A woman with short grey hair, wearing a white t-shirt and blue denim overalls, is smiling and working on a piece of blue fabric with a green tool. She is wearing a pearl bracelet and small orange earrings. The background is a blurred purple and white pattern.

Informe de Cierre Fondecyt

“Adoption of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises in an Emerging Economy and the Impacts on Innovation”

2024

ÍNDICE

03 Equipo de redacción del informe

04 Presentación

07 Introducción

10 Metodología

12 Resultados

13 Datos descriptivos

15 Adopción de tecnologías

06 Adopción de tecnologías I4.0

06 Barreras i4.0

08 Impulsores i4.0

04 Conclusiones

06 Resumen de hallazgos

08 Recomendaciones

04 Agradecimientos

Equipo de redacción del informe

Mauricio Castillo-Vergara, Ph.D.
Profesor Asociado
Facultad de Economía y Negocios
Universidad Alberto Hurtado
mhcastillo@uahurtado.cl



PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

El presente informe aborda la situación de las **pequeñas y medianas empresas (Pymes) en Chile** en relación con la **digitalización y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 (I4.0)**. A partir de un análisis detallado, se destacan las barreras, impulsores y oportunidades que enfrentan estas empresas en su camino hacia la transformación digital, así como las implicaciones para economías emergentes con condiciones similares. Los resultados presentados son parte del proyecto de investigación FONDECYT Iniciación titulado: **“Adoption of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises in an Emerging Economy and the Impacts on Innovation”**, con el código 11220339, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID).

Las Pymes representan un pilar esencial en las economías emergentes, contribuyendo significativamente al empleo y al desarrollo económico. Sin embargo, su competitividad se ve amenazada por la falta de acceso a tecnologías avanzadas y recursos que faciliten su modernización. La pandemia de COVID-19 expuso estas vulnerabilidades, pero también resaltó el papel transformador de la digitalización, que permite a las empresas adaptarse a un entorno globalizado y tecnológico.

La I4.0 combina manufactura física, software avanzado y redes digitales para optimizar procesos, reducir el consumo de recursos y aumentar la sostenibilidad. Su adopción permite a las Pymes acceder a nuevas oportunidades de mercado, mejorar su productividad y responder con mayor rapidez a los cambios del entorno. Entre las tecnologías destacadas se encuentran la computación en la nube, el big data, la inteligencia artificial y la automatización avanzada, herramientas que potencian la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real.

El análisis se basa en una encuesta aplicada a 536 Pymes chilenas, seleccionadas mediante un muestreo aleatorio. Las empresas fueron clasificadas por tamaño, sector y antigüedad, permitiendo un enfoque contextualizado. La metodología incluyó escalas de Likert y técnicas estadísticas como análisis de varianza (ANOVA) y correlaciones, garantizando la validez y fiabilidad de los hallazgos.

Hallazgos principales

Tecnologías como el comercio electrónico (50,8%) y el marketing digital (45%) han sido adoptadas ampliamente. Sin embargo, herramientas más avanzadas, como sistemas ERP (42,2%) y CRM (34,4%), presentan niveles más bajos de integración.

La computación en la nube lidera la adopción tecnológica en I4.0, con un 50,5% de implementación. Tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (30,1%) y los robots autónomos (25,3%) tienen una adopción limitada debido a sus altos costos iniciales.

Las principales limitaciones son los altos costos de inversión (76,8%), la falta de recursos financieros (73,7%) y la escasez de subvenciones (72%). Además, se identifican desafíos organizativos como la resistencia al cambio y la dificultad de coordinar acciones internas.

En términos técnicos, la falta de soluciones adaptadas a las necesidades de las Pymes (61,3%) y problemas relacionados con la ciberseguridad (55,4%) representan obstáculos importantes.

La demanda de los clientes (76,4%) y la necesidad de reducir costos (74,8%) son los principales catalizadores. Otros factores incluyen la mejora en tiempos de comercialización (75,6%) y la disponibilidad de personal capacitado (72%). Sin embargo, el apoyo de sistemas de innovación (49%) muestra una conexión limitada entre las Pymes y los programas externos.

Las medianas empresas tienden a adoptar tecnologías más avanzadas debido a una mayor capacidad de inversión. Por otro lado, las pequeñas empresas enfrentan mayores barreras financieras.

En términos sectoriales, las empresas de servicios lideran la adopción de tecnologías relacionadas con el cliente, como CRM y marketing digital, mientras que las empresas manufactureras muestran una mayor adopción en herramientas específicas para la producción.

El informe concluye que la digitalización y la adopción de tecnologías de la I4.0 son esenciales para la competitividad de las Pymes, pero requieren un enfoque estratégico y apoyo integral. Se destacan recomendaciones específicas para las empresas, como fomentar la capacitación del personal, adoptar un enfoque gradual hacia tecnologías avanzadas y aprovechar programas de apoyo gubernamentales y académicos. Además, se propone un fortalecimiento de políticas públicas que faciliten el acceso a financiamiento, incentiven la innovación y promuevan la integración de las Pymes en ecosistemas tecnológicos más amplios.

Este análisis ofrece una visión integral que no solo beneficia a las Pymes chilenas, sino que también proporciona lecciones aplicables a otras economías emergentes, contribuyendo al entendimiento global de la transformación digital en este tipo de empresas.



“la digitalización y la adopción de tecnologías de la I4.0 son esenciales para la competitividad de las Pymes, pero requieren un enfoque estratégico y apoyo integral.”



INTRODUCCIÓN

1.-INTRODUCCIÓN

En un mundo marcado por la complejidad y el dinamismo del entorno, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) enfrentan desafíos significativos para mantenerse competitivas y adaptarse a los cambios rápidos en el panorama económico y tecnológico. La pandemia de COVID-19 intensificó esta situación, exponiendo vulnerabilidades estructurales y forzando a muchas Pymes a repensar sus modelos de negocio. Sin embargo, también puso de manifiesto la importancia de la digitalización y el potencial transformador de las tecnologías emergentes para mejorar su innovación, competitividad y productividad.

La Industria 4.0 (I4.0) está revolucionando la manera en que las empresas producen bienes y servicios. Combina la fabricación física con software avanzado y redes digitales, permitiendo una producción más eficiente y sostenible. Desde la optimización de cadenas de suministro hasta la digitalización de procesos, esta nueva era ofrece grandes oportunidades para empresas de todos los tamaños.

Una de las principales ventajas de la I4.0 es que facilita la producción al tiempo que reduce el consumo de recursos naturales, lo que beneficia tanto a las empresas como al medio ambiente (Cricelli y Strazzullo, 2021). Al adoptar estas tecnologías, las pymes pueden mejorar significativamente su productividad y abrirse a nuevas oportunidades de mercado (Hwang y Kim, 2021). Sin embargo, también implica desafíos importantes.

¿Por qué adoptar la I4.0?

La transformación hacia la I4.0 puede aumentar la competitividad de las pymes, ayudándolas a adaptarse a un entorno cada vez más globalizado y tecnológico (Rivera-Trigueros y Olvera-Lobo, 2021). Además, estas tecnologías permiten producir con mayor calidad y menor desperdicio, mejorando la rentabilidad.

Los retos de las pymes frente a la I4.0

Aunque las oportunidades son claras, muchas pymes enfrentan barreras importantes:

Financiamiento limitado: La inversión inicial para implementar estas tecnologías puede ser elevada.

Falta de habilidades: La capacitación del personal en el uso de herramientas digitales sigue siendo un desafío importante (Marrucci et al., 2023).

Resistencia al cambio: La transformación digital requiere liderazgo fuerte y trabajo en equipo para superar resistencias internas.

Evidencia de beneficios: Algunas empresas dudan en invertir debido a la falta de resultados tangibles en el corto plazo (Hwang y Kim, 2021).

En este contexto, las tecnologías de la Industria 4.0 (I4.0), como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial, el big data y la automatización avanzada, se presentan como herramientas clave para que las Pymes superen sus limitaciones tradicionales. Estas tecnologías permiten optimizar

procesos, mejorar la toma de decisiones mediante el uso de datos en tiempo real y desarrollar nuevos productos y servicios. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías a menudo se ve obstaculizada por barreras económicas, culturales y de infraestructura, lo que subraya la necesidad de estudios que analicen estas dificultades y propongan soluciones prácticas.

El presente informe tiene como objetivo ofrecer una visión integral sobre la situación de las Pymes en Chile respecto a las tecnologías digitales y de I4.0, con un enfoque particular en las barreras y facilitadores que afectan su adopción. La información presentada se basa en una encuesta aplicada a empresas chilenas, proporcionando resultados estadísticos detallados que permiten comprender las dinámicas específicas de estas organizaciones en un entorno emergente y desafiante. Además, el informe busca destacar la relevancia de estos hallazgos no solo para Chile, sino también para economías emergentes con condiciones similares, ofreciendo lecciones aplicables en contextos comparables.

Los objetivos específicos de este informe son:

-Presentar datos descriptivos sobre el estado actual de las Pymes en relación con la digitalización y las tecnologías de I4.0.

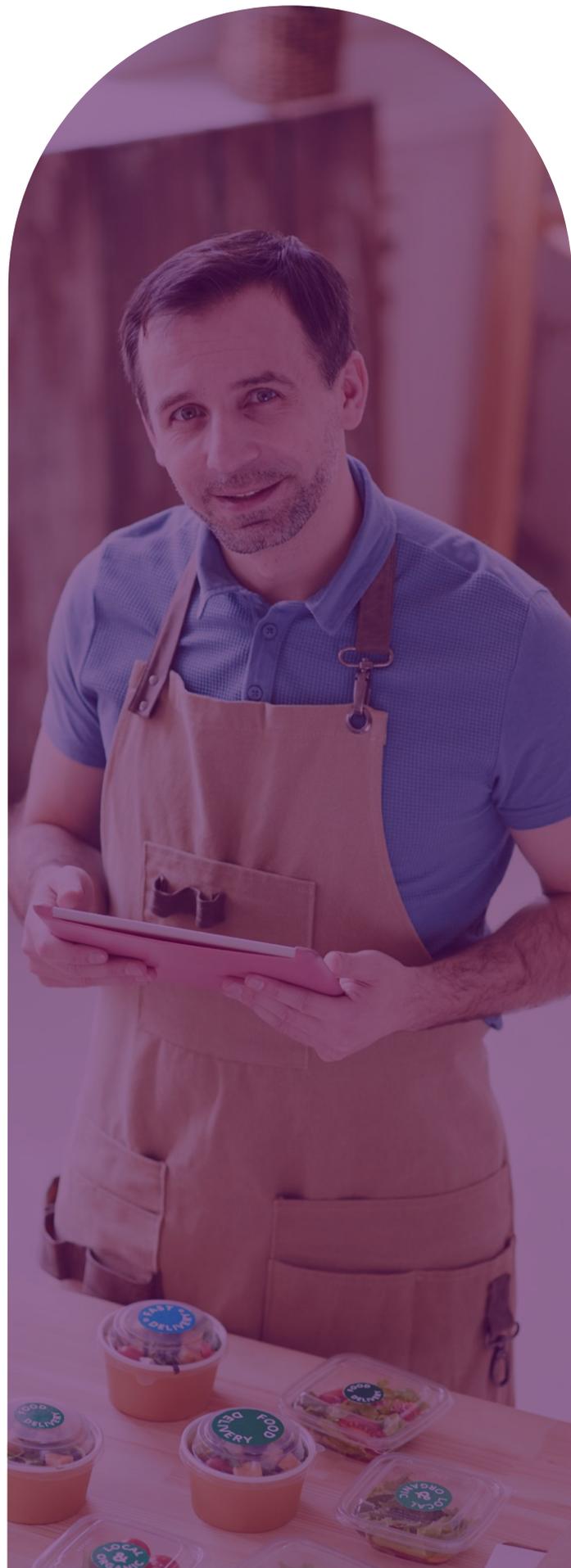
-Analizar la adopción de tecnologías, con énfasis en las herramientas digitales y de I4.0. Identificar las barreras que dificultan la implementación de estas tecnologías.

