020). How Is Progress towards the Sustainable Development Goals Measured? Comparing Four Approaches for the EU. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18), 1-24. <https://doi.org/10.3390/su12187675>
- Lakshmivarahan, S., Lewis, J. M., & Jabrzemski, R. (2017). *Forecast Error Correction using Dynamic Data Assimilation* (Springer (ed.); 1st ed.). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39997-3>
- Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía (Statistics applied to business and economy)* (McGraw-Hill (ed.); 15th ed.).
- Lohr, S.L. (2019). Simple Probability Samples. In *Sampling. Design and Analysis* (2nd ed., pp. 25–72). CRC Press.
- Martins, V.W.B., Rampasso, I.S., Siltori, P.F.S., Cazeri, G.T., Anholon, R., Quelhas, O.L.G., & Leal, W. (2020). Contributions from the Brazilian industrial sector to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 272, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122762>
- Navarrete, S.D.S., Borini, F.M., & Avrichir, I. (2020). Environmental upgrading and the United Nations Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121563. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121563>
- Nilsson, M., Chisholm, E., Griggs, D., Howden-Chapman, P., McCollum, D., Messerli, P., Neumann, B., Stevance, A. S., Visbeck, M., & Stafford-Smith, M. (2018). Mapping interactions between the sustainable development goals: lessons learned and ways forward. *Sustainability Science*, 13(6), 1489-1503. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0604-z>
- Ott, R.L., & Longnecker, M. (2016). Inferences About Population Central Values. In *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh, pp. 232-299). Cengage Learning.
- Paradi, J.C., Sherman, H.D., & Tam, F.K. (2018). *Data Envelopment Analysis in the Financial Services Industry*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69725-3>
- Pérez, C. (2010). *Técnicas de muestreo estadístico (Statistical sampling techniques)* (I. Publicaciones (ed.); 1.a). Ibergarceta Publicaciones.
- Pizzi, S., Caputo, A., Corvino, A., & Venturelli, A. (2020). Management research and the UN sustainable development goals (SDGs): A bibliometric investigation and systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124033. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124033>
- Quindós, M. del P., Rubiera, F., & Vicente, M. R. (2003). Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias). *Rect@*, 11(1), 21.
- Ramanathan, R. (2003). An introduction to Data Envelopment Analysis. In *SAGE Publications* (1st ed.). Sage Publications, Inc.
- Sánchez de Pedro, E. A. (2013). *Nivel de competitividad y eficiencia de la producción ganadera (Level of competitiveness and efficiency of livestock production)* [Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/10498>

- Santos, J., Negas, E., & Cavique, L. (2013). Introduction to Data Envelopment Analysis. In *Efficiency Measures in the Agricultural Sector* (1st ed., Issue January, p. 16). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5739-4>
- SENESCYT-INEC (2015). Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación. In *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia/Presentacion_de_principales_resultados_ACTI.pdf
- Serrano-Cinca, C., Fuertes-Callén, Y., & Mar-Molinero, C. (2005). Measuring DEA efficiency in Internet companies. *Decision Support Systems*, 38, 557-573. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2003.08.004>
- Shcherbakov, M., Brebels, A., Shcherbakova, Nataliya Tyukov, A., Janovsky, T., Kamaev, V., & Brebels, A. (2013). A Survey of Forecast Error Measures. *World Applied Sciences*, 24(4), 171-176. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.24.itmies.80032>
- Sherman, D., & Zhu, J. (2006). *Service Productivity Management. Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)* (Springer (ed.); 1st ed.).
- Shiuh-Nan, H., Hsuan-shih, L., & Zhu, J. (2016). *Handbook of Operations Analytics Using Data Envelopment Analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7705-2>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2010). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779-802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>
- Simar, L., & Wilson, P. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1), 49-61. <https://doi.org/10.1287/mnsc.44.1.49>
- Software-Shop (2017). *Software Shop - Risk Simulator*. 2018. <https://www.software-shop.com/producto/risk-simulator>
- Sueyoshi, T., & Goto, M. (2018). *Environmental Assessment on Energy and Sustainability by Data Envelopment Analysis* (1st ed.). John Wiley & Sons Ltd.
- Sullivan, K., Thomas, S., & Rosano, M. (2018). Using industrial ecology and strategic management concepts to pursue the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 174, 237-246. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.201>
- SUPERCIAS (2020a). *Consulta y recepción de estados financieros*. Recepción Estados Financieros. https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldedocumentos/consulta_cia_param.zul
- SUPERCIAS (2020b). *Ranking de compañías*. Ranking Empresarial del Ecuador. <https://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- Tayra, F., & Ribeiro, H. (2006). Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências (Models of sustainability indicators: synthesis and critical evaluation of the main experiences). *Saúde e Sociedade*, 15(1), 84-95. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902006000100009>
- Technical Secretariat-Plan Ecuador (2019). *Informe de avance del cumplimiento de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2019/07/Informe-Avance-Agenda-2030-Ecuador-2019.pdf

Tofallis, C. (2001). Combining two approaches to efficiency assessment. *Journal of the Operational Research Society*, 52(11), 1225-1231. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601231>

UN Statistical Commission (2017). Global Indicator Framework for the Sustainable Development Goals and Targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. In *Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global_Indicator_Framework_after_2019_refinement_Eng.pdf https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global_Indicator_Framework_A.RES.71.313_Annex.pdf

United Nations (2012). *Río+20. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable (Río + 20. United Nations Conference on Sustainable Development)*. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.055160>

United Nations (2015). Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. In *General Assembly 70 session (Issue October)*. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf

United Nations (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (Agenda 2030 and the Sustainable Development Goals: an opportunity for Latin America and the Caribbean)*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>

Webster, A. (2001). *Estadística aplicada a los negocios y la economía (Statistics applied to business and economy)* (McGraw-Hill (ed.); 3rd ed.).

World Bank (2020). *The Economy in the Time of Covid-19 (Issue April)*. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33555/9781464815706.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Wynn, M., & Jones, P. (2020). *The Sustainable Development Goals: Industry Sector Approaches*. Taylor & Francis Group. Routledge.

Título	La eficiencia relativa como indicador de innovación. El caso de las compañías de manufactura de Pichincha.
Autores	Juan Ibujés-Villacís ¹ , Antonio Franco-Crespo ²
Referencia	ISSN: 0121-5051
Revista	Innovar. SJR-2021: 0.2
Afiliaciones	¹ Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional ² Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional
Lugar de publicación	Bogotá, Colombia.
Fecha de publicación	Pendiente
Indexación	Scopus, Publindex, Scielo, Ebsco, Redalyc, Redib.
Revisión	Revisión por al menos dos expertos independientes.
Referencia APA	Pendiente
Situación actual	Aceptada para publicación.

La eficiencia relativa como indicador de innovación.

El caso de las compañías de manufactura en Pichincha, Ecuador

1. Juan Ibujés-Villacís

Ph. D. (c) en Gestión Tecnológica
Profesor, Escuela Politécnica Nacional
Quito, Ecuador
Grupo de investigación SIGTI. Investigación
multidisciplinar
Rol del autor: intelectual
juan.ibujes@epn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8439-3048>

2. Antonio Franco-Crespo

Ph. D. en Administración
Profesor, Escuela Politécnica Nacional
Quito, Ecuador
Grupo de investigación SIGTI. Investigación
multidisciplinar
Rol del autor: intelectual
antonio.franco@epn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8040-1805>

Resumen: En los últimos años se ha hecho énfasis en buscar los factores determinantes que identifican a las compañías innovadoras. Esta investigación tiene como objetivo determinar si la eficiencia relativa podría ser un indicador por el cual se pueda identificar a ese tipo de compañías. El ámbito de aplicación son las compañías de manufactura de la provincia de Pichincha, Ecuador. Dada la naturaleza cuantitativa de la investigación, en una primera etapa se recopiló y procesó la información contable de las compañías entre el periodo 2014-2019, y se estimó la eficiencia relativa mediante el análisis envolvente de datos. En una segunda etapa, con la información de 412 compañías filtradas de la última encuesta de innovación, a través de regresión logística binaria, se determinaron las actividades de innovación que tienen una incidencia significativa en los diferentes tipos de innovación. Como resultado, se definió que los gastos que influyen en la eficiencia relativa están relacionados significativamente con los gastos dedicados a las actividades de innovación. Este artículo aporta en la determinación de la eficiencia relativa como un indicador en la identificación de las compañías innovadoras en el sector de manufactura, y que no solo se podría extender a otros sectores de la economía ecuatoriana, sino también a otras economías contiguas de la región.

Palabras clave: actividades de innovación, análisis envolvente de datos, compañías de manufactura, eficiencia relativa, regresión logística.

Citación sugerida: Ibujés-Villacís, J., & Franco-Crespo, A. (2023). La eficiencia relativa como indicador de innovación. El caso de las compañías de manufactura en Pichincha, Ecuador. *Innovar*, 33(89). En prensa. <https://doi.org/10.15446/innovar.v33n89.107039>

Clasificación JEL: C14, L25, O32.

Recibido: 19/01/2022 **Aprobado:** 06/07/2022 **Preprint:** 01/02/2023

Introducción

Uno de los retos fundamentales de las organizaciones en el presente siglo es la creación de valor a través de la gestión del conocimiento, procesos eficientes y soluciones innovadoras como elemento estratégico en su gestión (Araujo & Alves, 2015; Tidd & Bessant, 2018; Szczepańska-Woszczyzna, 2021). La innovación es un tema bien consolidado en la literatura, en el contexto empresarial, como una forma de crear un nuevo valor económico mediante el desarrollo de productos, la concepción de métodos de producción y las ventas, situación que ha permitido a las compañías obtener resultados competitivos y sostenibles en los mercados (Nakamori, 2020; Zawislak et al., 2018).

Identificar las compañías innovadoras permite plantear política pública y marcos normativos que incentiven la innovación en el tejido empresarial, sobre la base de conocer las principales actividades, capacidades y tipos de innovación que realizan, para competir en los mercados globales en busca de beneficios sostenibles. Por lo tanto, es primordial para los Estados la medición de la innovación para una evaluación efectiva de resultados y retroalimentación para las nuevas políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD] & Eurostat, 2018).

En el marco de la globalización de los negocios, ser una compañía innovadora se convierte en un objetivo económico corporativo, razón por la que, en los últimos años, se ha hecho mucho énfasis en buscar, identificar y analizar aquellos factores determinantes de la actividad innovadora y su impacto en la productividad y competitividad de las compañías (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019; Kim et al., 2018; Tidd & Bessant, 2018).

Hallar estos factores generalmente es una cuestión que en la mayoría de los casos se ha resuelto recurriendo a encuestas o entrevistas a las compañías (Anlló et al., 2014), que utilizan como referencia guías o manuales internacionales como los manuales de Oslo (OECD & Eurostat, 2005, 2018), Frascati (OECD, 2015), Bogotá (Jaramillo et al., 2001), entre otros. Los cuestionarios para estas técnicas de investigación han tenido como referencia un conjunto de indicadores y métricas propuestos por distintas organizaciones públicas o privadas, y se aplican para economías desarrolladas y en desarrollo, cuyos resultados han permitido realizar comparaciones entre países y regiones geográficas.

Si bien estas técnicas de investigación y obtención de datos aportan a esa identificación, se han encontrado algunas debilidades al usarlas. Para Hall (2011) existe dificultad al medir la innovación de manera estadística, pues el concepto —incluyendo término nuevo— puede ser interpretado de diferentes maneras por quienes responden los cuestionarios sobre innovación de nuevos productos y procesos. Otra dificultad consiste en que generalmente los datos son colectados por agencias públicas de estadística u organizaciones privadas con algunas limitaciones (Jiménez et al., 2017;

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [Senescyt-Inec], 2015), entre ellas, la imposibilidad de cubrir todos los temas en una sola encuesta de innovación, o que muchas de ellas no tienen periodicidad, ya sea por circunstancias sociales o políticas.

Adicionalmente, otra de las dificultades que se evidencian desde la literatura radica en que los indicadores de innovación propuestos por los manuales de Oslo y Frascati han sido creados para economías desarrolladas, por lo que, al ser específicos para esos contextos, tienen problemas en la construcción, desde la parte teórica hasta el manejo estadístico (Albornoz, 2009; Jiménez et al., 2017; Moyeda Mendoza & Arteaga García, 2016). Para estos autores, la principal crítica encontrada se refiere a la poca aplicabilidad para economías de la región de América Latina y el Caribe (ALC), ya que adolecen de un alto componente subjetivo, debido a que han sido elaborados con el criterio de expertos desde la visión de los países desarrollados.

En tales circunstancias, medir la innovación en el contexto de economías como la ecuatoriana o de ALC es un problema que requiere ser abordado a partir de indicadores que se adecuen a su realidad socioeconómica. Por eso, este artículo aborda esta dificultad proponiendo a la eficiencia relativa como un indicador adicional para las organizaciones empresariales, distinto de los indicadores en los que se enfoca el pilar de sofisticación de negocios, que es uno de los componentes para determinar el índice de innovación de los países (World Intellectual Property Organization [WIPO], 2021). Adicionalmente, este indicador tiene como novedad que su cálculo se realiza con los datos de informes económicos y financieros que las compañías presentan en forma anual a instituciones gubernamentales de control, en lugar de utilizar los datos de encuestas nacionales o entrevistas relacionadas con la innovación.

Considerando los antecedentes descritos, el objetivo de esta investigación es utilizar la eficiencia relativa como un indicador de innovación para las organizaciones empresariales enfocado en la relación entre los beneficios y costos. Este indicador resalta la importancia de la eficiencia en la gestión de las compañías y su relación con la práctica de actividades de innovación, toda vez que existe evidencia de que las compañías que son eficientes, respecto a su sector empresarial, son las que practican actividades de innovación y, por ende, realizan algún tipo de innovación (Bos et al., 2016; Ferreira et al., 2021; Hongkuan et al., 2019). Además, se recalca que el estudio empírico se centra en las compañías de manufactura de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Después de esta introducción, este artículo está estructurado de la siguiente manera. A continuación, se realiza una revisión de la literatura, en la que se abordan los conceptos de la eficiencia, las actividades y los indicadores de innovación. Después, se expone sobre la metodología utilizada que se ha dividido en tres etapas: la primera, para facilitar la ejecución de un análisis de sensibilidad de la eficiencia relativa de las compañías; la segunda, para determinar los gastos en actividades de innovación que tienen una incidencia significativa en los diferentes tipos de innovación; la tercera, para comparar si las variables críticas asociadas a los costos y gastos de las

compañías eficientes tienen alguna relación con los gastos dedicados a las actividades de innovación. Posteriormente, se presentan los resultados junto con la discusión correspondiente, y se exponen las conclusiones.

Revisión de la literatura: eficiencia e innovación

La eficiencia

La eficiencia es un indicador de la aptitud de una compañía para operar económicamente, siendo sus criterios de medición fundamentales el desempeño físico-técnico y los costos (Zanda, 2018). Adicionalmente, la eficiencia refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no; es decir, si los factores productivos están siendo utilizados al cien por ciento o si hay capacidad ociosa (Cachanosky, 2012).

Para el cálculo empírico de la eficiencia, se ha desarrollado un método que separa la eficiencia total en dos componentes: uno técnico y otro asignativo (Farrell, 1957). La eficiencia técnica se refiere a la eficiencia de transformación de las entradas en salidas, que pueden ser costos de operación, costo de recursos, materia prima, etc. La eficiencia asignativa se describe como la proporción de entradas necesarias, tomando en cuenta los precios del mercado, para generar el mínimo costo para la producción de un determinado nivel de salida, siendo esta eficiencia muy utilizada en las instituciones públicas (Ayaviri & Quispe, 2011). La eficiencia total es el producto de las dos eficiencias.

Este artículo se centrará en la eficiencia técnica como un indicador relativo a un grupo empresarial homogéneo, que consiste en comparar si la eficiencia de una compañía se encuentra en la frontera eficiente o en su interior, siendo en el primer caso una compañía eficiente (100%), mientras que en el segundo caso sería relativamente ineficiente (Quindós et al., 2003; Samoilenko & Osei-Bryson, 2022). Para la estimación de la frontera eficiente, se utiliza un método no paramétrico, ya que no requiere de una función de producción con los métodos paramétricos, sino que es suficiente la definición de un conjunto de variables de entrada y salida que explican el proceso productivo (Cordero, 2006).

