

Mecanismo de procesamiento de encuestas para identificar objetivos de digitalización en pymes.

Survey processing mechanism to identify digitalization targets in SMEs.

Presentación: Setiembre 2023

Bianca Arteta

Facultad Regional Rafaela – Universidad Tecnológica Nacional
biancaarteta01@gmail.com

Leandro Riva

Facultad Regional Rafaela – Universidad Tecnológica Nacional
leandro.riva00@gmail.com

Dirección: Dr. Pedro Querini; Dra. Erica Fernandez

Resumen

Este estudio investiga la transformación digital en PYMES en el contexto de la Industria 4.0. Se presenta un innovador mecanismo basado en la Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0) para identificar áreas con alto potencial de digitalización. El mecanismo se apoya en dos parámetros clave: ponderación subjetiva contable y nivel de digitalización. La ponderación subjetiva contable evalúa la importancia y el impacto en costos de cada área empresarial. El nivel de digitalización se mide mediante un cuestionario específico. A través de un caso de estudio en operaciones, se demuestra cómo este mecanismo puede identificar áreas con gran potencial de digitalización en PYMES. Este enfoque proporciona una herramienta efectiva para que las PYMES tomen decisiones estratégicas informadas en su camino hacia la transformación digital. A futuro se validará en diversos sectores y tipos de PYMES, lo que significará una mejora sustancial de la propuesta.

Palabras clave: Transformación Digital; PYMES; Industria 4.0; RAMI 4.0

Abstract

This study investigates digital transformation in SMEs within the context of Industry 4.0. An innovative mechanism based on the Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0) is introduced to identify areas with high digitalization potential. The mechanism relies on two key parameters: subjective accounting weighting and digitalization level. Subjective accounting weighting assesses the importance and cost impact of each business area. The digitalization level is measured through a specific questionnaire. Through a case study in operations, this mechanism demonstrates how it can pinpoint areas with significant digitalization potential in SMEs. This approach provides an effective tool for SMEs to make informed strategic decisions on their path to digital transformation. Future validation across various sectors and types of SMEs promises a substantial enhancement of the proposal.

Keywords: Digital Transformation; PYMES; Industry 4.0; RAMI 4.0

INTRODUCCIÓN

La Industria 4.0 ha introducido una revolución tecnológica que moderniza las organizaciones mediante la explotación de nuevas tecnologías como el Internet de las cosas, la computación en la nube y la inteligencia artificial, entre otras. Estas tecnologías han transformado cómo las organizaciones gestionan sus procesos de negocio, permitiendo adquirir datos en tiempo real que pueden procesarse para mejorar la flexibilidad, la productividad y la orientación al cliente (Lezoche et al., 2020).

Sin embargo, en la literatura y en la práctica empresarial se observa con frecuencia la introducción de nuevas tecnologías en los procesos productivos u operativos sin un adecuado análisis en el ámbito organizativo. Además, la incorporación de tecnología en procesos claves de gestión, como los administrativos, financieros o de marketing, a menudo no recibe la misma atención (Stephan Henneberg et al.).

A pesar de los avances tecnológicos, algunas organizaciones automatizan procesos sin aprovechar la tecnología para mejorar la toma de decisiones. Como resultado, muchas alcanzan un alto nivel de madurez tecnológica que no se traduce en una planificación adecuada para la transformación hacia un modelo de Industria 4.0.

Actualmente, existen modelos de madurez que analizan las organizaciones para identificar oportunidades, brechas y debilidades en la adopción de tecnologías 4.0. Sin embargo, estos diagnósticos abarcan toda la organización y no siempre resultan en planes de transformación digital específicos y orientados (Blanc et al., 2021; Canetta et al.).