-Examinar los impulsores que facilitan la adopción de tecnologías de I4.0.

-Ofrecer un resumen de hallazgos y conclusiones clave.

-Proponer recomendaciones prácticas para las Pymes chilenas y sugerencias para la formulación de políticas públicas.

A través de este análisis, se espera no solo contribuir al entendimiento de los desafíos y oportunidades de las Pymes en Chile, sino también generar insumos valiosos para tomadores de decisiones, investigadores y empresarios interesados en promover la transformación digital y el desarrollo sostenible de las Pymes en economías emergentes.





METODOLOGÍA

2.-METODOLOGÍA

2.1 Estructura de la muestra

Se encuestaron 2,233 empresas, de las cuales 536 completaron el proceso. Las empresas se seleccionaron mediante un muestreo aleatorio basado en una base de datos disponible con información empresarial. La muestra abarcó empresas de los sectores de manufactura y servicios, clasificadas según su tamaño en 466 pequeñas (menos de 50 trabajadores) y 70 medianas (más de 50 trabajadores). Aunque no se cuenta con datos geográficos específicos, se consideraron variables relevantes como el género del gerente (74,6% de empresas dirigidas por hombres), la categoría de longevidad empresarial según los años de funcionamiento (Inicio si la empresa tiene menos de 5 años, Crecimiento si la empresa tiene entre 5 y 15 años, y Consolidación cuando la empresa tiene más de 15 años de vida) y si la empresa es familiar.

Si bien no existe un directorio formal de Pymes en Chile, la segmentación según el número de empleados permitió una representación razonable, asegurando que las empresas seleccionadas cumplieran con los criterios de estructura organizativa necesarios para ser incluidos en el análisis.

2.2 Selección de las variables y diseño del cuestionario

El cuestionario incluyó variables relacionadas con la adopción de tecnologías digitales e I4.0, así como barreras e impulsores identificados a partir de la literatura científica. Las preguntas fueron diseñadas y validadas mediante pruebas piloto con expertos y una muestra inicial de empresas. Se utilizó una escala de Likert de 1 a 7 para las variables cuantitativas y se administró el cuestionario de forma virtual, con un tiempo promedio de respuesta de 20 minutos.

Las variables de clasificación incluyeron el tamaño de la empresa, la industria y los años de funcionamiento. La estructura del cuestionario permitió recoger información clave de forma eficiente y con altos estándares de fiabilidad.

2.3 Análisis estadístico de los datos

2.3.1 Clasificación y contraste de diferencias significativas

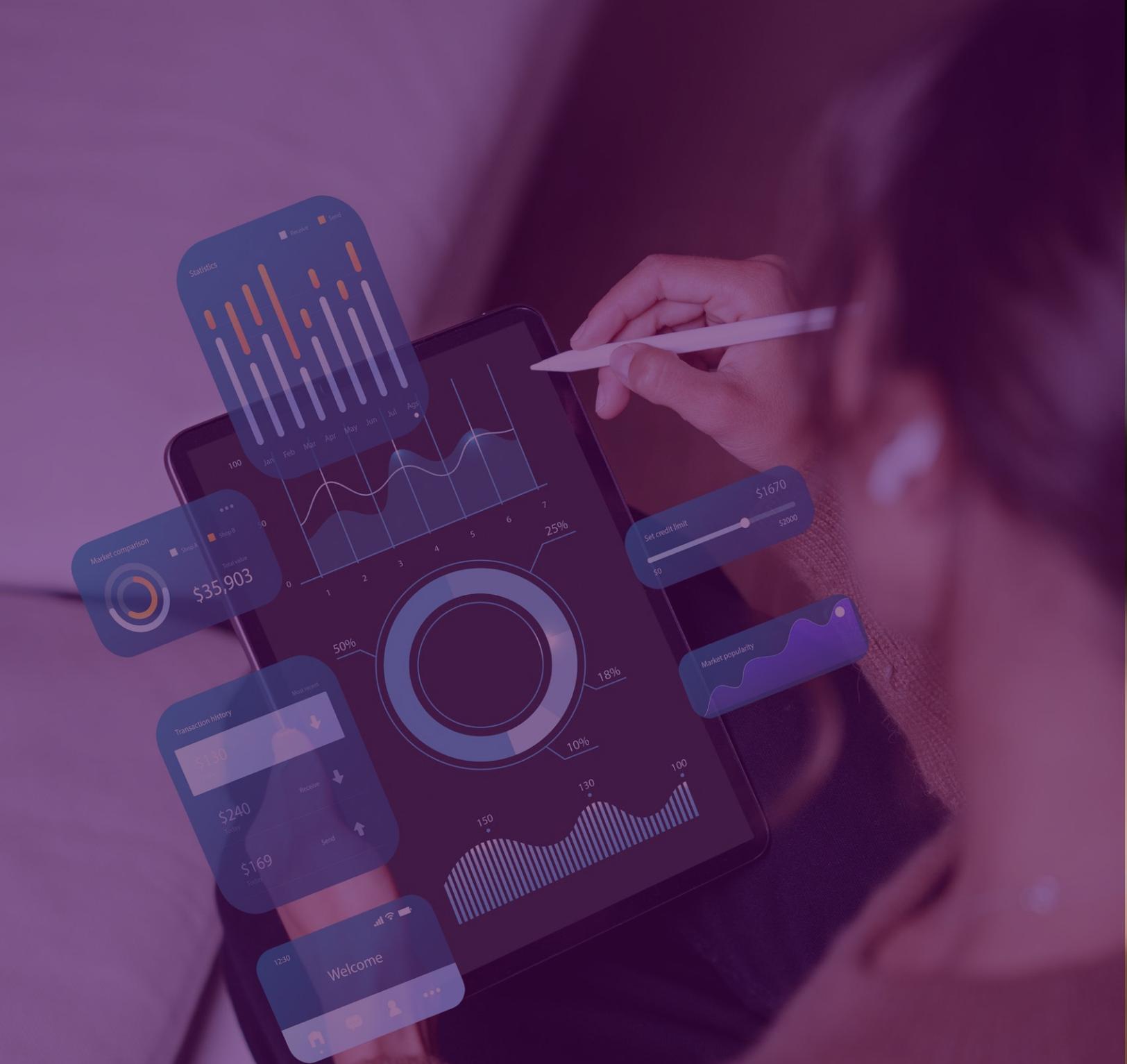
Las variables de clasificación utilizadas para contrastar diferencias significativas fueron el tamaño, el sector y el porcentaje de mujeres en la empresa. Para analizar diferencias porcentuales, se emplearon tablas de contingencia con el test de χ^2 de Pearson. Aunque no se aplicó la corrección por continuidad de Yates, las correlaciones entre variables se evaluaron utilizando coeficientes de Pearson y Spearman cuando los datos se expresaron en porcentajes.

2.3.2 Análisis de medias y varianza

Para las variables cuantitativas, se utilizó el ANOVA para evaluar diferencias según los criterios de clasificación. También se realizaron pruebas post-hoc para identificar diferencias específicas entre grupos.

2.3.3 Notación de significancia estadística

Se empleó la notación estándar para indicar significancia estadística: $p < 0,1$ (), $p < 0,05$ (), y $p < 0,01$ (). Los resultados se presentaron en tablas y gráficos con los valores correspondientes y las marcas de significancia destacadas.



RESULTADOS

3.-RESULTADOS

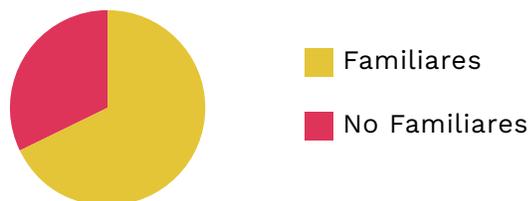
Los datos descriptivos presentados en este informe brindan un panorama inicial sobre las características de las Pymes encuestadas, permitiendo comprender su contexto y las condiciones bajo las cuales operan. Este análisis preliminar sirve como base para explorar cómo estas empresas enfrentan los desafíos de la digitalización y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0.

En esta sección, se describen aspectos clave como el tamaño, sector, antigüedad y estructura organizativa de las empresas, así como otras características demográficas relevantes. Estos datos son fundamentales para contextualizar los resultados y evaluar las diferencias significativas que puedan surgir en las siguientes etapas del análisis. La comprensión de este panorama inicial permite identificar patrones y tendencias que subyacen en la muestra, ofreciendo una perspectiva clara sobre las fortalezas y desafíos enfrentados por las Pymes chilenas en su camino hacia la transformación digital.

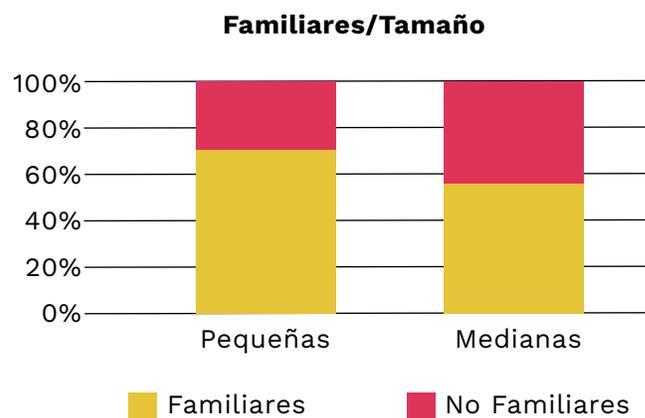
3.1 Datos descriptivos

3.1.1 Empresas familiares

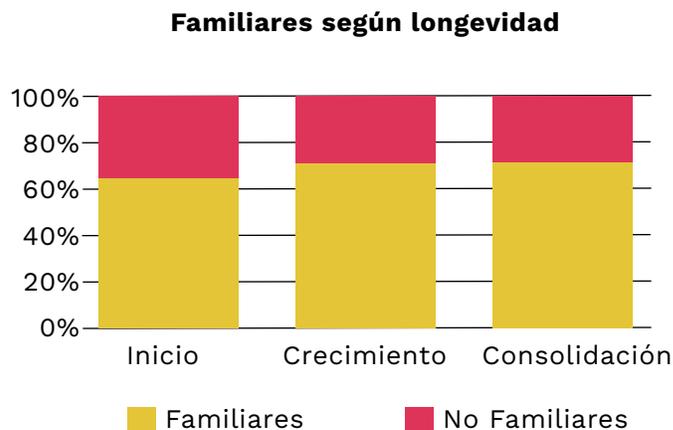
El análisis de las características de las empresas encuestadas revela información relevante sobre la composición y estructura de las Pymes en Chile. De un total de 536 empresas, el **68%** se identificaron como familiares, mientras que el **32%** son no familiares. Esta proporción se mantiene consistente en diferentes dimensiones analizadas.



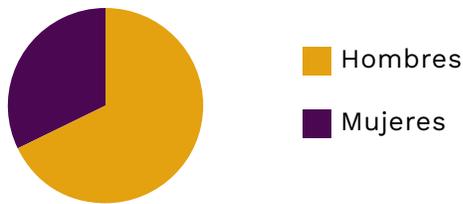
Entre las empresas familiares, el **70%** corresponde a pequeñas empresas (menos de 50 trabajadores) y el **56%** a medianas empresas (más de 50 trabajadores). En contraste, las empresas no familiares representan el **30%** en pequeñas y el **44%** en medianas.



