

Automatización de procesos como respuesta de eficiencia operativa en pymes manufactureras de la provincia de Tungurahua

Process automation as a response to operational efficiency in manufacturing SMEs in the province of Tungurahua



Raquel Sarahí Masaquiza Caiza

Universidad Técnica De Ambato | Ambato | Ecuador

***Correspondencia:**

Raquel Sarahi, Masaquiza-Caiza

Fecha de recepción : 19/09/2024

Fecha de revisión : 03/10/2024

Fecha de aceptación : 19/10/2024

Fecha de publicación : 19/11/2024

Como citar: Masaquiza Caiza R.S. (2024). Automatización de procesos como respuesta de eficiencia operativa en pymes manufactureras de la provincia de Tungurahua. *Revista científica multidisciplinaria Prometeo Sociedad del conocimiento*, 1(4), 55-71.

RESUMEN

El estudio abordó la automatización de procesos como estrategia para mejorar la eficiencia operativa en PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua, considerando que este sector enfrenta limitaciones asociadas a costos elevados, tiempos improductivos y baja incorporación tecnológica. Se utilizó una metodología cuantitativa, con diseño descriptivo-correlacional, aplicada a una población de 100 participantes procedentes de PYMES locales. Mediante encuestas estructuradas y el análisis estadístico con SPSS se identificó el nivel de automatización y su relación con indicadores operativos como productividad, tiempos de ciclo, costos y reprocesos. Los resultados evidenciaron una correlación positiva significativa entre ambas variables, demostrando que las empresas con mayores niveles de automatización mejoraron su desempeño operativo. Se concluyó que la automatización constituye un factor determinante para optimizar recursos, reducir fallas y fortalecer la competitividad del sector manufacturero en la región, requiriéndose políticas y capacitación para ampliar su adopción.

Palabras clave: automatización, eficiencia operativa, PYMES, manufactura, productividad.

ABSTRACT

This study examined process automation as a strategic mechanism to enhance operational efficiency in manufacturing SMEs located in the Tungurahua province, considering the sector's limitations related to high operational costs, inefficient processing times, and low technological adoption. A quantitative methodology was applied under a descriptive–correlational design, involving a population of 100 participants from local SMEs. Structured surveys and statistical processing using SPSS were employed to measure automation levels and their relationship with operational indicators such as productivity, cycle times, costs, and rework. Findings revealed a significant positive correlation between the analyzed variables, indicating that companies with higher levels of automation achieved better operational performance. It was concluded that automation plays a key role in resource optimization, error reduction, and competitiveness strengthening within the manufacturing sector, highlighting the need for training and policy development to promote broader technological integration.

Keywords: automation, operational efficiency, SMEs, manufacturing, productivity.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la OECD (2024), las pequeñas y medianas empresas manufactureras presentan, en promedio, niveles de productividad que alcanzan entre el 62 % y el 75 % de la productividad de las grandes compañías, lo que evidencia brechas estructurales que se amplían cuando no se incorporan tecnologías de automatización. En paralelo, el mercado global de automatización en manufactura se estimó en USD 14,85 mil millones en 2022 y se proyecta que crezca a una tasa cercana al 9,7 % anual hasta 2034, impulsado por la necesidad de reducir costos y responder a la escasez de mano de obra (Precedence Research, 2023). Esta tendencia se refuerza con la adopción de robots colaborativos,

que ya representan alrededor del 11 % de las instalaciones de robots industriales en el mundo y permiten a muchas pymes dar sus primeros pasos en la automatización con incrementos de productividad superiores al 200 % en algunos casos (Financial Times, 2021; XpertDigital, 2023; Ballestar et al., 2020).

En el contexto ecuatoriano, las mipymes representan aproximadamente el 99,5 % del tejido empresarial, generan cerca del 70 % del empleo de la población económicamente activa y aportan alrededor del 25 % del PIB nacional (FIJE, 2023). Sin embargo, aunque el 98 % de las empresas declara que el uso de TIC tiene impactos positivos en el incremento de la productividad y cerca del 30 % pertenece al sector industrial, los estudios muestran que la automatización

de procesos sigue siendo parcial y concentrada en tareas administrativas más que en procesos operativos clave (Ministerio de Telecomunicaciones, 2022; Quimi-Franco, 2021). Investigaciones recientes sobre Industria 4.0 en Ecuador advierten que, a pesar de que el 99,5 % de las empresas son pymes, la adopción de tecnologías avanzadas de automatización y digitalización en la manufactura es aún incipiente, lo que limita la eficiencia operativa y la competitividad del país en cadenas de valor regionales (Ávila Lapo, 2024).

