



Modelo de Adopción de Transformación Digital para PYMES

Digital Transformation Adoption Model for SMEs

OSCAR ANDRÉS SOLÍS DURANGO

Tesis de Grado

Asesora

Marta Silvia Del Socorro Tabares Betancur

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
MEDELLÍN  
2025

## CONTENIDO

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
Transformación digital. ....	9
Arquitectura empresarial.....	9
Industria 4.0.....	10
Transformación digital en PYMES.....	10
ESTADO DEL ARTE.....	10
Retos y desafíos de la transformación digital. ....	11
Cultura digital.....	11
Transformación digital basada en arquitectura empresarial. ....	12
Arquitectura empresarial en PYMES.....	12
Método COPRAS.....	13
METODOLOGÍA.....	15
MODELO DE ADOPCIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA PYMES.....	17
• Preparación organizacional.....	18
• Adopción tecnológica.....	18
• Cambio cultural.....	18
COMPONENTE DE PREPARACIÓN ORGANIZACIONAL.....	18
Plan estratégico.....	18

Principios de TD. ....	19
Equipo de TD. ....	20
Visión de la AE (alcance de la TD). ....	21
Análisis de capacidades estratégicas. ....	22
Gobernanza organizacional de TD. ....	25
Arquitectura de negocio. ....	26
COMPONENTE DE ADOPCIÓN TECNOLÓGICA. ....	26
Análisis de capacidades tecnológicas. ....	26
Arquitectura de sistemas de información y arquitectura tecnológica. ....	30
Modelos de referencia. ....	30
Gobernanza tecnológica. ....	32
COMPONENTE DE CAMBIO CULTURAL. ....	33
Análisis de capacidades por medio de COPRAS. ....	33
Mecanismos y/o herramientas. ....	35
Promover el conocimiento. ....	35
Promover la innovación. ....	36
Gobernanza cultural. ....	37
CONCLUSIONES. ....	38
REFERENCIAS. ....	39
ANEXOS. ....	42
ANEXO 1: Análisis de capacidades de transformación digital en las empresas PYMES. ....	42
ANEXO 2: Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2. ....	48

## LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1: Tabla de abreviación (los valores de la columna Magnitud de Influencia, se definen a criterio del equipo de TD al momento de implementar el modelo).....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 2: Matriz de entrada.....</i>	<i>23</i>
<i>Cuadro 3: Matriz de decisión.....</i>	<i>23</i>
<i>Cuadro 4: Matriz de decisión normalizada.....</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 5: Matriz de decisión normalizada ponderada.....</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 6: Orden de clasificación.....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 7: Matriz de entrada.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 8: Matriz de decisión.....</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro 9: Matriz de decisión normalizada.....</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro 10: Matriz de decisión normalizada ponderada.....</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro 11: Orden de clasificación.....</i>	<i>29</i>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Modelo de adopción de transformación digital para PYMES.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2: Arquitectura de negocio de adopción de transformación digital.....</i>	<i>26</i>

## RESUMEN

En los últimos años, las PYMES se han enfrentado a una transformación digital acelerada debido a los beneficios que esta brinda a la resiliencia corporativa. Sin embargo, esta no ha sido fácil, ya que debe estar acompañada de un proceso estratégico que implique cambios culturales, organizacionales y tecnológicos a nivel corporativo. Este artículo presenta un modelo de adopción de transformación digital para PYMES conformado por tres componentes: preparación organizacional, adopción tecnológica, y cambio cultural; el modelo está fundamentado en la disciplina de arquitectura empresarial - framework TOGAF, y el método COPRAS. Para lograrlo, se realizó una revisión de literatura que permitió caracterizar los procesos de adopción de transformación digital para PYMES; esta se complementó con una encuesta que permitió entender los retos, capacidades, oportunidades y obstáculos a los que se enfrentan las PYMES durante este proceso. Una vez definido el modelo, se validó su posible adopción entre los participantes de la encuesta inicial. Los resultados mostraron que, según los componentes del modelo, las empresas priorizan como capacidades iniciales: impacto organizacional, adopción tecnológica, seguridad en la información, comodidad en el uso de la tecnología, talento tecnológico y apoyo por parte de las directivas que priorizan las métricas: el ROI, reducción de costos, infraestructura de tecnología de la información, disponibilidad, gestión de liderazgo y la adaptación al cambio. Finalmente, se puede concluir de forma general, que las PYMES están dispuestas a adoptar y adaptar un proceso de transformación digital apoyado por TOGAF y COPRAS, ya que al poder medir las capacidades de forma temprana el modelo les permite acelerar el proceso de transformación digital de una forma más integral y disciplinada.