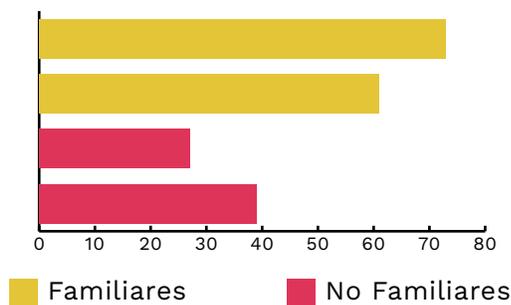
El **62%** de las empresas familiares se encuentran en la etapa de inicio, el **70%** en crecimiento y consolidación. Esta tendencia refleja una mayor estabilidad en su estructura organizativa en comparación con las empresas no familiares, que mantienen una proporción del **38%** en inicio y **30%** en crecimiento y consolidación.



En cuanto a la distribución por género del gerente, tanto en empresas familiares como no familiares, el **68%** son hombres y el **32%** son mujeres, lo que refleja una tendencia de liderazgo masculino predominante en ambas categorías.



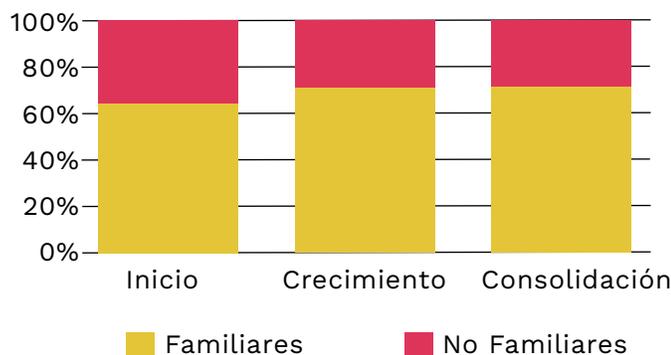
La distribución sectorial muestra que el **73%** de las empresas familiares se concentran en el sector manufacturero y el **61%** en servicios. Por otro lado, las empresas no familiares representan el **27%** en manufactura y el **39%** en servicios, destacando una mayor participación familiar en la industria manufacturera.



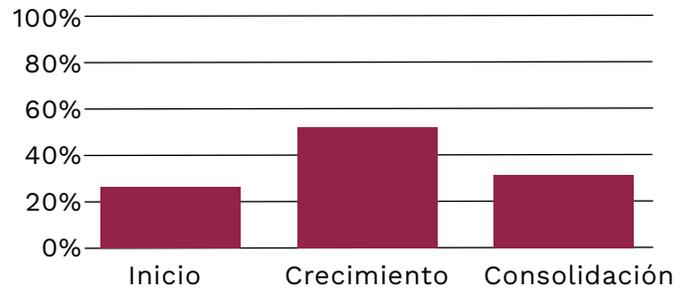
3.1.2 Longevidad Empresarial

El análisis de la longevidad y las características de las Pymes encuestadas permite entender cómo estas empresas se distribuyen en diferentes etapas de desarrollo, clasificadas en inicio, crecimiento y consolidación, así como su relación con el tamaño, género del gerente y sector de actividad.

Familiares según longevidad



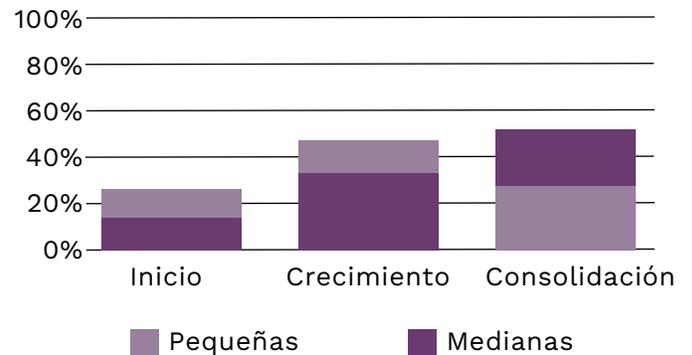
El **26%** están en la etapa de inicio (137 empresas). El **45%** se encuentran en crecimiento (240 empresas), lo que representa la etapa predominante. El **30%** están consolidadas (159 empresas).



Distribución por Tamaño de la Empresa

Entre las pequeñas empresas, el **27%** están en inicio, el **46%** en crecimiento y el **26%** en consolidación. Las medianas empresas tienen una distribución distinta: el **14%** están en inicio, el **34%** en crecimiento y el **51%** en consolidación, lo que indica un mayor grado de madurez en comparación con las pequeñas.

Longevidad/Tamaño

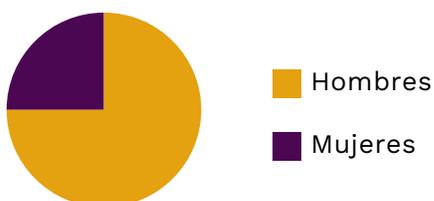


La proporción de empresas según el género del gerente refleja diferencias interesantes entre las etapas de desarrollo: En la etapa de inicio, el **23%** de los gerentes hombres lideran estas empresas, frente al **32%** de las mujeres. En crecimiento, los hombres representan el **46%** y las mujeres el **43%**, mostrando un equilibrio mayor en esta etapa. En consolidación, el **31%** son lideradas por hombres y el **25%** por mujeres, lo que evidencia una ligera disminución de liderazgo femenino en empresas más maduras.

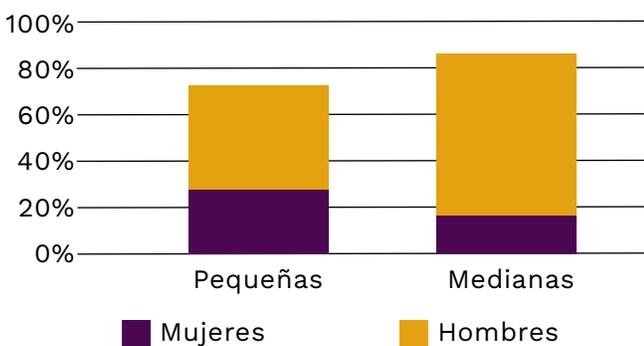
La longevidad también varía según el sector de actividad: En manufactura, el **26%** de las empresas están en inicio, el **47%** en crecimiento y el **28%** en consolidación. En servicios, la distribución es similar, con un **25%** en inicio, un **43%** en crecimiento y un **32%** en consolidación, destacando una mayor proporción de empresas consolidadas en este sector.

3.1.3 Genero Gerente

El análisis de la composición por género de los gerentes en las Pymes encuestadas revela información clave sobre la distribución del liderazgo en función del tamaño de la empresa y su sector de actividad. Del total de 536 empresas encuestadas, el **75%** de los gerentes son hombres (400 empresas). El **25%** son mujeres (136 empresas).

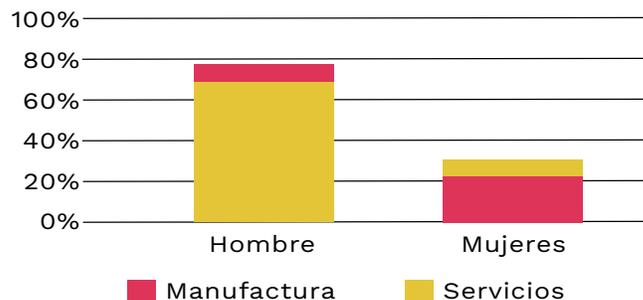


La composición por género varía según el tamaño de la empresa, en las pequeñas empresas, el **73%** de los gerentes son hombres y el **27%** son mujeres. En las medianas empresas, la brecha es más pronunciada, con un **83%** de gerentes hombres y solo un **17%** de mujeres, lo que sugiere un menor acceso de las mujeres al liderazgo en empresas de mayor tamaño.



El sector también influye en la distribución por género, en el sector manufacturero, el **79%** de los gerentes son hombres y el **21%** son mujeres. En el sector de servicios, los hombres representan el **69%** y las mujeres el **31%**, lo que indica una mayor presencia femenina en este sector en comparación con la manufactura.

Género/Industria



3.2 Implementación de Tecnologías Digitales

Las capacidades digitales son esenciales para la implementación de tecnologías avanzadas en la Industria 4.0, ya que permiten la convergencia de tecnologías de información y operación, facilitando la transformación digital (Chung et al., 2022). Este avance ha sido impulsado por el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que han reducido significativamente los costos de hardware y equipo (Brixner et al., 2020).

Contar con una infraestructura tecnológica consolidada permite a las empresas incorporar tecnologías avanzadas de forma más eficiente, como lo señalan Antony et al. (2023). Estas capacidades facilitan procesos de automatización, consolidación de información y mejora de la eficiencia operativa, pasos fundamentales para la implementación de un sistema de Industria 4.0 (Meiryani et al., 2021).

Además, la capacidad instalada de las empresas no solo implica poseer infraestructura, sino también la habilidad de adoptar y usar activos tecnológicos más sofisticados, lo que es clave para la transformación digital (Kee et al., 2023). Este proceso incluye la generación y el análisis de datos, que permiten operar bajo un enfoque basado en información, utilizando herramientas como sistemas ERP y CRM para optimizar operaciones a lo largo de la cadena de valor (Zeller et al., 2018).

Empresas con capacidades digitales sólidas suelen tener una cultura de innovación profundamente enraizada, que fomenta la aceptación y experimentación con nuevas tecnologías, impulsando la transición a la Industria 4.0 (Battistoni et al., 2023). Estos elementos no solo fortalecen la competitividad de las empresas, sino que también aseguran su sostenibilidad en un entorno tecnológico en constante evolución. A continuación, se presenta un análisis detallado sobre la adopción de diversas tecnologías digitales de base, lo que permite comprender las capacidades actuales y las oportunidades de mejora en estas empresas.

Página Web Informativa

La herramienta digital más utilizada por las empresas es la página web informativa, adoptada por el 74,5% de las Pymes. Esto evidencia que la mayoría de las empresas reconoce la importancia de contar con una presencia básica en línea para informar a sus clientes y públicos de interés.

Comercio Electrónico

El 50,8% de las empresas implementan comercio electrónico a través de un portal propio, mientras que el 40,5% lo hacen mediante plataformas de Marketplace como Amazon, Mercado Libre u otros equivalentes. Estos resultados destacan que cerca de la mitad de las Pymes exploran opciones para vender en línea, aunque aún existe espacio para aumentar la adopción de estas tecnologías, especialmente en plataformas de terceros.

Marketing Digital

El 45,0% de las empresas encuestadas utiliza herramientas de marketing digital y publicidad pagada en redes sociales y buscadores. Esto refleja un enfoque creciente en estrategias para alcanzar a sus clientes mediante medios digitales, aunque todavía no es un estándar en la mayoría de las Pymes.

Compras Electrónicas

Las compras electrónicas son utilizadas por el 64,1% de las empresas, lo que indica una adopción significativa de herramientas que optimizan la adquisición de insumos y productos mediante plataformas digitales.

Teletrabajo

El 60,4% de las Pymes ha implementado modalidades de teletrabajo. Este dato sugiere que la pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de herramientas que permiten a los empleados trabajar de forma remota, mostrando un nivel importante de digitalización en sus procesos laborales.

Sistemas de Gestión Empresarial (ERP y CRM)

Los sistemas ERP, utilizados por el 42,2% de las empresas, son clave para la planificación de recursos empresariales, lo que demuestra una adopción creciente de herramientas avanzadas de gestión empresarial.

Por su parte, los sistemas CRM, empleados por el 34,4% de las empresas, reflejan un menor nivel de adopción, aunque siguen siendo importantes para gestionar relaciones con los clientes y mejorar la experiencia del cliente.