Aunque existen múltiples metodologías, algunas desarrolladas por instituciones de renombre como Acatech (Schuh et al., 2020), su aplicación en las PYMES no es tan común. Algunos de estos modelos son extensos o complejos de implementar, y, tras completar un cuestionario, las organizaciones a menudo obtienen un porcentaje de madurez digital sin un plan claro que oriente sus próximos pasos. Esta falta de orientación se debe en parte a que la planificación de la transformación digital no puede ser igual para todas las organizaciones, ya que depende de factores como la visión, la cultura, los procesos de negocio, la estrategia y las metas organizacionales (Ubiparipović et al., 2023).

La literatura ofrece propuestas para guiar el proceso de transformación digital en las organizaciones, destacando la importancia de un consenso sobre la definición de este proceso (Zaoui y Souissi, 2020). Sin embargo, se ha identificado la necesidad de desarrollar metodologías que no solo diagnostiquen, sino también planifiquen la transformación digital. Algunas de estas metodologías se basan en la evaluación de la madurez, la identificación de fortalezas y debilidades, y la definición de oportunidades de transformación digital (Carolis et al.). Otras se enfocan en comprender el modelo de negocio actual, la cadena de valor y los requisitos de los clientes, y delinean un nuevo modelo de negocio digital (SCHALLMO et al., 2017). Sin embargo, sigue habiendo una falta de metodologías que sistematicen y guíen de manera integral el proceso de transformación digital (Sehlin et al., 2019).

En este contexto, el enfoque principal de esta investigación se centra en la creación de un mecanismo de procesamiento de encuestas destinado a la identificación de objetivos de digitalización en las PYMES. Esta iniciativa surge como una evolución natural de un enfoque previo que se enfoca en identificar áreas con potencial de digitalización en las cadenas de valor empresariales. En dicho enfoque, se emplea un cuestionario diseñado para recopilar datos fundamentales. En este estudio, nos proponemos dar un paso más allá al procesar estos datos de manera sistemática para identificar los objetivos específicos de digitalización. De esta manera, abordamos de manera efectiva la necesidad imperante de contar con una herramienta precisa y orientada que facilite el proceso de transformación digital en el entorno de las PYMES.

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS DE DIGITALIZACIÓN

1.1. Integración de la RAMI 4.0 en la Identificación de Objetivos de Digitalización en PYMES

Dentro del contexto de la RAMI 4.0 (Reference Architecture Model Industrie 4.0), que es un marco de referencia fundamental para la implementación de la Industria 4.0, el término "BUSSINES" abarca todos los elementos y aspectos relacionados con los negocios y las operaciones empresariales en este entorno altamente tecnológico. Esto incluye desde la gestión estratégica y la cadena de valor hasta la identificación de oportunidades de digitalización que puedan mejorar la eficiencia, la competitividad y la agilidad de una empresa en la economía digital.

En este contexto, el enfoque de este trabajo de investigación se vincula directamente con el concepto de "BUSSINES" en la RAMI 4.0. El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un mecanismo de procesamiento de encuestas específico que permita

identificar los objetivos de digitalización en las PYMES. Esta iniciativa se alinea perfectamente con el enfoque de la RAMI 4.0, ya que busca proporcionar una herramienta efectiva y orientada a mejorar la gestión y la estrategia empresarial en el contexto de la Industria 4.0. Además, pretende facilitar la adopción de tecnologías avanzadas para impulsar la transformación digital en el tejido empresarial, incluyendo a las micro y pequeñas empresas, de acuerdo con los principios de la Industria 4.0 promovidos por la RAMI 4.0.

1.2. Detección de potenciales sectores objetivos de digitalización

En la siguiente sección se desarrolla paso a paso, el mecanismo diseñado para procesar los datos obtenidos del formulario, el objetivo final del mismo será determinar el business de la empresa, es decir, aquella área que posee mayor potencial para ser digitalizada.

