

Metodología de transformación digital para incrementar la competitividad de las pymes de logística ligera en el Perú

JOSÉ ANTONIO ROJAS GARCÍA ¹JOSÉ LUIS AJURÍA FORONDA ²JON ARAMBARRI ³

RECIBIDO: 08/10/2022 ACEPTADO: 13/12/2022 PUBLICADO: 17/07/2023

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue diseñar e implementar una metodología basada en la transformación digital de forma ágil y en un corto periodo que permita a las pymes del sector de logística ligera del Perú incrementar su competitividad bajo un enfoque de investigación mixto con un diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS), observacional y experimental. La población de estudio estuvo constituida por 750 pymes, la muestra estuvo conformada por 255 empresas y se realizó un muestreo probabilístico estratificado. Los criterios de inclusión fueron contar con estrategias competitivas definidas, un año de operación como mínimo y licencias de funcionamiento y código postal. El instrumento de investigación fue un cuestionario compuesto por 189 preguntas distribuidas en variables, tales como estrategia, rentabilidad, nivel técnico, productividad, calidad y trazabilidad. Se concluye que la implementación de la metodología propuesta permitió la transformación digital de las empresas objeto de estudio en un plazo de cuatro meses, por lo tanto, incrementaron su competitividad.

Palabras clave: transformación digital; productividad; competitividad; logística; pymes.

INTRODUCCIÓN

La estructura empresarial del Perú está constituida en un 99.5% por empresas de la categoría de mipymes, la que a su vez está conformada por las subcategorías microempresas (96.2%), pequeñas empresas (3.2%) y medianas empresas (0.1%), entre las cuales destacan las pymes del sector logístico, cuya demanda de servicios se encuentra en constante crecimiento especialmente en el subsector de transporte, almacenamiento, mensajería y correo, puesto que en el año 2019 creció un 2.17% con respecto al año 2018 (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021; Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial [IEDEP], 2020). Asimismo, entre los años 2015 y 2018, su oferta presentó una tasa de crecimiento promedio de 59%, misma que decayó en un 29% en el 2019 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2020). La problemática es diversa y latente en estas empresas, ya que aproximadamente el 90 % opera durante solo 10 meses (Sociedad de Comercio Exterior del Perú [ComexPerú], 2020) debido a su escaso nivel de competitividad. Lo anterior queda demostrado por un bajo índice de desempeño logístico (LPI), una medida de evaluación del rendimiento logístico de los países en función de atributos tales como servicio de aduana, infraestructura, embarques internacionales, competencia de servicios logísticos, seguimiento y rastreo (trazabilidad) y puntualidad en la entrega; en el año 2018, el Perú obtuvo un valor de 2.69, lo que lo situó en la posición 83 de entre 160 países evaluados bajo dicho parámetro (Jaramillo et al., 2018).

1 MBA por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (Lima, Perú). Actualmente, es gerente de Entrega2 (Yucatán, México).

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5040-5829>

Autor de correspondencia: jose.rojas@doctorado.unini.edu.mx

2 PhD. Telecommunications engineer. Actualmente, es gerente en Metalkor (Madrid, España).

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1627-7517>

E-mail: jlajuria@yahoo.es

3 PhD. Telecommunications engineer. Actualmente, es profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Europea del Atlántico (Santander, España).

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6450-8562>

E-mail: jon.arambarri@uneatlantico.es

En los últimos tiempos se vienen buscando estrategias para dinamizar la economía e incrementar los ingresos de las empresas, es así que el comercio electrónico surge como un canal propicio para incentivar la venta de bienes y servicios (Sánchez et al., 2021), tendencia adoptada por las empresas de logística globales y regionales, las cuales están enfocadas en la mejora de su proceso de entrega denominado «la última milla» (entendido como el momento en que el paquete llega a la puerta del cliente), lo que constituye una verdadera oportunidad, puesto que les conlleva beneficios a corto y largo plazo (Wilmsmeier et al., 2015). Considerando la tasa de crecimiento del comercio electrónico, el Perú viene registrando el mayor crecimiento de la región, ya que capitaliza un incremento del 131%, aun así, el 39% de los peruanos que compran por Internet teme que los productos no se entreguen adecuadamente (Cámara Peruana de Comercio Electrónico [CAPECE], 2021). Por ello, es necesario mejorar el desempeño de las pymes de logística y una de las principales formas es a través la transformación digital, ya que «el 60% de las pymes que se digitalizan logran facturar el doble de las que no se digitalizan» (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2019, párr. 6), aun así, es conveniente considerar el tiempo de implantación que oscila entre 3 y 4 años (Gil, 2018). En este contexto, el objetivo de la investigación fue determinar los factores relevantes que afectan a la competitividad de las pymes de logística ligera y, con base en los resultados, diseñar una metodología enfocada en la transformación digital de implementación ágil y en tiempos relativamente cortos. La hipótesis de investigación consideró que la competitividad se ve impactada positivamente por factores relacionados con ella a través de la implantación de la transformación digital en las pymes de logística ligera.

Modelos aplicados de transformación digital a la cadena de suministro en la Industria 4.0

La transformación digital (TD) es la principal responsable de cambiar la industria, de ahí la expresión Industria 4.0, la cual está relacionada con la denominada cuarta Revolución Industrial (Davenport y Harris, 2017). Un aspecto inherente a la TD es la medición de su grado de madurez en función de su implementación en las empresas, para lo cual existen diversos modelos, entre los que destaca el propuesto por Schumacher et al. (2019), quienes ofrecen orientación a las empresas a través de un procedimiento sistemático, considerando su contacto con la Industria 4.0 y determinando la definición de campos de actuación específicos, proyectos de realización y hojas de ruta.

El modelo de cadena de suministro para la Industria 4.0 (Garay et al., 2020) considera cuatro pilares: creación virtual del valor e integración digital, flujo de materiales, información en tiempo real y flujo de productos y servicios, donde prevalecen la creación virtual de valor, la disponibilidad de valor, el valor del servicio digital y el valor de la integración digital como elementos integradores para el logro de dicha transformación y la gestión de servicios del centro de datos (DCSM) como eje orientador en los procesos de cambio.

Otro modelo que destaca es el de e-logística, que busca incrementar el tráfico de clientes finales, transportistas y empresas relacionadas con el transporte de carga, cuyo objetivo final es generar un precio competitivo a través de las pujas en línea inversas por medio de la sistematización de procesos con el uso de hardware, software y plataforma web, cabe resaltar que se dejaron de lado aspectos como el nivel de servicio, personalización y cumplimiento de los planes de entrega (Valderrama et al., 2018).