Plataformas Digitales

Las plataformas digitales son utilizadas por el 56,6% de las Pymes, lo que subraya su importancia en la gestión de operaciones y servicios.

Banca Digital

La banca digital es utilizada por el 67,3% de las empresas, lo que demuestra una amplia adopción de herramientas para la gestión financiera en línea, que resultan esenciales en la optimización de los flujos de caja y la toma de decisiones financieras.

<i>Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	<i>diferencias significativas</i>
Página Web informativa	74%	78%	-
Comercio electrónico en portal propio.	50%	55%	-
Comercio electrónico en Marketplace (Amazon, Mercado Libre o equivalente)	41%	39%	-
Marketing digital/publicidad pagada en redes sociales y buscadores	48%	58%	**
Compras electrónicas	63%	70%	-
Teletrabajo	60%	61%	-
Sistema ERP - Sistema de planificación de recursos empresariales (SAP-De Fontana-etc)	38%	64%	***
CRM – Gestión de relaciones con el cliente (Salesforce – HubSpot o equivalente)	32%	45%	***
Plataformas Digitales	32%	45%	***
Banca Digital	62%	70%	-

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

Este análisis destaca que las medianas empresas tienden a implementar más herramientas avanzadas como sistemas ERP y CRM, y tienen una mayor participación en marketing digital y plataformas digitales. Estas diferencias son estadísticamente significativas y reflejan la mayor capacidad de las medianas empresas para invertir en tecnologías que optimizan la gestión y la interacción con los clientes.

Por otro lado, tecnologías más accesibles como páginas web informativas, comercio electrónico y banca digital son ampliamente adoptadas por ambos tipos de empresas, sin diferencias

Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa

	Inicio	Crecimiento	Consolidación
Página Web informativa	73,6%	75,6%	73,5%
Comercio electrónico en portal propio.	52,3%	52,6%	46,8%
Comercio electrónico en Marketplace (Amazon, Mercado Libre o equivalente)	41,9%	41,1%	38,3%
Marketing digital/publicidad pagada en redes sociales y buscadores	56,0%	49,2%	44,4%
Compras electrónicas	65,0%	63,2%	64,7%
Teletrabajo	66,1%	64,3%	49,7%
Sistema ERP - Sistema de planificación de recursos empresariales	41,8%	42,0%	42,7%
CRM – Gestión de relaciones con el cliente (Salesforce – HubSpot o equivalente)	35,7%	36,0%	31,0%
Plataformas Digitales	58,7%	59,1%	51,1%
Banca Digital	63,6%	68,6%	68,4%

Los resultados muestran que la longevidad empresarial tiene un impacto significativo en algunas áreas de digitalización, como el marketing digital, el teletrabajo y el uso de plataformas digitales, donde las empresas en etapas de inicio y crecimiento tienden a adoptar estas tecnologías con mayor frecuencia. Esto podría estar relacionado con su necesidad de ser más ágiles y competitivas desde el principio. Por el contrario, tecnologías como sistemas ERP, CRMs y banca digital muestran niveles de adopción consistentes, independientemente de la etapa empresarial.

significativas. Estos resultados subrayan las oportunidades para promover una mayor adopción de tecnologías avanzadas en las pequeñas empresas, con el fin de cerrar las brechas digitales y mejorar su competitividad.

3.2.2 Análisis según longevidad

El análisis de la adopción de tecnologías digitales según la longevidad empresarial (Inicio, Crecimiento y Consolidación) refleja patrones importantes sobre cómo las Pymes enfrentan la transformación digital en diferentes etapas de su desarrollo. A continuación, se discuten los hallazgos clave:

3.2.3 Análisis según industria

El análisis de la adopción de tecnologías digitales según el sector empresarial (manufactura y servicios) revela diferencias importantes en algunas áreas clave, destacando cómo las necesidades y características sectoriales influyen en la implementación tecnológica.

Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa

	Manufactura	Servicio	Diferencias significativas
Página Web informativa	73,7%	75,4%	-
Comercio electrónico en portal propio.	48,4%	53,7%	-
Comercio electrónico en Marketplace (Amazon, Mercado Libre o equivalente)	39,7%	41,4%	-
Marketing digital/publicidad pagada en redes sociales y buscadores	49,6%	49,4%	-
Compras electrónicas	64,6%	63,5%	-
Teletrabajo	55,2%	66,7%	***
Sistema ERP - Sistema de planificación de recursos empresariales	40,4%	44,3%	-
CRM – Gestión de relaciones con el cliente (Salesforce – HubSpot o equivalente)	31,6%	37,9%	**
Plataformas Digitales	52,8%	61,3%	***
Banca Digital	68,0%	66,4%	-

El análisis por sector revela que mientras algunas tecnologías, como las páginas web informativas, el comercio electrónico y la banca digital, tienen una adopción similar entre manufactura y servicios, otras presentan diferencias significativas.

El teletrabajo y las plataformas digitales tienen una adopción significativamente mayor en el sector servicios, lo que puede deberse a la naturaleza más flexible de sus actividades. Los sistemas CRM también muestran una adopción más alta en servicios, lo que refleja un mayor enfoque en la interacción con clientes.

Estos resultados resaltan la necesidad de enfoques sectoriales diferenciados para promover la adopción de tecnologías digitales, maximizando su impacto en las empresas de manufactura y servicios.

3.3 Industria 4.0

La Industria 4.0 se categoriza en dos capas principales según Frank et al. (2019):

Tecnologías de base: Estas tecnologías proporcionan conectividad e inteligencia al sistema, incluyendo la computación en la nube y el análisis de grandes volúmenes de datos (big data). Su objetivo principal es mejorar la capacidad de procesamiento de información mediante una mayor integración y uso de datos (Battistoni et al., 2023). La computación en la nube, por ejemplo, ofrece infraestructura escalable y flexible que permite el acceso remoto a recursos y datos, crucial para la adopción efectiva de tecnologías avanzadas (Zahoor y Al-Tabbaa, 2020). El análisis de datos, por su parte, facilita la extracción de información valiosa al gestionar características fundamentales como volumen, variedad, valor, velocidad y veracidad (Li y Zhang, 2021).

Tecnologías de front-end: Estas transforman actividades de fabricación y la entrega de productos mediante la optimización de procesos. Se integran con las tecnologías de base para crear sistemas de manufactura completamente conectados, mejorando cadenas de suministro y desarrollando nuevos productos y procesos (Tsang et al., 2022).

La interconexión entre ambas capas es esencial para la integración completa de los sistemas en la Industria 4.0. Las tecnologías de base actúan como habilitadoras al proporcionar los recursos necesarios para implementar y maximizar el

potencial de las tecnologías de front-end (Rodríguez-Espíndola et al., 2022). En conjunto, estas tecnologías permiten optimizar procesos de manufactura, mejorar las cadenas de suministro y desarrollar productos innovadores, posicionando a la Industria 4.0 como un motor clave para la transformación digital.

Las tecnologías analizadas en este informe se incluyen:

Cloud Computing: Tecnologías de almacenamiento y procesamiento de datos en la nube que facilitan el acceso y la gestión de información desde cualquier lugar.

Big Data y Data Intelligence: Sistemas que permiten analizar grandes volúmenes de datos para generar insights y tomar decisiones informadas.

Robots Autónomos: Herramientas automatizadas para optimizar procesos productivos y logísticos.
Ciberseguridad: Tecnologías esenciales para proteger la información empresarial frente a amenazas digitales.

Fabricación Aditiva o Impresión 3D: Soluciones que permiten crear prototipos y productos personalizados con rapidez y eficiencia.

Realidad Aumentada y Virtual: Tecnologías que mejoran los procesos de diseño, capacitación y experiencia del cliente.

Inteligencia Artificial: Sistemas que automatizan tareas complejas y mejoran los procesos de toma de decisiones.

Almacenes Inteligentes / Radiofrecuencia (RFID): Tecnologías que optimizan la gestión de inventarios y logística.

La implementación de estas herramientas no solo promueve la eficiencia operativa, sino que también impulsa la transformación digital en las empresas, abriendo nuevas **oportunidades de crecimiento** y adaptación al entorno competitivo actual. En las siguientes secciones, se presentan los resultados de la adopción de estas tecnologías en las Pymes analizadas, resaltando su impacto y los desafíos asociados a su implementación.

Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa

Cloud Computing	50,5%
Big Data - Data Intelligence	38,3%
Robots Autónomos	25,3%
Ciberseguridad	44,7%
Fabricación Aditiva o Impresión 3D	25,9%
Realidad Aumentada o Virtual	25,3%
Inteligencia Artificial	30,1%
Almacenes inteligentes / radiofrecuencia (RFID)	24,0%

La incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 en las Pymes encuestadas refleja un panorama mixto en términos de avance tecnológico, donde algunas herramientas tienen una adopción moderada, mientras que otras muestran un bajo grado de implementación.

El uso de Cloud Computing es la tecnología más adoptada, con un **50,5%** de las empresas integrándola en sus operaciones. Esto refleja la creciente importancia de soluciones en la nube para mejorar el acceso a datos, la colaboración y la flexibilidad operativa. Su adopción relativamente alta sugiere que las Pymes reconocen el valor de estas herramientas para **optimizar procesos y reducir costos**.

La implementación de herramientas de Big Data y Data Intelligence alcanza un **38,3%**, destacando un interés creciente en el análisis de datos para la **toma de decisiones informadas**. Aunque este porcentaje es considerable, también indica que muchas empresas aún no están aprovechando plenamente el potencial de los datos masivos para transformar su estrategia empresarial.

La utilización de robots autónomos es limitada, con solo un **25,3%** de las empresas reportando su adopción. Esto puede deberse a los altos costos iniciales y la percepción de complejidad técnica, lo que representa un desafío significativo, especialmente para las Pymes con menos recursos financieros.

La ciberseguridad es adoptada por el **44,7%** de las empresas, lo que refleja una conciencia creciente sobre la necesidad de proteger datos y sistemas frente a amenazas digitales. Aunque el nivel de

implementación es relativamente alto, aún queda un espacio importante para fortalecer la **seguridad cibernética**, especialmente en un contexto donde las brechas de seguridad pueden tener impactos severos.

La fabricación aditiva o impresión 3D tiene una adopción baja, con un **25,9%** de las empresas utilizándola. Su uso sigue siendo limitado a sectores específicos donde la personalización y la **producción de prototipos** son fundamentales. Este resultado sugiere que aún no ha alcanzado un nivel de adopción generalizado entre las Pymes.

La adopción de realidad aumentada o virtual también es baja, con un **25,3%** de implementación. Aunque estas **tecnologías tienen un gran potencial en capacitación, diseño y experiencias de cliente**, los costos asociados y la falta de conocimiento técnico podrían ser barreras para su adopción más amplia.

La inteligencia artificial (IA) tiene un nivel de adopción moderado, alcanzando el **30,1%**. Esto sugiere que las Pymes están comenzando a explorar **aplicaciones de IA**, como la automatización de procesos y la personalización de servicios, aunque aún queda un camino por recorrer para maximizar su uso en actividades clave.

Los almacenes inteligentes y el uso de RFID tienen una adopción del **24,0%**, lo que refleja un bajo nivel de integración. Dado su potencial para optimizar la gestión de **inventarios y la logística**, este resultado sugiere que muchas empresas aún no han priorizado estas tecnologías o enfrentan limitaciones financieras y técnicas para implementarlas.





3.3.1 Análisis por Tamaño

El análisis de la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 según el tamaño de las empresas muestra diferencias importantes en ciertas tecnologías clave, resaltando las capacidades y desafíos únicos de las pequeñas y medianas empresas (Pymes).