Palabras clave: Transformación digital - Arquitectura empresarial - Digitalización - PYMES - TOGAF - COPRAS.

## **ABSTRACT**

In recent years, SMEs have faced an accelerated digital transformation due to the benefits it brings to corporate resilience. However, this has not been easy, as it must be accompanied by a strategic process that involves cultural, organizational and technological changes at the corporate level. This article presents a digital transformation adoption model for SMEs made up of three components: organizational readiness, technological adoption, and cultural change; the model is based on the enterprise architecture discipline - TOGAF framework, and the COPRAS method. To achieve this, a literature review was carried out that allowed characterizing the digital transformation adoption processes for SMEs; this was complemented with a survey that allowed understanding the challenges, capabilities, opportunities and obstacles that SMEs face during this process. Once the model was defined, its possible adoption was validated among the participants of the initial survey. The results showed that, according to the components of the model, companies prioritize as initial capabilities: organizational impact, technological adoption, information security, comfort in using technology, technological talent and support from management that prioritize the metrics: ROI, cost reduction, information technology infrastructure, availability, leadership management and adaptation to change. Finally, it can be concluded in general that SMEs are willing to adopt and adapt a digital transformation process supported by TOGAF and COPRAS, since by being able to measure capabilities early, the model allows them to accelerate the digital transformation process in a more comprehensive and disciplined way.

**Keywords:** Digital transformation - Enterprise architecture - Digitalization - SMEs - TOGAF – COPRAS.

## INTRODUCCIÓN

Según el reporte de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) [8]: “Durante la crisis del COVID-19 se incrementó la presencia empresarial en línea, los sitios web empresariales crecieron un 800% en Colombia y México, y un 360% en Brasil y Chile”. Sin embargo, la sostenibilidad de dicho incremento se vio limitada por la falta de capacidades digitales para llevar a cabo una transformación digital en el seno de las empresas. Esto se evidencia especialmente en países latinoamericanos, como en nuestro caso concreto, Colombia. La transformación digital (TD) se basa en una innovación constante que les permite a las empresas estar a la vanguardia tecnológica y desarrollar procesos ágiles que brinden la posibilidad de estar a la altura de los retos a los que se enfrentan día a día [3][13]. Desde otro punto de vista, se puede observar que la TD en pequeñas y medianas empresas (PYMES) [4] ha interesado a investigadores y académicos, lo que ha dado lugar a un aumento de las investigaciones en este campo. [27] identificó otros enfoques en investigación de la TD tales como “modelos que permiten evaluar la preparación organizacional para la TD” y “factores que determinan la adopción de tecnologías digitales en las PYMES”, entre otros.

La adopción de la TD en las PYMES implica aspectos de difícil consecución, como el cambio cultural interno, ya que esta requiere recursos humanos cualificados y áreas de negocio capacitadas para adaptar y utilizar las nuevas tecnologías que le permitan a las empresas generar valor a los clientes [3][2]. Además, es necesario transformar los procesos internos en procesos ágiles y altamente automatizados para poder brindar nuevas y mejores capacidades en el desarrollo de productos o servicios que involucren la generación y/o captura de datos que permitan el análisis constante de la organización y sus clientes [28][21] [29][11].