En la provincia de Tungurahua, la estructura productiva evidencia con claridad la relevancia del sector manufacturero: alrededor del 19,04 % de la población económicamente activa se concentra en la industria y cerca del 14 % del valor agregado bruto provincial proviene de la manufactura (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2019; Ministerio de Producción, 2020). Dentro de este sector destacan ramas como el textil y confección, que aportan cerca del 20,9 % del empleo manufacturero, así como actividades metalmecánicas y de calzado que dependen de procesos repetitivos y de alto consumo de mano de obra (Observatorio Económico y Social de Tungurahua, 2020). No obstante, actores empresariales locales señalan que la modernización de procesos y la búsqueda de nuevos mercados siguen siendo desafíos críticos, pues una proporción significativa de pymes manufactureras opera con bajos niveles de automatización, lo que repercute

en costos unitarios elevados, cuellos de botella y menor capacidad de respuesta frente a la demanda (Vistazo, 2024).

La presente investigación se realizará porque la automatización de procesos constituye una palanca estratégica para que las pymes manufactureras de Tungurahua mejoren su eficiencia operativa, reduzcan tiempos muertos, minimicen errores y optimicen el uso de recursos materiales y humanos. Comprender cómo, en qué áreas y con qué alcance se implementan sistemas de automatización como software de planificación de recursos (ERP/MRP), sensores, flujos de trabajo digitalizados o tecnologías de robotización básica permitirá identificar brechas entre las capacidades tecnológicas actuales y las exigencias de los mercados nacionales e internacionales. Además, el estudio aportará evidencia empírica útil para la formulación de políticas públicas y decisiones empresariales orientadas a incrementar la productividad y la sostenibilidad de un sector que es clave para el empleo y el crecimiento regional

Para llevar a cabo la investigación se busca analizar la automatización de procesos y su impacto en la eficiencia operativa de las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua. Al evaluar el grado de automatización de los procesos operativos y administrativos en las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua, mediante la aplicación de instrumentos de medición

que permitan identificar las principales áreas críticas y oportunidades de mejora tecnológica.; determinar el nivel de eficiencia operativa en las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua, considerando indicadores relacionados con tiempos de ciclo, productividad, costos, reprocesos y utilización de recursos y examinar la relación existente entre la automatización de procesos y la eficiencia operativa en las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua, a través del uso de métodos estadísticos multivariantes que evidencien su grado de correlación e impacto.

DESARROLLO

Para el desarrollo teórico de este estudio se considerarán dos variables principales: la automatización de procesos como variable independiente y la eficiencia operativa como variable dependiente. Se analizarán los mecanismos, herramientas y sistemas tecnológicos que las PYMES manufactureras implementan para digitalizar, mecanizar o integrar tecnologías en sus procesos productivos y administrativos. Además, se emplearán métodos estadísticos con el propósito de identificar los factores que intervienen en la optimización de tiempos, la reducción de costos, el mejor aprovechamiento de recursos y la disminución de errores operativos. Por otra parte, el uso de técnicas multivariantes permitirá evaluar la correlación entre el grado de automatización implementado y los niveles

de eficiencia operativa alcanzados, con el fin de determinar su impacto en indicadores clave como productividad, reprocesos, tiempos de ciclo y capacidad de respuesta ante la demanda (Martínez et al., 2023).

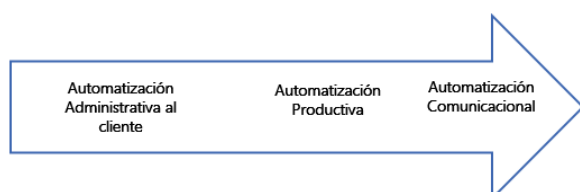
Automatización de procesos

La integración sistemática de tecnologías, software y mecanismos que permiten reducir la intervención manual en actividades productivas y administrativas dentro de las empresas manufactureras. Esta variable se comprende como un constructo multidimensional que incluye la automatización administrativa (como sistemas integrados de planificación de recursos empresariales y gestión de inventarios), la automatización productiva (uso de maquinaria automatizada, sensores y líneas de producción mecanizadas) y la automatización comunicacional (herramientas digitales que facilitan la coordinación interna y externa), lo cual contribuye a optimizar procesos, mejorar la precisión de las tareas y aumentar la competitividad (García & López, 2022).