Las medianas empresas muestran una mayor adopción de tecnologías avanzadas como Big Data, ciberseguridad y almacenes inteligentes, lo que

refleja su capacidad para invertir en soluciones que requieran recursos más avanzados. Por otro lado, las pequeñas empresas presentan niveles similares de adopción en tecnologías como Cloud Computing, impresión 3D, realidad aumentada e inteligencia artificial, lo que indica que estas herramientas están comenzando a ser accesibles para empresas de menor tamaño.

Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa

	Pequeña	Mediana	Diferencias significativas
Cloud Computing	49,4%	57,6%	-
Big Data - Data Intelligence	37,1%	46,3%	**
Robots Autónomos	24,8%	28,2%	-
Ciberseguridad	43,7%	51,6%	**
Fabricación Aditiva o Impresión 3D	25,6%	28,0%	-
Realidad Aumentada o Virtual	24,9%	27,8%	-
Inteligencia Artificial	29,6%	33,1%	-
Almacenes inteligentes / radiofrecuencia (RFID)	23,1%	29,4%	**

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

3.3.2 Análisis por Longevidad

El análisis de la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 según la longevidad empresarial (inicio, crecimiento y consolidación) muestra patrones interesantes y diferencias significativas en algunas áreas.

El análisis destaca que las empresas en crecimiento lideran la adopción de tecnologías como Cloud Computing, inteligencia artificial y

almacenes inteligentes/RFID, reflejando su enfoque en herramientas que apoyen su expansión y optimización operativa. Las empresas en inicio y consolidación tienen niveles de adopción más bajos, lo que podría deberse a limitaciones de recursos o a la preferencia por tecnologías tradicionales.

A continuación, se presentan los resultados.

Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa

	Inicio	Crecimiento	Consolidación	Diferencias significativas
Cloud Computing	48,0%	55,7%	44,9%	*
Big Data - Data Intelligence	38,0%	39,9%	36,3%	-
Robots Autónomos	25,0%	25,3%	25,4%	-
Ciberseguridad	44,6%	46,2%	42,7%	-
Fabricación Aditiva o Impresión 3D	23,9%	27,5%	25,2%	-
Realidad Aumentada o Virtual	25,1%	26,6%	23,5%	-
Inteligencia Artificial	29,2%	32,9%	26,6%	**
Almacenes inteligentes / radiofrecuencia (RFID)	22,6%	26,4%	21,4%	**

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

3.3.3 Análisis por Industria

El análisis sectorial de la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 muestra diferencias significativas en algunos aspectos, destacando cómo las características de los sectores manufactura y servicios influyen en la implementación de estas herramientas tecnológicas. A continuación, se presentan los resultados:

El sector servicios lidera en la adopción de tecnologías como Cloud Computing, Big Data y ciberseguridad, reflejando su enfoque en la interacción digital, la personalización y la protección de datos. Por otro lado, el sector manufacturero tiene una adopción más equilibrada, con un mayor enfoque en tecnologías específicas para la producción.

Indique en que medida se aplican las siguiente tecnologías digitales de base en su empresa

	Pequeña	Mediana	Diferencias significativas
Cloud Computing	47,3%	54,4%	**
Big Data - Data Intelligence	35,3%	42,0%	***
Robots Autónomos	25,3%	25,3%	-
Ciberseguridad	40,2%	50,3%	***
Fabricación Aditiva o Impresión 3D	26,5%	25,1%	-
Realidad Aumentada o Virtual	24,8%	25,9%	-
Inteligencia Artificial	28,7%	31,8%	-
Almacenes inteligentes / radiofrecuencia (RFID)	23,7%	24,3%	-

Diferencias estadísticamente significativas: () : $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***) : $p < 0.01$; (-) no significativa*

3.4 Impulsores

La adopción de tecnologías digitales en las Pymes no ocurre de manera aislada, sino que está influenciada por una serie de factores internos y externos que impulsan su implementación (Ali et al., 2022). Estos impulsores reflejan las motivaciones clave para que las empresas incorporen nuevas herramientas tecnológicas en sus operaciones, mejoren su competitividad y se adapten a las demandas del mercado.

Los impulsores evaluados en este informe se incluyen:

Los impulsores evaluados en este informe se incluyen:

Requerimientos del cliente: La necesidad de satisfacer expectativas y demandas tecnológicas de los clientes.

Prácticas de los competidores: La presión derivada de que los competidores ya están adoptando estas tecnologías.

Reducción de costos: La implementación de tecnologías como una estrategia para optimizar recursos y mejorar la eficiencia.

Mejoras en el tiempo de comercialización: La rapidez para lanzar productos y servicios al mercado mediante herramientas digitales.
Requisitos legales: Cambios en la legislación que obligan a las empresas a adoptar nuevas tecnologías.

Disponibilidad de mano de obra calificada: La presencia de un equipo humano capacitado para manejar e implementar tecnologías.

Apoyo del ecosistema de innovación: Trabajo realizado con incubadoras, aceleradoras o programas de apoyo empresarial.

Estrategia consciente: La incorporación de tecnologías como parte de un plan estratégico deliberado.

En las siguientes secciones, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de estos impulsores, proporcionando una visión clara sobre los factores más influyentes en la transformación digital de las Pymes.

Evalúe los siguientes impulsores para que su empresa utilice nuevas tecnologías digitales

Promedio

Requerimientos del cliente	76,4%
Los competidores practican las nuevas tecnologías digitales	68,7%
Para reducir costos	74,8%
Para mejorar el tiempo de comercialización	75,6%
Debido a requisitos legales (legislación modificada)	64,7%
La empresa dispone de mano de obra calificada	72,0%
Trabajo iniciado con aporte del sistema de innovación (incubadoras, aceleradoras, etc)	49,0%
Estrategia consciente en torno a las nuevas tecnologías digitales	64,2%

Los resultados reflejan una combinación de factores internos y externos que impulsan la adopción de tecnologías digitales en las Pymes, destacando prioridades estratégicas, operativas y de mercado.

En general, los requerimientos del cliente (76,4%) se posicionan como el principal impulsor, lo que resalta el enfoque en satisfacer las expectativas del mercado como una prioridad clave para las empresas. Este resultado indica que las Pymes entienden la importancia de alinear sus capacidades tecnológicas con las demandas crecientes de los clientes en un entorno competitivo y digitalizado.

Otros factores destacados incluyen la reducción de costos (74,8%) y la mejora en el tiempo de comercialización (75,6%), lo que evidencia que las Pymes perciben las tecnologías digitales no solo como herramientas para cumplir con las demandas externas, sino también como medios efectivos para optimizar recursos y acelerar procesos. Estas prioridades operativas están directamente vinculadas con la búsqueda de eficiencia y competitividad.

La mano de obra calificada (72,0%) también emerge como un factor importante, destacando la relevancia de contar con personal capacitado para implementar y gestionar tecnologías avanzadas.

Sin embargo, el nivel más bajo reportado en el trabajo iniciado con apoyo del sistema de innovación (49,0%) sugiere que las Pymes no están aprovechando plenamente los recursos y programas ofrecidos por incubadoras, aceleradoras u otras instituciones de apoyo. Este hallazgo puede reflejar una desconexión entre las políticas de innovación y las necesidades prácticas de las empresas.

Finalmente, los requisitos legales (64,7%) y una estrategia consciente en torno a las tecnologías digitales (64,2%) aparecen como impulsores relevantes pero secundarios. Esto indica que, aunque la legislación y la planificación estratégica son importantes, no son los factores principales que motivan la adopción tecnológica en las Pymes. En términos generales, los resultados muestran que las Pymes priorizan la satisfacción de los clientes y la eficiencia operativa como los principales motores para implementar tecnologías digitales. Sin embargo, también evidencian oportunidades para fortalecer la relación entre las empresas y los sistemas de innovación, así como para fomentar una mayor planificación estratégica en torno a la transformación digital. Estos hallazgos son valiosos para diseñar políticas y programas específicos que apoyen a las Pymes en su camino hacia la digitalización.

Evalúe los siguientes impulsores para que su empresa utilice nuevas tecnologías digitales

Pequeña

Mediana

Diferencias significativas

	Pequeña	Mediana	Diferencias significativas
Requerimientos del cliente	76,5%	75,9%	-
Los competidores practican las nuevas tecnologías digitales	68,4%	70,8%	-
Para reducir costos	74,7%	75,3%	-
Para mejorar el tiempo de comercialización	75,6%	75,5%	-
Debido a requisitos legales (legislación modificada)	64,0%	69,6%	-
La empresa dispone de mano de obra calificada	72,2%	70,8%	-
Trabajo iniciado con aporte del sistema de innovación	48,3%	53,5%	-
Estrategia consciente en torno a las nuevas tecnologías digitales	64,1%	64,9%	-

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

Evalúe los siguientes impulsores para que su empresa utilice nuevas tecnologías digitales

	Pequeña	Mediana	Diferencias significativas
Requerimientos del cliente	76,5%	75,9%	-
Los competidores practican las nuevas tecnologías digitales	68,4%	70,8%	-
Para reducir costos	74,7%	75,3%	-
Para mejorar el tiempo de comercialización	75,6%	75,5%	-
Debido a requisitos legales (legislación modificada)	64,0%	69,6%	-
La empresa dispone de mano de obra calificada	72,2%	70,8%	-
Trabajo iniciado con aporte del sistema de innovación	48,3%	53,5%	-
Estrategia consciente en torno a las nuevas tecnologías digitales	64,1%	64,9%	-

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

Evalúe los siguientes impulsores para que su empresa utilice nuevas tecnologías digitales

	Inicio	Crecimiento	Consolidación	Diferencias significativas
Requerimientos del cliente	74,9%	78,2%	75,1%	-
Los competidores practican las nuevas tecnologías digitales	67,8%	69,8%	67,9%	-
Para reducir costos	72,5%	76,7%	73,9%	-
Para mejorar el tiempo de comercialización	76,5%	76,1%	74,0%	-
Debido a requisitos legales (legislación modificada)	63,4%	66,5%	63,3%	-
La empresa dispone de mano de obra calificada	70,2%	74,5%	69,9%	-
Trabajo iniciado con aporte del sistema de innovación	52,0%	50,1%	44,7%	*
Estrategia consciente en torno a las nuevas tecnologías digitales	65,7%	67,3%	58,3%	***

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

Evalúe los siguientes impulsores para que su empresa utilice nuevas tecnologías digitales

	Manufatura	Servicio	Diferencias significativas
Requerimientos del cliente	74,2%	79,1%	**
Los competidores practican las nuevas tecnologías digitales	67,8%	69,8%	-
Para reducir costos	75,5%	73,9%	-
Para mejorar el tiempo de comercialización	75,3%	76,0%	-
Debido a requisitos legales (legislación modificada)	64,7%	64,8%	-
La empresa dispone de mano de obra calificada	69,8%	74,7%	**
Trabajo iniciado con aporte del sistema de innovación	49,7%	48,2%	-
Estrategia consciente en torno a las nuevas tecnologías digitales	62,9%	65,8%	-

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

Los resultados del análisis de los impulsores para la adopción de tecnologías digitales destacan la importancia de factores tanto internos como externos en el proceso de digitalización de las Pymes. A pesar de variaciones menores según el





Impulsores Principales

Requerimientos del cliente:

Este impulsor obtiene los puntajes más altos en todos los análisis, alcanzando un promedio cercano al **76%**. Esto refleja la creciente presión que los clientes ejercen sobre las Pymes para que adopten tecnologías digitales que mejoren su capacidad de respuesta, personalización y calidad de servicio. La diferencia significativa entre manufactura y servicios (**79,1% vs. 74,2%**) subraya que los servicios, al estar más directamente orientados al cliente, enfrentan mayores exigencias tecnológicas.