Este artículo propone un modelo de adopción de transformación digital para PYMES conformado por tres componentes: preparación organizacional, adopción tecnológica y cambio cultural; el modelo está fundamentado en la disciplina de arquitectura empresarial (AE) - framework TOGAF y el método COmplex Proportional ASsesment (COPRAS) [34]. Para lograr esto se realizaron las siguientes actividades: identificación del estado del arte referente a adopciones de TD basadas en AE; caracterización de los diferentes componentes que se deben tener en cuenta para definir un modelo de adopción de TD en PYMES; realización de una encuesta para complementar el entendimiento de los retos, capacidades, oportunidades y obstáculos que enfrentan las PYMES durante este proceso; diseño del modelo de TD basado en arquitecturas empresariales y COPRAS; validación de la posible adopción del modelo con los participantes de la encuesta inicial por medio de una encuesta.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### MARCO TEÓRICO

El marco teórico presenta la definición de los conceptos y los marcos de trabajo que se tuvieron en cuenta como base para comprender la construcción del modelo propuesto.

**Transformación digital.** Como lo define Gartner “la transformación digital puede referirse a cualquier cosa, desde la modernización de las tecnologías de la información (por ejemplo, la computación en la nube), hasta la optimización digital, o la invención de nuevos modelos de negocios digitales” [12]. Consiste en aprovechar la tecnología en los diferentes procesos para obtener beneficios ya sea monetarios, reducir los tiempos de ejecución de los procesos, ser más ágiles en el “time to market” o conocer el impacto que generan los productos en los clientes en una fase temprana de su desarrollo [3], y así como se menciona en [29] (pp. 19-31), lograr la transformación de los datos capturados en información relevante a partir de la interacción entre empresas y clientes mediante la tecnología.

**Arquitectura empresarial.** La AE es un marco de referencia en el que se establece el proceso para estructurar y plantear toda la infraestructura de las tecnologías de la información en las empresas. Según la definición de Gartner [12]: “es una disciplina para liderar de manera proactiva y holística las respuestas empresariales a las fuerzas disruptivas mediante la identificación y el análisis de la ejecución del cambio hacia la visión de negocio deseada y los resultados esperados. La arquitectura empresarial proporciona valor al presentar a los líderes empresariales recomendaciones para ajustar políticas y proyectos con el fin de lograr resultados comerciales específicos que capitalicen los negocios disruptivos relevantes.” Este concepto fue planteado en 1987 por John A. Zachman en su trabajo titulado “A framework for information systems architecture” [32]. En la actualidad, hay diversos frameworks o marcos de trabajo referentes a la AE en las que las compañías pueden basar su arquitectura empresarial o aplicar las mejores prácticas con el fin de lograr los objetivos planteados, algunos de estos son: Zachman, FEAF, DoDAF, MODAF y TOGAF [18].

TOGAF[19][20] plantea el modelo de referencia de negocios digitales (DBRM por sus siglas en inglés Digital Business Reference Model) y el Modelo de Referencia Técnica (TRM por sus siglas en inglés Technical Reference Model). El Modelo de referencia de negocios digitales propone diez elementos fundamentales: enfoque en el cliente, empresa digital, contexto estratégico, motivación empresarial, servicios y productos empresariales, ecosistema y modelo empresarial, modelo operativo, modelo de capacidad empresarial, entorno operativo empresarial y habilitación digital. Estos elementos se categorizan en cuatro dominios: digital,

estratégico, estructural y operativo. Esto tiene como objetivo abordar las necesidades específicas de las partes interesadas y permitir la realización de una gestión coherente de las mismas. El Modelo de Referencia Técnico propone una arquitectura genérica basada en funciones y servicios, centrada en los servicios y en la estructura con la que deben contar las organizaciones para brindar soporte a las aplicaciones, y establece las diferentes interfaces que permiten la comunicación entre las aplicaciones internas y externas.

**Industria 4.0.** La industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial, es la nueva revolución industrial basada en la utilización de las tecnologías que van más allá de la digitalización y/o automatización industrial mediante tecnologías como el Internet de las cosas (IoT), la ciberseguridad, los sistemas inteligentes, la computación en la nube, la inteligencia artificial, el big data, etc. [30]. Como mencionan Ghobakhloo, Iranmanesh, Vilkas, Grybauskas, Amran [14], a pesar de los múltiples beneficios que esta brinda a las empresas, tales como: time to market, reducción de costos, y otros, su implementación presenta varios retos: altos costos en inversión, impacto organizacional, seguridad de la información, integración entre los diferentes sistemas (legacy especialmente), riesgos ante ciberataques, conocimiento de TI y procesos alternos ante fallas en el sistema.