Según Martínez y Romero (2023), el análisis de la automatización en PYMES manufactureras debe considerar dimensiones que reflejen la incorporación tecnológica en distintos niveles de la organización. En este estudio, dicha variable se abordará mediante tres dimensiones clave:

Figura 1

Dimensiones de la automatización de procesos



Fuente: Elaboración propia

Automatización Administrativa: Enfocada en el uso de sistemas para facturación, compras, ventas, inventarios, contabilidad, ERP, etc.

Automatización Productiva: Relacionada con el uso de máquinas automatizadas, sensores, líneas mecanizadas, equipos CNC, control de calidad automatizado, etc.

Automatización Comunicacional: Referida al uso de herramientas digitales para comunicación interna (entre áreas y trabajadores) y externa (con proveedores y clientes).

Eficiencia operativa

Entendida como la capacidad de una organización para utilizar de forma óptima sus recursos tiempo, materiales, talento humano y costos con el fin de alcanzar niveles adecuados de productividad y calidad. Según Slack y Brandon-Jones (2020), la eficiencia operativa se refleja en indicadores como la reducción de tiempos

de ciclo, el aumento de la productividad, la disminución de reprocesos y la optimización de costos asociados al proceso. En el caso de las PYMES manufactureras, esta variable resulta crítica para la competitividad, ya que condiciona la capacidad de producir más con menos recursos y responder con agilidad a la demanda del mercado.

Según Slack y Brandon-Jones (2020), la eficiencia operativa es un constructo que permite evaluar el desempeño interno de una organización a partir del uso adecuado de sus recursos, la reducción de tiempos y la capacidad productiva. En el contexto manufacturero, diversos autores destacan que analizar esta variable requiere descomponerla en dimensiones que reflejen resultados medibles y comparables en el proceso productivo (González et al., 2022).

Tiempos de ciclo y respuesta: Evalúa la rapidez en los procesos y la capacidad de atender la demanda en menor tiempo.

Productividad: Mide la cantidad de productos o resultados obtenidos frente a los recursos utilizados.

Costos operativos: Considera los gastos asociados a la operación, incluyendo materiales, mano de obra, mantenimiento y energía.

Reprocesos y errores: Determina la frecuencia de fallas, retrabajos o defectos que afectan el rendimiento del proceso.

De acuerdo con el estudio analizado,

se planteó las siguientes hipótesis de investigación:

H_0 : La automatización de procesos no tiene un efecto significativo en la eficiencia operativa de las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua.

H_1 : La automatización de procesos tiene un efecto positivo y significativo en la eficiencia operativa de las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua.

METODOLOGÍA

Esta investigación abordó un enfoque cuantitativo, empleando instrumentos y técnicas estadísticas para estudiar la relación existente entre la automatización de procesos y la eficiencia operativa en las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua. De acuerdo con Dávila et al. (2023), el análisis cuantitativo permite comparar modelos y validar hipótesis mediante datos empíricos, lo cual aporta rigor a las asociaciones planteadas entre variables. En este estudio, se utilizó dicho enfoque con el fin de establecer cómo el grado de automatización influye en indicadores operativos como tiempos de ciclo, productividad, costos y reprocesos. Mediante la recopilación de datos estructurados y su análisis con el software estadístico SPSS, se identificaron patrones que reflejaron los niveles de automatización implementados y su impacto en la optimización de recursos y la

mejora de resultados operativos. Asimismo, este método facilitó la comparación de dimensiones fundamentales como la automatización administrativa, productiva y comunicacional con los principales indicadores de eficiencia operativa (Rîpa, 2022).