Modelo estratégico para mejorar el rendimiento de entrega de última milla en el otorgamiento de paquetes de comercio electrónico

La logística de última milla es la etapa más costosa y que más tiempo consume en el proceso de entrega (Duarte et al., 2017). Se trata de una actividad propia de las empresas de logística ligera que constituye el factor más importante de la relación entre el minorista de comercio electrónico y el cliente final, ya que el vínculo entre ambos actores puede establecerse o romperse, lo que afecta directamente a la decisión de reordenar por parte del cliente. Por ello, Bopage et al. (2019) propusieron un modelo estratégico cuyo objetivo fue enfrentar los desafíos de manera proactiva con una estrategia logística efectiva para impulsar el sistema operativo, cuyo resultado sea la mejora del desempeño, con el incremento de la competitividad del comercio electrónico. El modelo cuenta con tres componentes: el estratégico, referido a las diversas acciones que deben converger en la estrategia general de la organización, considerando la planificación empresarial, los recursos tecnológicos y humanos con el objetivo de conseguir la excelencia operativa, la cual se basa en las capacidades de la empresa y las competencias de la fuerza laboral disponible; el rendimiento operativo de la última milla, relacionado con la utilización de los recursos de la organización, la calidad de los servicios ofrecidos, los sistemas esbeltos relacionados con la eficiencia operacional y el impacto en el medioambiente, y los beneficios, componente

relacionado con la reducción de costos, la satisfacción del cliente, la satisfacción del detallista y los medios externos.

Modelo para medir la competitividad de las empresas

La búsqueda constante de la competitividad en las empresas de servicios ha conducido a la identificación de factores que puedan impactar en ella de manera individual o en su conjunto, entre los que destacan la calidad, el precio, la tecnología, la capacitación y los canales de distribución (Bonaes et al., 2015) y otros factores como innovación y flexibilidad productiva (Ramírez y Ampudia, 2018).

Metodología de transformación digital en las pymes de logística ligera peruanas

La propuesta de la metodología de transformación digital conduce al diseño de un modelo que considera como entradas (*inputs*) el mejoramiento de factores que se encuentran relacionados con el índice de desempeño logístico (LPI): *estrategia*, que proporciona toda la información pertinente sobre el

sector del mercado donde se desempeña la empresa, así como las necesidades de los clientes, las empresas competidoras y factores que puedan afectar el desempeño en el tiempo; *calidad*, relacionada con la satisfacción de las necesidades de los clientes actuales e identificación de nuevas necesidades del futuro; *productividad*, en función de la eficiencia y eficacia de los procesos internos, por lo que se considera la tecnología existente y el desempeño de los procesos internos; *trazabilidad*, relacionada con la identificación del estado en que se encuentra cada bien o servicio solicitado a las pymes, considerando la necesidad de información que tiene el cliente; *nivel técnico*, en función de las capacidades técnicas actuales y futuras de los colaboradores de la organización, y, *rentabilidad*, con la finalidad de alcanzar los objetivos económicos. En cuanto a las salidas (*outputs*), el modelo pretende obtener una estrategia digital, optimizar los procesos y alinear y desarrollar las ventajas competitivas (Figura 1).

MODELO PROPUESTO DE TRASFORMACIÓN DIGITAL

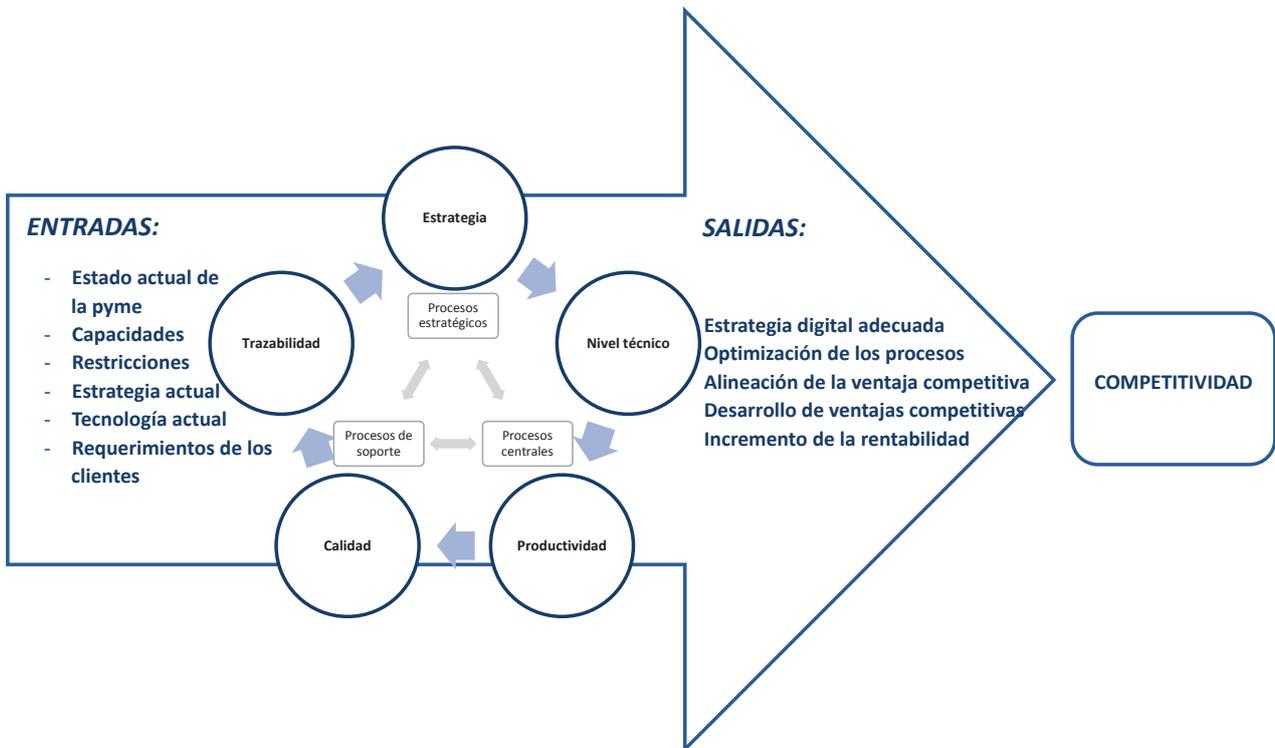


Figura 1. Modelo de transformación digital que permita elevar la competitividad de las pymes del sector logístico en Perú.

Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto relevante dentro del modelo de transformación digital es la consideración de los tres tipos de procesos presentes en las empresas: el estratégico, central y de soporte (Ricardo et al., 2015). En la etapa del componente estratégico del modelo se encuentra el desarrollo del plan digital, el cual debe de estar alineado a la estrategia de la pyme, esta es la primera etapa del modelo y metodología que permitirá orientar los recursos de la organización de forma eficiente, todo en función de un análisis del entorno que condiciona el desempeño de la organización. En cuanto a la etapa del componente de los procesos centrales, su objetivo es incrementar la productividad y rentabilidad de las operaciones, mediante la estructuración de bases de datos, omnicanalidad y digitalización de los procesos operativos. Por último, se muestra el componente del modelo orientado a lograr un adecuado desempeño de los procesos de soporte, cuyo objetivo es que mediante su transformación digital se contribuya a lograr el buen desempeño de la organización (Bravo, 2009).