**Transformación digital en PYMES.** Como se menciona en [25] “la digitalización puede aumentar la resiliencia de las PYMES ante los shock externos; sin embargo, las brechas con las empresas más grandes se están ampliando. “ “Las herramientas digitales permiten a las PYMES agilizar sus operaciones, operar de manera flexible y diversificar sus flujos de ingresos, lo que les ayuda a resistir los shocks externos, incluidas las interrupciones de la cadena de suministro, entre otras. Sin embargo, con base en datos recientes sugiere que las PYMES no han seguido el ritmo de las grandes empresas en la adopción digital.” Se evidencia una tendencia positiva en la encuesta realizada y basada en los datos obtenidos en relación a la digitalización de las PYMES, aunque estas aún presentan múltiples obstáculos a la hora de implementarla, siendo la necesidad de mejorar las competencias digitales una de las principales. En esta,” se evidencia mayor madures digital, la aplicación de buenas prácticas, adopción de IA generativa y el impacto en el lugar de trabajo en el bienestar mental.” Los resultados demuestran que se utilizan los datos para tomar decisiones estratégicas.

## **ESTADO DEL ARTE**

En los últimos años se han llevado a cabo diferentes investigaciones sobre la TD en distintos sectores industriales. Estas investigaciones han contribuido a definir marcos de trabajo de adopción de TD, identificación de riesgos, retos, puntos críticos, pasos y/o procesos con el fin de alcanzar la TD.

**Retos y desafíos de la transformación digital.** Diversos investigadores han realizado estudios sobre los retos y desafíos de la TD, tales como Favoretto, et.al [11] en el que identificaron seis categorías de desafíos de la TD: compromiso organizacional, creación de valor, propuesta de valor, entrega de valor, captura de valor, seguridad e infraestructura de las tecnologías de la información. Por otro lado, Brisco [6] y Ghobakhloo, Iranmanesh, Vilkas, Grybauskas, Amran [14] identifican la adopción de tecnologías 4.0 (“sensores, software, servicios, IA, virtualización, metodologías ágiles, etc.”) como uno de los desafíos, ya que los altos costos relacionados se convierten en una barrera a la hora de adoptarlas, ya que hay que capacitar y/o contratar a empleados con conocimientos sobre el uso de estas nuevas tecnologías. Desde el punto de vista estratégico, se resalta la falta de competencias para gestionar estas tecnologías y la poca visión organizacional alrededor del retorno de inversión en su adopción [10]. En este sentido, [5] plantea los siguientes pasos para ejecutar un proceso de TD: sentir la necesidad, análisis interno y externo, formulación de la estrategia de implementación, implementación de la estrategia establecida, monitoreo y evaluación, y adaptación. Estrategia que las PYMES requieren aplicar, ya que como mencionan Moreira, Ferreira, Seruca [23] “las PYMES están más inclinadas a adoptar tecnologías digitales y de operaciones habilitadoras, como sensores industriales, mientras evitan las tecnologías disruptivas”. Las grandes empresas, en cambio, cuentan con experiencia y apoyo económico en este tipo de adopciones [2].

**Cultura digital.** La cultura digital desempeña un papel muy importante en un proceso de TD, tal y como lo menciona Kavanaugh [22], “si las empresas quieren lograr una transformación exitosa, es necesario que cuenten con una cultura innovadora y tolerante a los cambios constantes”, o como lo menciona [26] “se espera que un contexto organizacional que apoye la innovación y fomente el cambio mejore la adopción de nuevas tecnologías. La alta y media dirección pueden fomentar innovaciones que promuevan la misión y la visión centrales de la empresa”, o como lo menciona [7] “los valores culturales que juegan un papel en la transformación digital de las organizaciones: apertura al cambio, agilidad, tolerancia al fracaso, voluntad de aprender, participación, cooperación, centralidad en el cliente, emprendimiento, afinidad al riesgo e innovación”. Continuando con la importancia de las personas en una cultura digital, Kozanoglu, Abedin [9], establecen, “el pilar son las personas y son estas las que dinamizan el proceso de cambio”. Algunos investigadores incluso hablan de alfabetización digital: “constituye un conjunto de habilidades y destrezas de una persona o grupo social utilizadas al interactuar con las tecnologías digitales”, y a medida que estas crecen dentro de las empresas, el uso de la tecnología será cada vez más eficiente día a día [24]. Todo esto con el objetivo de alcanzar beneficios como: replanteamiento de los objetivos ágilmente, replanteamiento de su propuesta de valor en el menor tiempo posible y, en algunos casos, incluso explorar nuevos productos o mercados, como presentan Schiuma, Schettini, Santarsiero, Carlucci [30].