Para el cálculo de la eficiencia relativa, esta investigación utiliza un método no paramétrico denominado *análisis envolvente de datos* o DEA (por las siglas del inglés de *Data Envelope Analysis*) (Banker et al., 1984; Charnes et al., 1979; Farrell, 1957). Según estos autores, el DEA es una herramienta que permite precisar la frontera eficiente basada en unidades productivas o DMU (por las siglas en inglés de *Decision Making Unit*) que, por sus buenos resultados, son las que ejecutan las mejores prácticas productivas en relación con las otras unidades de la misma área de producción. Adicionalmente, esta metodología de análisis tiene dos ventajas fundamentales: por un lado, tiene una mayor estandarización; por otro, permite considerar múltiples *inputs* y *outputs*.

Existen dos métodos DEA para el cálculo de la eficiencia: uno de ellos es el desarrollado por Charnes et al. (1979), conocido como CCR en honor a sus autores, o también como *modelo de retornos constantes de escala*; el otro es el método desarrollado por Banker et al. (1984), conocido como BCC o como modelo de retornos variables de escala. Es importante indicar que el DEA ha demostrado ser adecuado en una variedad de campos relacionados con la economía y la gestión, sobre todo en escenarios que involucran múltiples entradas y salidas (Puertas et al., 2020).

Este método realiza dos procesos matemáticos en forma simultánea mediante el uso de algoritmos de programación lineal (Sherman & Zhu, 2006). El primero consiste en la obtención de la frontera eficiente, conformada por las organizaciones eficientes; el segundo, en la estimación de la ineficiencia, que resulta ser un indicador relativo, por cuanto compara cada organización con aquellas que operan en la frontera eficiente (Álvarez Pinilla, 2013; Santos et al., 2013).

Las actividades de innovación en Ecuador

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) y Eurostat (2018), la innovación empresarial es un producto o proceso (o combinación de ambos) nuevo o mejorado (o una combinación) que difiere significativamente de los productos o procesos empresariales anteriores desarrollados por la compañía y que ha sido introducido en el mercado o puesto en uso por la organización empresarial.

En Ecuador, de acuerdo con la última encuesta de innovación (Senescyt-Inec, 2015), se determinó que el gasto en innovación creció en un 82,18% entre 2009 y 2014, lo cual representa en promedio el 1,5% con respecto al producto interno bruto (PIB). Este porcentaje se compone de 0,2% para investigación y desarrollo (interna y externa) y 1,3% para otras actividades de innovación.

Es importante indicar que el 74,5% de los gastos para innovación en las compañías son cubiertos con sus propios recursos: 13%, por la banca privada; 5%, por apoyo gubernamental, y el resto se distribuye en otras fuentes (Senescyt-Inec, 2015). Adicionalmente, según esta misma fuente, entre 2012 y 2014 el 54,5% de las compañías ecuatorianas realizó actividades de innovación que contribuyeron a algún tipo de innovación. Las actividades de innovación más relevantes que realizaron las compañías ecuatorianas en el periodo 2012-2014 se muestra en la figura 1.

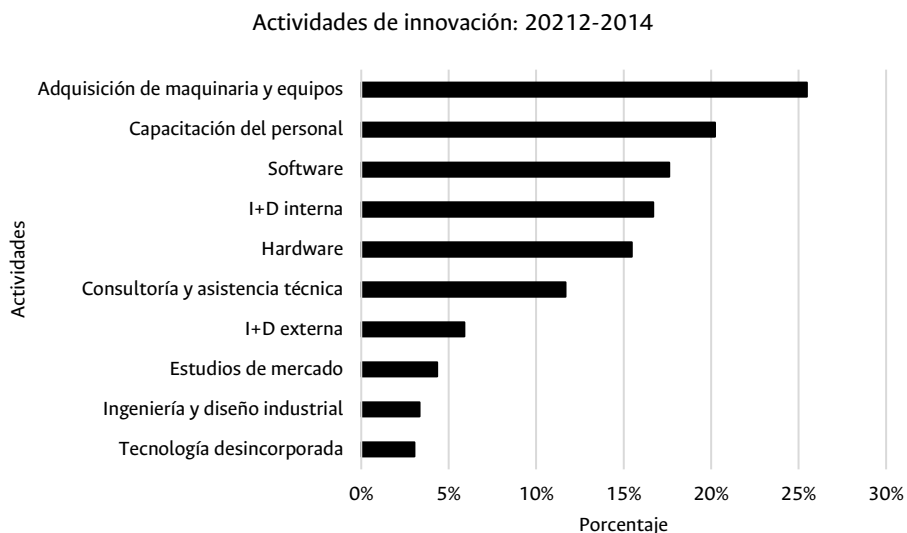


Figura 1. Actividades de innovación en las compañías ecuatorianas entre 2012 y 2014.

Nota. I+D interna: actividades sistemáticas de investigación y desarrollo realizadas por personal de la compañía (OECD & Eurostat, 2005); I+D externa: actividades sistemáticas de investigación y desarrollo que se encarga a terceros mediante contratación o financiación (OECD & Eurostat, 2005).

Fuente: elaboración propia con base en Senescyt-Inec (2015).

Indicadores de innovación

La priorización de las innovaciones en la agenda política ha planteado la necesidad de medirlas con el fin de evaluar el desempeño de los Estados y compararlos entre sí. La OCDE fue pionera en este campo con la publicación de las directrices para los procesos de recopilación e interpretación de datos de innovación tecnológica en 1992, cuyo objetivo consistía en brindar apoyo metodológico para estos procesos (Thabet, 2021). Esta guía se conoce como el *Manual de Oslo* y actualmente se encuentra en su cuarta edición.

Con el fin de facilitar la toma de decisiones en las políticas públicas referentes a ciencia, tecnología e innovación, la mayoría de economías del mundo ha optado por crear su propio Sistema Nacional de Innovación (Lundvall, 2010). Estos sistemas apoyan los programas y políticas públicas de los gobiernos a partir de la información que proporcionan varios insumos, entre ellos los indicadores de innovación (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019; Nelson, 1993; OECD, 2015; OECD & Eurostat, 2018). A su vez, los indicadores sirven como medio de comparación entre diferentes países, y facilitan la identificación del posicionamiento científico y tecnológico de un país o región (WIPO, 2021).

En la tabla 1 se muestra una clasificación de los criterios que se utilizan en la medición de los indicadores de innovación acompañados con su significado. La aplicación de cada criterio tiene

ventajas y desventajas, dependiendo del contexto en que se les aplique y el cuidado en su manejo (Albornoz, 2009); sin embargo, los indicadores que utilizan los criterios de entrada y salida son los más utilizados en los sistemas de innovación nacionales (Thabet, 2021).

Tabla 1.

Criterios utilizados en la medición de indicadores de innovación.

Criterios de medición	
Criterios	Significado
Atracción del mercado	Centrados en respuesta a necesidades insatisfechas del mercado.
Impulso tecnológico	Enfocados en innovaciones relacionadas con invenciones tecnológicas.
Contexto	Orientados en el entorno en el que tienen lugar las innovaciones.
Resultado	Relacionados con el efecto inmediato generado por las acciones enfocadas en el cumplimiento o incumplimiento de los objetivo y resultados esperados.
Impacto	Centrados en los efectos directos o indirectos a largo plazo, ya sean positivos o negativos.
Entrada	Enfocados en el gasto en investigación y desarrollo (investigación básica, aplicada y experimental). Cantidad y calidad del personal investigador. Orientados en el esfuerzo de investigación.
Salida	Relacionados con las tasas de innovación. Orientados hacia las patentes. Enfocados en las publicaciones científicas.

Fuente: elaboración propia con base en Thabet (2021).

Entre los indicadores de entradas más conocidos a nivel de las compañías se encuentran aquellos que tienen que ver con los gastos en actividades de innovación, cuyas definiciones se describen en el *Manual de Oslo*, mientras que los indicadores de salida se refieren a la introducción de productos y procesos nuevos o mejorados (OECD & Eurostat, 2018).

Adicionalmente, existen otros indicadores a nivel de organizaciones empresariales que relacionan el valor creado para los accionistas y el gasto en innovación; a partir de esa relación, las tres métricas más importantes se centran en el entorno de las compañías: el crecimiento de los ingresos, la satisfacción del cliente y el porcentaje de ventas de nuevos productos o servicios (Villarreal et al., 2017). En el análisis de estos autores, aquellas compañías en las cuales la innovación es la prioridad estratégica más importante, las tres métricas principales son una

combinación algo más completa: la satisfacción del cliente, la cantidad de ideas en proceso y el gasto en I+D como porcentaje de las ventas.

Si el enfoque se dirige hacia los indicadores que permiten compararse entre compañías, resulta que muchas compañías no lo hacen con métricas de innovación, debido a que en la mayoría de los casos la información no está disponible (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019), siendo, por tanto, imprescindible contar con un indicador del cual exista suficiente información que les permita comparar con sus pares en forma periódica, cumpliéndose uno de los requisitos básicos para plantear nuevos indicadores.

Metodología

La metodología utilizada tiene un enfoque cuantitativo (Samoilenko & Osei-Bryson, 2022) y se dividió en tres etapas. En la primera etapa se definió la población, se calculó el tamaño de la muestra y se seleccionaron las fuentes de información; seguidamente, se determinó la eficiencia relativa de las compañías mediante un proceso estadístico no paramétrico, en el que previamente se seleccionaron las variables mediante un análisis de correlación a partir de la información obtenida de los balances y estados de resultados de las compañías; finalmente, a través de un proceso de selección iterativa de las variables de entrada, se realizó un análisis de sensibilidad de la eficiencia que permitió determinar los tipos de costos y gastos que generan variaciones significativas en el porcentaje de compañías eficientes. En una segunda etapa se logró determinar los gastos en actividades de innovación que tienen una incidencia significativa en los diferentes tipos de innovación mediante un análisis de regresión logística binaria. Finalmente, en una tercera etapa se comparó si las variables críticas asociadas a los costos y gastos de las compañías eficientes tienen alguna relación con los gastos dedicados a las actividades de innovación más relevantes.

Cálculo de la muestra y fuentes de información

El ámbito de aplicación del estudio corresponde a las compañías del sector económico de manufactura. Se escogió este sector económico porque es uno de los más importantes de la economía ecuatoriana: con su aporte del 14,2% a la producción total del Ecuador, es el sector que más aporta a la economía del país (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca [Mipro], 2021). Respecto a la inversión en actividades de innovación, la última encuesta nacional de innovación mostró que este sector destinó \$85,06 millones de dólares en I+D, lo que representa el 44,65% del gasto total en estas actividades a nivel nacional, siendo el sector que más invirtió en I+D (Senescyt-Inec, 2015). Adicionalmente, según la misma encuesta, del 66,7% de compañías a nivel nacional que invirtieron en tecnologías de información y comunicación, el 24,6% correspondió a compañías de manufactura, ubicándose en el primer lugar delante de sectores como comercio, servicios y minería.

La población de estudio estuvo compuesta por las compañías de manufactura de la provincia de Pichincha, cuya capital administrativa es Quito, capital también del Ecuador. Esta provincia generó los mayores ingresos en actividades manufactureras entre 2013 y 2017, alcanzando en promedio el 41,8% de participación en ventas (SuperCias, Valores y Seguros [SuperCias], 2018). Las compañías estudiadas están registradas por la SuperCias, y están divididas en cuatro categorías: grandes, medianas, pequeñas y microcompañías; esta investigación no tomó en cuenta a estas últimas.

Hasta noviembre del 2020, las compañías de manufactura de Pichincha que presentaron sus informes económicos y financieros desde 2014 hasta 2019 se muestran en la tabla 2 (SuperCias, 2020d). Adicionalmente, en esa misma fecha, las grandes, medianas y pequeñas compañías estudiadas representaron el 10%, 17% y 32% de compañías, respectivamente.

Tabla 2.

Población de estudio.

Compañías	Año					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Grandes	230	175	211	131	169	199
Medianas	346	201	355	276	289	338
Pequeñas	583	617	678	649	554	625

Fuente: elaboración propia con base en SuperCias (2020d).

Para el cálculo del tamaño de una muestra representativa y adecuada de la población se aplicó la ecuación 1 (Lohr, 2019; Ott & Longnecker, 2016):

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad (1)$$

Los parámetros para el cálculo de la muestra son los siguientes: N corresponde al número de compañías de cada grupo empresarial en cada uno de los años de estudio; E = 10% (porcentaje de error muestral), Z = 1,96 (nivel de confianza de 95 %), p = 0,5 (probabilidad de éxito) y q = 0,5 (probabilidad de fracaso). Con estos parámetros, se determinó el tamaño n de las muestras para cada grupo empresarial y año de estudio, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

Tamaño de las muestras estudiadas.

	Año					
Compañías	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Grandes	68	62	66	56	62	65
Medianas	76	66	76	72	73	75
Pequeñas	83	84	85	84	82	83

Fuente: elaboración propia.

El muestreo utilizado fue probabilístico y con probabilidades iguales; la selección de compañías se realizó en forma aleatoria simple, sin reposición, con la finalidad de tener el mayor grado de representatividad de la muestra. Los datos se obtuvieron de las cuentas de los balances y estado de resultados anuales que las compañías de manufactura reportaron a la SuperCias a través del formulario 101, que corresponde a la “Declaración del impuesto a la renta y presentación de balances” (SuperCias, 2020a).

Selección de las variables

Dado que el enfoque de la investigación se base en utilizar la eficiencia relativa como un indicador de innovación considerando la relación entre los beneficios y costos, las variables de entrada y salida que se utilizarán en el método DEA corresponden a las cuentas principales de los informes económicos y financieros de las compañías correspondientes al 2014 (SuperCias, 2020c).

Las cuentas utilizadas son los ingresos (*Ing*), utilidades (*Utl*), activos corrientes (*Ac*), activos no corrientes (*Anc*), costo de ventas (*Cvt*), gasto de sueldos y salarios (*Gss*), gastos operativos (*Go*) y gastos no operativos (*Gno*), cuentas que corresponden a ocho variables. Para la aplicación del método DEA se tomaron como variables de salida las dos primeras cuentas y como variables de entrada, las seis siguientes cuentas. En cuanto a la técnica de selección de variables, se seleccionó la correlación entre las entradas y salidas (González-Araya & Valdés, 2009; Serrano-Cinca et al., 2005; Shiu-Nan et al., 2016); una vez establecida la correlación, se procedió a estimar la eficiencia mediante el método DEA-CCR.

Estimación de la eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia, se utilizó uno de los métodos DEA denominado CCR, que está relacionado con un modelo de rendimientos constantes de escala (Charnes et al., 1979); es decir, los cambios en la producción son el resultado de un cambio proporcional de todas las entradas. En esta investigación, se suponen rendimientos constantes de escala para las grandes, medianas y pequeñas compañías de manufactura, suposición derivada de una investigación previa a las

compañías de manufactura, en la que se evidencia que los rendimientos están entre constantes y crecientes (Ibujés-Villacís, 2019).

El método CCR expresa que la eficiencia es una relación matemática entre la suma total ponderada de las salidas o resultados deseables y la suma total ponderada de las entradas (Ramanathan, 2003; Sueyoshi & Goto, 2018), suponiendo que las unidades productivas consideradas sean semejantes. Por eso, el cálculo de la eficiencia se aplicó específicamente a las compañías de manufactura. Este método está orientado a las entradas, lo que se refiere al hecho de que una compañía alcance la máxima eficiencia a costa de optimizar la cantidad de recursos que consume.

El método que se desea aplicar en la estimación de la eficiencia se describe matemáticamente a través de las ecuaciones 2, 3 y 4, en las que, reduciendo las entradas (X), se busca maximizar las salidas (Y), mediante una serie de cálculos de un algoritmo de programación lineal.

$$\text{Maximizar:} \quad h_o = \sum_{j=1}^s W_j Y_{j0} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1 \quad (3)$$

$$\text{Sujeto a} \quad \sum_{j=1}^s W_j Y_{jm} - \sum_{i=1}^m V_i X_{im} \leq 0$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (4)$$

$$W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, s.$$

$$V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, r.$$

En las ecuaciones, Y_{j0} es la salida j de la DMU 0; X_{i0} es la entrada i de la DMU 0; W_j es el peso para la salida j ; V_i es el peso para la entrada i ; n es el número de DMU; s es el número de salidas; r corresponde al número de entradas. La resolución del algoritmo mediante *software* permitió obtener los correspondientes pesos W_j y V_i , de tal manera que proporcionen el mayor índice de eficiencia posible (h_o) para cada compañía evaluada. El algoritmo de programación lineal fue resuelto mediante la función *solver* y el lenguaje de programación *Visual Basic*, herramientas incorporadas en la aplicación MsExcel (Sherman & Zhu, 2006).