La metodología de transformación digital en las pymes de logística peruanas se descompone en una implementación en cada uno de los procesos considerados en el modelo:

Metodología del proceso estratégico

La metodología considera tres grandes etapas en el proceso estratégico. En la primera, se establece el análisis del entorno, el cual considera las necesidades de los clientes y la forma en que son satisfechas por la empresa. En la segunda, se considera la alineación de la estrategia expresada en un plan estratégico que aborda componentes de corto, mediano y largo plazo, comparando el estado actual de la estrategia con el estado deseado para identificar oportunidades de mejora y definir aquellas etapas o acciones que deberán implantarse para abordar el mercado objetivo. Finalmente, la tercera etapa consiste en elegir qué acciones desarrollar y cuáles serán prioritarias y establecer así el plan digital, cuyo objetivo principal es alinear los recursos actuales y

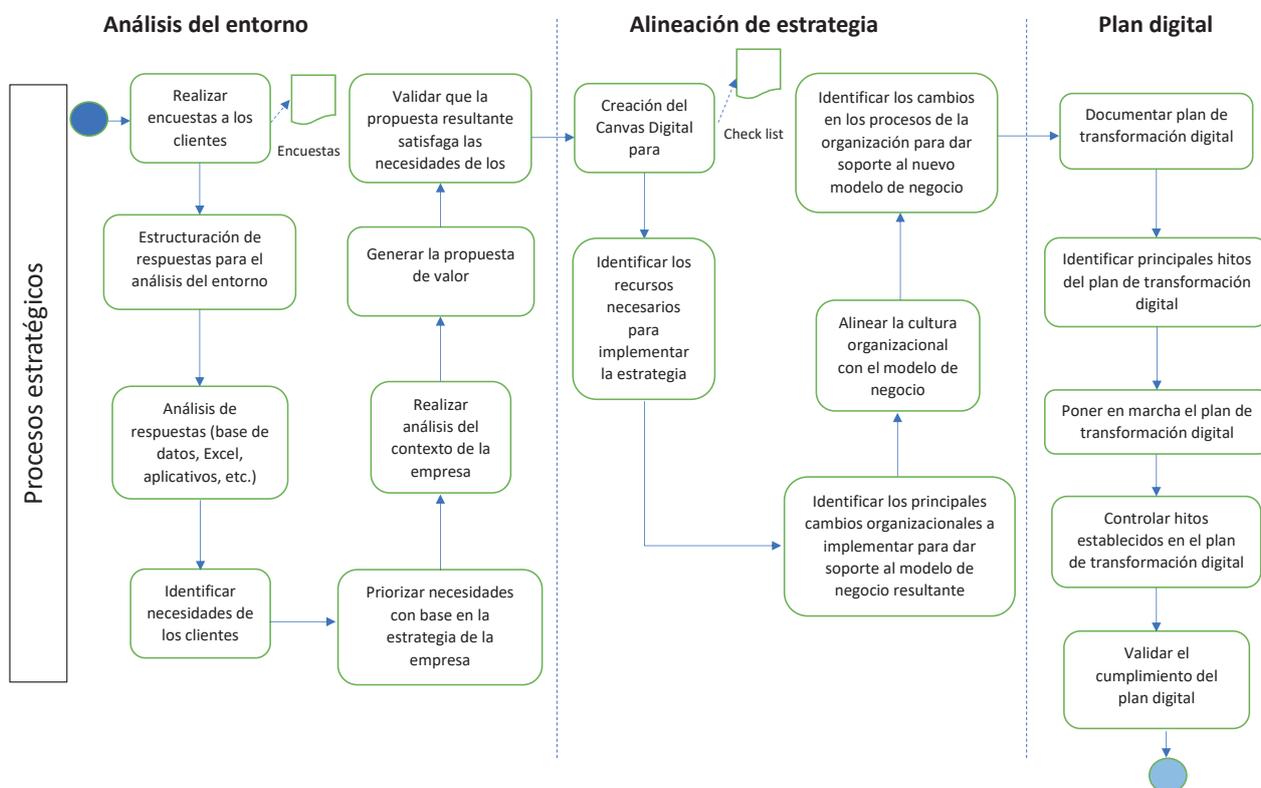


Figura 2. Metodología de transformación digital para los procesos estratégicos.

Fuente: Elaboración propia.

futuros (humanos, infraestructura y tecnológicos) a las necesidades de los clientes y los factores externos que afectan el desempeño de las pymes de logística ligera (Figura 2).

Metodología de los procesos centrales

La metodología en los procesos centrales inicia con la etapa denominada *estructuración de bases de datos de clientes* que recibirán algún bien o servicio. Su objetivo es agilizar los procesos internos y capturar un historial de cada destinatario de los bienes o servicios a distribuir con los niveles de respuesta de eventos anteriores, así como facilitar los procesos de distribución. Asimismo, es en esta etapa donde se detectarán incongruencias en las direcciones, las cuales serán transmitidas a los clientes de las pymes para su corrección, lo que permitirá incrementar las posibilidades de entrega y reducir el número de intentos de distribución, mejorando finalmente la productividad. La segunda etapa consiste en la *digitalización de los procesos operativos*, que se correlaciona con la trazabilidad de cada envío solicitado a la pyme,

para ello es necesario la identificación del bien o servicio mediante un código único, lo que permitirá a los clientes o usuarios de los servicios logísticos identificar el estado de cada requerimiento y su historial. Para tal fin, se utilizan diversos medios de comunicación, entre los cuales se encuentran el acceso a páginas web, apps, entre otros. La tercera etapa implica la *omnicanalidad*, que implica la comunicación con los destinatarios o clientes de las pymes de logística ligera en un flujo de información bidireccional, en el que tanto los aplicativos como la forma de acceder a la información de la trazabilidad deben contemplar múltiples canales de comunicación (Figura 3).