**Transformación digital basada en arquitectura empresarial.** Adoptar la TD en las empresas es complejo debido a sus múltiples componentes, actores y relaciones, esta relación fue estudiada por Grave, van de Wetering, Kusters [17], bajo la pregunta: “¿Qué información de AE impulsa las capacidades de detección, movilización y transformación para las transformaciones digitales?”. En este estudio, establecen que la TD se da como una respuesta estratégica a nivel organizacional a largo plazo como respuesta a las posibilidades que brindan las diferentes tecnologías digitales y a los diferentes cambios que tiene el mercado actualmente, “permitiendo cambios en los caminos de creación de valor y nuevas propuestas de valor”. Debido a la disciplina que brinda la AE en un proceso de TD, Grave, van de Wetering, Kusters [16], establecieron 12 artefactos que facilitan el proceso de planeación para la TD y permiten alinear los objetivos estratégicos con el uso de tecnologías modernas, organizar los recursos necesarios para cumplir con los objetivos, tomar decisiones sobre integración de datos, estandarización de procesos y estandarización de aplicaciones e infraestructura tecnológica y establecer un plan de trabajo referente a la seguridad de toda la información privada de las empresas. Desde otro punto de vista, [1] define unos pasos estratégicos para desarrollar una TD, estos son: recopilación y procesamiento de datos, definir la visión y los objetivos estratégicos por alcanzar, realizar una autoevaluación de TD interna, definir los mecanismos de uso de tecnologías de la información que beneficien a los empleados y clientes, analizar capacidades externas existentes que brinden conocimiento y beneficios a las empresas, y por último, definir el plan de implementación de la TD”.

**Arquitectura empresarial en PYMES.** Tradicionalmente se piensa que la AE está diseñada para grandes empresas y que son estas las que más la integran dentro de su organización, sin embargo, la AE también puede ser utilizada por las PYMES. En este sentido Goerzig, Bauernhans [15] analizaron el uso de la AE en PYMES y propusieron las bases de un método para la planificación holística de la TD en pequeñas y medianas empresas de ingeniería mecánica, planteando una implementación ágil, cercana al cliente, y soportada por micro y macrociclos. En el macrociclo se define la arquitectura de las PYMES, y en el microciclo se implementan y prueban las funciones individuales. En otra propuesta [2], plantean “una hoja de ruta de TD para las PYMES” que les permite a las empresas alcanzar su proceso de TD. Esta se basa en “adoptar un enfoque abierto a la innovación (se reconoce actualmente como un método de innovación descentralizado que se basa en la gestión deliberada de la transferencia de conocimiento a través de las fronteras organizacionales, utilizando mecanismos monetarios y no monetarios de acuerdo con el modelo de negocio de la organización)”. Este busca generar los siguientes beneficios: “superar las limitaciones de recursos para promover sus procesos de TD, sortear las barreras inherentes a la adopción de tecnología y desbloquear nuevas oportunidades de mercado”. Este planteamiento utiliza el marco de Investigación en Gestión de la Innovación y la Acción (AIM-R) y se ejecuta en 4

pasos: definir el objetivo específico del estudio, formular la metodología de investigación-acción e identificamos socios clave, planificar el proyecto e involucrar a las partes interesadas del proyecto, trazar la versión definitiva de la hoja de ruta de transformación digital de las PYMES y su ejecución, reflexionar y aprender, analizando las diferentes acciones del proyecto.