1.2.1. Análisis interno de la empresa

Para alcanzar la meta planteada, se trabaja sobre la división de la estructura organizacional (áreas claves y soporte) realizada para el cuestionario del trabajo anterior. A cada una de estas, se les asigna un peso relativo en función a su importancia para el proceso productivo, este valor es proporcionado por la persona entrevistada, por lo tanto, conlleva un grado de subjetividad es denominado “Ponderación subjetiva (P_s)”. A su vez, también es necesario obtener información cuantitativa acerca de los costos de las diferentes áreas, en base a los cuales, se realiza una “ponderación contable (P_c)”, que refleja la importancia de cada área en la estructura de costos de la organización. La suma de todas las ponderaciones subjetivas debe ser 1, al igual que las ponderaciones contables. Se muestra en la Tabla 1 las áreas claves y la estructura presentada para ponderar.

Área Clave	Ponderación subjetiva (P_s)	Ponderación contable (P_c)	¿En qué operación/actividad?
Logística de entrada			
Operaciones			
Logística de salida			
Marketing y ventas			
Investigación y desarrollo			
Infraestructura tecnológica (información, sistemas de gestión de calidad, etc.)			
Mantenimiento			

Tabla 1. Áreas claves y estructura para la ponderación.

El promedio de los valores devuelve una ponderación por parte de la empresa respaldada por la pericia del entrevistado y por la información contable de la empresa. Se define entonces la “Ponderación empresa” P_e [1].

$$P_e = \frac{P_s + P_c}{2} \quad [1]$$

Este valor da una noción subjetiva y económica de la importancia que la empresa le da a los sectores. De esta manera, la inversa de este valor, nos proporciona la peso que tendrá cada área para ser objetivo de una digitalización P_i . Definimos a este parámetro como ponderación subjetiva contable [2].

$$P_{sc} = 1 - P_e \quad [2]$$

Cuanto menor sea el valor del parámetro “ P_{sc} ”, mayor será el potencial de digitalización que presenta el área analizada desde la perspectiva empresarial.

1.2.2. Análisis de la cadena de valor

En la siguiente sección, se determinan las ponderaciones de las preguntas referidas a la cadena de valor que se encuentran en el cuestionario. El objetivo es definir, en base a las respuestas obtenidas, un parámetro que demuestre para cada área su nivel de digitalización.

Tipos de ponderación de las preguntas para cada área

Este paso consiste en determinar el peso relativo que poseen las preguntas referidas a las diferentes áreas de la cadena de valor. Existen dos tipos de preguntas en el formulario, preguntas en cascada y preguntas si/no, las cuales se ponderan de acuerdo a la Figura 1.

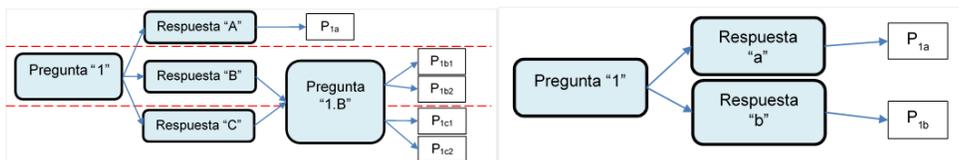


Figura 1. Ponderación para preguntas en cascada. Ponderación para preguntas si/no.

Las ponderaciones correspondientes a cada respuesta de cada pregunta relativa al área analizada se define como P_i , y la sumatoria indica la ponderación real que tiene la empresa en relación a la digitalización.

Determinación del parámetro Nivel de Digitalización (N.d.D)

Este parámetro muestra para cada área, el nivel de digitalización actual, en base a la relación existente entre las respuestas a cada una de las preguntas y su ideal [3] y [4].

$$N. d. D = \frac{P_{real}}{P_{ideal}} \quad [3]$$

$$N. d. D = \frac{\sum_{i=0}^n P_i}{P_{i\ max}} \quad [4]$$

El resultado ideal corresponde a la máxima ponderación posible $P_{i\ max}$. Este valor es igual para todas las áreas y corresponde al máximo valor que se puede obtener en el mejor de los escenarios del área, en ese punto el real y el ideal valen lo mismo y el nivel de digitalización es 1, es decir, el 100%.