Metodología para los procesos de soporte

La metodología para los procesos de soporte se estructuró en tres etapas. La primera se denomina Proceso de capacitación digital, que involucra el desarrollo de las competencias digitales en los trabajadores. La segunda etapa es el Proceso de selección de proveedores, en particular de aquellos involucrados en los procesos de distribución

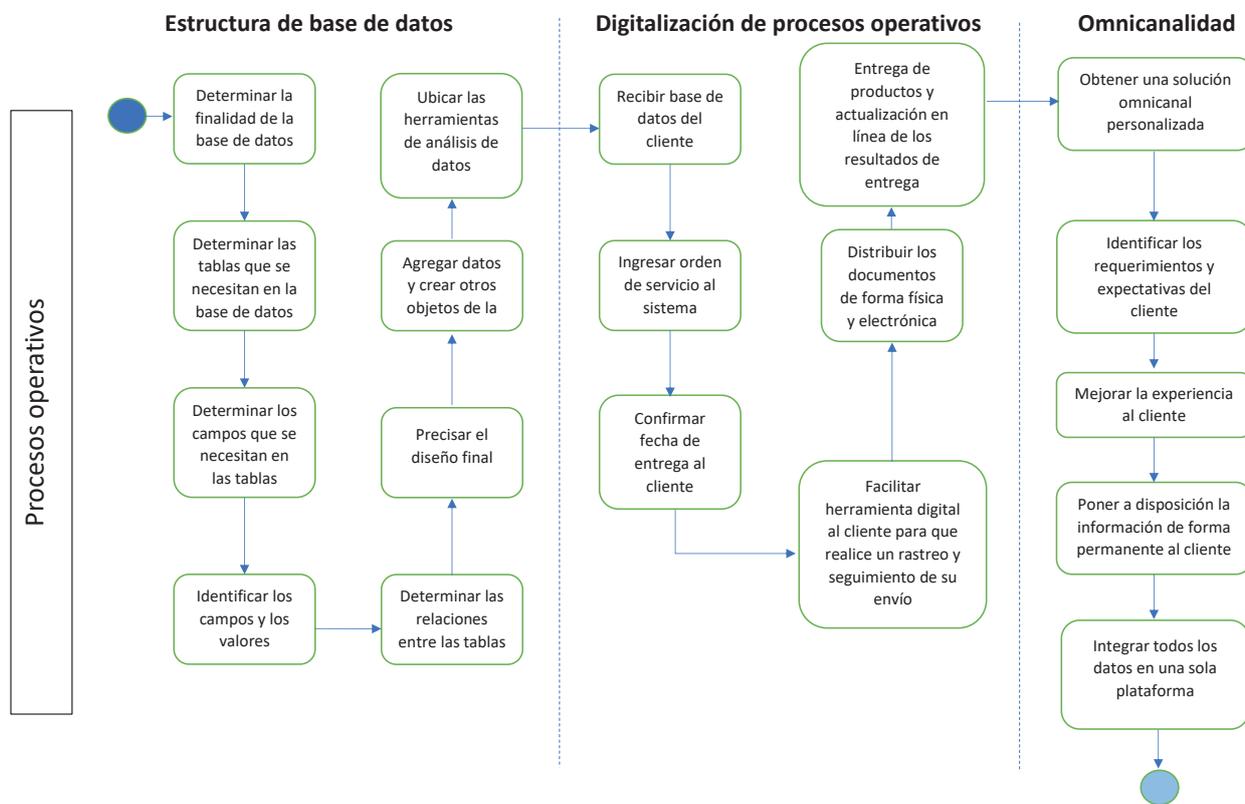


Figura 3. Metodología de transformación digital para los procesos centrales.

Fuente: Elaboración propia.

y que afectan la calidad del servicio. La tercera etapa involucra las Adecuaciones tecnológicas, que considera el fomento de la cultura digital en la pyme de logística ligera, así como la evaluación de la efectividad de las implementaciones tecnológicas (Figura 4).

METODOLOGÍA

El enfoque de investigación fue de tipo mixto, porque consideró tanto los métodos cuantitativos como los cualitativos en las diversas fases de la investigación (Pulido et al., 2012). Adicionalmente, se empleó el diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS), debido a que en la primera etapa se recolectaron y analizaron datos cualitativos, en la segunda fase se recabaron y analizaron datos de forma cuantitativa, ya que se midieron variables para describir el fenómeno en estudio. Además, se utilizaron una serie de estrategias de recolección de datos (revisión documental, entrevista a profundidad y cuestionario en empresas del sector), así como de análisis (contenido, documental, de datos por estratificación y entrevistas).

Se desarrollaron dos tipos de diseño de investigación: el observacional y el experimental. Para el observacional, la población de estudio estuvo constituida por 750 pymes del sector de logística ligera del Perú (MTC, 2020) con una muestra de 255 empresas, la cual se obtuvo a través de la fórmula para proporciones y poblaciones finitas. Debido a que el número de pymes logísticas en Perú no es uniforme en cada departamento geográfico, se consideró el muestreo probabilístico estratificado constituido por 129 empresas en la ciudad de Lima, 33 en Arequipa, 33 en La Libertad y 12 en Cuzco, Piura, Lambayeque-Chiclayo, Loreto y Cajamarca. Los criterios de inclusión consideraron a pymes del sector logístico con más de un año de operaciones en el mercado, con estrategias competitivas como excelencia en la operación, liderazgo en productos y servicios e intimidad con el cliente, y con licencias de funcionamiento y código postal.

En cuanto al instrumento de investigación, se utilizó un cuestionario compuesto por 189 preguntas distribuidas en variables, tales como estrategia,