Análisis de sensibilidad de la eficiencia

El objetivo de este análisis fue cuantificar la variación del porcentaje de compañías eficientes en cada tamaño empresarial, a medida que cambia el tipo de variables de entrada. Para este análisis

de sensibilidad, se simularon siete escenarios, para los cuales se calculó el porcentaje de compañías totalmente eficientes (eficiencia = 1) entre los años 2014 y 2019; los escenarios evaluados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.
Escenarios para la estimación de la eficiencia técnica.

Escenario	Variables consideradas	Nomenclatura
1	Todas las variables de entrada (entradas)	E
2	Entradas sin activos corrientes	E-Ac
3	Entradas sin activos no corrientes	E- Anc
4	Entradas sin costo de ventas	E-Cvt
5	Entradas sin gastos en sueldos y salarios	E-Gss
6	Entradas sin gastos operativos	E-Go
7	Entradas sin gastos no operativos	E-Gno

Fuente: elaboración propia.

El objetivo de ir retirando una sola variable de entrada a la vez es identificar el impacto que tiene cada variable en el porcentaje de compañías eficientes, por lo que no se probaron otros escenarios.

Actividades que influyen en la innovación

La identificación del aporte significativo de las diez actividades de innovación en alguno de los seis tipos de innovación se realiza mediante la aplicación de la regresión logística, siendo esta una técnica estadística multivariante que permite estimar la relación existente entre una variable dependiente no métrica, en particular dicotómica, y un conjunto de variables independientes métricas o no métricas (Garson, 2014; Harrel, 2015). La variable dicotómica es el tipo de innovación (1 = compañía innovadora en un tipo de innovación; 0 = compañía no innovadora en un tipo de innovación), mientras que las variables independientes son las actividades de innovación.

Una regresión logística binaria se expresa mediante la ecuación 5 (Kleinbaum & Klein, 2010), donde p es la probabilidad de que suceda Z ; P representa la función de probabilidad; Z es la variable dependiente y representa si la compañía innova (1) o no (0). Las variables x_1, x_2, \dots, x_k representan las variables independientes o actividades de innovación.

$$p = P[Z = 1|x_1, x_2, x_3, \dots, x_k] = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)} \quad (5)$$

El objetivo de la aplicación de la regresión logística no fue encontrar los modelos, sino identificar el aporte significativo de las actividades de innovación en alguno de los tipos de innovación mediante el estadístico denominado *nivel de significancia bilateral (sig)* (Allison, 2012; Hilbe, 2015). Los valores de significación inferiores a 0,05 indican que la actividad de innovación contribuye significativamente al tipo de innovación evaluado, mientras que valores mayores a 0,05 indican que la actividad no contribuye al tipo de innovación analizado.

Para este procedimiento se consideró la información de 422 compañías de manufactura de Pichincha, correspondiente al 2014. Esta información es parte de los resultados de la última encuesta nacional de actividades de ciencia, tecnología e innovación en Ecuador (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2014). En la figura 2, se muestran las actividades de innovación y los tipos de innovación que serán tomados en cuenta en el cálculo de la regresión logística.

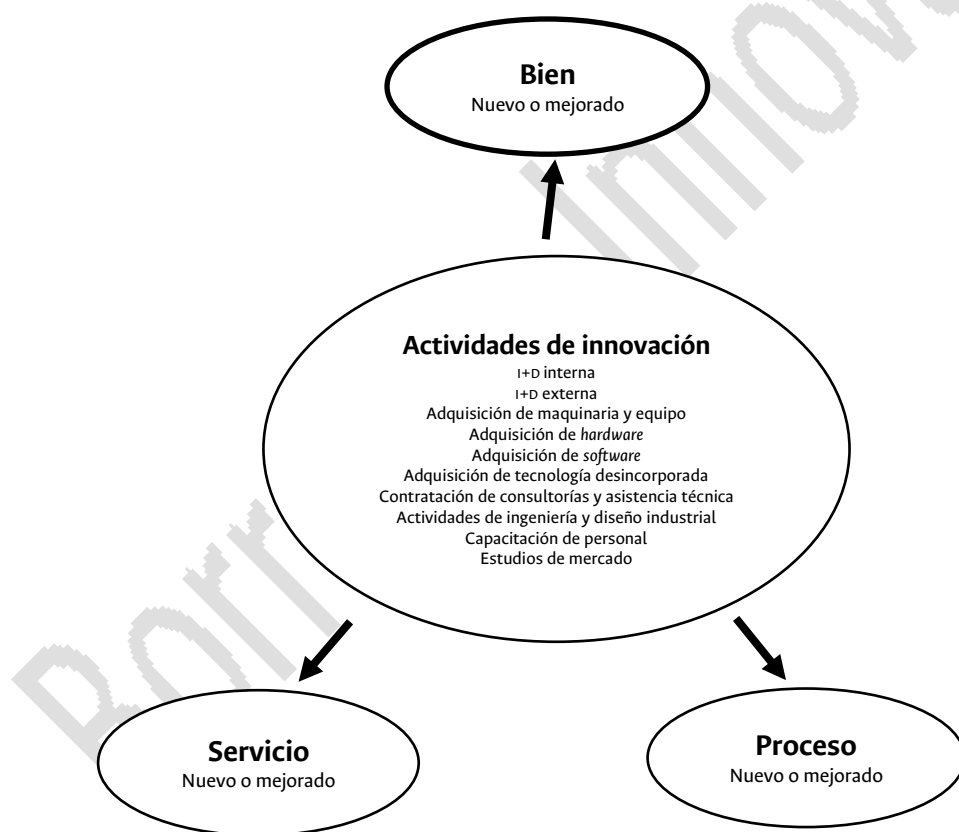


Figura 2. Relación de las actividades de innovación y los tipos de innovación.

Fuente: elaboración propia con base en INEC (2014).

Resultados

Las variables de entrada y salida

Los resultados de la correlación entre las variables de entrada y salida para cada una de las categorías de compañías y que corresponden al 2014 se muestran en la tabla 5. Se realizó un análisis de *bootstrap* para corregir cambios, inexactitudes o incertidumbre de las variables de entrada y salida que se utiliza en la aplicación del método DEA.

Tabla 5.

Correlación entre las variables de entrada y salida.

			Salidas						
			Compañías						
			Grandes		Medianas		Pequeñas		
Entradas			Ing	Utl	Ing	Utl	Ing	Utl	
	Ac	Correlación de Pearson		0,642**	0,406**	0,724**	0,500**	0,518**	-0,04
Sig. (bilateral)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72		
Sm ^c		Ic a	Inf.	0,34	0,08	0,62	0,30	0,36	-0,39
		95 %	Sup.	0,93	0,76	0,82	0,69	0,66	0,58
Anc	Correlación de Pearson		0,793**	0,587**	0,281*	0,19	0,332**	-0,535**	
	Sig. (bilateral)		0,00	0,00	0,02	0,10	0,00	0,00	
	Sm ^c	Ic a	Inf.	0,54	0,44	0,11	0,03	0,13	-0,85
		95 %	Sup.	0,93	0,82	0,51	0,45	0,48	0,00
Cvt	Correlación de Pearson		0,929**	0,525**	0,830**	0,488**	0,789**	0,07	
	Sig. (bilateral)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	
	Sm ^c	Ic a	Inf.	0,89	0,20	0,72	0,25	0,70	-0,06
		95 %	Sup.	0,98	0,83	0,90	0,65	0,85	0,22
Gss	Correlación de Pearson		0,872**	0,775**	0,631**	0,283*	0,589**	-0,375**	
	Sig. (bilateral)		0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	
	Sm ^c	Ic a	Inf.	0,68	0,41	0,51	0,10	0,40	-0,61
		95 %	Sup.	0,98	0,93	0,75	0,47	0,74	0,19
Go	Correlación de Pearson		0,867**	0,732**	0,632**	0,258*	0,502**	-0,241*	
	Sig. (bilateral)		0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	
	Sm ^c	Ic a	Inf.	0,69	0,43	0,48	0,10	0,33	-0,55
		95 %	Sup.	0,97	0,93	0,76	0,46	0,65	0,53
Gno	Correlación de Pearson		0,825**	0,276*	0,455**	0,08	0,407**	-0,226*	
	Sig. (bilateral)		0,00	0,03	0,00	0,49	0,00	0,04	
	Sm ^c	Ic a	Inf.	0,36	-0,06	0,28	-0,12	0,26	-0,73
		95 %	Sup.	0,97	0,69	0,62	0,34	0,56	0,11

Nota. * La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral). Sm: simulación de muestreo; Ic: intervalo de confianza; Inf: inferior; Sup: superior. c: La simulación de muestreo se basa en 1.000

muestras. Información obtenida con el programa IBM SPSS Statics versión 23. ** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de significación bilateral (*sig*) para las grandes compañías, las correlaciones entre las variables de entrada y la salida *Ing* se encuentran entre 0,642 y 0,929, mientras que entre las mismas entradas con la salida *Utl* se encuentran entre 0,276 y 0,775. Para las medianas compañías, las correlaciones entre las variables de entrada y la salida *Ing* se encuentran entre 0,281 y 0,830, mientras que entre las mismas entradas con la salida *Utl* se encuentran entre 0,08 y 0,50. Para las pequeñas compañías, las correlaciones entre las variables de entrada y la salida *Ing* se encuentran entre 0,332 y 0,789, mientras que entre las mismas entradas con la salida *Utl* se encuentran entre -0,535 y 0,07.

Como se puede notar, todas las correlaciones entre las entradas y la variable de salida *Ing* son significantes y positivas, razón por la que existe una alta probabilidad de que haya algún grado de relación o asociación entre las entradas y la salida *Ing*. Por otra parte, para la correlación entre las entradas y la salida *Utl*, en algunos casos el nivel de significancia es mayor que 0,05 y ciertos resultados son negativos, razón por la que no se consideró esta salida para el cálculo de la eficiencia. En virtud de los resultados de la correlación entre entradas y salidas, se decidió estimar la eficiencia tomando en cuenta las seis variables de entrada y como variable única de salida los ingresos.

Esta cantidad de variables cumple con la restricción para la aplicación del método DEA, puesto que el número total de variables (*inputs + outputs*) debe ser inferior en por lo menos tres veces al número de muestras estudiadas (Andersen & Petersen, 1993; Cooper et al., 2011). En este caso, la suma total de variables es siete y el número de muestra más pequeño de compañías estudiadas de acuerdo con la tabla 3 es de 56 grandes compañías en el 2017, cumpliéndose, por lo tanto, con la restricción para todas las muestras.

La eficiencia y análisis de sensibilidad

En las tablas 6, 7 y 8 se muestran los cambios del porcentaje de compañías eficientes de acuerdo con los escenarios analizados. Los escenarios que evidencian el mayor impacto en la disminución del promedio de compañías eficientes son el 4, 5, 6 y 7. Esto significa que las variables de entrada más sensibles al cambio de eficiencia en los diferentes tamaños de compañías son *Cvt*, *Go*, *Gss* y *Gno*, mientras que las variables de entrada que generan menos cambios en la eficiencia son *Ac* y *Anc*.

Tabla 6.*Porcentaje de compañías grandes eficientes.*

Escenario	Año						Promedio
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
4	26%	15%	19%	13%	11%	26%	18%
6	27%	34%	37%	31%	17%	32%	30%
5	31%	27%	32%	24%	27%	37%	30%
2	29%	35%	37%	31%	32%	37%	34%
3	34%	34%	29%	35%	29%	44%	34%
7	31%	35%	31%	35%	31%	50%	36%
1	37%	44%	44%	39%	35%	56%	43%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7.*Porcentaje de compañías medianas eficientes.*

Escenario	Año						Promedio
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
4	15%	22%	7%	10%	16%	18%	15%
6	36%	27%	16%	15%	26%	27%	25%
7	27%	29%	33%	16%	27%	40%	29%
5	33%	30%	33%	22%	30%	38%	31%
2	33%	30%	38%	19%	29%	38%	31%
3	34%	33%	37%	21%	32%	44%	34%
1	41%	38%	47%	23%	38%	53%	40%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8.*Porcentaje de compañías pequeñas eficientes.*

Escenario	Año						Promedio
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
4	13%	16%	11%	5%	16%	21%	14%
6	20%	27%	18%	30%	23%	17%	22%
5	18%	23%	27%	28%	27%	38%	27%
3	26%	20%	23%	29%	28%	37%	27%
2	23%	26%	29%	30%	32%	32%	29%
7	20%	29%	18%	28%	34%	40%	28%
1	28%	32%	32%	40%	37%	51%	37%

Fuente: elaboración propia.

Actividades que influyen en la innovación

En las figuras 3, 4 y 5 se muestra el comportamiento de las actividades de innovación en las compañías de manufactura de Pichincha de acuerdo con su tamaño. Por un lado, se indica el porcentaje de compañías que realizan una actividad de innovación específica y, por otro, en la misma figura, se revela el porcentaje de los gastos que se dedican a cada una de las actividades de innovación.

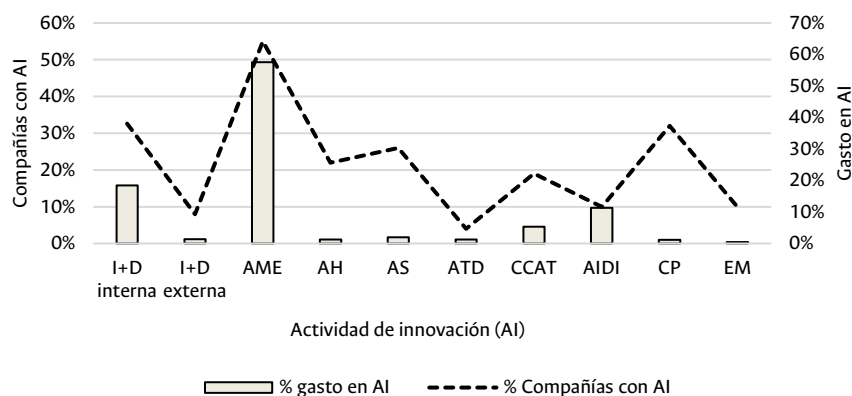


Figura 3. Actividades de innovación de las grandes compañías y dedicación de gastos. I+D interna: investigación y desarrollo con fondos de la empresa; I+D externa: investigación y desarrollo con fondos externos a la empresa; AME: adquisición de maquinaria y equipo; AH: adquisición de *hardware*; AS: adquisición de *software*; ATD: adquisición de tecnología desincorporada; CCAT: contratación de consultorías y asistencia técnica; AIDI: actividades de ingeniería y diseño industrial; CP: capacitación del personal; EM: estudios de mercado.

Fuente: elaboración propia con base en INEC (2014).

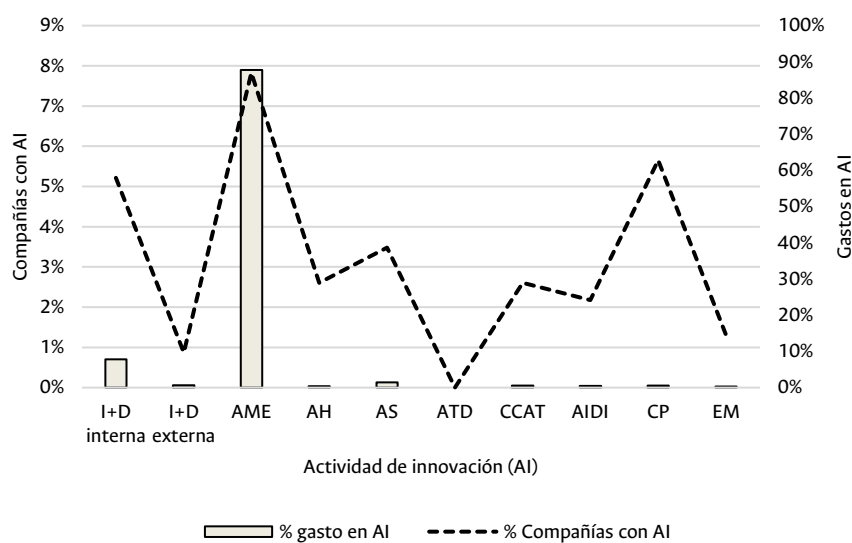


Figura 4. Actividades de innovación de las compañías medianas y dedicación de gastos. I+D interna: investigación y desarrollo con fondos de la empresa; I+D externa: investigación y desarrollo con fondos externos a la empresa; AME: adquisición de maquinaria y equipo; AH: adquisición de *hardware*; AS: adquisición de *software*; ATD: adquisición de tecnología desincorporada; CCAT: contratación de consultorías y asistencia técnica; AIDI: actividades de ingeniería y diseño industrial; CP: capacitación del personal; EM: estudios de mercado.