**Método COPRAS.** Zavadskas y Kaklauskas [33] propusieron la técnica titulada “Complex Proportional Assessment” (COPRAS) como una herramienta para la toma de decisiones multicriterio. Este método clasifica las opciones disponibles en función de varios criterios y tiene como objetivo encontrar una solución basada en la proporción que se dé entre la solución ideal y la peor solución ideal". En otras palabras, el método facilita la identificación de la superioridad entre los criterios y su nivel de utilidad. Sriram, Vinodh [31] adaptan el método COPRAS para evaluar los factores de preparación que las PYMES tienen al momento de implementar la Industria 4.0. Este incluye factores de preparación y métricas de rendimiento. Para obtener la prioridad y la proporción de los factores de preparación se realizan los siguientes pasos:

- **Tabla de abreviaturas.** Se refiere a valores abreviados de influencia a utilizar en la matriz de entrada.
- **Matriz de entrada.** Es la matriz generada por las alternativas organizadas en filas, los criterios en las columnas y el valor abreviado de influencia de cada una de las alternativas en cada criterio.
- **Matriz de decisión.** Es la matriz generada por cada valor cuantitativo de influencia de una alternativa en cada criterio de la matriz de entrada.
- **Matriz de decisión normalizada.** Es la matriz generada dada la normalización de cada uno de los criterios, esto con el fin de comparar fácilmente las alternativas.  $N$ , es la matriz de decisión normalizada; y  $d$ , es su valor normalizado.

$$N = [d_{ij}]_{m \times n}$$

$$d_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

- **Matriz de decisión normalizada ponderada.** Es la matriz generada del cálculo de cada valor de la matriz normalizada por el respectivo peso del criterio. Dados los pesos del criterio =  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ .  $W$ , es la matriz de decisión normalizada ponderada; y  $r$ , es su valor normalizado ponderado.

$$W = [r_{ij}]_{m \times n}$$

$$r_{ij} = d_{ij} \times w_j$$

- **Cálculo de importancia relativa de las alternativas.** Calcular la importancia relativa de cada una de las alternativas.  $Q$ , es el valor de significancia de cada alternativa.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

- **Cálculo de la utilidad cuantitativa y orden de clasificación.** Se refiere al cálculo de alternativa con mayor valor de significación relativa es la opción óptima en comparación con otras alternativas.  $U_i$  es la utilidad cuantitativa de cada alternativa.

$$U_i = \left[ \frac{Q_i}{Q_{\max}} \right] \times 100$$

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo, el autor estableció las siguientes etapas:

- **Etapa 1.** Revisión y análisis del conocimiento existente centrado en PYMES de los siguientes temas: transformación digital, arquitectura empresarial, cultura digital y tecnologías 4.0. Esta revisión ha permitido comprender el estado actual de estos temas a nivel empresarial y académico, y entender cuáles son los retos y oportunidades a la hora de implementar modelos de TD en las PYMES.
- **Etapa 2.** Realización de la encuesta. Análisis de capacidades de transformación digital en las empresas PYMES". Esta encuesta se realizó como complemento a la etapa 1, y permitió identificar los retos, capacidades, oportunidades, y obstáculos que actualmente enfrentan las PYMES en su camino hacia la TD. Participaron 18 personas que se desempeñaban en diferentes áreas corporativas (dirección, finanzas, marketing, producción, recursos humanos, servicio al cliente y tecnología), pertenecientes a diferentes sectores económicos (retail, construcción, energética, tecnológica, textil, y prestadores de servicios), permitió también identificar si las empresas están realizando procesos de TD, el tiempo que han invertido en este proceso, si lo están realizando bajo alguna metodología y qué procesos han impactado.
- **Etapa 3.** Definición del modelo. En la definición del modelo se establecen tres componentes: preparación organizacional, adopción tecnológica y cambio cultural. Cada uno de estos componentes cumplen un objetivo específico en el modelo propuesto, tienen relación con el ciclo ADM de TOGAF, y establecen un grupo de capacidades y métricas que le permiten a las PYMES establecer metas logrables a corto plazo durante su proceso iterativo de transformación digital. Estas capacidades y métricas son priorizadas ejecutando el método COPRAS (ver página 6).
- **Etapa 4.** Validación del modelo. Para validar el modelo, se realizó una segunda encuesta llamada. Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2". Esta tuvo como objetivo analizar las capacidades y métricas que las organizaciones llegarían a implementar en un proceso continuo de transformación digital en los tres componentes propuestos. Esta encuesta contó con una población de 13 empresas PYMES. Los participantes, basados en el método COPRAS, establecieron el peso de cada métrica según su grado de importancia (p.ej. al ROI se le dio un peso de 0.4); estos pesos son necesarios para generar la matriz de decisión normalizada ponderada. Con base en los valores de magnitud de influencia presentados en el cuadro 1, los participantes evaluaron la influencia de cada una de las capacidades sobre las diferentes métricas, lo que permitió generar la matriz de entrada del método COPRAS y su posterior ejecución en cada componente del modelo propuesto.