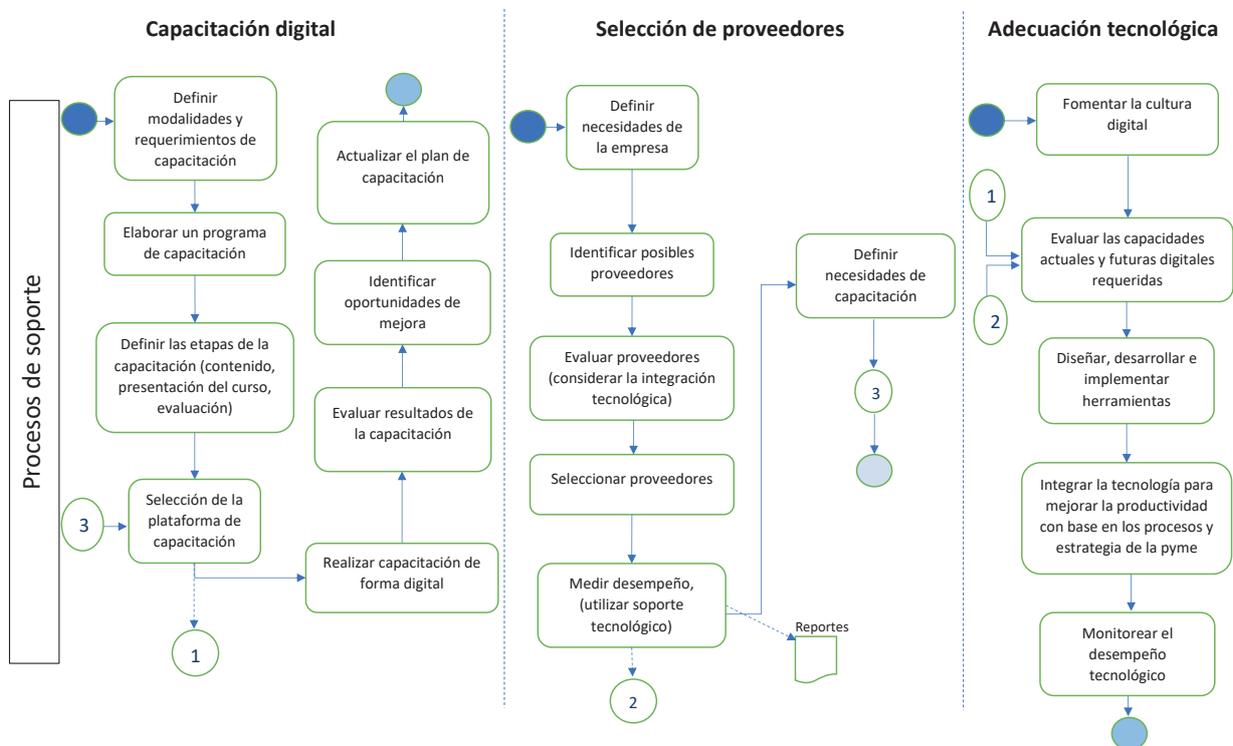


Figura 4. Metodología de transformación digital para los procesos de soporte.

Fuente: Elaboración propia.

rentabilidad, nivel técnico, productividad, calidad y trazabilidad (Tabla 1).

La finalidad del cuestionario fue determinar el grado actual de competitividad de las pymes de logística ligera y su grado de madurez de transformación

digital (Schumacher et al., 2019) en función de 6 categorías (Tabla 2).

El nivel de transformación digital para efectos de la escala utilizada consideró que las empresas líderes pueden alcanzar un valor máximo de uno (1) como

Tabla 1. Componentes del cuestionario de competitividad para pymes de logística ligera.

Componente del indicador LPI	Componente Canvas digital	Componente Transformación digital	VARIABLES INDEPENDIENTES Modelo de competitividad	Número de preguntas	Factor de impacto de la metodología
Competitividad y calidad de servicios logísticos	Segmentación del mercado	- Proceso - Soporte de operaciones	Estrategia	24	13%
	Fuente de ingresos	- Proceso	Rentabilidad	12	6%
	Estructura de costos				
	Socios clave	- Proceso - Soporte de operaciones	Nivel técnico	55	29%
Recursos clave	- Capacidad de personal - Cultura				
Infraestructura	Recursos clave	Soporte de operaciones	Productividad	40	21%
Calidad	Actividades clave	Proceso	Calidad	28	15%
Seguimiento y rastreo	Canales	- Proceso - Soporte de operaciones	Trazabilidad	30	16%
	Relación con los clientes	Puntos de contacto			
Total				189	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Niveles de madurez digital.

Categoría	Grado de transformación digital	Características	Valor del índice de transformación digital
1	Estacionario	No cuenta con características digitales, modelo de negocio tradicional, no maneja información estructurada, los procesos son manuales y no integrados, la empresa no se ha adecuado a las demandas del mercado.	0.000 - 0.166
2	Explorador	Pocas características digitales, la pyme se ha adaptado recientemente a demandas digitales del mercado o ha iniciado un cambio organizacional recientemente orientado hacia la transformación digital y medición de la competitividad.	0.167 - 0.333
3	Intermedio	Procesos implantados con herramientas digitales básicas, conocimiento de las demandas tecnológicas, manejan bases de datos, procesos y herramientas digitales sin integración, se controla información de los clientes de forma parcial.	0.334 - 0.500
4	Revolucionario	La pyme se ha adaptado a las exigencias digitales del mercado y sus procesos se encuentran estructurados y respaldados con sistemas y herramientas digitales que son utilizados por trabajadores altamente capacitados. Asimismo, el manejo y la estructuración de la información es completa.	0.501 - 0.666
5	Competitivo	La pyme está consolidada en el mercado y compite con empresas líderes en transformación digital. Tiene procesos altamente digitalizados y ha automatizado gran parte de operaciones manuales. Asimismo, basa su estrategia en la información de su base de datos estructurada y sus trabajadores están altamente capacitados para el uso de herramientas digitales.	0.667 - 0.833
6	Líder	La pyme lidera el mercado por medio de sus productos, servicios y procesos totalmente digitales, busca nuevas herramientas que la mantenga como líder del mercado y mantiene una alta fidelización de sus clientes.	0.834 - 1.000

Fuente: Elaboración propia.

índice de transformación digital (ITD) y cada estado inferior al de líder tendría un valor de índice menor correlacionado con el grado de transformación digital. El valor de uno (1) se obtuvo dividiendo la suma del resultado del total de preguntas del cuestionario aplicado entre el valor máximo posible que se contemplaba alcanzar.

La determinación de las variables contenidas en el cuestionario conllevó a un análisis factorial exploratorio (Izquierdo et al., 2014), cuyos valores revelaron que todos los factores eran relevantes, posteriormente se midió la confiabilidad y consistencia interna del instrumento de recolección de datos mediante el cálculo del alfa de Cronbach, (Rodríguez y Reguant, 2020) con el que se obtuvo un valor de 0.946 que demostró su idoneidad. Se utilizó el software SPSS v27 para el tratamiento de los datos.

Para el diseño experimental, se consideró una población de 255 pymes con una determinación del tamaño de muestra para proporciones y poblaciones finitas de 154 pymes; además, se aplicó el muestreo estratificado, de tal manera que se consideraron 78 empresas en la ciudad de Lima, 20 empresas en Arequipa y en La Libertad y 7 empresas en Cuzco, Piura, Lambayeque (Chiclayo), Loreto y Cajamarca.

El tratamiento experimental consistió en el desarrollo de la hoja de ruta, documento producto de la aplicación del cuestionario, con el fin de identificar el nivel de transformación digital de cada empresa y cuyo puntaje obtenido en cada variable indicaba el nivel de desarrollo en que se encontraba cada empresa frente a su nivel deseado. Posteriormente, se implantaron acciones de mejora en cada una de las variables sometidas a estudio (estrategia, rentabilidad, nivel técnico, productividad, calidad y trazabilidad). El tiempo de implantación fue de cuatro meses posteriores a la definición de estas, al

cabo de este periodo se constataron las actividades resultantes y se aplicó nuevamente el cuestionario para realizar un nuevo análisis del ITD. Cabe destacar que cada pyme eligió el camino o variable por la cual iniciar, en función del resultado del análisis inicial.

RESULTADOS

Grado de transformación digital

Se determinó el índice de transformación digital con el estado alcanzado de las pymes en estudio, la mayoría de ellas se encontraban en un estado intermedio (58.82 %), mientras que el segundo grupo relevante en el estado revolucionario (18.82 %), seguidos por el estado competitivo (14.51 %) y el explorador (7.84 %) (Tabla 3).