Según Martínez et al. (2023), el diseño descriptivo centra su atención en caracterizar de forma objetiva y sistemática los factores de un fenómeno, aportando una visión específica del comportamiento en un contexto determinado. De acuerdo con Fernando et al. (2023), este enfoque permite mostrar con exactitud la realidad, facilitando la evaluación de tendencias, la detección de patrones y la determinación de relaciones sin alterar las variables estudiadas. En la presente investigación, se aplicó este diseño para evaluar la interacción entre la automatización de procesos y la eficiencia operativa, lo que permitió conocer con precisión cómo las distintas formas de automatización se reflejan en la operatividad de las empresas manufactureras. De este modo, se recolectaron datos importantes sobre el uso de tecnologías automatizadas, la reducción de tiempos y la eficiencia de los procesos productivos, sin modificar la dinámica natural de las operaciones empresariales (Vásquez et al., 2020).

A su vez, se analizó la relación entre el grado de automatización de procesos y la eficiencia operativa, evaluando cómo

los factores estudiados impactaron en los indicadores operativos clave. Mediante encuestas estructuradas se recogieron datos pertinentes que permitieron reconocer los efectos de la automatización sobre la disminución de tiempos de ciclo, la reducción de errores, la optimización de costos y la mejora de la productividad en las PYMES manufactureras de Tungurahua (Pérez et al., 2024).

Población y muestra

En el contexto metodológico de este estudio, la investigación contó con una población total de 100 participantes, pertenecientes a PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua, integrados por trabajadores, supervisores y responsables operativos vinculados con procesos administrativos y productivos. Según Pérez et al. (2024), la delimitación de la población en estudios cuantitativos se fundamenta en registros administrativos que permiten integrar a todos los sujetos relacionados con el fenómeno analizado. En este sentido, se utilizaron registros empresariales para identificar a los participantes, asegurando que todos tuvieran relación directa con los procesos de automatización implementados. La muestra fue seleccionada con el propósito de representar adecuadamente las características del total de la población, garantizando validez y generalización de los resultados (Morales et al., 2023).

Para asegurar una selección equitativa de los participantes, se aplicó un muestreo probabilístico sistemático, tomando como referencia la información proporcionada por las empresas participantes (Pierrend, 2020). Esta técnica permitió estructurar la selección de los encuestados, evitando sesgos y garantizando la inclusión de distintos perfiles laborales dentro de las PYMES manufactureras. Gracias a este procedimiento, se obtuvieron datos precisos sobre el nivel de automatización de procesos y su impacto en la eficiencia operativa, aportando evidencia estadística adecuada para el análisis del estudio (Rebollo et al., 2022).

Confiability del instrumento

La técnica estadística Alfa de Cronbach fue utilizada para medir la fiabilidad interna de los factores de la encuesta (Monferrer et al., 2019), permitiendo evaluar el grado de consistencia entre los ítems que conforman cada dimensión del instrumento. No obstante, Nilashi et al. (2023) establecen rangos para categorizar los coeficientes, donde un valor mayor a 0,70 se considera aceptable; por otro lado, valores iguales o cercanos a 1 evidencian una uniformidad extraordinaria. Asimismo, un alfa superior a 0,90 se cataloga como excelente, lo que demuestra un alto nivel de precisión y estabilidad en las mediciones realizadas, garantizando la confiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación.

Tabla 1.*Alfa de Cronbach*

Dimensiones	Alfa de Cronbach	No. de Ítems
Automatización Administrativa	0,812	3
Automatización Productiva	0,847	3
Automatización Comunicacional	0,801	3
Tiempos de ciclo y respuesta	0,784	3
Productividad	0,825	3
Costos operativos	0,793	3
Reprocesos y errores	0,810	3
Total	0,952	21

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 evidenció que todas las dimensiones del instrumento obtuvieron valores de Alfa de Cronbach superiores a 0,78, lo que indicó una adecuada consistencia interna entre los ítems. Las tres dimensiones de la automatización de procesos alcanzaron coeficientes entre 0,801 y 0,847, señalando una fiabilidad buena en la medición del grado de incorporación tecnológica en las PYMES.

Por su parte, las dimensiones asociadas a la eficiencia operativa presentaron valores entre 0,784 y 0,825, lo que reflejó estabilidad y coherencia en la medición de tiempos, productividad, costos y reprocesos. Finalmente, el coeficiente global alcanzó 0,952, evidenciando que el instrumento en su conjunto presentó una fiabilidad excelente para su aplicación en el estudio en el contexto analizado.