Fuente: elaboración propia con base en INEC (2014).

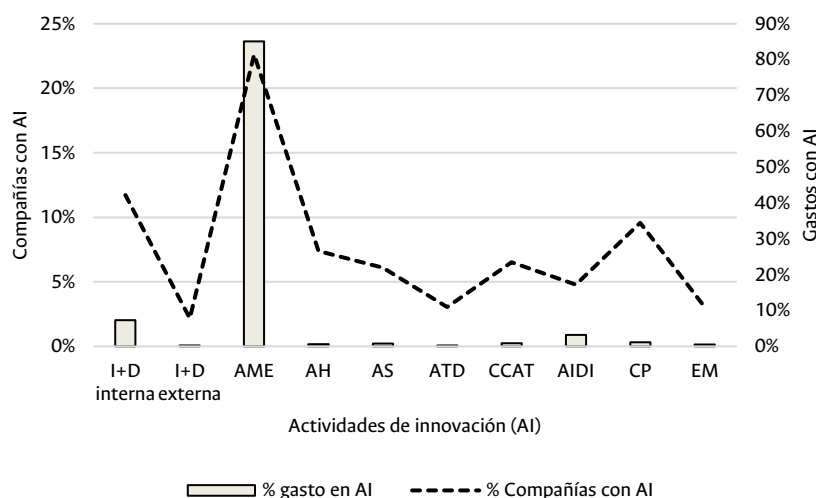


Figura 5. Actividades de innovación de las pequeñas compañías y dedicación de gastos. I+D interna: investigación y desarrollo con fondos de la empresa; I+D externa: investigación y desarrollo con fondos externos a la empresa; AME: adquisición de maquinaria y equipo; AH: adquisición de *hardware*; AS: adquisición de *software*; ATD: adquisición de tecnología desincorporada; CCAT: contratación de consultorías y asistencia técnica; AIDI: actividades de ingeniería y diseño industrial; CP: capacitación del personal; EM: estudios de mercado.

Fuente: elaboración propia con base en INEC (2014).

Como se evidencia, las grandes compañías son las que porcentualmente realizan más actividades de innovación (AI), seguidas por las pequeñas y luego por las medianas. Además, independientemente del tamaño de la compañía, el sector de manufactura gasta su presupuesto dedicado a AI, primordialmente en adquisición de maquinaria y equipo, y en I+D interna.

Los resultados obtenidos de la regresión logística que explora la relación entre las AI que realizan las compañías de manufactura de Pichincha, entre 2012 y 2014, y los tipos de innovación realizadas se indican en la tabla 9. De acuerdo con la información de esta tabla, algunas actividades de innovación explican que las compañías hagan algún tipo de innovación, ya que la significación bilateral es menor que 0,05, lo que significa que existe una probabilidad cercana a uno de que exista

algún grado de relación o asociación entre las actividades de innovación y los tipos de innovación. Para los casos en que el nivel de significancia es mayor que 0,05, no existe tal relación.

Tabla 9.

Regresión logística para las compañías de manufactura.

Actividad de innovación	Tipos de innovación					
	Bien nuevo	Bien mejorado	Servicio nuevo	Servicio mejorado	Proceso nuevo	Proceso mejorado
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
I+D interna	0,000	0,007	0,338	0,969	0,004	0,266
I+D externa	0,111	0,536	0,998	0,908	0,175	0,039
Adquisición de maquinaria y equipo	0,000	0,000	0,850	0,029	0,000	0,000
Adquisición de hardware	0,614	0,147	0,065	0,231	0,554	0,416
Adquisición de software	0,070	0,026	0,034	0,647	0,639	0,054
Adquisición de tecnología desincorporada	0,951	0,120	0,316	0,961	0,157	0,315
Contratación de consultorías y asistencia técnica	0,875	0,605	0,137	0,967	0,298	0,200
Ingeniería y diseño industrial	0,085	0,549	0,664	0,772	0,435	0,000
Capacitación del personal	0,397	0,256	0,013	0,236	0,412	0,265
Estudios de mercado	0,097	0,442	0,745	0,468	0,192	0,671
Tamaño de la muestra	422	422	422	422	422	422
Pruebas ómnibus (Sm)	0,000	0,000	0,003	0,072	0,000	0,000
R ² Nagelkerke	0,301	0,242	0,286	0,139	0,284	0,471

Nota. Sig.: nivel de significancia bilateral. Sm: significación del modelo < 0,05. La variable dependiente al menos está explicada por una variable independiente. R² Nagelkerke: bondad de ajuste del modelo. Información obtenida con el programa IBM SPSS Statics versión 23.

Fuente: elaboración propia.

A la luz de los resultados de la tabla 9, se puede determinar lo siguiente:

- La I+D interna influye significativamente en la propensión a innovar en un bien nuevo y mejorado, y en un proceso nuevo.
- La adquisición de maquinaria y equipo influye significativamente en los cinco tipos de innovación, excepto en un servicio nuevo.
- La adquisición de *software* influye significativamente en la propensión a innovar en un bien mejorado y servicio nuevo.
- Las actividades de ingeniería y diseño industrial influyen significativamente en la propensión a innovar en un proceso mejorado.
- La capacitación del personal influye significativamente en la propensión a innovar en un servicio nuevo.

Discusión

En lo que respecta a la determinación de la eficiencia relativa de las compañías, se estimó el porcentaje de compañías eficientes, lo que admite hacer tres deducciones relevantes. La primera tiene que ver con la correlación positiva que existe entre el tamaño de empresa y el porcentaje de empresas eficientes, cuando se toman en cuenta en el análisis de sensibilidad todas las variables de entrada. Así se tiene que, en las grandes compañías, el promedio de compañías eficientes es 43%, en las medianas, 40% y en las pequeñas, 37%; esta correlación también se cumple cuando en el cálculo de la eficiencia se retira una a una las variables de entrada; por ejemplo, cuando se retira los costos de ventas, el porcentaje de compañías eficientes en orden descendente a su tamaño es de 18%, 15% y 14%, respectivamente. La segunda deducción es que existe evidencia de que, en las compañías de manufactura grandes, medianas y pequeñas, las variables *costo de ventas*, *gastos operativos*, *gastos en sueldos y salarios* y *gastos no operativos* son las más sensibles en el cambio de porcentaje de compañías eficientes. La tercera deducción es que hay variables de entrada que poco influyen en la eficiencia de las compañías, sin importar su tamaño; estas son los activos corrientes y activos no corrientes.

Por otro lado, se ha identificado que las actividades de innovación que ejecutan las compañías y aportan a la innovación de bienes, servicios y procesos son la I+D interna, adquisición de maquinaria y equipo, adquisición de *software*, actividades de ingeniería y diseño industrial, y capacitación del personal. Con estos resultados, tanto de las variables más sensibles que afectan a la eficiencia relativa, como de las actividades relevantes que aportan a la innovación, se realiza una comparación que se muestra en la tabla 10. Como resultado de este proceso, se observa que las variables que son sensibles para la estimación de la eficiencia resultan ser equivalentes a las actividades de innovación, ya que existe correspondencia en el detalle de los gastos de las cuentas de los estados financieros con los gastos de las actividades que aportan a algún tipo de innovación.

Tabla 10.

Equivalencia entre las variables sensibles de la eficiencia y las actividades de innovación.

Variables sensibles a la eficiencia		Actividades de innovación
Cuenta	Detalle del gasto	Detalle del gasto
Cvt	Compras Importaciones	Adquisición de maquinaria y equipos Adquisición de <i>software</i>
Go	Suministros y herramientas Materiales y repuestos Mantenimiento y reparaciones	
Gno	Gastos financieros	
Gss	Sueldos Salarios Honorarios profesionales	Capacitación del personal I+D interna Ingeniería y diseño industrial

Fuente: elaboración propia.

En consecuencia, se ha demostrado que la medida de la eficiencia relativa está relacionada con la medida de las actividades que contribuyen a la innovación en las compañías de manufactura, es decir, existe un fuerte vínculo entre las compañías eficientes y las innovadoras, tal como se representa en la figura 6.

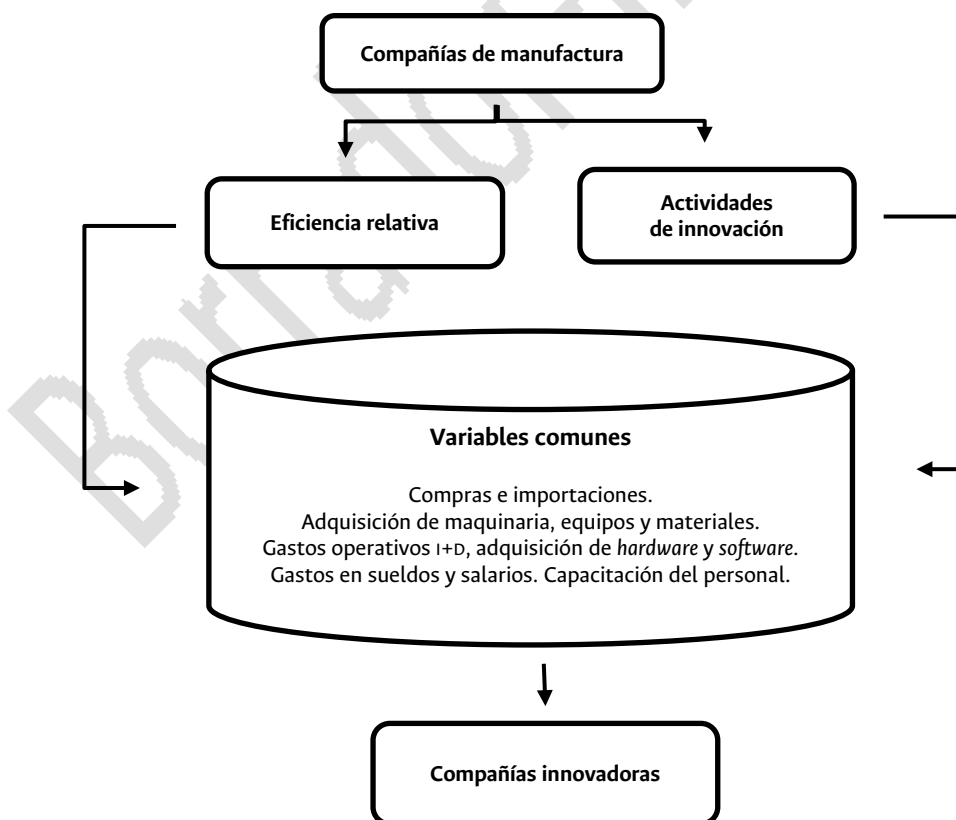


Figura 6. Relación de la eficiencia relativa con la innovación empresarial.

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, para que la eficiencia relativa sea considerada como indicador debe satisfacer las condiciones de pertinencia, confiabilidad y comparabilidad que se exige a la mayoría de indicadores (Lugones, 2010). Al respecto, la pertinencia alude a la capacidad de los indicadores de proporcionar a los usuarios (compañías, investigadores y responsables de la formulación de políticas) los elementos de juicio que estos requieren para analizar el presente y prever el futuro (WIPO, 2021); entonces, la eficiencia relativa como indicador cumple esta condición, ya que con los resultados periódicos de este indicador se pueden definir, revisar y evaluar estrategias y líneas de acción relacionadas con los procesos de innovación.

Con relación a la confiabilidad, característica asociada a la calidad de los indicadores, la eficiencia relativa como indicador está respaldada desde la teoría y es de fácil comprensión, ya que para su cálculo se utiliza como método el análisis envolvente de datos. Este método es muy utilizado en campos del conocimiento como la economía y la gestión (Paradi et al., 2018; Zhu, 2016), es robusto y se ejecuta con herramientas computacionales de fácil acceso, lo que facilita la replicabilidad en diferentes situaciones y con diferentes investigadores.

La tercera característica que se debe satisfacer por el indicador propuesto es la comparabilidad; a propósito, la eficiencia relativa de por sí es un indicador muy utilizado que permite comparar la eficiencia de los resultados de los procesos productivos de las organizaciones empresariales en diferentes periodos (Walheer, 2019), no solo respecto a sus tamaños (grandes, medianas o pequeñas), sino también en relación con la eficiencia a nivel macro entre diferentes sectores económicos dentro de las fronteras de un país y fuera de ellas (SuperCias, 2020b).

En consecuencia, la eficiencia relativa como indicador satisface las condiciones de pertinencia, confiabilidad y comparabilidad, y puede considerarse como un indicador para identificar las compañías innovadoras. Adicionalmente, el cumplimiento de estas condiciones aporta a disminuir el componente subjetivo que suelen tener los indicadores de innovación (Albornoz, 2009; Jiménez et al., 2017; Moyeda Mendoza & Arteaga García, 2016).

La contribución práctica de esta investigación radica en que, a diferencia de otros indicadores de innovación que se obtienen por encuestas y entrevistas a las compañías dependiendo del manual de innovación utilizado (Anlló et al., 2014), la eficiencia relativa se obtiene a partir de datos económicos y financieros que las compañías entregan en forma obligatoriamente a las instituciones gubernamentales de control (SuperCias, 2020a).

Por otro lado, la temporalidad del cálculo de la eficiencia relativa se presenta como ventaja, ya que los datos para el cálculo de los indicadores de innovación típicos los obtienen las instituciones públicas o privadas en espacios de tiempo que en la mayoría de los casos en ALC no son periódicos, debido generalmente a circunstancias políticas, sociales o logísticas de los países (Jiménez et al., 2017; Senescyt-Inec, 2015); en contraste, los datos para el cálculo de la eficiencia relativa se pueden

obtener anualmente, ya que las compañías presentan periódicamente sus informes económicos y financieros a las instituciones de control del gobierno ecuatoriano. En consecuencia, la eficiencia relativa como indicador sí responde a nuestra realidad y puede ser extensible a economías de la región de ALC, respondiendo así a la necesidad de estas economías de disponer sus propios indicadores de innovación.

Teniendo claro que la multidimensionalidad de la innovación permite que las compañías innovadoras pueden ser identificadas por más de un indicador, el aporte de esta investigación es una propuesta para analizarse en el espacio académico y empresarial con la perspectiva de ir ampliando el campo de estudio de la innovación en las organizaciones. Además, los resultados de este artículo pueden dar sustento técnico confiable a la creación de política pública, estrategias privadas y marcos normativos que incentivan la innovación en el tejido empresarial ecuatoriano, siendo extensible a otras economías contiguas de la región.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación fue determinar si la eficiencia relativa resultaría ser un indicador por el cual se puedan identificar las compañías innovadoras mediante la equivalencia entre los costos asociados a la eficiencia y los gastos dedicados a las actividades de innovación en las compañías de manufactura de Pichincha, Ecuador.

Para cumplir con el objetivo se aplicó una metodología dividida en dos etapas de procesamiento cuantitativo de datos: la primera consistió en determinar las variables económicas y financieras que más influyen en el mejoramiento de la eficiencia de las compañías; la segunda radicó en determinar qué relación existe entre las actividades de innovación y los diferentes tipos de innovación que realizan las compañías. Luego, en una tercera etapa, se constató si las variables que más aportan al mejoramiento de la eficiencia son las mismas que corresponden a las actividades que más influyen en la innovación.

Como resultados de la primera etapa en la que se procesó la información de las compañías de manufactura entre el período 2014 y 2019, mediante la técnica de análisis envolvente de datos, se determinó que, en las grandes compañías, el promedio de compañías eficientes es 43%, en las medianas, 40% y en las pequeñas, 37%. Esta eficiencia de las compañías disminuye a medida que se reduce su tamaño. Además, de seis variables consideradas en el cálculo de la eficiencia, cuatro: *costos de ventas*, *gastos operativos*, *gastos en sueldos y salarios* y *gastos no operativos*, influyen en forma determinante en el incremento del porcentaje de compañías eficientes; es decir, actividades empresariales como las compras de equipos, herramientas, materia prima, materiales, mantenimiento, reparaciones, y actividades de investigación y desarrollo aportan sustancialmente en el uso eficiente de su capacidad instalada y en la maximización de la explotación de la capacidad productiva de las compañías.