Considerando los resultados, se concluye que existe un bajo nivel de transformación digital, ya que aproximadamente el 66.66 % de las empresas no superan el nivel intermedio, lo que dificulta impulsar el comercio electrónico en el Perú, puesto que las restricciones que lo desincentivan están relacionadas con la trazabilidad y los costos del servicio.

Modelo de transformación digital

Los resultados demostraron que todas las variables están correlacionadas en un alto grado con el nivel de transformación digital de cada pyme de logística ligera, por lo que a través de la mejora de dichas variables se lograría incrementar el nivel de transformación digital y, por lo tanto, la competitividad de cada pyme. A modo de resumen, cabe destacar que la mayor correlación se observa en la variable productividad (0.9260) y la de menor valor en la variable rentabilidad (0.8588) (Tabla 4).

Para definir los coeficientes y la ecuación que permitan pronosticar los resultados relacionados con

Tabla 3. Clasificación de pymes según su estado de índice de transformación digital.

Valor del índice de transformación digital	Grado de transformación digital	Número de pymes	Porcentaje de pymes
0.000 - 0.166	Estacionario	0	0.00%
0.167 - 0.333	Explorador	20	7.84%
0.334 - 0.500	Intermedio	150	58.82%
0.501 - 0.666	Revolucionario	48	18.82%
0.667 - 0.833	Competitivo	37	14.51%
0.834 - 1.000	Líder	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

el grado de transformación digital, se utilizó la regresión lineal múltiple dado que cada variable afecta de forma diferente a la competitividad, así se encontró que la trazabilidad y la productividad son las variables de mayor relevancia y las que mayor influencia ejercen sobre el modelo final (Tabla 5).

Finalmente, considerando los coeficientes anteriores, se describió el modelo con la siguiente ecuación (1):

$$ITD = (0.193 \times RIE) + (0.148 \times RIC) + (0.232 \times RIP) + (0.131 \times RIN) + (0.281 \times RIT) - 0.009 \dots (1)$$

Validación de los resultados de la aplicación del modelo y metodología

Para validar el impacto de los resultados obtenidos, se realizaron las pruebas de normalidad con el objetivo de analizar cuánto difiere la distribución de los datos observados respecto a lo esperado bajo una distribución normal con la misma media y desviación típica, para lo que se utilizaron las pruebas Kolgomorov-Smirnov y Shapiro-Wilk (Tabla 6). Con el fin de optimizar el tratamiento de datos, se le asignó un código a cada variable conforme la

siguiente nomenclatura: código R2, corresponde a la variable calidad (RIC); código R3, corresponde a la variable productividad (RIP); código R4, corresponde a la variable nivel técnico (RIN); código R23, corresponde a las variables RIC, RIP; código R134, corresponde a las variables RIE, RIP, RIN; código R234, corresponde a las variables RIC, RIP, RIN; código R2345 corresponde a las variables RIC, RIP, RIN, RIT, y código R12345, corresponde a las variables RIE, RIC, RIP, RIN, RIT.

Para la contrastación estadística, las hipótesis de investigación fueron las siguientes:

H₀: La diferencia de índices tiene un comportamiento normal.

H_a: La diferencia de índices no tiene un comportamiento normal.

Al ser el nivel de significancia menor a 0.05, que es el error establecido para el estudio, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que llevó a analizar el comportamiento de cada variable utilizando pruebas paramétricas y no paramétricas.

Tabla 4. Nivel de correlación de las variables propuestas con la transformación digital.

Variable	Correlación con el grado de transformación digital
Estrategia	0.9081
Rentabilidad	0.8588
Nivel técnico	0.8720
Productividad	0.9260
Calidad	0.9408
Trazabilidad	0.9060

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Coeficientes de las variables del modelo de transformación digital.

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
5	(Constant)	-0.009	0.003		-2.824	0.005
	Calidad	0.148	0.007	0.229	22.051	0.000
	Estrategia	0.193	0.010	0.172	19.041	0.000
	Productividad	0.232	0.012	0.233	19.519	0.000
	Trazabilidad	0.281	0.008	0.304	33.218	0.000
	Nivel técnico	0.131	0.009	0.153	15.009	0.000

a. Variable dependiente: Índice.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Cambios en los índices de transformación digital.

Pruebas de normalidad ^{a,b,d,f}							Cambios	Prueba	Resultado
CODCAM	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk					
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.			
R12345	0.180	4		0.984	4	0.926	RIERICRIPRINRIT	Shapiro-Wilk	Paramétrico
R134	0.167	7	.200*	0.974	7	0.924	RIERIPRIN	Shapiro-Wilk	Paramétrico
R2	0.345	7	0.012	0.732	7	0.008	RIC	Shapiro-Wilk	No Paramétrico
R23	0.089	50	.200*	0.981	50	0.581	RICRIP	Kolmogorov-Smirnov	Paramétrico
R234	0.125	23	.200*	0.951	23	0.310	RICRIPRIN	Shapiro-Wilk	Paramétrico
R2345	0.344	4		0.822	4	0.149	RICRIPRINRIT	Shapiro-Wilk	Paramétrico
R3	0.133	48	0.034	0.944	48	0.023	RIP	Kolmogorov-Smirnov	No Paramétrico
R4	0.264	7	0.149	0.887	7	0.262	RIN	Shapiro-Wilk	Paramétrico

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

- a. DIFER es constante cuando CODCAM = R123. Se ha omitido.
- b. DIFER es constante cuando CODCAM = R1234. Se ha omitido.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. DIFER es constante cuando CODCAM = R1235. Se ha omitido.
- f. DIFER es constante cuando CODCAM = R34. Se ha omitido.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis utilizando pruebas paramétricas

Tras comprobar que las variables tienen un comportamiento paramétrico, se procedió a realizar una de comparación de medias de cada una de ellas, para ello, se utilizó la prueba *t* de Student con cada variable enunciando como hipótesis:

$$H_0: ITDA = ITDD$$

$$H_a: ITDA \neq ITDD$$

Donde: H_0 es la hipótesis nula, H_a es la hipótesis alternativa, ITDA es el índice de transformación digital antes del tratamiento, ITDD es el índice de transformación digital después del tratamiento.

Prueba para cambios en las variables en estudio

Los resultados demuestran el crecimiento de la media en el índice de transformación digital como en el caso del código R12345 con un 48.39%, código R134 con un 37.42%, código R23 con un 5.87%, código R234 con un 10.03%, código R2345 con un 24.78% y código R4 con un 24.78%.

Se validó la aplicación de la metodología (ITDD) a través de los valores del índice de transformación digital que obtuvieron las pymes de logística ligera antes de la aplicación del modelo (ITDA) y después

de la aplicación (ITDD), así como el cálculo de las desviaciones y errores en cada uno de los índices a través de la prueba *t* de Student (Tabla 7).