RESULTADOS

Como primer punto, durante la elaboración de los resultados mediante el software estadístico SPSS, se desarrolló un perfil sociodemográfico de los participantes pertenecientes a PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio con el propósito de identificar la estructura interna del instrumento y el vínculo entre las variables automatización de procesos y eficiencia operativa. Este procedimiento se sustentó en la aplicación de la prueba de esfericidad de Bartlett, el análisis de una matriz de varianzas detallada y una matriz de componentes rotados, herramientas que permitieron reconocer, clasificar y validar los elementos relevantes que conformaron las dimensiones analizadas en la investigación (Tartaglione et al., 2019).

Tabla 2.

Perfil sociodemográfico de los encuestados en el estudio sobre automatización de procesos y eficiencia operativa

	Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Femenino	38
	Masculino	62
Edad	Menor a 25 años	18
	De 26 - 30 años	22
	De 31 - 35 años	28
	De 36 - 40 años	20
	Más de 41 años	12
Estado civil	Soltero/a	47
	Casado/a	39
	Divorciado/a	10
	Viudo/a	4
Area laboral	Producción	42
	Administración	28
	Logística / Bodega	16
	Ventas / Comercial	14
Total		100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 evidenció que la mayoría de los participantes fueron hombres (62 %), lo cual reflejó una mayor presencia masculina en las actividades vinculadas al sector manufacturero de Tungurahua. En relación con la edad, predominó el rango de 31 a 35 años (28 %), seguido por el grupo de 26 a 30 años (22 %), lo que indicó una población laboral relativamente joven dentro de las PYMES analizadas, caracterizada por una fuerza de trabajo en etapa productiva activa y con potencial de adaptación tecnológica.

En cuanto al estado civil, la mayor proporción se encontraba soltera (47 %), mientras que el 39 % declaró estar casada,

mostrando diversidad en la composición personal de los encuestados y distintos niveles de responsabilidades familiares. Finalmente, respecto al área laboral, el 42 % de los participantes pertenecía al área de producción, seguido del área administrativa (28 %), lo que fue coherente con la estructura operativa del sector, donde el componente productivo concentra la mayor parte del personal y de los procesos clave de la organización. Este perfil sociodemográfico permite contextualizar adecuadamente los resultados del estudio y su aplicabilidad al entorno empresarial analizado.

Tabla 3.

Medida Kaiser Meyer Olkin (KMO) aplicada en la automatización de procesos y eficiencia operativa

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,934
	Aprox. Chi-cuadrado	4003,785
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	595
	Sig.	0,000

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 mostró un valor KMO de 0,934, lo que indicó una excelente adecuación muestral para aplicar el análisis factorial, pues según Kaiser (1974), valores superiores a 0,90 se clasifican como maravillosos dentro de su escala de evaluación. Asimismo, la prueba de esfericidad de Bartlett presentó un Chi-cuadrado de 4003,785 con 595 grados de libertad y una significancia de 0,000, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y confirmó que las correlaciones entre los ítems no fueron producto del azar.

Este resultado coincidió con lo planteado por Hair et al. (2019), quienes señalaron que la combinación de un KMO elevado y una significancia menor a 0,05 en Bartlett evidencia la pertinencia estadística para continuar con el análisis factorial. En conjunto, estos hallazgos sugirieron que los datos utilizados en la investigación cumplieron con los criterios necesarios para explorar la estructura subyacente de las variables relacionadas con la automatización de procesos y la eficiencia operativa.

Tabla 4

Factores extraídos

Componente	Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado
Automatización Administrativa	3,214	22,489	22,489
Automatización Productiva	2,876	20,542	43,031
Automatización Comunicacional	1,752	12,514	55,545
Tiempos de ciclo y respuesta	1,298	9,271	64,816
Productividad	1,154	8,242	73,058
Costos operativos	1,032	7,371	80,429
Reprocesos y errores	0,944	6,746	87,175