Abreviación	Significado	Magnitud de influencia
A	Alto	1.0
M	Medio	0.8
MB	Medio Bajo	0.6
B	Bajo	0.4
Mb	Muy bajo	0.2

*Cuadro 1: Tabla de abreviación (los valores de la columna Magnitud de Influencia, se definen a criterio del equipo de TD al momento de implementar el modelo).*

## MODELO DE ADOPCIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA PYMES

El modelo de adopción de transformación digital para PYMES está conformado por Tres componentes: preparación organizacional, adopción tecnológica, y cambio cultural. La funcionalidad de estos tres componentes se basa en la disciplina de arquitectura empresarial (AE) - framework TOGAF, y el método COPRAS.

La arquitectura empresarial le proporciona al modelo un conjunto de guías para que los equipos de TD de las PYMES trabajen bajo modelos de referencia que permiten acelerar el proceso de TD. Específicamente, el modelo toma las fases de preliminar, visión de la arquitectura, arquitectura de negocio, arquitectura de sistemas de información, arquitectura tecnológica, gobierno de la implementación, gestión de requerimientos, las cuales son agrupadas en los diferentes componentes para que de forma iterativa e incremental puedan apoyar las diferentes capacidades identificadas y priorizadas usando el método COPRAS.

Este modelo está dirigido a PYMES que, aunque no cuentan con grandes recursos, se encuentran en proceso de adoptar tecnología disruptiva y requieren de un proceso disciplinado que beneficie al negocio y a la resiliencia de la empresa.