1.3. Determinación del impacto del área a ser objetivo de digitalización

Los valores de ponderación subjetiva contable (P_{sc}) y nivel de digitalización (NdD) permiten analizar desde perspectivas diferentes las áreas de la empresa. Para definir un camino de digitalización es necesario generar un parámetro de comparación entre áreas, el impacto del área ($I_{\text{área}}$). El mismo se determina mediante multiplicación de los valores obtenidos para cada área [5].

$$I_{\text{área}} = NdD \times P_{sc} \quad [5]$$

La matriz de impacto del área se muestra en la Tabla 2 y es la representación de la multiplicación de los factores, donde en el eje vertical se encuentra el nivel de digitalización y en el eje horizontal la ponderación subjetiva contable.

Tabla 2. Matriz de impacto del área

$I_{\text{área}} = NdD \times P_{sc}$		$P_i = 1 - P_e$									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
NdD	0,1	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
	0,2	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
	0,3	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3
	0,4	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4
	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
	0,6	0,06	0,12	0,18	0,24	0,3	0,36	0,42	0,48	0,54	0,6
	0,7	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7
	0,8	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8
	0,9	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,9
	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

Cuanto menor sea el valor de impacto obtenido en el área, mayor será el potencial de digitalización y en la matriz se ve marcado con colores rojos. Cuando el área tenga un impacto mayor, la potencialidad de digitalización es menor, lo que indica que es un área de menor interés para intervenir para buscar objetivos de digitalización. En la matriz, se marcan con colores verdes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se simula la propuesta con una sección del formulario, que corresponden a preguntas relacionadas con el área de producción (operaciones), relevante por ser una de las áreas clave de la cadena de valor de Porter.

Ponderación subjetiva económica

Se le asignó al área un peso relativo en función a su importancia para el proceso productivo, y esta puntuación depende de quien respondió el formulario, por lo que es una puntuación subjetiva (P_s). Se realiza a continuación una ponderación contable (P_c) que refleja la importancia de cada área en la estructura de costos de la empresa.

Área Clave	Ponderación subjetiva (P_s)	Ponderación contable (P_c)
Operaciones	0.9	0.7

En función a los dos valores obtenidos, se realiza un promedio para obtener la ponderación de la empresa (P_e) y la ponderación subjetivo contable.

$$P_e = \frac{P_s + P_c}{2} = \frac{0,9 + 0,7}{2} = 0,8$$

$$P_{sc} = 1 - P_e = 1 - 0,8 = 0,2$$

1.4. Nivel de digitalización

En esta sección se determinan las ponderaciones de las preguntas referidas a la cadena de valor que se encuentran en el formulario. Para el caso de operaciones, la puntuación total dada para esta área es de un valor de 7, siendo este la puntuación ideal (P_{ideal}) si todas las respuestas son respondidas favorablemente respecto a la digitalización.

En el formulario, dentro del área operaciones se tienen 3 preguntas, diseñadas y formuladas de modo que sean útiles para detectar la importancia del área y su nivel de digitalización. En la Figura 2 se muestran las preguntas, respuestas y ponderaciones para el área de operaciones en el formulario.

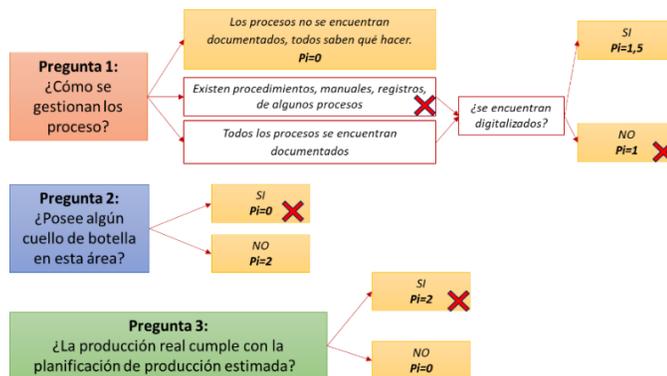


Figura 2. Preguntas, respuestas y ponderaciones para el área de operaciones.