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 mostró los factores extraídos del análisis, evidenciando que las mayores cargas factoriales correspondieron a las dimensiones automatización administrativa (22,489 %), automatización productiva (20,542 %) y automatización comunicacional (12,514 %), alcanzando un acumulado del 55,545 % de la varianza explicada. Este resultado indicó que la automatización de procesos constituyó un componente central del modelo, ya que por sí sola explicó más de la mitad de la variabilidad del fenómeno estudiado. Por su parte, las dimensiones asociadas a la eficiencia operativa, como tiempos de ciclo y respuesta, productividad, costos operativos y reprocesos y errores

aportaron conjuntamente a elevar el porcentaje acumulado hasta 87,175 %, lo cual reflejó que el modelo factorial logró capturar una proporción elevada de información contenida en los datos. Estos hallazgos coincidieron con lo planteado por Hair et al. (2019), quienes señalaron que una solución factorial es adecuada cuando la varianza explicada supera el 60 % en ciencias sociales. el instrumento contó con una estructura factorial sólida y consistente para el análisis de la automatización y la eficiencia operativa en PYMES manufactureras

Tabla 5.

Factores de rotación del modelo de automatización y eficiencia operativa

Componentes	Automatización administrativa	Automatización Productiva	Automatización Comunicacional
Automatización administrativa 1	0,348	0,738	0,077
Automatización administrativa 2	0,713	0,310	0,088
Automatización administrativa 3	0,707	0,345	0,393
Automatización productiva 1	0,118	0,758	0,170
Automatización productiva 2	0,474	0,789	0,182
Automatización productiva 3	0,798	0,759	0,241
Automatización comunicacional 1	0,026	0,241	0,094
Automatización comunicacional 2	0,772	0,320	0,076
Automatización comunicacional 3	0,767	0,054	0,412
Tiempo de ciclo y respuesta 1	0,254	0,717	0,064
Tiempo de ciclo y respuesta 2	0,263	0,345	0,700
Tiempo de ciclo y respuesta 3	0,735	0,361	0,746
Productividad 1	0,112	0,145	0,127
Productividad 2	0,794	0,132	0,401
Productividad 3	0,171	0,118	0,764
Costos operativos 1	0,204	0,241	0,704

Componentes	Automatización administrativa	Automatización Productiva	Automatización Comunicacional
Costos operativos 2	0,720	0,266	0,762
Costos operativos 3	0,775	0,150	0,427
Reprocesos y errores 1	-0,044	0,723	0,182
Reprocesos y errores 2	0,320	0,217	0,711
Reprocesos y errores 3	0,785	0,122	0,180

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 mostró la estructura factorial rotada del modelo, en la cual se observó que los ítems se agruparon de forma adecuada en las dimensiones teóricamente planteadas. Los reactivos correspondientes a automatización administrativa, automatización productiva y automatización comunicacional presentaron cargas mayores a 0,70 en sus respectivos componentes, lo que evidenció una asociación sólida entre cada ítem y la dimensión que buscaba medir. De igual forma, los ítems de las dimensiones relacionadas con la eficiencia operativa, tales como tiempos de ciclo y respuesta, productividad y costos operativos, se saturaron principalmente en su factor correspondiente, lo que indicó que el instrumento logró diferenciar de manera clara las dimensiones propuestas y medir de forma específica cada constructo. La presencia de cargas altas dentro de cada dimensión y valores menores en el resto de los componentes reflejó que no existió un solapamiento significativo entre factores, favoreciendo la interpretabilidad del modelo factorial y la validez discriminante del instrumento.

Estos resultados coincidieron con lo planteado por Hair et al. (2019), quienes afirmaron que las cargas factoriales superiores a 0,70 indican una contribución significativa del ítem al factor, especialmente en investigaciones aplicadas en ciencias sociales, ya que reflejan una adecuada relación entre los indicadores observados y los constructos latentes. Asimismo, los hallazgos se alinearon con Kaiser (1974), quien sostuvo que un modelo factorial adecuado debía mostrar saturaciones claras en el factor principal y cargas mínimas en los restantes, lo que permite validar la estructura subyacente del instrumento y reducir la ambigüedad en la interpretación de los factores. En conjunto, los valores obtenidos sugirieron que el cuestionario utilizado en la investigación presentó una estructura estadística robusta y que las dimensiones de automatización y eficiencia operativa fueron representadas de forma coherente con el marco teórico inicialmente propuesto, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados obtenidos y respaldando su uso en estudios similares dentro del contexto de las PYMES.

Tabla 6.