Por otro lado, con respecto a los resultados de la segunda etapa, en la que se aplicó el método de regresión logística a 422 compañías de manufactura que fueron parte de la encuesta nacional de innovación, se determinó que la ejecución de las actividades de innovación sí afectan de distinta manera a los diferentes tipos de innovación que las compañías realizan; además, la influencia en la capacidad innovadora sí depende del tamaño de la compañía. La compra de maquinaria, los equipos, la I+D interna, las actividades de ingeniería y diseño industrial, la adquisición de *software* y la capacitación al personal son las actividades de innovación con más relevancia en el aporte a la innovación en las compañías de manufactura.

Al sintetizar y comparar los resultados de las dos etapas, se concluye que, efectivamente, existen evidencias de que el mejoramiento de la eficiencia y capacidad de innovación están relacionadas en las compañías de manufactura de Pichincha, Ecuador, lo que significa que el mejoramiento en la eficiencia en la gestión de las actividades empresariales mejoraría sustancialmente la capacidad de innovación de las compañías. Por lo tanto, la eficiencia relativa puede ser considerada como un indicador complementario en economías de ALC, con respecto a los indicadores propuestos por manuales o reportes globales de indicadores de innovación.

Por consiguiente, el indicador propuesto no solo aporta para determinar el posicionamiento de las compañías respecto a la innovación, sino que, una vez reconocidas las variables críticas que conectan la eficiencia con la innovación, contribuye en la práctica con conocimiento para generar un abanico de posibilidades con respecto a las estrategias que las compañías deberían tomar en cuenta en sus planes de gestión, facilitando el cumplimiento de sus objetivos de mejora de competitividad y sostenibilidad de sus productos en los mercados.

Esta investigación jugará un papel fundamental en los cambios que se vayan produciendo con respecto a la identificación de compañías innovadoras, pues su contribución reside en proponer a la eficiencia relativa como un indicador adicional en la identificación de las compañías que innovan, complementando la información que se pueda obtener con otras técnicas planteadas por los manuales de innovación.

Una de las limitaciones de esta investigación ha sido no disponer de datos más actualizados sobre la innovación en el Ecuador, ya que la última encuesta sobre el tema se realizó en 2014. No obstante, la información de la encuesta ha sido muy útil, más aun considerando que los cambios que producen innovación en las compañías en economías de la región ALC requieren algunos años para evaluar sus resultados (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2016; OCDE, 2016). Con respecto a los próximos pasos, este artículo abre un conjunto de posibilidades a investigaciones futuras relacionadas con la eficiencia y la innovación en sectores como la minería, la agricultura y el comercio, que también son importantes en la actividad económica del Ecuador.

Declaración de conflicto de interés

Los autores no manifiestan conflictos de intereses institucionales ni personales.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Barceló, J. G., & Higuera-Cota, F. (2019). Los retos en la gestión de la innovación para América Latina y el Caribe: un análisis de eficiencia. *Revista CEPAL*, 127, 1-20.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/44570-retos-la-gestion-la-innovacion-america-latina-caribe-un-analisis-eficiencia>
- Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *CTS: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 5(13), 9-25.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92415269002>
- Allison, P. D. (2012). *Logistic Regression Using SAS: Theory and Application* (2nd ed.). SAS Press.
- Álvarez Pinilla, A. (2013). *La medición de la eficiencia y la productividad (Measuring efficiency and productivity)*. Economía y Empresa.
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261-1264.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Anlló, G., Crespi, G. A., Lugones, G., Suárez, D., Tacsir, E., & Vargas, F. (2014). Manual para la implementación de encuestas de innovación. In *Banco Interamericano de Desarrollo* (Issue September). <http://publications.iadb.org/handle/11319/6638>
- Araujo, G., & Alves, L. (2015). Organizações Inovadoras e Sustentáveis. *Encontro Internacional Sobre Gestao Empresarial e Melo Ambiente*, 2, 14.
https://www.researchgate.net/publication/313236865_ORGANIZACOES_INOVADORAS_E_SUSTENTAVEIS
- Ayaviri, D., & Quispe, G. (2011). Medición de la eficiencia asignativa mediante el análisis envolvente de datos en los municipios de Bolivia: caso municipios de Potosí. *Perspectivas*, 14(28), 137-169. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n28/n28a07.pdf>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. . W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Bos, J., Lamoen, R., & Sanders, M. (2016). Producing Innovations: Determinants of Innovativity and Efficiency. In J. Aparicio, C. A. K. Lovell, & J. T. Pastor (Eds.), *Advances in Efficiency and Productivity* (Vol. 249, Issue February 2018, pp. 227-248). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-48461-7>
- Cachanosky, I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, 9(2), 51-80.
<http://www.hacer.org/pdf/ICachanosky00.pdf>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social*. CEPAL.
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40863/1/S1601309_es.pdf
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 3(4), 339. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Cooper, W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. En W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (2nd ed., Vol. 139, pp. 1-39). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8>
- Cordero, J. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España* [Universidad de Extremadura].
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1488>
- Del Carpio Gallegos, J. F., & Miralles, F. (2019). Análisis cualitativo de los determinantes de la innovación en una economía emergente. *Retos*, 9(17), 161-175.
<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.10>
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferreira, J. J. M., Teixeira, S. J., & Rammal, H. G. (2021). State of the Art. In *Technological Innovation and International Competitiveness for Business Growth* (pp. 1-14). Palgrave Macmillan.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-51995-7_1
- Garson, D. G. (2014). *Logistic Regression: Binary and Multinomial*. Statistics Associates Publishing.
- González-Araya, M., & Valdés, N. (2009). Metodo de selección de variables para mejorar la discriminación en el análisis de eficiencia aplicando modelos DEA. *Ingeniería Industrial*, 2(8), 45-56. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/74>
- Hall, B. H. (2011). Using productivity growth as an innovation indicator. In *Report for the High Level Panel on Measuring Innovation*, DG Research, European Commission.
https://eml.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH11_EC_DGR_prod_innov_Oct.pdf
- Harrel, F. E. (2015). Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. In *Statistical Methods in Medical Research* (2nd ed., Issue 5). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19425-7>
- Hilbe, J. (2015). *Practical Guide to Logistic Regression*, 71. CRC Press.
<https://doi.org/10.18637/jss.v071.b03>
- Hongkuan, L., Haiyan, H., Jiefei, S., & Jingjing, C. (2019). Innovation efficiency of semiconductor industry in China: A new framework based on generalized three-stage DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 66, 136-148. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.07.007>
- Ibujés-Villacís, J. (2019). La eficiencia técnica de las medianas empresas de manufactura de Quito. *Debates Sobre Innovación. XVIII Congreso Latinoamericano de Gestión Tecnológica*, 3(1), 1126-1141.
<https://economiaeinovacionuamx.org/revista/secciones/articulos/7>

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2014). *Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación-ACTI*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Ecuador En Cifras. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-actividades-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-acti/>
- Jaramillo, H., Lugones, G., & Salazar, M. (2001). Manual de Bogotá. Normalización de indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Ricyt, Oea, Cytcd, Colciencias/Ocyt, 102.
- Jiménez, L., Acevedo, N., & Rojas, M. (2017). Medición de la innovación en Colombia. *En-Contexto*, 5(6), 165-183. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551857514007>
- Kim, M. K., Park, J. H., & Paik, J. H. (2018). Factors influencing innovation capability of small and medium-sized enterprises in Korean manufacturing sector: facilitators, barriers and moderators. *International Journal of Technology Management*, 76(3/4), 214-235. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2018.10012461>
- Kleinbaum, D., & Klein, M. (2010). *Logistic Regression: A Self-Learning Text* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1742-3>
- Lohr, S. L. (2019). Simple Probability Samples. En *Sampling. Design and Analysis* (2nd ed., pp. 25-72). CRC Press.
- Lugones, G. (2010). *Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de innovación*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Lundvall, B.-A. (2010). Toward a New Approach to National Systems of Innovation. En *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 21-96). Anthem Press. <https://doi.org/10.7135/UPO9781843318903>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (Mipro). (2021). *Cifras de industrias*. Gobierno del Ecuador. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Presentación-Industria-Junio-2021.pdf>
- Moyeda Mendoza, C., & Arteaga García, J. C. (2016). Medición de la innovación, una perspectiva microeconómica basada en la ESIDET-MBN 2012. *Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 7(1), 38-57.
- Nakamori, Y. (2020). Innovation Theory. In *Knowledge Construction Methodology. Fusing Systems Thinking and Knowledge Management* (pp. 1-18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9887-2_5
- Nelson, R. R. (1993). Technical Innovation and National Systems. En *National innovation systems. A comparative analysis* (pp. 3-27). Oxford University Press.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) . (2016). *Startup América Latina: Promoviendo la innovación en la región*. In *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202320-es>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) . (2015). *Frascati Manual 2015. Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) & Eurostat. (2005). Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting innovation Data. In *Research Handbook on the European Union and International Organizations* (3rd ed.). OECD.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) & Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (4th ed., Issue October). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Ott, R. L., & Longnecker, M. (2016). Inferences About Population Central Values. En *An Introduction to Statistical Methods & Data Analysis* (Seventh, pp. 232-299). Cengage Learning.
- Paradi, J. C., Sherman, H. D., & Tam, F. K. (2018). *Data Envelopment Analysis in the Financial Services Industry*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69725-3>
- Puertas, R., Marti, L., & Guaita-Martinez, J. M. (2020). Innovation, lifestyle, policy and socioeconomic factors: An analysis of European quality of life. *Technological Forecasting and Social Change*, 160(May), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120209>
- Quindós, M. del P., Rubiera, F., & Vicente, M. R. (2003). Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias. *Rect@*, 11(1), 21.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to Data Envelopment Analysis*. Sage Publications, Inc.
- Samoilenko, S., & Osei-Bryson, K.-M. (2022). A Hybrid DEA/DM-based DSS for Productivity-Driven Environments. In *Quantitative Methodologies using Multi-Methods* (pp. 87-104). Routledge. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9463-8_13
- Santos, J., Negas, E., & Cavique, L. (2013). Introduction to Data Envelopment Analysis. In *Efficiency Measures in the Agricultural Sector* (1st ed., Issue January, p. 16). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5739-4>
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt-Inec). (2015). *Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación*. Senescyt-Inec. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia-ACTI/2012-2014/presentacion_ACTI.pdf
- Serrano-Cinca, C., Fuertes-Callén, Y., & Mar-Molinero, C. (2005). Measuring DEA efficiency in Internet companies. *Decision Support Systems*, 38, 557-573. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2003.08.004>
- Sherman, D., & Zhu, J. (2006). *Service Productivity Management. Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)*. Springer. <https://doi.org/10.1007/0-387-33231-6>
- Shiuh-Nan, H., Hsuan-shih, L., & Zhu, J. (2016). *Handbook of Operations Analytics Using Data Envelopment Analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7705-2>

- Sueyoshi, T., & Goto, M. (2018). *Environmental Assessment on Energy and Sustainability by Data Envelopment Analysis* (1st ed.). John Wiley & Sons Ltd.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). (2018). *Panorama de la industria manufacturera en el Ecuador*. Dirección Nacional de Investigación y Estudios.
<https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2018/09/Panorama-de-la-Industria-Manufacturera-en-el-Ecuador-2013-2017.pdf>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). (2020a). *Consulta y recepción de estados financieros*. Recepción Estados Financieros.
https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldedocumentos/consulta_cia_param.zul
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). (2020b). *La eficiencia de las empresas manufactureras en el Ecuador*. In *Investigación y estudios sectoriales*.
https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/eficienciamanufactura_FINAL.pdf
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). (2020c). *Portal de Información*. Portal de Información Del Sector Societario.
https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/PortalInformacion/sector_societario.html
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). (2020d). *Ranking de compañías*. Ranking Empresarial Del Ecuador. <https://appscvsconsultas.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- Szczepańska-Woszczyzna, K. (2021). Innovation and Innovativeness. Determinants of the Innovativeness of an Organisation. In *Management Theory, Innovation and Organisation* (pp. 95-140). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003057123>
- Thabet, S. (2021). Indicators – The Complexity of Innovation Indicators. En D. Uzunidis, F. Kasmi & L. Adatto (Eds.), *Innovation Economics, Engineering and Management Handbook 1* (pp. 189-194). Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119832492.ch22>
- Tidd, J., & Bessant, J. (2018). Innovation Management Challenges: From Fads To Fundamentals. *International Journal of Innovation Management*, 22(05), 1-13.
<https://doi.org/10.1142/s1363919618400078>
- Villarroel, C., Cabrales, F., Fernández, A., & Godoy, I. (2017). Indicadores de innovación y emprendimiento aplicados a la triple hélice en la región de Arica y Parinacota, Chile. *Interciencia*, 42(11), 719-726.
- Walheer, B. (2019). Malmquist productivity index for multi-output producers: An application to electricity generation plants. *Socio-Economic Planning Sciences*, 65(February), 76-88.
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.02.003>
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2021). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. In S. Dutta, L. Rivera León, & S. Wunsch-Vincent (Eds.), *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual* (14th ed.). WIPO.
<https://doi.org/10.34667/tind.44315>

- Zanda, S. (2018). The Compatibility of Effectiveness and Efficiency: The Pillars of Barnard's Theory of Cooperation. In *Building Efficient Management and Leadership Practices, Innovation, Technology, and Knowledge Management* (pp. 109-128). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60068-0_8
- Zawislak, P. A., Fracasso, E. M., & Tello-Gamarra, J. (2018). Technological intensity and innovation capability in industrial firms. *Innovation & Management Review*, 15(2), 189-207. <https://doi.org/10.1108/inmr-04-2018-012>
- Zhu, J. (2016). *Data Envelopment Analysis. A Handbook of Empirical Studies and Applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7684-0>

Borrador-Innovar

Capítulo 4. Conclusiones

Esta tesis doctoral aborda el problema de la falta de capacidad de innovación en la industria de manufactura ecuatoriana. Específicamente en las pymes, la consecuencia de esa incapacidad ha sido la poca competitividad en los mercados debido a un conjunto de problemas surgidos a partir de la globalización de la economía, tales como: ausencia de planificación a mediano y largo plazo, empleo de metodologías de producción inadecuadas, falta de mano de obra calificada, falta de conocimiento de mercados potenciales, entre otros.

Actualmente, muchos de esos problemas están relacionados con el desconocimiento del aporte de factores como la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación al desempeño financiero. En tal virtud, con el afán de explorar la gestión empresarial enfocada en determinar los factores relevantes para realizar innovación e impulsar la competitividad de la industria de la manufactura, esta investigación se planteó como objetivo general: “Explicar la contribución de la gestión del conocimiento a las capacidades de innovación y al desempeño financiero a las medianas empresas (MEs) de manufactura de Pichincha”. Para cumplir con este objetivo general se plantearon cuatro objetivos específicos (OE), que fueron cubiertos consecutivamente en cuatro fases de investigación.

La metodología aplicada en la investigación tiene un diseño de método mixto denominado diseño secuencial exploratorio, que permitió combinar conceptos, enfoques y técnicas de investigación cualitativos y cuantitativos, mediante la triangulación metodológica y de datos, en plena concordancia con los objetivos específicos de la investigación.

La triangulación tuvo la intención de explorar el problema de la falta de innovación mediante un estudio cualitativo a un grupo de organizaciones empresariales, para posteriormente, con el estudio cuantitativo, expandir el entendimiento del problema con una muestra mayor de organizaciones para poder efectuar generalizaciones. Como resultado global de la investigación se logró comprender el problema y estructurar con amplitud, profundidad e integridad una propuesta de gestión de la innovación en las organizaciones empresariales.

El primer objetivo de la investigación consistió en lograr una comprensión teórica sobre los factores que permiten explicar la falta de innovación en la industria ecuatoriana. Para ello se analizó, en primer lugar, a la organización desde un nivel macro. Las conclusiones más importantes sobre la organización que favorece la innovación son las siguientes:

4.1 El nivel macro de la organización

La organización como sistema es la más próxima a describir lo que las organizaciones actuales enfrentan: complejidad, cambio constante e incertidumbre. La gestión de una organización sistémica dada por su composición multidimensional e interacción entre sus componentes es equivalente a la gestión de un sistema complejo, por lo que la gestión de una organización implica la gestión de un conjunto de diferentes interacciones de elementos internos y externos que influyen al mismo tiempo como causa y efecto, indistintamente.

La capacidad de innovar, permanecer y crecer de una organización se ve facilitada cuando una organización opera en la frontera entre dos extremos: el orden y el caos, y se adapta de manera continua a su entorno económico, político y social, manteniendo un equilibrio dinámico entre los dos extremos.