Reducción de costos y mejora del tiempo de comercialización:

Ambos impulsores (**74-76%**) destacan como motivaciones clave en las decisiones tecnológicas de las Pymes, independientemente de su tamaño, etapa o sector. La necesidad de optimizar recursos y acelerar los procesos operativos es transversal, lo que subraya la importancia de las tecnologías digitales para mejorar la eficiencia y competitividad.

Impulsores Secundarios

Estrategia consciente en torno a tecnologías digitales:

Si bien este impulsor tiene un puntaje promedio del **64%**, destaca la diferencia significativa según la longevidad empresarial. Las empresas en consolidación presentan un menor énfasis estratégico (**58,3%**) en comparación con las que están en crecimiento (**67,3%**), lo que podría reflejar una menor necesidad percibida de transformación tecnológica en organizaciones más establecidas.

Mano de obra calificada:

Con un promedio cercano al **72%**, este impulsor resalta la importancia de contar con personal

capacitado para implementar y gestionar tecnologías digitales. Los servicios muestran una ventaja significativa sobre la manufactura (**74,7% vs. 69,8%**), posiblemente debido a la mayor complejidad de las interacciones cliente-tecnología en este sector.

Apoyo del sistema de innovación:

Este es el impulsor con menor puntuación general (**49-53%**), evidenciando una desconexión entre las Pymes y los recursos ofrecidos por incubadoras, aceleradoras y otras instituciones. Sin embargo, las empresas en etapa de inicio (**52%**) parecen beneficiarse más de estos programas que las más consolidadas (**44,7%**), indicando oportunidades para reforzar su impacto en diferentes etapas empresariales.

Impulsores con Impacto Limitado

Requisitos legales:

Aunque importantes en algunos contextos, los cambios legislativos no se destacan como un motor prioritario, manteniéndose en torno al **64-65%** sin diferencias significativas entre grupos. Esto sugiere que las regulaciones aún no ejercen una presión sustancial en la digitalización de las Pymes.

Competencia:

La práctica tecnológica de los competidores tiene una influencia moderada (**67-70%**), lo que indica que, si bien es relevante, las Pymes no perciben una presión competitiva decisiva en su adopción tecnológica.

3.5 Barreras para la Adopción de Tecnologías Digitales

A pesar de los beneficios potenciales asociados con la digitalización, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) enfrentan una **serie de barreras que limitan su capacidad para adoptar y aprovechar plenamente las nuevas tecnologías digitales** (Goel et al., 2022). Estas barreras abarcan aspectos económicos, organizativos, culturales y tecnológicos (Ingaldi y Ulewicz, 2019), lo que resalta la complejidad del proceso de transformación digital en este tipo de organizaciones.

Las barreras identificadas en este estudio son:

Escasez de subvenciones: Limitaciones en el acceso a programas de financiamiento externo para apoyar la inversión en tecnologías digitales.

Falta de recursos financieros en la empresa: Restricciones presupuestarias internas que dificultan la adquisición e implementación de soluciones tecnológicas.

Altos costes de la inversión: El costo inicial elevado de las tecnologías es una barrera clave para muchas Pymes.

Resistencia de los trabajadores: Las tecnologías pueden ser mal recibidas por los empleados, lo que genera resistencia al cambio.

Escasez de personal calificado: La falta de trabajadores con habilidades específicas para manejar estas tecnologías dificulta su implementación.

Requerimientos de educación continua: La necesidad de mantener capacitado al personal representa un esfuerzo continuo para las empresas.

Falta de soluciones técnicas adecuadas: Limitaciones por parte de los proveedores para ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades específicas de las Pymes.

Problemas de seguridad virtual: Las preocupaciones en torno a la ciberseguridad representan una barrera significativa.

Dificultad de coordinación interna: Problemas para alinear acciones y procesos entre diferentes unidades organizativas.

Falta de comprensión estratégica: La carencia de visión sobre el impacto estratégico de las tecnologías digitales limita su adopción.

Integración de datos: Los desafíos asociados con la unificación de datos de múltiples fuentes y la interoperabilidad de sistemas.

Estas barreras ilustran la **diversidad de obstáculos** que enfrentan las Pymes en su camino hacia la transformación digital, y destacan la importancia de un enfoque integral que combine **apoyo financiero, capacitación, innovación** en soluciones tecnológicas y estrategias organizativas claras. En las siguientes secciones, se presentan los resultados específicos sobre la percepción de estas barreras por parte de las empresas encuestadas.

Evalúe las siguientes barreras para que su empresa use nuevas tecnologías digitales

Escasez de subvenciones	72,0%
Falta de recursos financieros en la empresa	73,7%
Altos costes de la inversión	76,8%
Estas tecnologías pueden ser mal recibidas por los trabajadores	45,8%
Exige personal habilidoso, bien cualificado difícil de encontrar y mantener	61,1%
Requiere educación continua de los empleados	67,0%
Falta de soluciones técnicas por parte de los proveedores tecnológicos	61,3%
Problemas de seguridad virtual (ciberseguridad)	55,4%
Dificultad para coordinar acciones entre diferentes unidades	54,6%
Falta de comprensión de la importancia estratégica de las nuevas tecnologías digitales	61,8%
Desafíos con la integración de datos de fuentes dispares y la integración tecnológica	61,2%

El análisis de las barreras generales para la adopción de tecnologías digitales en las Pymes refleja un panorama complejo en el que las limitaciones financieras, los desafíos técnicos y las barreras organizacionales coexisten como los principales obstáculos para avanzar hacia la transformación digital. A continuación, se presenta una discusión general de los resultados, integrando los promedios generales y las diferencias observadas en función del tamaño, la etapa y el sector empresarial.

Principales Barreras Financieras

Altos costes de la inversión (76,8%)

Esta es la barrera más significativa reportada, destacando cómo los elevados costos iniciales desincentivan la adopción tecnológica, especialmente en empresas con recursos limitados. La relevancia de esta barrera es transversal, aunque se intensifica en las pequeñas empresas y en las etapas de inicio.

Falta de recursos financieros (73,7%)

La ausencia de financiamiento adecuado complementa el impacto de los altos costes de inversión. Este factor refuerza la necesidad de aumentar el acceso a subvenciones, créditos blandos y programas de apoyo para aliviar la carga económica asociada con la digitalización.

Escasez de subvenciones (72,0%)

La percepción de insuficiencia en los apoyos externos, como incentivos gubernamentales o fondos específicos para innovación, subraya la necesidad de fortalecer las políticas públicas orientadas a las Pymes en este ámbito.

Barreras Organizativas y Culturales

Resistencia de los trabajadores (45,8%)

Aunque este factor tiene un impacto relativamente menor en comparación con otros, refleja que las actitudes internas hacia el cambio pueden ser un obstáculo, especialmente en empresas donde no se promueve una cultura de innovación. Las medianas empresas muestran una mayor incidencia de esta barrera.

Dificultad para coordinar acciones (54,6%)

La falta de alineación interna entre diferentes unidades organizativas es un desafío relevante, particularmente en estructuras empresariales más grandes o complejas. Esto indica la necesidad de mejorar los procesos de gestión y comunicación interna para facilitar la adopción tecnológica.

Falta de comprensión estratégica (61,8%)

La falta de visión sobre la importancia de las tecnologías digitales como herramienta estratégica destaca como una barrera significativa. Este resultado resalta la necesidad de sensibilizar a los líderes empresariales sobre el valor de la digitalización para la sostenibilidad y competitividad de sus empresas.

Barreras Técnicas y de Capacitación

Escasez de personal calificado (61,1%)

La dificultad para encontrar y retener talento con habilidades digitales específicas es un problema transversal. Esto refleja una brecha en las competencias necesarias para implementar y gestionar tecnologías avanzadas.

Educación continua de los empleados (67,0%)

La necesidad de capacitación constante se percibe como un desafío importante, lo que subraya la importancia de invertir en programas de desarrollo de habilidades tecnológicas para el personal existente.

Falta de soluciones técnicas (61,3%)

Las limitaciones en las soluciones ofrecidas por los proveedores tecnológicos reflejan una desconexión entre las necesidades de las Pymes y las ofertas disponibles en el mercado, lo que dificulta la implementación de soluciones personalizadas y escalables.

Ciberseguridad (55,4%)

Las preocupaciones en torno a la seguridad virtual representan una barrera moderada, indicando que muchas empresas aún no han desarrollado sistemas robustos para proteger sus datos y operaciones frente a amenazas digitales.

Integración de datos (61,2%)

Los desafíos técnicos asociados con la integración de datos de múltiples fuentes y la interoperabilidad de sistemas son una barrera importante, particularmente en sectores como manufactura.

Las barreras más significativas para la adopción de tecnologías digitales en las Pymes están relacionadas con los costos de inversión y la falta de recursos financieros, lo que refleja un entorno de recursos limitados que frena la transformación digital. A esto se suman barreras técnicas y organizativas, como la falta de personal calificado, la resistencia al cambio y las dificultades en la integración de datos y soluciones tecnológicas.

<i>Evalúe las siguientes barreras para que su empresa use nuevas tecnologías digitales</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	<i>Diferencias significativas</i>
Escasez de subvenciones	72,3%	69,6%	-
Falta de recursos financieros en la empresa	74,5%	68,6%	-
Altos costes de la inversión	78,0%	69,2%	***
Estas tecnologías pueden ser mal recibidas por los trabajadores	44,8%	52,4%	**
Exige personal habilidoso, bien cualificado difícil de encontrar y mantener	60,9%	61,8%	-
Requiere educación continua de los empleados	66,3%	71,4%	-
Falta de soluciones técnicas por parte de los proveedores tecnológicos	60,7%	65,3%	-
Problemas de seguridad virtual (ciberseguridad)	55,0%	57,8%	-
Dificultad para coordinar acciones entre diferentes unidades	53,2%	64,1%	***
Falta de comprensión de la importancia estratégica de las nuevas tecnologías digitales	60,9%	68,4%	**
Desafíos con la integración de datos de fuentes dispares y la integración tecnológica	60,1%	68,4%	***

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

<i>Evalúe las siguientes barreras para que su empresa use nuevas tecnologías digitales</i>	<i>Inicio</i>	<i>Crecimiento</i>	<i>Consolidación</i>	<i>Diferencias significativas</i>
Escasez de subvenciones	74,0%	71,7%	70,5%	-
Falta de recursos financieros en la empresa	78,6%	73,2%	70,4%	**
Altos costes de la inversión	80,3%	76,4%	74,5%	-
Estas tecnologías pueden ser mal recibidas por los trabajadores	44,7%	44,6%	48,5%	-
Exige personal habilidoso, bien cualificado difícil de encontrar y mantener	58,7%	61,1%	63,0%	-
Requiere educación continua de los empleados	66,3%	67,1%	67,3%	-
Falta de soluciones técnicas por parte de los proveedores tecnológicos	59,5%	62,3%	61,3%	-
Problemas de seguridad virtual (ciberseguridad)	59,7%	54,0%	53,5%	-
Dificultad para coordinar acciones entre diferentes unidades	57,6%	53,3%	54,1%	-
Falta de comprensión de la importancia estratégica de las nuevas tecnologías digitales	60,5%	61,6%	63,3%	-
Desafíos con la integración de datos de fuentes dispares y la integración tecnológica	61,0%	60,8%	62,0%	-

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

<i>Evalúe las siguientes barreras para que su empresa use nuevas tecnologías digitales</i>	<i>Manufactura</i>	<i>Servicios</i>	<i>Diferencias significativas</i>
Escasez de subvenciones	71,6%	72,4%	-
Falta de recursos financieros en la empresa	75,0%	72,1%	-
Altos costes de la inversión	77,6%	75,8%	-
Estas tecnologías pueden ser mal recibidas por los trabajadores	45,9%	45,6%	-
Exige personal habilidoso, bien cualificado difícil de encontrar y mantener	62,6%	59,2%	-
Requiere educación continua de los empleados	67,0%	66,9%	-
Falta de soluciones técnicas por parte de los proveedores tecnológicos	61,6%	60,9%	-
Problemas de seguridad virtual (ciberseguridad)	52,8%	58,5%	**
Dificultad para coordinar acciones entre diferentes unidades	55,1%	54,1%	-
Falta de comprensión de la importancia estratégica de las nuevas tecnologías digitales	63,0%	60,4%	-
Desafíos con la integración de datos de fuentes dispares y la integración tecnológica	63,0%	59,1%	*

Diferencias estadísticamente significativas: (*): $p < 0.1$; (**): $p < 0.05$; (***): $p < 0.01$; (-) no significativa

3.5.1 Barreras según Tamaño

Altos costes de inversión:

Esta barrera muestra una diferencia significativa entre pequeñas (78,0%) y medianas empresas (69,2%). Las pequeñas empresas enfrentan mayores dificultades financieras, lo que refuerza la necesidad de apoyo focalizado para aliviar los costos iniciales de inversión.