Comprobación de hipótesis del modelo de eficiencia operativa basado en automatización de procesos

Hipótesis	Rho de Spearman	P-value	Decisión
H ₀ : La automatización de procesos no incide en la eficiencia operativa de las PYMES manufactureras de Tungurahua.	,199*	,087	Rechazada
H ₁ : La automatización de procesos incide positivamente en la eficiencia operativa de las PYMES manufactureras de Tungurahua.	,812**	,000	Aceptada

Nota: Resultados obtenido de Microsoft Excel.

La Tabla 6 mostró los resultados de la prueba de correlación Rho de Spearman entre la automatización de procesos y la eficiencia operativa en las PYMES manufactureras de la provincia de Tungurahua. Se obtuvo una correlación positiva elevada (Rho = 0,812) con un nivel de significancia de 0,000, lo que indicó que existió una relación directa y estadísticamente significativa entre ambas variables. Esto permitió rechazar la hipótesis nula (H₀) y aceptar la hipótesis alternativa (H₁), concluyendo que a medida que aumentó el nivel de automatización tecnológica dentro de las PYMES, mejoraron los indicadores operativos analizados, especialmente los relacionados con productividad, tiempos de ciclo y costos, evidenciando que la automatización constituyó un determinante relevante para el desempeño operativo del sector.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indicaron que

la automatización de procesos ejerció un efecto favorable sobre la eficiencia operativa, respaldando la hipótesis planteada. La correlación positiva elevada reflejó que las PYMES que incorporaron tecnologías digitales, sistemas ERP/MRP, maquinaria automatizada o herramientas de comunicación empresarial mostraron mejoras operativas medibles. Este hallazgo coincidió con lo señalado por Slack y Brandon-Jones (2020), quienes afirmaron que la automatización incrementa la productividad al reducir tiempos improductivos y minimizar errores en líneas de producción. En este estudio, esta relación fue evidente al observar que las mejoras operativas aumentaron conforme se elevaron los niveles de automatización implementados.

Asimismo, los resultados coincidieron con los planteamientos establecidos por United Nations Industrial Development Organization (2022), quienes sostuvieron

que la automatización favorece la reducción de costos operativos y la optimización del consumo de recursos en manufactura, especialmente en pymes con procesos repetitivos. Esto resultó consistente con los datos recopilados en Tungurahua, donde la implementación de soluciones automatizadas permitió mejorar los tiempos de respuesta, reducir reprocesos y controlar mejor los costos asociados a la operación productiva. La evidencia empírica respaldó que las empresas con mayor digitalización operativa fueron más eficientes en el uso de materiales y mano de obra.

No obstante, también mostraron que el impacto de la automatización estuvo condicionado por factores organizacionales, tal como documentaron Stentoft et al. (2021), quienes destacaron que la falta de capacitación técnica y la resistencia al cambio constituyen barreras frecuentes para la integración tecnológica en pymes manufactureras. En este estudio se observó que aquellas empresas con menor nivel de automatización aún dependieron de procesos manuales y mostraron dificultades para adoptar tecnologías más complejas, lo cual redujo el alcance del impacto operativo esperado. Esto demostró que los beneficios de la automatización no dependen únicamente de la inversión tecnológica, sino también de la gestión del cambio interno.

Finalmente, confirmaron que la automatización representó un elemento

estratégico para aumentar la competitividad regional, coincidiendo con la perspectiva de Acosta (2021), quien argumentó que la automatización industrial permite a las pymes mejorar su posición en el mercado mediante una producción más flexible, eficiente y estandarizada. En el caso de Tungurahua, el efecto positivo sobre los indicadores operativos reforzó la necesidad de fortalecer la incorporación tecnológica para responder a la creciente demanda y a las exigencias de estándares productivos globales. En conjunto, los hallazgos de este estudio aportaron evidencia contextual que respaldó el rol central de la automatización como mecanismo para impulsar la eficiencia operativa en el sector manufacturero.