Con las respuestas, se obtiene el puntaje real $P_{real} = 3$ y se calcula, con $P_{ideal} = 7$ el *N. d. D.*

$$N. d. D = \frac{P_{real}}{P_{ideal}} = \frac{3}{7} = 0,4$$

1.5. Determinación del Impacto del área

El valor del impacto del área viene dado por la multiplicación del nivel de digitalización y la ponderación subjetiva contable.

$$I_{\text{área}} = NdD \times P_{sc} = 0,2 \times 0,4 = 0,08$$

El impacto del área es de 0.08, lo que es un impacto bajo según la Tabla 2, esto indicaría que el área de operaciones es un área con potencialidad para la digitalización y como consecuencia para profundizar en buscar objetivos de digitalización que sean representados en “*bussines*”.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se presenta un mecanismo de procesamiento de encuestas para identificar objetivos de digitalización en pymes. El mecanismo planteado tiene como finalidad procesar el cuestionario generado en el marco del proyecto de investigación y generar ponderaciones a las respuestas y un mecanismo de procesamiento de los datos a los fines de transformar las respuestas en valores numéricos que permitan establecer un camino a la definición de objetivos de digitalización que sean representados en bussines.

El trabajo presentado es un primer resultado de la aplicación del mecanismo, se espera a futuro poder validar para todos los sectores de manera tal de obtener un perfil de impacto para todas las áreas y así generar mejores decisiones en el camino a la digitalización. Además, se espera validar el mecanismo para diferentes tipos de PYMES para generar disrupciones que permitan evolucionar tanto al cuestionario como al mecanismo de procesamiento.

REFERENCIAS

- Blanc, R., Pietroboni, R. M., Cettour, W. y Lepratte, L. (2021). Modelos de madurez e implementación en industria 4.0 análisis de alternativas y nivel de implementación. *XIV COINI 2021 – Congreso Internacional De Ingeniería Industrial – AACINI* – <https://acortar.link/IIJ8FD>
- Canetta, L., Barni, A. y Montini, E. Development of a Digitalization Maturity Model for the Manufacturing Sector, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436292>
- Carolis, A. de, Macchi, M., Negri, E. y Terzi, S. Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap, 487–495. <https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8279925>
- Lezoche, M., Hernandez, J. E., Alemany Díaz, M. d. M. E., Panetto, H. y Kacprzyk, J. (2020). Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture. *Computers in Industry*, 117(March (3)), 103187. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103187>
- SCHALLMO, D., WILLIAMS, C. A. y BOARDMAN, L. (2017). DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS MODELS — BEST PRACTICE, ENABLERS, AND ROADMAP. *International Journal of Innovation Management*, 21(08), 1740014. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>
- Schuh, G., Anderl, R., Dumitrescu, R., Krüger, A., Hompel, M. T. y Studie, A. (2020). Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies –: ACATECH. *UPDATE 2020 – (Acatech STUDY)*. <https://acortar.link/Fe0q7C>
- Sehlin, D., Truedsson, M. y Cronemyr, P. (2019). A conceptual cooperative model designed for processes, digitalisation and innovation. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(4), 504–522. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-02-2019-0028>
- Stephan Henneberg, Mohamed Zaki, Mariam Ismail, Gatis Misus, Alexander Leischnig, Nima Heirati y Cambridge Service Alliance. Driving BUSINESS MODEL TRANSFORMATION HOW READY IS YOUR DIGITAL THREAD? Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21873.51045>
- Ubiparipović, B., Matković, P. y Pavličević, V. (2023). Key activities of digital business transformation process. *Strategic Management*, 28(1), 33–40. <https://doi.org/10.5937/StraMan2200016U>
- Zaoui, F. y Souissi, N. (2020). Roadmap for digital transformation: A literature review. *Procedia Computer Science*, 175(1), 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.090>