Resistencia de los trabajadores:

Las medianas empresas (52,4%) presentan mayor resistencia por parte de los empleados en comparación con las pequeñas (44,8%). Esto podría atribuirse a estructuras organizativas más rígidas o a mayores desafíos para gestionar el cambio en empresas más grandes.

Dificultad para coordinar acciones:

Este factor es significativamente más alto en las medianas empresas (64,1%) que en las pequeñas (53,2%), reflejando la mayor complejidad organizativa que enfrentan las empresas más grandes al implementar tecnologías digitales.

3.5.2 Barreras según Longevidad Empresarial

Falta de recursos financieros:

Las empresas en etapa de inicio (78,6%) reportan mayores dificultades económicas en comparación con las empresas en crecimiento (73,2%) y consolidación (70,4%). Esto resalta la vulnerabilidad de las empresas nuevas frente a las limitaciones de acceso a financiamiento.

Estrategia consciente en torno a tecnologías digitales:

Las empresas consolidadas (58,3%) muestran una comprensión estratégica significativamente menor en comparación con las empresas en crecimiento (67,3%). Esto sugiere que las empresas más establecidas podrían estar menos inclinadas a priorizar la digitalización como parte de su estrategia a largo plazo.

Trabajo iniciado con apoyo del sistema de innovación:

Este impulsor es más relevante en empresas en inicio (52,0%) que en empresas consolidadas (44,7%), lo que sugiere una desconexión progresiva entre las políticas de innovación y las empresas más maduras.

3.5.3 Barreras según Industria (Manufactura vs. Servicios)

Requerimientos técnicos y ciberseguridad:

Las empresas del sector servicios enfrentan mayores preocupaciones relacionadas con la ciberseguridad (58,5%) en comparación con las de manufactura (52,8%). Esto refleja la mayor exposición de los servicios a interacciones digitales con clientes y proveedores.

Desafíos con integración de datos:

Las empresas de manufactura (63,0%) reportan mayores dificultades con la integración de datos en comparación con las de servicios (59,1%). Este resultado puede estar relacionado con la complejidad inherente de los procesos productivos y logísticos en el sector manufacturero.

Falta de comprensión estratégica:

Aunque la diferencia no es significativa, las empresas de manufactura (63,0%) muestran una percepción ligeramente mayor de esta barrera en comparación con las empresas de servicios (60,4%). Esto podría estar relacionado con una menor orientación hacia la digitalización estratégica en empresas manufactureras tradicionales.

A person wearing a striped shirt is operating a robotic arm in a factory. The person is holding a grey control panel with several buttons and a joystick. The background shows industrial machinery and a bright orange robotic arm. The image has a purple overlay.

CONCLUSIONES

4.-CONCLUSIONES

En este apartado se presentan, a modo de resumen general, las principales conclusiones de este estudio realizado a 536 empresas en Chile.

Características generales de las empresas

El **87% son pequeñas** (menos de 50 trabajadores), mientras que el 13% son medianas (entre 50 y 250 trabajadores). **La mayoría de las empresas encuestadas (68%) son familiares**, lo que refleja la prevalencia de este tipo de estructuras organizativas en el país. Dentro de este grupo, las empresas familiares muestran mayor representación en el sector manufacturero (73%) y una menor participación en servicios (61%).

En cuanto a la antigüedad, el 26% de las empresas están en la etapa de inicio (menos de 5 años), el 45% en crecimiento (entre 5 y 15 años) y el 30% en consolidación (más de 15 años). **Las empresas familiares tienden a presentar una mayor estabilidad en su estructura organizativa**, con una proporción más alta en las etapas de crecimiento y consolidación en comparación con las no familiares.

El 54% de las empresas opera en el sector servicios, mientras que el 46% pertenece al sector manufacturero. **Las empresas de servicios presentan una mayor adopción de tecnologías relacionadas con la interacción con el cliente, como CRM y marketing digital, mientras que las manufactureras priorizan herramientas enfocadas en la optimización de procesos productivos.**

El análisis de género revela una **predominancia masculina en los puestos de liderazgo**, con el 75% de los gerentes siendo hombres y solo el 25% mujeres. La brecha es más pronunciada en las medianas empresas, donde el 83% de los gerentes son hombres, en comparación con el 73% en las pequeñas empresas. Por sector, el liderazgo femenino tiene una mayor representación en servicios (31%) que en manufactura (21%).

Adopción tecnológica básica y avanzada

El nivel de adopción de tecnologías digitales básicas como la banca digital (67,3%), el comercio electrónico (50,8%) y las plataformas digitales (56,6%) indica que **una proporción significativa de las Pymes ya está integrando herramientas digitales en sus operaciones**. Sin embargo, la implementación de **tecnologías avanzadas de I4.0**, como la computación en la nube (50,5%), el análisis de datos masivos (big data, 38,3%) y la inteligencia artificial (30,1%), muestra un **progreso limitado**, evidenciando una brecha entre la disponibilidad de estas tecnologías y su integración efectiva.

Las empresas de mayor tamaño y aquellas en sectores de servicios muestran niveles más altos de adopción tecnológica en comparación con las pequeñas empresas y los sectores manufactureros. Las herramientas relacionadas con la interacción directa con los clientes, como CRM (34,4%) y marketing digital (45%), son más comunes en servicios, mientras que la manufactura prioriza tecnologías orientadas a la optimización de procesos, como robots autónomos (25,3%) y almacenes inteligentes (24%).

Las medianas empresas presentan mayores capacidades para implementar tecnologías avanzadas, como sistemas ERP y big data, debido a una mayor disponibilidad de recursos. Sin embargo, las pequeñas empresas muestran un progreso más lento, limitado por barreras financieras y organizativas.

En cuanto al sector, las empresas de servicios lideran en la adopción de tecnologías centradas en la interacción con el cliente, mientras que las empresas manufactureras enfrentan mayores desafíos relacionados con la integración de datos y la ciberseguridad. Por último, las empresas en etapas de crecimiento son las que más aprovechan las oportunidades de digitalización, mientras que las empresas consolidadas tienden a mostrar menor énfasis en estrategias conscientes de transformación tecnológica.

Impulsores de la adopción tecnológica

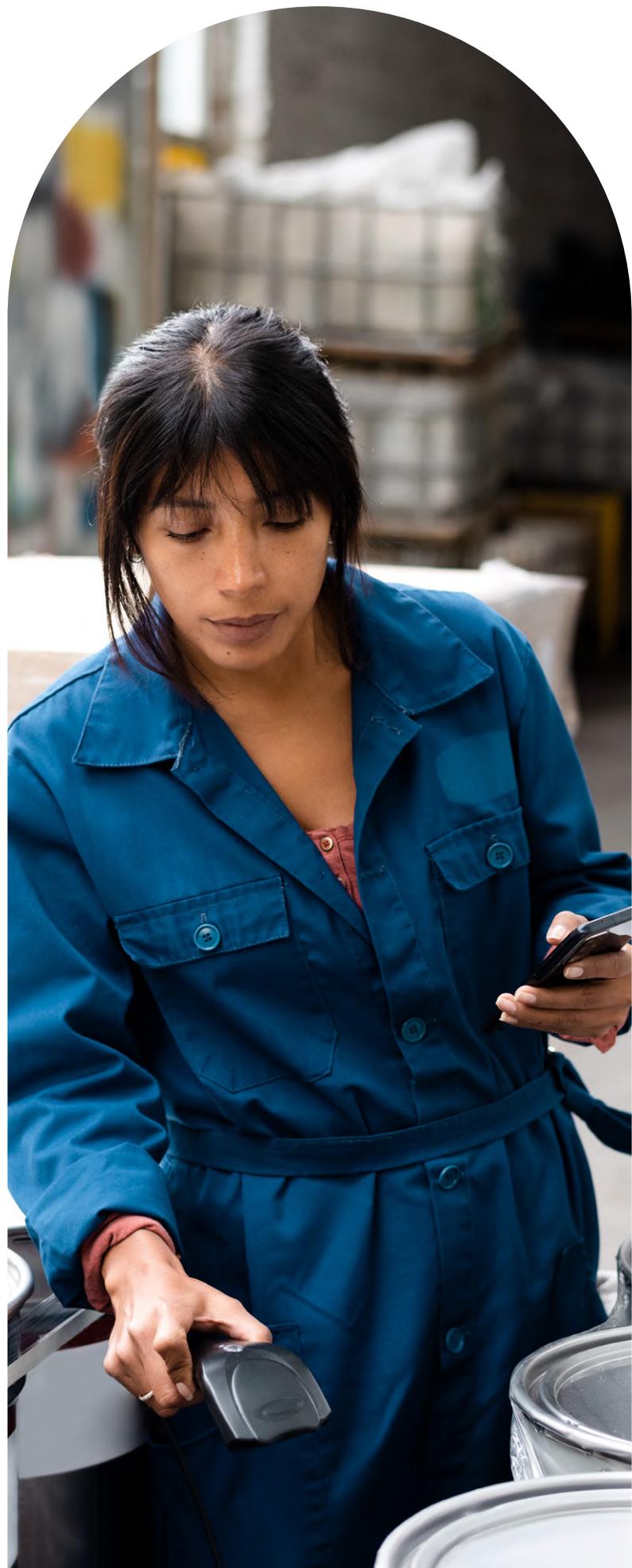
Por otro lado, los requerimientos de los clientes (76,4%) y la necesidad de reducir costos (74,8%) se posicionan como los principales impulsores para la adopción de tecnologías digitales. Las empresas también valoran la mejora en los tiempos de comercialización (75,6%) y la disponibilidad de personal capacitado (72%), aunque la conexión con programas de innovación externa, como incubadoras o aceleradoras (49%), sigue siendo limitada, lo que evidencia **una oportunidad para fortalecer el apoyo del ecosistema de innovación.**

Barreras para la adopción tecnológica

Las Pymes enfrentan diversas barreras que dificultan su transición hacia la digitalización y la implementación de tecnologías avanzadas. Los altos costos de inversión (76,8%) y la falta de recursos financieros (73,7%) emergen como las principales limitantes, especialmente para las pequeñas empresas y aquellas en etapas iniciales de desarrollo.