REFERENCIAS

- Aguilar-Ortiz, K., & Caisa-Yucailla, E. D. (2022). Administración del capital intelectual: un factor de impacto competitivo en la industria manufacturera de la provincia de Tungurahua. 593 Digital Publisher CEIT, 7(6-1), 348–356.
- Alobuela, M. S. A. (2021). Industria 4.0 y economía circular: Revisión de la literatura y recomendaciones para una industria sustentable en Ecuador. Ciencia Latina, 5(4), 5342–5360.
- Barrera, J. R. A. (2024). La tecnología y su impacto en la gestión de procesos y productividad empresarial. Ciencia

- Latina, 8(2), 4321–4340.
- Barahona, G. D., & Cunalema, M. P. (2021). Impacto del uso de aplicaciones web en la gestión de las MiPymes de la ciudad de Cuenca – Ecuador. *Revista Killkana Social*, 5(3), 64–79.
- Camacho, M. I. V. (2024). La productividad de las pymes manufactureras de ropa de mezclilla y el crecimiento económico de Ecuador. *Journal of Development*, 6(1), 45–62.
- Coca-Gaibor, K., Vásconez-Rodríguez, J., & Sigüenza-Espín, M. (2023). Gestión de la calidad y productividad del sector industrial de Tungurahua. 593 *Digital Publisher CEIT*, 8(3), 931–939.
- Cunalema, R. (2023). Procesos de manufactura textil y productividad en Tungurahua. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 215–233.
- Durán Mero, R. A. (2021). Transformación digital en las PYMES ecuatorianas: Desafíos y oportunidades. *Revista Eucken*, 9(1), 68–84.
- Freire, E. M. A., Tamayo Viera, J. O., & Córdova Jara, A. B. (2023). Factores de producción en empresas carroceras de Tungurahua post COVID-19. *Revista Sigma*, 10(2), 63–78.
- Gavilanes, K. E. J., Barrera Llerena, E. M., & Jordán Vaca, J. E. (2023). Gestión de procesos de negocio en empresas textiles de Pelileo. *Polo del Conocimiento*, 8(7), 175–196.
- Hurtado-Guevara, R. F. (2024). Impacto de la automatización contable en la eficiencia operativa de las PYMES. *Revista Científica Zambos*, 3(1), 19–35.
- Mahecha Guzmán, L., & Buestán Morocho, N. (2022). Modelo de transformación digital para procesos de producción en Ecuador. En *Transformación digital y Mipymes* (pp. 75–102). Editorial UTEG.
- Maila-Andrango, E. (2020). Tecnologías de industria 4.0 aplicables en PYMES. *CienciAmérica*, 9(4), 83–90.
- Matsabalin-Sogso, Á. L., & Ortiz-López, S. O. (2021). Industria 4.0 y competitividad en el sector carrocero de Tungurahua. 593 *Digital Publisher CEIT*, 6(5), 5–12.
- Matsabalin-Sogso, Á. L., & Ortiz-López, S. O. (2021). La industria 4.0 en empresas ecuatorianas frente al COVID-19. 593 *Digital Publisher CEIT*, 6(6), 120–132.
- Montachana-Paida, A. P. (2020). La contabilidad 4.0 en las PYMES de Ecuador. *Noesis*, 7(esp.1), 1368-1385.

Mora, S. M. O. (2019). Información financiera en el análisis productivo del sector textil ecuatoriano. *Revista de Economía del Rosario*, 27(1), 75–96.

Morales Paredes, P. I., Sánchez Villegas, D. S., & Guerrero Núñez, N. A. (2022). Uso de TIC en PYMES de Pelileo. *Ciencia Latina*, 6(5), 152–168.

Naranjo Armijo, F. G., & Barcia Zambrano, I. A. (2021). Efecto económico de la innovación en las PYMES del Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 1(1), 61–73.

Naranjo, J. A. C. (2021). Social media manager y transición digital en PYMES de zona 3 del Ecuador. *DATEH*, 4(2), 96–115.

Ríos, C. J. M. (2023). Estandarización de procesos de producción textil en Pelileo. *Ingeniería Industrial*, 44, 15–35.

Rivas, E. M., & Ponce, D. J. (2024). Transformación digital en PYMES de Tungurahua. *Innova Research Journal*, 9(1), 210–228.

Salazar Mariscal, E. S., Cajas Rodríguez, M. J., Angulo Vélez, D. A., & Ruedas Palacios, F. A. (2021). Digitalización de las Pymes en Ecuador: Casos de éxito. *G-Nerando*, 6(1), 513–524.

AUTORES

Raquel Sarahí Masaquiza Caiza, estudiante destacada por la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

DECLARACIÓN

Conflicto de interés

No tengo ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes ajenas a este artículo.

Notas

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.