Los resultados estadísticos rechazan la hipótesis nula (valor de significancia menor a 0.05), lo que demuestra que el tratamiento generó cambios en las variables en estudio. Por lo tanto, se puede concluir que las variables descritas son afectadas directamente por el nivel de transformación digital, ya que se demostró la mejora de los procesos e implementación de acciones según las necesidades de las pymes de logística ligera (Tabla 8).

Análisis mediante pruebas no paramétricas.

En cuanto al análisis no paramétrico, se utilizó la prueba estadística Wilcoxon y las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

$$H_0: ITDA = ITDD$$

$$H_a: ITDA \neq ITDD$$

Donde: H_0 es la hipótesis nula, H_a es la hipótesis alternativa.

El tratamiento conllevó al análisis de las variables RIP (productividad) y RIC (calidad), cuyos resultados mostraron un crecimiento de la media en

Tabla 7. Análisis paramétrico de variables en estudio.

Variables codificadas	Estadísticas de muestras emparejadas					
	Definiciones	Media	N	Desviación Estándar	Error promedio	
EN RIERICRIPRINRIT = R12345	Par 1	ITDA	0.264169	4	0.012694	0.006347
		ITDD	0.392003	4	0.014983	0.007491
RIERIPRIN = R134	Par 1	ITDA	0.301990	7	0.041841	0.015814
		ITDD	0.414990	7	0.034832	0.013165
RICRIP = R23	Par 1	ITDA	0.439883	50	0.033879	0.004791
		ITDD	0.465687	50	0.029713	0.004202
RICRIPRIN = R234	Par 1	ITDA	0.403007	23	0.019745	0.004117
		ITDD	0.443448	23	0.017874	0.003727
RICRIPRINRIT = R2345	Par 1	ITDA	0.316983	4	0.005736	0.002868
		ITDD	0.395543	4	0.011770	0.005885
RIN = 4	Par 1	ITDA	0.769001	7	0.008273	0.003127
		ITDD	0.771159	7	0.008579	0.003243

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Prueba de muestras emparejadas de las variables en estudio.

Variables codificadas	Definiciones	Diferencias emparejadas						T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación	Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
					Inferior	Superior				
RIERICRIPRINRIT = R12345	Par 1 ITDA – ITDD	-0.127834	0.007451	0.003726	-0.139691	-0.115977	-34.311	3	0.000	
RIERIPRIN = R134	Par 1 ITDA – ITDD	-0.113000	0.010098	0.003817	-0.122340	-0.103661	-29.606	6	0.000	
RICRIP = R23	Par 1 ITDA – ITDD	-0.025805	0.009465	0.001338	-0.028495	-0.023115	-19.279	49	0.000	
RICRIPRIN = R234	Par 1 ITDA – ITDD	-0.040442	0.010707	0.002233	-0.045072	-0.035811	-18.114	22	0.000	
RICRIPRINRIT = R2345	Par 1 ITDA – ITDD	-0.078560	0.009494	0.004747	-0.093667	-0.063453	-16.549	3	0.000	
RIN = 4	Par 1 ITDA – ITDD	-0.002158	0.000451	0.000170	-0.002575	-0.001741	-12.667	6	0.000	

Fuente: Elaboración propia.

el índice de transformación, en un 1.15% para la primera variable y en un 0.53% para la segunda variable (Tabla 9).

De acuerdo con los resultados de la prueba de Wilcoxon, se obtuvo un nivel significancia menor a 0.05, por lo que se rechazó la hipótesis nula, lo que demostró el impacto positivo de la metodología de la transformación digital (Tabla 10).

Por último, se calculó la competitividad, lo que demostró cambios importantes en el estadio de las

pymes: el 5% perteneciente al estado explorador se trasladó al estado intermedio y el 3.14% perteneciente al estado intermedio se trasladó al estado revolucionario. En cuanto al incremento de la competitividad, las pymes en estado intermedio registraron un incremento del 8.59%, las pymes en estado revolucionario registraron un incremento del 2.62% y las pymes en estado competitivo registraron un incremento del 2.60% (Tabla 11).

Tabla 9. Análisis descriptivo de las variables en estudio.

Variables codificadas	Estadísticos descriptivos					
	Descripción	N	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
RIP = R3	ITDA	48	0.524932	0.072263	0.447332	0.726835
	ITDD	48	0.530785	0.072602	0.456266	0.730806
RIC = R2	ITDA	7	0.783858	0.006080	0.771542	0.791038
	ITDD	7	0.788025	0.006106	0.775077	0.794573

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Prueba de muestras emparejadas de variables en estudio.

Variables codificadas	Estadísticos de prueba ^a	
	Descripción	ITDD – ITDA
RIP = R3	Z	-5.980 ^b
	Sig. asintótica (bilateral)	0.000
RIC = R2	Z	-2.414 ^b
	Sig. asintótica (bilateral)	0.016

Fuente: Elaboración propia.

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

b. Se basa en rangos negativos.

Tabla 11. Incremento de la competitividad de las pymes en función a la implementación de la metodología de transformación digital.

Grado de transformación digital	Rango del ITD	Número de pymes después de implementar el modelo	Porcentaje de pymes después de implementar el modelo	Incremento de la competitividad
Estacionario	$y < 0.171$	0	0.00%	N/A
Explorador	$0.171 < y < 0.340$	0	0.00%	N/A
Intermedio	$0.340 < y < 0.513$	120	77.92%	8.59%
Revolucionario	$0.513 < y < 0.680$	17	11.04%	2.62%
Competitivo	$0.680 < y < 0.850$	17	11.04%	12.60%
Líder	$y < 0.850$	0	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Los resultados de los estudios, entre los que destacan el de Schumacher et al. (2019), permiten realizar un diagnóstico para identificar el grado de madurez digital de una empresa con base en información cualitativa. La presente propuesta metodológica, en cambio, clasifica de forma cuantitativa el grado de transformación digital e identifica claramente el estado de madurez digital de cada pyme de logística ligera. Así, por ejemplo, se determinó que en el caso peruano existe un bajo nivel de transformación digital, dado que el 66.66% de las pymes no supera el nivel intermedio, lo que dificulta

impulsar el comercio electrónico en el Perú, lo que sirve de base para planificar las acciones con el fin de mejorar este nivel.

Asimismo, las investigaciones de Bonales et al. (2015), Ramírez y Ampudia (2018) identifican de manera individual las variables relacionadas con la competitividad; sin embargo, la metodología y modelo descrito en esta investigación permiten identificar no solamente variables propias del sector logístico, sino que además determinan el impacto de cada una de ellas en la competitividad y proponen acciones concretas para obtenerlas de forma ágil y rápida.