La organización multidimensional implica que cada dimensión —la material o física, la humana o de las personas, la tecnológica y procesos, la política o del poder, y la simbólica o cultural— contiene un conjunto de propiedades y variables relevantes en la gestión empresarial, las mismas que en forma inductiva han sido agrupadas en subcategorías y categorías principales para facilitar la explicación teórica de la gestión de la innovación en las organizaciones empresariales.

Respecto a la situación actual de acceso y uso de las TIC en la sociedad ecuatoriana, los indicadores más relevantes que reflejan su estado son los siguientes:

- a. La inversión pública en reducir el analfabetismo digital en Ecuador ha ido disminuyendo desde 2010. El analfabetismo digital es del 10,5 %, y baja aproximadamente 1 % cada año (INEC, 2017); es decir, si no se aumentan las políticas de inversión para mejorar el acceso de la población a las TIC no se podrá eliminar la brecha digital en la sociedad ecuatoriana.
- b. Con respecto al uso de las TIC por género, existe un crecimiento sostenido del uso del teléfono celular, computador e internet en hombres y mujeres mayores a cinco años de edad. De continuar con esta tendencia creciente, se podría ir fortaleciendo la generación de iguales oportunidades educativas, culturales y laborales, y fomentar el empoderamiento de las mujeres en diferentes actividades económicas.
- c. El uso de internet para educación, aprendizaje y actividades laborales ha ido disminuyendo desde 2009, y se pronostica una tendencia decreciente para 2021.

- d. La tendencia de algunos indicadores de la SI sintoniza con el logro de algunas metas de los ODS 4, 5, 8 y 9; mientras que otros indicadores requieren un fuerte impulso para cambiar la tendencia y lograr su meta asociada; por otro lado, la necesidad de que los diferentes actores de la sociedad ecuatoriana se comprometan a trabajar a partir de las potencialidades del uso de las TIC en actividades educativas y laborales.

En relación con el estado actual de las variables asociadas a las ACTI, los hallazgos más relevantes son los siguientes:

- a. Para desarrollar procesos de innovación se requiere importantes inversiones en I+D. Se constató que existe una enorme diferencia en los presupuestos que se dedican a esas inversiones entre los países de fuertes economías y que ocupan posiciones altas en el *ranking* mundial de innovación, versus la región de ALC.
- b. En Ecuador, según las cifras gubernamentales, las inversiones en actividades de innovación alcanzaron en 2014 aproximadamente el 2 % del PIB, de los cuales apenas el 1,9 % se dedica a inversión en I+D. Se pronosticó una pequeña tendencia al crecimiento para 2018, porcentaje todavía pequeño comparado con inversiones de otras economías de la región. Esta situación obliga a los gobiernos a incorporar en sus planes de desarrollo un conjunto de políticas enfocadas en fortalecer la I+D, actividades de ciencia y tecnología, y actividades de innovación.
- c. Existen algunos desafíos que la industria ecuatoriana debe superar para encaminarse en procesos de innovación, estos están relacionados con la mejora del talento humano, propuesta de políticas públicas más inclusivas respecto al uso de nuevas tecnologías y realizar cambios organizacionales que flexibilicen sus estructuras y culturas organizacionales.
- d. Con respecto a las metas relacionadas con el ODS 9, existen importantes esfuerzos tanto en la academia por aumentar el número de investigadores e incrementar la investigación científica, como en los sectores industriales por aumentar el acceso a las TIC y mejorar la capacidad tecnológica para desarrollar innovaciones.

4.2 El nivel meso de la organización

Con respecto al nivel meso de la organización, esta investigación ha indagado con amplitud y profundidad el estado actual de las compañías del sector comercial (SC) y del sector de manufactura (SM). El conocimiento obtenido de esta exploración está relacionado con las

variables de las dimensiones humana y tecnológica que han sido evaluadas mediante indicadores asociados a la sociedad de la información.

La dimensión humana es uno de los componentes críticos del sistema nervioso organizacional, toda vez que es el ser humano quien da valor agregado a bienes y servicios en un espacio diverso y complejo como la organización, donde la comunicación, clima, cultura y gestión del conocimiento son factores que inciden en procesos como la innovación empresarial para mejorar la productividad y competitividad de las empresas.

En lo que respecta a los indicadores más relevantes de la dimensión humana en las MEs, los hallazgos más relevantes se encuentran en torno a la rotación del personal y a la importancia que los directivos y los trabajadores dan a la capacitación en el manejo de nuevas tecnologías. Así, con respecto a la permanencia del personal en las compañías, el 52 % de estas tienen empleados que trabajan por más de cinco años y menos del 10 % no llegan a cumplir seis meses. Sobre proporcionar conocimiento y habilidades a su plantilla, aproximadamente el 50 % de las compañías están interesados en la capacitación de su equipo en el manejo de las TIC, a pesar de que casi la totalidad de los directivos de las compañías reconocen la importancia que tiene el uso de las nuevas tecnologías en la gestión empresarial.

En cuanto a la percepción de los trabajadores sobre el apoyo de las TIC a las actividades productivas diarias, la mayoría de compañías consideran que los usos de estas tecnologías han mejorado su productividad. De hecho, el 66,2 % de compañías opinan que las TIC les ha permitido aprovechar nuevas oportunidades de negocios. Como corolario sobre la dimensión humana se puede mencionar que es importante fortalecer el aporte de los individuos de las MEs a partir de sus conocimientos y capacidades profesionales, en la perspectiva de formar organizaciones empresariales inteligentes que permitan fortalecer ventajas competitivas para generar procesos de innovación tecnológica.

En lo que respecta a la dimensión tecnológica, las conclusiones más relevantes obtenidas de las compañías medianas de comercio y manufactura se sintetizan a continuación:

- a. Las MEs incursionan en forma progresiva en el uso de las TIC para fortalecer su gestión empresarial, y cada vez sus retos se enfocan en operar de manera más eficiente con sus recursos tecnológicos, situación que en el futuro les podría servir para mejorar su nivel de productividad y competitividad local e internacionalmente.
- b. El 100 % de MEs han incorporado las TIC en su gestión, sin embargo, su uso no está totalmente generalizado en los diferentes procesos productivos. El 65 % de compañías

consideran indispensable para su trabajo el uso de las TIC, específicamente con respecto al uso del computador; el 76,1 % de compañías lo utilizan en toda la jornada laboral.

- c. Pocos departamentos al interior de las compañías han incorporado las TIC en sus actividades empresariales; así, el mayor porcentaje de MEs utilizan aplicaciones informáticas relacionadas con la contabilidad, ofimática y facturación. Áreas dedicadas a la gestión de almacenes y clientes, planificación empresarial o logística las han incorporado con menor intensidad en su operación cotidiana.
- d. Todas las MEs tienen acceso a la red Internet, sin embargo, no todas tienen presencia en la web. Las MEs utilizan este recurso en forma cotidiana para el correo electrónico y para transacciones bancarias; en tanto que las actividades en que menos se usa el internet es para la contratación de personal y comercio electrónico. Esta situación evidencia que entre los desafíos que tienen estas compañías está el ampliar su uso para ampliar la cobertura de sus negocios y encontrar nuevas alternativas para interactuar con clientes y proveedores.

4.3 Contribución de la GC a la innovación tecnológica en la industria ecuatoriana

La tecnología como recurso es un activo tangible primordial en la gestión de las organizaciones enfocadas en la innovación. Por otro lado, los hallazgos del estudio exploratorio muestran que el conocimiento, tanto tácito como explícito, es un activo intangible primordial para la gestión de las organizaciones que se enfocan en realizar innovaciones, tanto de procesos como de productos (Hacker, 2017; Husain & Ermine, 2021; Marulanda et al., 2016).

Por lo tanto, el conocimiento es una capacidad que requiere ser gestionada y demanda el uso de metodologías y prácticas que le permitan a la organización realizar innovación. Se entiende a la gestión del conocimiento como un conjunto de procesos diferentes y relacionados entre sí, que comparten métodos y técnicas relacionados con su creación, almacenamiento, recuperación, transferencia e implementación en las organizaciones (Alavi & Leidner, 2001; Calvo, 2018; Durmic, 2017; Edwards, 2015; Medina Nogueira et al., 2019).

Entre las metodologías y prácticas de la gestión del conocimiento se encuentran la inteligencia competitiva, considerada como un proceso avanzado de vigilancia tecnológica. Se encontró que la inteligencia competitiva consta de dos facetas principales: por un lado, el uso de fuentes legalmente y éticamente identificadas, localizadas y accedidas (no necesariamente publicadas) para obtener datos sobre la competencia, las condiciones ambientales, las tendencias y los escenarios; y, por otro lado, la transformación por análisis de esos datos en información

utilizable que puede apoyar a la toma de decisiones (April, 2006; Gorla, 2017; Håkansson & Nelke, 2015; Reginato & Gracioli, 2012).

Respecto a la I+D, para la CEPAL (2016a) los costos que se dedican a la I+D en ALC son el 2,8 % del gasto mundial en este rubro, un porcentaje que resulta pequeño comparado con la inversión que dedican las economías desarrolladas. En Ecuador se determinó que las inversiones en innovación entre 2009 y 2014 tuvieron un crecimiento promedio anual de 13,4 % y alcanzó el 2 % del PIB no petrolero en el último año de ese período (SENESCYT-INEC, 2015). Como referencia interesante, en 2014, las empresas innovadoras ecuatorianas representaron un 54,5 %, siendo las más innovadoras las del sector servicios (26,4 %) seguidas por el de manufactura (14,2 %).

4.4 Factores determinantes de la gestión de la innovación en la industria

En consonancia con los resultados de la comprensión teórica, la organización está conformada por un conjunto de dimensiones organizacionales que interactúan en forma sistémica para gestionar la innovación. En esta investigación se ha propuesto un modelo de gestión de innovación en las organizaciones empresariales basado en la interacción de las variables que conforman el espacio organizacional. Esta interacción de variables ha dado lugar a la conformación de categorías y subcategorías con sus correspondientes propiedades e ítems de valoración, componentes que han sido obtenidos luego de la aplicación de los conceptos teóricos en las medianas empresas de manufactura de Pichincha. Las conclusiones más importantes son las siguientes:

- a. El modelo explicativo de gestión de la innovación propuesto para el ámbito empresarial requiere la comprensión teórica de tres categorías principales o constructos: gestión del conocimiento (GC), capacidades de innovación (CI) y desempeño financiero (DF), cada una con sus respectivas subcategorías, propiedades e ítems de valoración.
- b. La GC se encuentra representada y explicada en orden de importancia por las políticas y estrategias, estructura organizacional, tecnología, personas, sistemas de incentivos, cultura organizacional y comunicación. Los aportes más relevantes que la GC aportaría son: toma de decisiones en forma oportuna; experimentar nuevos modelos de trabajo y negocio; uso eficaz y eficiente de la tecnología; trabajo en equipo y sinergia entre el personal; cultura de confianza, respeto y apoyo a la compartición de nuevas ideas; explotación permanente del trabajo tácito; acceso oportuno al conocimiento explícito; y, adaptación a las nuevas realidades del entorno.

- c. Entre las barreras más relevantes que dificultan la GC son: bajo nivel educativo del personal; estructuras organizacionales muy piramidales; deficiente nivel de comunicación formal e informal; falta de motivación hacia el aprendizaje; metodología de trabajo no enfocada en el conocimiento; falta de planificación en el relevamiento generacional de los directivos; poca visión de los directivos sobre las ventajas de la GC; fallas en las alianzas entre empresa, Estado y universidad; falta de espacios y tiempos para el intercambio de conocimientos; y, bajo nivel de empoderamiento del personal.
- d. Las CI están conformadas y explicadas por la capacidad de investigación y desarrollo, capacidad de gestión, disponibilidad de recursos, gestión de talento humano, habilidades del personal y capacidad tecnológica. Los aportes más relevantes con respecto a la contribución de las CI son: incremento en la calidad y desarrollo de nuevos productos; incremento de las ventas; reducción de desperdicios; optimización de procesos de manufactura, logística y comerciales; incremento de maneras de la atención al cliente; y, reducción de costos e incremento de la eficiencia.
- e. Las barreras que dificultan el desarrollo de las CI son: bajo presupuesto para actividades de innovación; falta de planificación en el uso de recursos para innovación; altos costos de personal especializado; estructura organizacional y procesos rígidos; falta de personal capacitado en el uso de nuevas tecnologías; falta de visión sobre los beneficios de la innovación; falta de políticas públicas de apoyo a la industria; dificultad para importar insumos y equipos; falta de capacitación en el manejo de nuevas tecnologías; altos impuestos en los procesos de fabricación y comercialización; restricción de créditos financieros para el sector industrial; falta de alianzas con compañías y gremios afines; insuficiente capital intelectual; aprovechamiento deficiente del *know how*; y, deficiente y obsoleta infraestructura tecnológica.
- f. El DF está constituido y explicado por las ventas y los costos. Las ventas están explicadas por su porcentaje de incremento o reducción; la participación en nuevos mercados; la ampliación de los canales de comercialización; la conformación de redes de proveedores; la reputación de la marca; y, la satisfacción del cliente. Por otra parte, los costos están explicados por la relación beneficio-costos; la reducción de costos; la optimización de procesos; el incremento de la calidad; la reducción de tiempos de entrega; y, la eficiencia en la producción.
- g. Los hallazgos del estudio cualitativo responden a la primera pregunta de investigación y contribuyen de manera empírica a la visión sistémica de la gestión de la innovación

en la industria de manufactura, contribución que con determinadas variaciones en cuanto a la jerarquización de las subcategorías puede ser ampliada a otros tamaños de compañías de esta industria u otros sectores de la economía ecuatoriana.

4.5 Evaluación de la relación entre categorías principales

Las conclusiones que se pueden obtener de la evaluación de la relación entre los constructos que forman el modelo de gestión de la innovación en las compañías de manufactura son las siguientes:

- a. Se determinó cuantitativamente que la subcategoría más importante dentro de la gestión del conocimiento es la cultura organizacional, mientras que menos importante resultó el sistema de incentivos que recibe el personal para crear y compartir el conocimiento. Con respecto a las capacidades de innovación, la subcategoría más importante son las capacidades tecnológicas que dispone la organización, mientras que menos importante es la capacidad de investigación y desarrollo. Para el desempeño financiero, la subcategoría más importante son las ventas, consecuentemente, la menos importante son los costos.
- b. En cuanto a la relación entre las categorías principales, existe una relación significativa positiva y directa entre la gestión del conocimiento y el desempeño financiero; en forma similar, entre la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación; e igualmente entre las capacidades de innovación y el desempeño financiero. Adicionalmente, se comprobó que las capacidades de innovación median en forma positiva y directa la relación entre la gestión del conocimiento y el desempeño financiero.
- c. En consecuencia, los resultados han respondido a la segunda pregunta de investigación. Se recomienda a las organizaciones empresariales gestionar la innovación a partir de identificar y valorar los factores críticos de la GC, CI y DF en la perspectiva de mejorar continuamente su gestión.

4.6 Relaciones de la GC y CI con la eficiencia técnica

Con respecto a la explicación de la relación entre la gestión del conocimiento, la innovación y la eficiencia técnica, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- a. Los estudios de la eficiencia técnica u operativa de las organizaciones han venido en aumento en los últimos años. Estos estudios han encontrado en el método de análisis envolvente de datos una técnica muy adecuada para estimar la eficiencia de las organizaciones empresariales con enfoque en la relación entre los beneficios y costos.

- b. La eficiencia promedio del sector empresarial comercial en Quito es 0,76 debido fundamentalmente a que el 25 % de las compañías son totalmente eficientes. Por otro lado, las MEs de manufactura operan con una eficiencia técnica promedio de 0,88, siendo el 31 % de compañías totalmente eficientes, lo que permite concluir que hay más eficiencia en la operación de la industria de la manufactura. En los dos sectores económicos existe un alto porcentaje de empresas ineficientes, lo que significa que están desperdiciando los recursos de su capacidad instalada en sus diferentes procesos de agregación de valor.
- c. La estructura empresarial del sector de manufactura en Pichincha se ha mantenido aproximadamente constante entre 2010 y 2018, el 55 % corresponde a pequeñas compañías, el 28,5 % a medianas y el 17 % a grandes, situación que evidencia una estructura empresarial con mucha estabilidad. Pronósticos realizados hasta 2022 proponen que estos porcentajes no sufrirían importantes cambios; sin embargo, por los efectos de la pandemia del COVID-19 es posible que el número de medianas y pequeñas compañías haya disminuido.
- d. Entre 2010 y 2018, se determinó que las grandes empresas son más eficientes, seguidas por las medianas y pequeñas, situación que tiende a permanecer constante hasta 2022.