En términos organizativos, las dificultades para coordinar acciones internas (54,6%) y la resistencia de los trabajadores al cambio (45,8%) también representan obstáculos significativos. Desde una perspectiva técnica, la falta de soluciones adaptadas a las necesidades específicas de las Pymes (61,3%) y los problemas de ciberseguridad (55,4%) destacan como barreras críticas, especialmente en sectores con mayor exposición a riesgos digitales, como los servicios.

“Las Pymes enfrentan diversas barreras que dificultan su transición hacia la digitalización y la implementación de tecnologías avanzadas.”



Recomendaciones

A continuación, se presentan recomendaciones que buscan potenciar la capacidad de las Pymes para enfrentar los retos de la digitalización mientras se fortalecen las condiciones estructurales necesarias para garantizar su sostenibilidad y éxito en la era de la Industria 4.0.

Para Pymes:

Adoptar un enfoque gradual hacia la digitalización. Las Pymes deben priorizar la adopción de tecnologías digitales básicas antes de avanzar hacia herramientas más avanzadas de la Industria 4.0 (I4.0). Por ejemplo, establecer una presencia sólida en línea mediante páginas web y comercio electrónico, y luego integrar sistemas ERP o CRM, según la necesidad de optimizar operaciones y mejorar la interacción con los clientes.

Fomentar una cultura de innovación

Es fundamental promover una mentalidad abierta al cambio dentro de la organización. Esto incluye capacitar a los empleados en el uso de nuevas tecnologías, reconocer sus esfuerzos en la transición digital y fomentar su participación en el diseño e implementación de soluciones tecnológicas.

Inversión en capacitación del personal

Identificar las habilidades críticas necesarias para la digitalización y brindar oportunidades de capacitación continua es clave. Esto incluye formación en el uso de herramientas digitales, gestión de datos y ciberseguridad para garantizar la adopción efectiva de tecnologías avanzadas.

Colaborar con el ecosistema de innovación

Las Pymes deben buscar alianzas estratégicas con incubadoras, aceleradoras y universidades para acceder a apoyo técnico, capacitación y financiamiento. Estas colaboraciones pueden facilitar el acceso a conocimiento especializado y herramientas necesarias para implementar tecnologías de I4.0.

Fortalecer la seguridad digital

Dado el aumento de riesgos cibernéticos, es crucial que las Pymes inviertan en soluciones de ciberseguridad para proteger sus datos y sistemas. Esto incluye adoptar buenas prácticas como el uso de contraseñas seguras, actualizaciones regulares de software y formación en seguridad para los empleados.

Medir y evaluar el impacto de las tecnologías

Antes de realizar grandes inversiones, las Pymes deben analizar los beneficios potenciales de las tecnologías en función de sus objetivos estratégicos. Implementar herramientas piloto puede ser una forma efectiva de evaluar su impacto y viabilidad antes de una adopción masiva.





Para formuladores de Políticas Públicas:

Fomentar el acceso al financiamiento para digitalización

Es esencial implementar programas de subvenciones, créditos blandos y mecanismos de financiamiento específicos para apoyar la inversión de las Pymes en tecnologías digitales y de I4.0. Estas iniciativas pueden incluir incentivos fiscales para las empresas que adopten soluciones tecnológicas avanzadas.

Establecer programas de capacitación masiva

Crear iniciativas públicas para formar y capacitar a la fuerza laboral en habilidades digitales avanzadas, priorizando áreas como análisis de datos, automatización y ciberseguridad. Estos programas deben ser accesibles tanto para empleados actuales como para futuros profesionales interesados en trabajar en Pymes.

Fortalecer los ecosistemas de innovación

Promover la colaboración entre las Pymes, universidades, centros de investigación y aceleradoras mediante programas que faciliten el acceso a tecnología, conocimiento especializado y redes de apoyo. Esto incluye la creación de laboratorios de innovación y espacios de co-creación que permitan a las Pymes experimentar con tecnologías emergentes.

Simplificar los procesos de acceso a tecnologías avanzadas

Diseñar políticas que faciliten la adquisición de soluciones tecnológicas mediante la reducción de costos, la homologación de tecnologías adaptadas a las Pymes y la creación de plataformas públicas que centralicen proveedores y servicios de tecnología confiables.

Impulsar campañas de sensibilización

Implementar campañas nacionales que resalten la importancia de la digitalización y la I4.0 para la competitividad de las Pymes, mostrando casos de éxito y proporcionando información práctica sobre cómo comenzar la transición digital.

Garantizar apoyo técnico y asesoramiento personalizado

Crear programas de asistencia técnica que ofrezcan asesoramiento personalizado a las Pymes para diagnosticar su nivel de madurez digital, identificar barreras específicas y diseñar planes de acción adaptados a sus necesidades y recursos.

Incluir la digitalización como eje estratégico en políticas nacionales

Incorporar la digitalización y la transformación tecnológica en los planes de desarrollo económico nacional, asegurando que las Pymes sean un foco central en la formulación de estrategias a largo plazo para el crecimiento sostenible y la competitividad global.

5.-REFERENCIAS

- Ali, K., Johl, S. K., Muneer, A., Alwadain, A., & Ali, R. F. (2022). Soft and Hard Total Quality Management Practices Promote Industry 4.0 Readiness: A SEM-Neural Network Approach. *Sustainability*, 14(19), 11917. <https://doi.org/10.3390/su141911917>
- Antony, J., Sony, M., and McDermott, O. (2023). Conceptualizing Industry 4.0 readiness model dimensions: An exploratory sequential mixed-method study. *The TQM Journal*, 35(2), 577-596.
- Battistoni, E., Gitto, S., Murgia, G., and Campisi, D. (2023). Adoption paths of digital transformation in manufacturing SME. *International Journal of Production Economics*, 255, 108675.
- Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., Suárez, D. and Yoguel, G. (2020), "Back to the future. Is industry 4.0 a new tecno-organizational paradigm? Implications for Latin American countries", *Economics of Innovation and New Technology*, Taylor & Francis, Vol. 29 No. 7, pp. 705–719.
- Chung, J. E., Oh, S. G., and Moon, H. C. (2022). What drives SMEs to adopt smart technologies in Korea? Focusing on technological factors. *Technology in Society*, 71, 102109.
- Cricelli, L. and Strazzullo, S. (2021), "The economic aspect of digital sustainability: A systematic review", *Sustainability*, MDPI, Vol. 13 No. 15, p. 8241.
- Frank, A.G., Dalenogare, L. and Ayala, N. (2019), "Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies", *International Journal of Production Economics*, Elsevier B.V., Vol. 210 No. September 2018, pp. 15–26.
- Goel, P., Kumar, R., Banga, H. K., Kaur, S., Kumar, R., Pimenov, D. Y., & Giasin, K. (2022). Deployment of Interpretive Structural Modeling in Barriers to Industry 4.0: A Case of Small and Medium Enterprises. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(4), 171. <https://doi.org/10.3390/jrfm15040171>
- Wang, WS., Kim, HS. Does the adoption of emerging technologies improve technical efficiency? Evidence from Korean manufacturing SMEs. *Small Bus Econ* 59, 627–643 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00554-w>
- Ingaldi, M., & Ulewicz, R. (2019). Problems with the Implementation of Industry 4.0 in Enterprises from the SME Sector. *Sustainability*, 12(1), 217. <https://doi.org/10.3390/su12010217>
- Kee, D.M.H., Cordova, M. and Khin, S. (2023), "The key enablers of SMEs readiness in Industry 4.0: a case of Malaysia", *International Journal of Emerging Markets*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-08-2021-1291>
- Li, L. and Zhang, J. (2021), "Research and analysis of an enterprise E-commerce marketing system under the big data environment", *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, IGI Global, Vol. 33 No. 6, pp. 1–19.
- Marrucci, A., Rialti, R. and Balzano, M. (2023), "Exploring paths underlying Industry 4.0 implementation in manufacturing SMEs: a fuzzy-set qualitative comparative analysis", *Management Decision*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2022-0644>

Meiryani, Fernando, E., Hendratno, S.P., Kriswanto and Wifasari, S. (2021), “Enterprise Resource Planning Systems: The Business Backbone”, Proceedings of the 5th International Conference on E-Commerce, E-Business and E-Government, pp. 43–48.

Rivera-Trigueros, I. and Olvera-Lobo, M.-D. (2021), “Internet presence and multilingual dissemination in corporate websites: a portrait of Spanish healthcare SMEs”, Journal of Global Information Management (JGIM), IGI Global, Vol. 29 No. 6, pp. 1–17.

Rodríguez-Espíndola, O., Chowdhury, S., Dey, P.K., Albores, P. and Emrouznejad, A. (2022), “Analysis of the adoption of emergent technologies for risk management in the era of digital manufacturing”, Technological Forecasting and Social Change, Elsevier Inc., Vol. 178 No. February, p. 121562.

Tsang, Y.P., Wu, C.H., Lin, K.Y., Tse, Y.K., Ho, G.T.S. and Lee, C.K.M. (2022), “Unlocking the power of big data analytics in new product development: An intelligent product design framework in the furniture industry”, Journal of Manufacturing Systems, Elsevier B.V., Vol. 62, pp. 777–791.

Zahoor, N. and Al-Tabbaa, O. (2020), “Inter-organizational collaboration and SMEs’ innovation: A systematic review and future research directions”, Scandinavian Journal of Management, Elsevier, Vol. 36 No. 2, p. 101109.

Zeller, V., Hocken, C. and Stich, V. (2018). Acatech Industrie 4.0 maturity index—a multidimensional maturity model. In Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Seoul, Korea, August 26–30, 2018, Proceedings, Part II (pp. 105–113). Springer International Publishing.



6.-AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido posible gracias al financiamiento otorgado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), a través del programa FONDECYT de Iniciación en Investigación, en el marco del proyecto titulado “Adoption of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises in an Emerging Economy and the Impacts on Innovation”, código 11220339. Agradecemos profundamente este apoyo que ha permitido desarrollar investigación científica de alto nivel, con impacto académico y aplicado.

Extiendo mi agradecimiento a la Universidad Alberto Hurtado, y en particular a la Facultad de Economía y Negocios, por el respaldo institucional brindado durante toda la ejecución del proyecto. Asimismo, al Centro Interdisciplinario de Políticas Públicas (CiPP) por su permanente apoyo, colaboración y disposición a contribuir en las etapas de desarrollo y difusión de los resultados.

Agradezco de manera muy especial el compromiso y trabajo conjunto de mis co-investigadores, cuyo aporte ha sido clave en cada una de las etapas del proyecto. Del mismo modo, reconozco el valioso apoyo de mis colaboradores internacionales, en particular a la profesora Antonia Madrid-Guijarro, Domingo García Pérez de Lema y Francisco Somohano-Rodríguez, por su permanente disposición, sus aportes metodológicos y conceptuales, y su acompañamiento en este camino de investigación.

A mi asistente de investigación, por su dedicación, rigurosidad y compromiso con las múltiples tareas que hicieron posible la recolección y análisis de datos, así como a mis estudiantes de tesis, quienes aportaron con su trabajo, entusiasmo y ganas de aprender, siendo parte activa de este proceso.

Extiendo también un especial agradecimiento a las empresas que participaron y colaboraron de manera generosa en las distintas etapas del proyecto, respondiendo encuestas, participando en talleres, focus groups y compartiendo valiosa información para el avance del conocimiento sobre la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en pymes.

Finalmente, agradezco a las instituciones y organizaciones que apoyaron la difusión de los resultados, facilitando espacios y canales para transferir el conocimiento generado, y contribuyendo así a ampliar el impacto de este trabajo más allá del ámbito académico.

A todas y todos, muchas gracias.



Informe de Cierre
Fondecyt