Por último, las metodologías y modelos existentes muestran deficiencias en cuanto a los pasos a seguir para lograr una adecuada transformación digital y obtener resultados de forma rápida; además, son poco flexibles a las necesidades de las empresas, pues requieren un promedio de dos a tres años para elevar su nivel de madurez digital. La presente propuesta, en cambio, permite a cada pyme de logística ligera identificar determinadas variables en función de sus necesidades y capacidades para orientar sus recursos y esfuerzos en hitos claros, lo que trae como resultado que se evolucione de un estadio a otro dentro de los primeros cuatro meses de implementación y que se incremente su competitividad.

CONCLUSIONES

La metodología de transformación digital permitió que las pymes de logística ligera incrementen su competitividad a corto plazo. Sobresalen las empresas en estadio competitivo con un incremento de 12.60% y las de estadio intermedio con un 8.59%, lo que eleva el bienestar de la industria peruana, cabe destacar que cada empresa eligió las acciones a implantar con base en una hoja de ruta resultante y según sus necesidades y objetivos. Asimismo, la implementación de la transformación digital se redujo a cuatro (4) meses, si se toma en cuenta que los modelos actuales tienen tiempos de implementación de 3 a 4 años, esta reducción eleva el tiempo de vida de las pymes a más de 10 meses, que es el periodo de sobrevivencia actual en el mercado. Cabe destacar que la metodología propuesta es sumamente flexible a las necesidades de cada pyme de logística ligera, lo que facilita su implantación y permite identificar aquellas variables que son relevantes para su competitividad según sus capacidades y recursos.

REFERENCIAS

[1] Bonales Valencia, J., Zamora Torres, A. I., y Ortíz Paniagua, C. F. (2015). Variables e Índices de Competitividad de las Empresas Exportadoras, utilizando el PLS. *Cimexus*, 10(2), 13-32. <https://cimexus.umich.mx/index.php/cim1/article/view/222>

[2] Bopage, G., Nanayakkara, J., y Vidanagamachchi, K. (5-7 de marzo de 2019). A Strategic Model to Improve the Last Mile Delivery Performance in E-commerce Parcel Delivery. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <http://www.ieomsociety.org/ieom2019/papers/531.pdf>

[3] Bravo Carrasco, J. (2009). *Gestión avanzada de procesos*. Santiago de Chile, Chile: Evolución S.A.

[4] Cámara Peruana de Comercio Electrónico (2021). *Reporte oficial de la industria Ecommerce en Perú*. <https://www.capece.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Observatorio-Ecommerce-Peru-2020-2021.pdf>

[5] Davenport, T. H., y Harris, J. G. (2017). *Competing on Analytics: Updated, with a New Introduction: The New Science of Winning*. Boston, MA, EE. UU.: Harvard Business Press.

[6] Duarte Toledo, J. J., Mosquera Castañeda, L., Velásquez Rey, A. F., Sabogal Fernández, J. A., y Bernal Zúñiga, J. A. (2017). *Supply chain management y logística empresa Argos SA*. (Diplomado de profundización para grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/14876>

[7] Garay Rondero, C. L., Martínez Flores, J. L., Smith, N. R., Caballero Morales, S. O., y Aldrette Malacara, A. (2020). Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 887-933. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0280>

[8] Gil Mena, F. (22 de octubre de 2018). ¿Cuánto tiempo puede tomarle a una empresa transformarse digitalmente? *Gestión*. <https://gestion.pe/tecnologia/tomarle-empresa-transformarse-digitalmente-247542-noticia/>

[9] Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial. (2020). *Perú, programa económico 2016-2021*. https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/iedep2016_libroprogramaecono/libro%20iedep_paraweb.pdf

[10] Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *Informe Técnico de Comportamiento de la Economía Peruana en el Cuarto Trimestre de 2020*. <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/2993471-comportamiento-de-la-economia-peruana-en-el-cuarto-trimestre-de-2020>

[11] Izquierdo, I., Olea, J., y Abad, F. J. (2014). El análisis factorial exploratorio en estudios de validación: Usos y recomendaciones. *Psicothema*, 26(3), 395-400. <https://www.redalyc.org/pdf/727/72731656015.pdf>

[12] Jaramillo, C. F., Freund, C., Reis, J. G., Arvis, J. F., Wiederer, C. K., Ojala, L. M., Shepherd, B. A., Raj, A. U. L., Dairabayeva, K. S., y Kiiski,

- T. M. M. (2018). Connecting to Compete 2018: Trade Logistics in the Global Economy - The Logistics Performance Index and its Indicators. *World Bank Group*. <https://policycommons.net/artifacts/1460657/connecting-to-competite-2018/2101890/>
- [13] Ministerio de la Producción. (2019). *Produce lanzará el Kit Digital 2.0 y rediseñará la plataforma Emprendedor Peruano para potenciar la digitalización de las MYPE*. <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/28341-produce-lanzara-el-kit-digital-2-0-y-redisenara-la-plataforma-emprendedorperuano-para-potenciar-la-digitalizacion-delas-mype>
- [14] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Concesiones en infraestructura de transporte*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/concesiones/concesiones_transportes.html
- [15] Pulido, H. G., De la Vara Salazar, R., González, P. G., Martínez, C. T., y Pérez, M. D. C. T. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. New York, NY, EE. UU.: McGraw-Hill.
- [16] Ramírez Molina, R. I., y Ampudia Sjogreen, D. M. (2018). Factores de competitividad empresarial en el sector comercial. *Revista RECITIUTM*, 4(1). <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/2249>
- [17] Ricardo Cabrera, H., Medina León, A. M., Nogueira Medina, D., y Núñez Chaviano, Q. (2015). Revisión del estado del arte para la gestión y mejora de los procesos empresariales. *Enfoque UTE*, 6(4), 1-22. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n4.75>
- [18] Rodríguez Rodríguez, J., y Reguant Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1-13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- [19] Sánchez Solís, Y., Palomino Torres, E. F., Salinas Loarte, E. A., Bedoya Campos, Y. Y., y Flores Vilcapoma, L. R. (2021). Entorno económico y niveles de competitividad de las regiones menos competitivas del Perú. *Revista Publicando*, 8(30), 1-13. <https://doi.org/10.51528/rp.vol8.id2195>
- [20] Schumacher, A., Nemeth, T., y Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409-414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- [21] Sociedad de Comercio Exterior del Perú (2020). *Las micro y pequeñas empresas en el Perú: resultados en 2020*. <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-mypes-2020.pdf>
- [22] Valderrama Pérez, L. W., Yábar Vega, B. Y. P., Velarde Molina, J. F., y Díaz Zelada, Y. F. (2018). Diseño de un modelo de e-logística para un operador logístico peruano. *3C Tecnología*, 7(4), 86. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n4e28.86-103/>
- [23] Wilmsmeier, G., Johansson, L., y Jallow, D. (2015). *El complejo rompecabezas del transporte urbano de mercancías*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39299-complejo-rompecabezas-transporte-urbano-mercancias>