La eficiencia en las organizaciones empresariales es una variable de salida que forma parte de la categoría desempeño financiero del modelo de gestión de innovación propuesto. En tal virtud, se propuso a esta variable como indicador de innovación de las compañías de manufactura. Las conclusiones más importantes sobre este planteamiento son las siguientes:

- e. Se determinó que, de seis variables consideradas de los informes económicos y financieros de las compañías de manufactura, cuatro —los costos de ventas, los gastos operativos, los gastos en sueldos y salarios y los gastos no operativos— influyen en forma determinante en el incremento de la eficiencia de las compañías. Por lo tanto, actividades empresariales como las compras de equipos, herramientas y materia prima; mantenimiento y reparaciones; capacitación del personal; y actividades de investigación y desarrollo aportan sustancialmente al uso eficiente de su capacidad instalada y maximización de la capacidad productiva de las compañías.
- f. Existen evidencias de que la eficiencia técnica, como indicador relativo de un conjunto empresarial, está relacionada con la capacidad de innovación en las compañías, razón por la cual se propuso a la *eficiencia relativa* como un indicador de innovación, ya que

satisface las condiciones de pertinencia, confiabilidad y comparabilidad que se exige a la mayoría de indicadores.

En el análisis multivariante realizado para determinar la relación entre los constructos GC, CI y DF se realizó un análisis más profundo sobre la relación entre GC y CI con la eficiencia. Las conclusiones son las siguientes:

- g. La relación entre la gestión del conocimiento y los costos, subcategoría que incluye a la eficiencia, muestra que la GC tiene una correlación positiva y significativa con los costos ($r = 0,69$; $p < 0,05$). Esto significa que una gestión adecuada de la GC tendría un impacto positivo en la reducción de costos, optimización de procesos, reducción del tiempo de entrega y eficiencia en la producción.
- h. La relación entre las capacidades de innovación y los costos, subcategoría que incluye a la eficiencia, muestra que las CI tienen una correlación positiva y significativa con los costos ($r = 0,78$, $p < 0,05$), lo que significa que una gestión adecuada de las capacidades de innovación también tendría un impacto positivo en la eficiencia de las compañías.

4.7 Aportes de la investigación al conocimiento y prácticas organizacionales

Esta investigación contribuye al campo teórico de la gestión de la innovación con nueva información y teoría para la acción, hace énfasis en la visión sistémica de la gestión de la innovación y en los factores clave para el desarrollo de innovaciones en el sector industrial ecuatoriano. Esta contribución con determinadas variaciones en cuanto a la jerarquización de las subcategorías puede ser ampliada a otros tamaños de compañías de esta industria u otros sectores de la economía ecuatoriana.

La confirmación de que existe una relación positiva y significativa entre la gestión del conocimiento, las capacidades de innovación y el desempeño financiero de las compañías de manufactura, invita a investigar estas relaciones en otros sectores de la economía ecuatoriana, con el fin de afianzar una base teórica sobre las variables fundamentales que componen el ecosistema de innovación empresarial y las relaciones sinérgicas que entre ellas se articulan para contribuir a la mejora de los resultados corporativos.

Por otro lado, en cuanto a la utilidad práctica, la identificación de categorías relevantes para la gestión de la innovación en las compañías de manufactura, junto con sus subcategorías, propiedades y la evaluación con indicadores, son referencias fundamentales para que gerentes o directores puedan incorporar en sus planes y proyectos enfocados en la innovación de

productos y procesos. Adicionalmente, los ítems o variables observables y el indicador de eficiencia propuestos, junto con la aplicación de la metodología, permitirían a las compañías estimar en forma sistemática su nivel de madurez de gestión de la innovación, cuyo resultado daría importantes luces para plantear objetivos y estrategias para alcanzar resultados corporativos favorables.

Esta investigación propone a la industria de manufactura, que el fortalecimiento de la innovación requiere fundamentalmente del desarrollo de acciones para mejorar aspectos como: el nivel educativo del personal, la comunicación formal e informal entre los empleados, la cooperación y trabajo en equipo, compromiso con los objetivos de la compañía, motivación para utilizar las nuevas tecnologías de información, y el conocimiento de los directivos empresariales sobre los beneficios que ofrece la gestión del conocimiento y el desarrollo de las capacidades de innovación en el sector industrial.

Otra de las implicaciones prácticas de la investigación es concienciar al personal directivo de las compañías sobre la importancia de realizar alianzas entre el sector público y privado para desarrollar innovaciones, siendo necesaria la incorporación de actores sociales y económicos como la academia, el Estado, inversionistas, entre otros, en sus planes de difusión de conocimientos y generación de innovaciones. La asociación sinérgica de las partes interesadas facilitaría trabajar en red y formular política pública, estrategias privadas y marcos normativos que impulsen la innovación y mejoren el desempeño del tejido empresarial ecuatoriano.

4.8 Limitaciones

En la medida en que la investigación avanzaba se evidenció que una de las limitaciones fue la falta de información estadística actualizada con respecto a temas relacionados con el uso de las TIC, ACTI y ODS en la sociedad ecuatoriana. Otra de las limitaciones, quizá la más importante, fue la imposibilidad de realizar todas las actividades investigativas de campo durante la etapa más crítica de la pandemia del COVID-19. Este hecho se reflejó en la toma de datos, tanto para el estudio cualitativo como para el cuantitativo.

El estudio cualitativo se vio afectado en la toma de datos mediante entrevistas, ya que se planificó su realización en forma presencial, pero por los efectos sanitarios y de movilidad tuvieron que ejecutarse en forma virtual mediante videoconferencias. Adicionalmente, cuando por problemas técnicos o de disponibilidad de los involucrados no fue posible realizarlas por videoconferencia, la toma de datos fue complementada mediante formularios a través de internet.

Por otro lado, la toma de datos a las compañías medianas de manufactura se realizó mediante encuestas, pero por distintos efectos negativos de la pandemia, no se logró obtener información de las 250 muestras planificadas. El 57 % fueron respuestas válidas, sin embargo, ese porcentaje rebasó el tamaño de la muestra estimada, lo que redujo el error del muestreo del 10 al 6 % y mantuvo el nivel de confianza en el 95 %.

4.8 Futuros estudios

Finalmente, con el fin de ampliar las evidencias empíricas de la gestión de la innovación, sobre la base de la relación entre la gestión del conocimiento y las capacidades de innovación sobre los resultados empresariales en la industria de la manufactura, sería recomendable en siguientes etapas de investigación realizar estudios longitudinales a este sector industrial. Además, se podría ampliar esta investigación a otros tamaños de compañías y a otros sectores económicos, lo que en el futuro permitiría obtener una visión global de la gestión de la innovación en la industria ecuatoriana.

De forma similar, sería recomendable la evaluación de la eficiencia en otros sectores de la economía como una futura línea de investigación; estos estudios podrían ser longitudinales, de tal manera que permitirían a las compañías ecuatorianas tener un conocimiento histórico de su nivel de eficiencia con respecto a su sector empresarial, y consecuentemente establecer estrategias que les permitan en el futuro tener un impacto positivo en la mejora de su nivel de productividad y competitividad local e internacional.

5 Bibliografía

- Abuaddous, H. Y., & Al Sokkar, A. A. M. (2018). The impact of knowledge management on organizational performance. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(4), 204–208. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090432>
- Aguilar-Barceló, J. G., & Higuera-Cota, F. (2019). Los retos en la gestión de la innovación para América Latina y el Caribe: un análisis de eficiencia. *Revista CEPAL*, 127, 1–20. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44570-retos-la-gestion-la-innovacion-america-latina-caribe-un-analisis-eficiencia>
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge Management and Knowledge Systems : Conceptual Foundations and Research Issue. *MIS Quarterly*, 25(1), 107–136. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Álvarez Pinilla, A. (2013). La medición de la eficiencia y la productividad (Measuring efficiency and productivity). In *Economía Y Empresa*.
- Anderson, V. (2016). Introduction to Mixed Methods Approaches. In *Handbook of Methodological Approaches to Community-Based Research* (Vol. 4, Issue 1, pp. 233–243). Oxford University Press.
- April, P. K. (2006). A Critique of the Strategic Competitive Intelligence Process within a Global Energy Multinational by A Critique of the Strategic Competitive Intelligence Process within a Global Energy Multinational. *Erasmus*, 4(2), 86–100.
- Aramburu, N., Sáenz, J., & Blanco, C. E. (2015). Structural capital, innovation capability, and company performance in technology-based colombian firms. *Cuadernos de Gestion*, 15(1), 39–60. <https://doi.org/10.5295/cdg.130427na>
- Arias-Pérez, J., Durango, C., & Millán, N. (2015). Capacidad de innovación de proceso y desempeño innovador: efecto mediador de la capacidad de innovación de producto. *AD-Minister*, 27, 75–93. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.27>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación. *Registro Oficial Del Ecuador*, 113. <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec075es.pdf>
- Ávila, V. A. (2013). Complejidad, equilibrio organizaciones. In *La Organización como sistema dinámico complejo* (pp. 114–230). <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2658/partheii.pdf?sequence=4>
- Avaviri, D., & Quispe, G. (2011). Medición de la eficiencia asignativa mediante el análisis

- envolvente de datos en los municipios de Bolivia: caso municipios de Potosí. *Perspectivas*, 14(28), 137–169. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n28/n28a07.pdf>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. . W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Bettiol, M., Di Maria, E., & Micelli, S. (2020). Industry 4.0 and Knowledge Management: An Introduction. In *Knowledge Management and Industry 4.0. New Paradigms for Value Creation* (Vol. 9, pp. 1–18). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43589-9>
- Bogodistov, Y., Presse, A., Krupskiy, O. P., & Sardak, S. (2017). Gendering dynamic capabilities in micro firms. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 57(3), 273–282. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020170308>
- Bohórquez, L. E. (2016). La Comprensión de las Organizaciones Empresariales y su Ambiente como Sistemas de Complejidad Creciente: Rasgos e Implicaciones. *Revista Ingeniería*, 21(3), 363–377. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a07>
- Bolisani, E., & Bratianu, C. (2018). The Elusive Definition of Knowledge. In *Emergent Knowledge Strategies* (4th ed., Vol. 4, Issue July, pp. 1–22). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60657-6>
- Bonilla-Castro, E., & Rodriguez, P. (2005). *Mas allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Norma.
- Bos, J., Lamoen, R., & Sanders, M. (2016). Producing Innovations: Determinants of Innovativity and Efficiency. In J. Aparicio, C. A. K. Lovell, & J. T. Pastor (Eds.), *Advances in Efficiency and Productivity* (Vol. 249, Issue February 2018, pp. 227–248). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48461-7>
- Bykova, A., & Jardon, C. M. (2018). The mediation role of companies' dynamic capabilities for business performance excellence: Insights from foreign direct investments. the case of transitional partnership. *Knowledge Management Research and Practice*, 16(1), 144–159. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1428070>
- Cachanosky, I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, IX(2), 51–80.
- Calvo, O. (2018). La Gestión del Conocimiento en las Organizaciones y las Regiones: Una Revisión de la Literatura. *Tendencias*, 19(1), 140–163. <https://doi.org/10.22267/rtend.181901.91>
- Camarena, J. L. (2016). La organización como sistema: el modelo organizacional

- contemporáneo. *Oikos Polis, Revista Latinoamericana de Ciencias Económicas y Sociales*, *1*(1), 135–174.
<http://www.uagrm.edu.bo/centros/iies/upload/files/repec/grm/oikosp/201604.pdf>
- Camisión-Haba, S., Clemente-Almendros, J. A., & Gonzalez-Cruz, T. (2019). How technology-based firms become also highly innovative firms? The role of knowledge, technological and managerial capabilities, and entrepreneurs' background. *Journal of Innovation and Knowledge*, *4*(3), 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.12.001>
- Canh, N. T., Liem, N. T., Thu, P. A., & Khuong, N. V. (2019). The impact of innovation on the firm performance and corporate social responsibility of Vietnamese manufacturing firms. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(13). <https://doi.org/10.3390/su11133666>
- CEPAL. (2016a). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe. In *Segunda Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CEPAL. (2016b). Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social. In *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40863/1/S1601309_es.pdf
- Chang, W. J., Liao, S. H., & Wu, T. Te. (2017). Relationships among organizational culture, knowledge sharing, and innovation capability: A case of the automobile industry in Taiwan. *Knowledge Management Research and Practice*, *15*(3), 471–490. <https://doi.org/10.1057/s41275-016-0042-6>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1979). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, *3*(4), 339. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(79\)90229-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(79)90229-7)
- Chen, M. H., Wang, H. Y., & Wang, M. C. (2018). Knowledge sharing, social capital, and financial performance: The perspectives of innovation strategy in technological clusters. *Knowledge Management Research and Practice*, *16*(1), 89–104. <https://doi.org/10.1080/14778238.2017.1415119>
- Contreras, F., Ramírez, D., & Castro, G. (2012). La organización como sistema complejo: implicaciones para la conceptualización del liderazgo. *Criterio Libre*, *10*(16), 193–206.
- Cordero, J. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el análisis envolvente de datos. una aplicación a la educación secundaria en España* [Universidad de Extremadura]. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=1488>

- Coron, C., & Gilbert, P. (2020). Experiencing Technological Change. In *Technological Change* (pp. 165–200). Wiley & Sons, Inc.
- Correa, F., Leiva, V., & Stumpo, G. (2020). Mipymes y heterogeneidad estructural en América Latina. In *MIPyMES en América Latina: Un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento* (pp. 9–32). CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/1/S1900361_es.pdf
- Cortez, V. (2015). ¿Cómo ser una Empresa Innovadora a partir de la Cultura Organizacional? *Gestión de Las Personas y Tecnología*, 8(23), 4–15. <https://www.redalyc.org/pdf/4778/477847103001.pdf>
- Creswell, J. W. (2015). Basic and Advanced Mixed Methods Designs. In *A concise introduction to mixed methods research* (Vol. 4, Issue 1, pp. 51–68). Sage Publications, Inc.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Qualitative Methods. In *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed., pp. 254–293). Sage Publications, Inc.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Knowledge Generation. In *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know* (pp. 52–68). Harvard Business School Press.
- Davila, G., Varvakis, G., & North, K. (2019). Influence of strategic knowledge management on firm innovativeness and performance. *Brazilian Business Review*, 16(3), 239–254. <https://doi.org/10.15728/bbr.2019.16.3.3>
- Del Castillo Guardamino, C., & Egoávil, J. V. (2021). Export performance in South America: Do intangibles affect firms' performance in developing countries such as Peru? *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 61(2), 1–15. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210205 EXPORT>
- Durmic, N. (2017). Integration Models of Project Management with Knowledge Management. In M. Handzic & A. Bassi (Eds.), *Knowledge and Project Management: A Shared Approach to Improve Performance* (Vol. 5, pp. 1–204). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51067-5>
- Dutta, S., Lanvin, B., Lorena, R., & Wunsch-Vincent, S. (2021). Global Innovation Index 2021. In S. Dutta, L. Rivera León, & S. Wunsch-Vincent (Eds.), *Cornell, INSEAD, WIPO* (14th ed.). World Intellectual Property Organization. <https://doi.org/10.34667/tind.44315>
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2018). Global Innovation Index 2018. In *Cornell, INSEAD, WIPO* (Issue april). https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf

- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2019). Global Innovation Index 2019. In *Cornell, INSEAD, WIPO*. <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2020). Global Innovation Index 2020. In *Cornell, INSEAD, WIPO*. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf
- Edwards, J. S. (2015). Knowledge Management Concepts and Models. In E. Bolisani & M. Handzic (Eds.), *Advances in Knowledge Management* (pp. 25–44). Springer. <https://doi.org/10.4018/9781605661407.ch004>
- Endres, H. (2018). Frameworks and Theories around Dynamic Capabilities. In *Adaptability Through Dynamic Capabilities: How Management Can Recognize Opportunities and Threats* (pp. 13–28). Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20157-9>
- EPN-FCA. (2017). *Programa de Doctorado en Gestión Tecnológica. Líneas de investigación*. Escuela Politécnica Nacional. <https://fca.epn.edu.ec/index.php/oferta-academica/posgrados/doctorados/doctorado?id=150>
- Ermine, J.-L. (2018). A Knowledge Value Chain. In *Knowledge Management. The Creative Loop* (pp. 3–23). Wiley & Sons, Inc.
- Espindola, D., & Wright, M. (2021). Leading a Culture of Change. In *The Exponential Era* (pp. 137–151). IEEE.
- Farhana, M., & Swietlicki, D. (2020). Dynamic capabilities impact on innovation: Niche market and startups. *Journal of Technology Management and Innovation*, 15(3), 83–96. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242020000300083>
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253–290.
- Ferreira, J. J. M., Teixeira, S. J., & Rammal, H. G. (2021). State of the Art. In *Technological Innovation and International Competitiveness for Business Growth* (pp. 1–14). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51995-7_1
- Flick, U. (2018). Triangulation. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed., pp. 777–804). Sage Publications, Inc.
- Goria, S. (2017). Intelligence and Creative Competitive Intelligence. In *Methods and Tools for Creative Competitive Intelligence* (pp. 1–16). Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119427469>
- Hacker, J. (2017). Enterprise Social Networks: Platforms for Enabling and Understanding Knowledge Work? In Helms, Remko, J. Cranefield, & J. Van Reijssen (Eds.), *Social Knowledge Management in Action. Applications and Challenges* (Vol. 3, pp. 17–37).

- Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45133-6>
- Håkansson, C., & Nelke, M. (2015). The value of competitive intelligence. In *Competitive Intelligence for Information Professionals* (pp. 1–11). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-03619-2>
- Hernández, A., Saavedra, J., & Sanabria, M. (2007). Hacia la construcción del objeto de estudio de la administración: Una visión desde la complejidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 15(1), 91–112.
- Hongkuan, L., Haiyan, H., Jiefei, S., & Jingjing, C. (2019). Innovation efficiency of semiconductor industry in China: A new framework based on generalized three-stage DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 66, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.07.007>
- Husain, S., & Ermine, J.-L. (2021). Knowledge Management: Processes and Models. In *Knowledge Management Systems. Concepts, Technologies and Practices* (pp. 33–60). Emerald Publishing Limited.
- INEC. (2012). *CIU 4.0. Clasificación Nacional de Actividades Económicas* (p. 234). INEC. <https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/descargas/ciu.pdf>
- INEC. (2015). Empresas y TIC. In *INEC*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Tecnologia_Inform_Comun_Empresas-tics/2015/2015_TICEMPRESAS_PRESENTACION.pdf
- INEC. (2016a). *Directorio de empresas y establecimientos 2016*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2016/Principales_Resultados_DIEE_2016.pdf
- INEC. (2016b). *Evolución del sector manufacturero ecuatoriano 2010 - 2013*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/SECTOR MANUFACTURERO.pdf>
- INEC. (2017). *Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC | Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Tecnologías de La Información y Comunicación. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec//tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>
- INEC. (2022). *Visualizador de Estadísticas Empresariales*. Información Empresarial Territorial y Sectorial. <https://public.tableau.com/app/profile/instituto.nacional.de.estad.stica.y.censos.inec./viz/>

- Isfianadewi, D., Arrachman, F., & Alwani, D. (2019). Improving Company Performance through Innovation Capability and Supply Chain Integration. *The International Journal of Business & Management*, 7(12), 335–345. <https://doi.org/10.24940/theijbm/2019/v7/i12/bm1911-005>
- Johnson, B., Onwuegbuzie, A., & Turner, L. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Kauffman, S. (1995). Order for Free. In *A home in the universe. The Search for Laws of Self-Organization and Complexity* (pp. 71–92).
- Kaur, V. (2019). Review of Literature. In *Knowledge Based Dynamic Capabilities. The Road Ahead in Gaining Organizational Competitiveness* (pp. 21–78). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-21649-8>
- Kesavan, P. (2021). Literature Review. In *Enablers of organisational learning, knowledge management, and innovation. Principles, process, and practice of qualitative data* (pp. 21–66). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-9793-0>
- Kim, M. K., Park, J. H., & Paik, J. H. (2018). Factors influencing innovation capability of small and medium-sized enterprises in Korean manufacturing sector: facilitators, barriers and moderators. *International Journal of Technology Management*, 76(3/4), 214–235. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2018.10012461>
- Kodama, M. (2018). Collaborative Dynamic Capabilities: The Dynamic Capabilities View. In *Collaborative Dynamic Capabilities for Service Innovation - Creating a New Healthcare Ecosystem* (pp. 1–45). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77240-0>
- Kuhn, T. S. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. In A. Contin (Trans.), *Fondo de Cultura Económica* (1st ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Laguna, G. (2016). Sobre lo complejo y su tratamiento multidimensional. In *Complejidad y sistemas complejos: un acercamiento multidimensional* (pp. 1–16). EdditoraC3. <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/>
- Lara-Rosano, F. (2017). El enfoque de los sistemas sociales complejos. In *Fundamentos para el diagnóstico e intervención en sistemas complejos* (pp. 50–75). Editorial Académica Española.
- Lara-Rosano, F. (2016). Las ciencias de la complejidad en la solución de nuestros problemas sociales. *Sexta Conferencia Iberoamericana de Compelidad, Informática y Cibernética*,

I(1), 191–198.

- Lepore, D., Montgomery, A., & Siepe, G. (2016). Managing Complexity in Organizations Through a Systemic Network of Projects. In A. Masys (Ed.), *Applications of systems thinking and soft operations research in managing complexity* (pp. 35–70). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21106-0>
- Li, H., He, H., Shan, J., Cai, J., Hongkuan, L., Haiyan, H., Jiefei, S., & Jingjing, C. (2019). Innovation efficiency of semiconductor industry in China: A new framework based on generalized three-stage DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, *66*, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.07.007>
- Maldonado, C. (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de La Ciencia*, *14*(29), 71–93. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41438646004>
- Manning, M. J., & Manning, M. S. (2020). Knowledge Assets Management. In *Total Innovative Management Excellence (TIME). The Future of Innovation* (pp. 354–398). CRC Press.
- Marulanda, C., López, M., & Castellanos, J. (2016). La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia. *AD-Minister*, *29*, 163–176. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.8>
- Matos Martins, P. E. (2011). O Espaço-Dinâmica Organizacional em Perspectiva Histórica. *Memória Da Gestão e Análise Organizacional, Do I Colóquio Internacional Sobre o Brasil Holandês*, 323–337.
- Medina Nogueira, Y. E., El Assafiri Ojeda, Y., Nogueira Rivera, D., Medina León, A., & Medina Nogueira, D. (2019). Propuesta de un cuestionario para el desarrollo de la auditoría de gestión del conocimiento. *Revista Universidad y Sociedad*, *11*(4), 61–71.
- MIPRO. (2016). *Política Industrial del Ecuador 2016 - 2025* (Vol. 1, Issue 1). http://servicios.produccion.gob.ec/siipro/downloads/temporales/1_Política Industrial_MIPRO 2016-2025.pdf
- MIPRO. (2021). Cifras de industrias. In *Gobierno del Ecuador*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Presentación-Industria-Junio-2021.pdf>
- Mitchell, M. (2009). What Is Complexity? In *Complexity. A Guided Tour* (pp. 3–14). Oxford University Press.
- Moreno-Navarro, J., Alonso, J., Casas, C., Albuja, J., Ibijés-Villacís, J., & Urquíza, J. (2014). On the role of R & D in e-government in Ecuador. *Proceedings of the 2 International Conference on EDemocracy & EGovernment (ICEDEG)*, 21–28.

<https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2014.6819939>

- Morgan, D. L. (2007). Paradigms Lost and Pragmatism Regained: Methodological Implications of Combining Qualitative and Quantitative Methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 48–76. <https://doi.org/10.1177/2345678906292462>
- Morgan, G. (1990). *Imágenes de la organización* (J. Orenga (trans.); Issue 91). Sage Publications, Inc.
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo* (ESF (ed.)).
- Morin, E. (2005). Introducción al Pensamiento Complejo. In M. Pakman (Trans.), *Introducción al Pensamiento Complejo* (pp. 119–134). Gedisa editorial.
- Nagles, N. (2007). La gestión del conocimiento como fuente de innovación. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 61, 77–87. <https://doi.org/0120-8160>
- Nakamori, Y. (2020). Innovation Theory. In *Knowledge Construction Methodology. Fusing Systems Thinking and Knowledge Management* (pp. 1–18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9887-2_5
- Namdarian, L., Sajedinejad, A., & Bahanesteh, S. (2020). The Impact of Knowledge Management on Organizational Performance: A Structural Equation Modeling Study. *Ad-Minister*, 37, 85–108. <https://doi.org/10.17230/Ad-minister.37.4>
- Nazim, M., & Mukherjee, B. (2016). An Introduction to Knowledge Management. In *Knowledge Management in Libraries. Concepts, Tools and Approaches* (pp. 1–26). Elsevier.
- Newell, S. (2015). Managing knowledge and managing knowledge work: What we know and what the future holds. *Journal of Information Technology*, 30(1), 1–17. <https://doi.org/10.1057/jit.2014.12>
- North, K., & Kumta, G. (2018). Knowledge in Organisations. In *Knowledge Management. Value Creation Through Organizational Learning* (2nd ed., pp. 33–66). Springer. <http://www.springer.com/series/10099>
- Obeidat, B. Y., Al-Suradi, M. M., Masa'deh, R., & Tarhini, A. (2016). The impact of knowledge management on innovation: An empirical study on Jordanian consultancy firms. *Management Research Review*, 39(10), 1214–1238. <https://doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0214>
- OCDE/CEPAL/CAF. (2015). Perspectivas económicas de América Latina 2015. Educación, competencias e innovación para el desarrollo. In *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/leo-2015-es>

- OCDE/CEPAL/CAF. (2016). Perspectivas Económicas De América Latina 2017 Juventud, competencias y emprendimiento. In *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/leo-2017-es>
- Ode, E., & Ayavoo, R. (2020). The mediating role of knowledge application in the relationship between knowledge management practices and firm innovation. *Journal of Innovation and Knowledge*, 5(3), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.08.002>
- OECD. (2021). *Perspectivas económicas de América Latina 2021: Avanzando juntos hacia una mejor recuperación*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2958a75d-es>
- OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th ed., Issue October). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Orellana Daube, D. (2011). Bases de la Gestión de la Innovación en las Organizaciones. *Gestión de Las Personas y Tecnología*, 4(11), 62–72. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477847118007>
- Ortiz, Efraín, & Nagles, N. (2013). Fundamentos de gestión de la innovación. In *Gestión de Tecnología e Innovación Teoría , proceso y práctica* (2nd ed., pp. 163–206). EAN. <https://editorial.universidadean.edu.co/acceso-abierto/gestion-de-tecnologia-e-innovacion-ean.pdf>
- Ortiz, Efraín, & Nagles, N. (2013). Fundamentos de gestión de la innovación. In Ediciones EAN (Ed.), *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica*. (2da., pp. 163–206). EAN.
- Ortiz, S., & Zapata, Á. R. P. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (GIInT)? *Journal of Technology Management Innovation*, 1(2), 64–82.
- Perry, C. (1996). *Cómo escribir una Tesis Doctoral- PhD / DPhil* (J. L. Pariente (trans.); p. 48). http://www.sld.cu/galerias/pdf/uvs/cirured/escribir_una_tesis_doctoral_1.pdf
- Ponce, P. (2009). Análisis de la teoría de sistemas complejos y su aplicación a sistemas organizacionales. *Revismar*, 1, 52–67. <http://revistamarina.cl/revistas/2009/1/ponce.pdf>
- Puertas, R., Marti, L., & Guaita-Martinez, J. M. (2020). Innovation, lifestyle, policy and socioeconomic factors: An analysis of European quality of life. *Technological Forecasting and Social Change*, 160(May), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120209>
- Qian, L., & Wang, I. K. (2017). Competition and innovation: The tango of the market and technology in the competitive landscape. *Managerial and Decision Economics*, 38(8), 1237–1247. <https://doi.org/10.1002/mde.2861>

- Quindós, M. del P., Rubiera, F., & Vicente, M. R. (2003). Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias). *Rect@*, 11(1), 21.
- Rajapathirana, R. P. J., & Hui, Y. (2018). Relationship between innovation capability, innovation type, and firm performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 3(1), 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.06.002>
- Reginato, C. E. R., & Gracioli, O. D. (2012). Gerenciamento estratégico da informação por meio da utilização da inteligência competitiva e da gestão do conhecimento: um estudo aplicado à indústria moveleira do RS. *Gestão & Produção*, 19(4), 705–716. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2012000400004>
- Rivas, L. A. (2009). Evolución de la teoría de la organización. *Universidad & Empresa*, 11(17), 11–32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187214467001>
- Robayo, P. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7(16), 125–140. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>
- Rodríguez-Mendoza, R., & Aviles-Sotomayor, V. (2020). Las PYMES en Ecuador. Un análisis necesario. 593 *Digital Publisher CEIT*, 5–1(5), 191–200. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.5-1.337>
- Salmador, M. P., Kaminska, R., & McKelvey, B. (2021). Digital dynamic capabilities. In *Management in the Age of Digital Business Complexity* (pp. 153–181). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429278211>
- Samoilenko, S., & Osei-Bryson, K.-M. (2022). A Hybrid DEA/DM-based DSS for Productivity- Driven Environments. In *Quantitative Methodologies using Multi-Methods* (pp. 87–104). Routledge.
- Santos, J., Negas, E., & Cavique, L. (2013). Introduction to Data Envelopment Analysis. In *Efficiency Measures in the Agricultural Sector* (1st ed., Issue January, p. 16). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5739-4>
- Schumpeter, J. A. (1994). The process of creative destruction. In *Capitalism, Socialism and Democracy* (pp. 81–86). Routledge.
- Segarra, M. (2006). *Estudio de la naturaleza estratégica del conocimiento y las capacidades de gestión del conocimiento: Aplicación a empresas innovadoras de base tecnológica* [Univesitat Jaume I]. <http://hdl.handle.net/10803/10575>
- SENESCYT-INEC. (2015). Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e

- innovación. In *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia-ACTI/2012-2014/presentacion_ACTI.pdf
- Senge, P., Roberts, C., Ross, R., Smith, B., & Kleiner, A. (2005). La quinta disciplina en la práctica. Cómo construir una organización inteligente. In E. G. S. A. (Ed.), *La quinta disciplina en la práctica* (1ra ed.).
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021* (Vol. 1, Issue 1). http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- Serra, F. (2016). El enfoque sistémico y la dinámica de sistemas como metodología de la NTE para el estudio de fenómenos complejos. *Reponame: Repositorio Institucional Sergio Arboleda*, 03(03), 119–134.
- Singh, R., Charan, P., & Chattopadhyay, M. (2020). Relational capabilities and performance: examining the moderation-mediation effect of organisation structures and dynamic capability. *Knowledge Management Research and Practice*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/14778238.2020.1843984>
- SNP. (2021). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025. In *Secretaría Nacional de Planificación*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creación-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- Solis Granda, L. E., & Robalino Muñiz, R. C. (2019). El papel de las PYMES en las sociedades y su problemática empresarial. *INNOVA Research Journal*, 4(3), 85–93. <https://doi.org/10.33890/innova.v4.n3.2019.949>
- Stacey, R., & Mowles, C. (2016). Thinking in terms of organisational learning and knowledge creation. In *Strategic Management and Organisational Dynamics* (7th ed., pp. 100–127). Pearson.
- SUPERCIAS. (2020a). La eficiencia de las empresas manufactureras en el Ecuador. In *Investigación y estudios sectoriales*. https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/eficienciamanufactura_FINAL.pdf
- SUPERCIAS. (2020b). *Ranking de compañías*. Ranking Empresarial Del Ecuador. <https://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/>
- Sztulwark, S., & Juncal, S. (2014). Innovación y Producción en la Industria Manufacturera: Estudio Comparativo de Cadenas Globales. *Journal of Technology Management and*

- Innovation*, 9(4), 119–131. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242014000400009>
- UASB-E. (2018). *Observatorio de la Pequeña y Mediana Empresa*. Universidad Andina Simón Bolívar-Ecuador. <https://www.uasb.edu.ec/observatorio-pyme/>
- Velásquez Contreras, A. (2007). La organización, el sistema y su dinámica. Una versión desde Niklas Luhman. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 61, 129–155. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20611495014>
- von Bertalanffy, L. (1976). El significado de la teoría general de los sistemas. In J. Almela (Trans.), *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo y aplicaciones* (pp. 30–53). Fondo de Cultura Económica.
- Yi-Lin Forrest, J. (2018). The Concept of General Systems. In *General Systems Theory. Foundation, Intuition and Applications in Business Decision Making* (pp. 25–40). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04558-6>
- Zaim, H., Muhammed, S., & Tarim, M. (2019). Relationship between knowledge management processes and performance: critical role of knowledge utilization in organizations. *Knowledge Management Research and Practice*, 17(1), 24–38. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1538669>