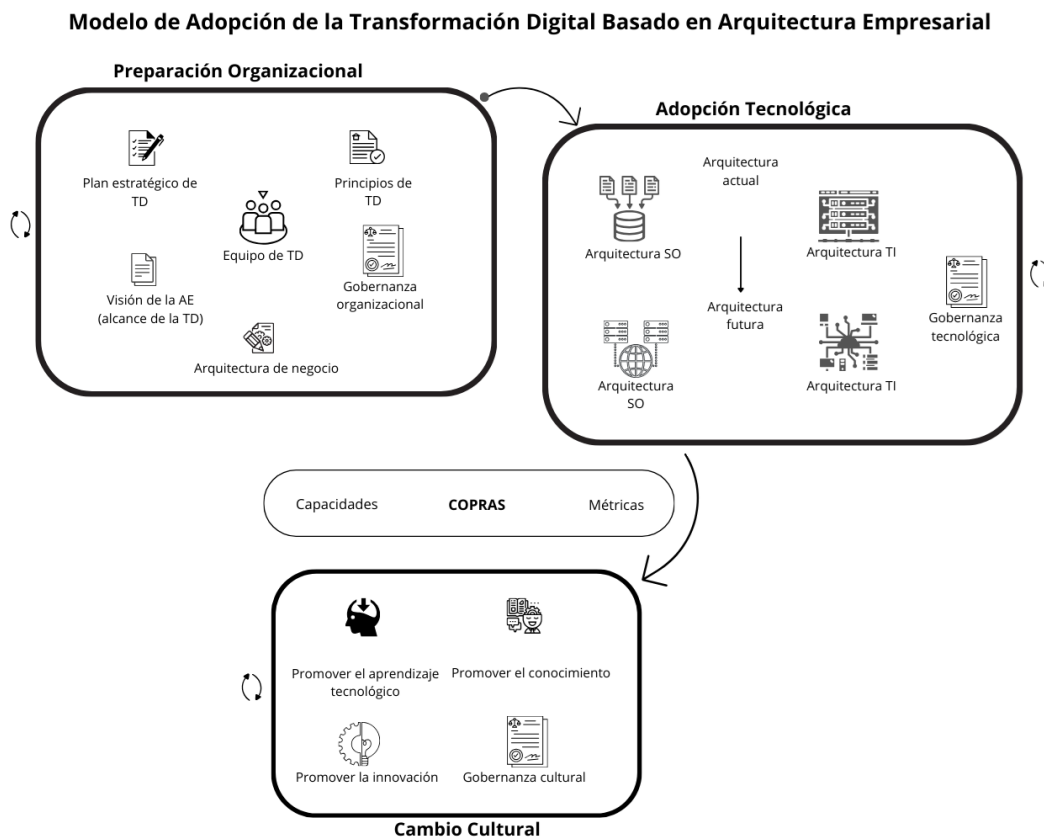


Figura 1: Modelo de adopción de transformación digital para PYMES

La figura 1 se muestra los tres componentes del modelo propuesto y cada uno de sus elementos. En ella se puede observar que el componente de preparación organizacional es el encargado de iniciar el flujo del modelo, para lo cual define las metas estratégicas. Estas metas deben ser tenidas en cuenta por los demás componentes para definir la arquitectura tecnológica, y junto con esta definición, deben establecerse los lineamientos que el componente de cambio cultural debe desarrollar para lograr las metas. Estos tres componentes utilizan COPRAS para determinar las capacidades y métricas que se trabajarán durante el ciclo de trabajo, que se puede lograr en una o varias iteraciones del modelo. En la figura se identifica que los componentes pueden trabajar y lograr sus objetivos en una o varias iteraciones del modelo.

- **Preparación organizacional.** Este componente proporciona una guía para que la organización prepare su proceso de TD de forma iterativa e incremental, teniendo en cuenta elementos tales como: plan estratégico de la TD, visión de la AE (alcance de la TD), la arquitectura de negocio (estructura organizacional y procesos de negocio) y la gobernanza organizacional.
- **Adopción tecnológica.** Este componente proporciona una guía para que la organización pueda identificar las capacidades tecnológicas actuales y futuras que serán involucradas en el proceso de TD de acuerdo a lo que la organización define en el componente de preparación organizacional.
- **Cambio cultural.** Este componente proporciona una guía para que la organización establezca las directrices relativas a varios elementos relacionados con el talento humano que le permiten a los colaboradores alcanzar las capacidades digitales y el pensamiento innovador necesarios para alcanzar los objetivos definidos en el componente estratégico y así alcanzar su proceso de TD.

### **COMPONENTE DE PREPARACIÓN ORGANIZACIONAL**

Este componente tiene como objetivo proveer una serie de artefactos organizacionales de nivel estratégico que le permitirán a las PYMES identificar el estado actual y el estado deseado de su TD. Estos artefactos son: plan estratégico, principios de la TD, equipo gerencial de la TD, visión de la AE (alcance de la TD), análisis de capacidades estratégicas, gobernanza organizacional y arquitectura de negocio.

**Plan estratégico.** La organización debe identificar los objetivos estratégicos que se desean alcanzar en función de los principios de la TD, las metas y los indicadores que ayudarán a medir el logro de la transformación. El plan estratégico de TD les permite a las empresas establecer los lineamientos que se deben seguir en su proceso de transformación, permitiéndoles así, alcanzar nuevas oportunidades de

negocios digitales o la mejora interna con tecnologías para lograr una alta automatización. Los lineamientos son:

- **Objetivos.** Definir los objetivos estratégicos asociados a la transformación digital para que se alcancen sinergias globales con otros objetivos de la organización.
- **Capacidades.** Realizar un análisis de la estructura y los procesos organizacionales actuales y futuros asociados a los objetivos planteados anteriormente. Este modelo habilita este lineamiento con base en el método COPRAS.
- **Medición.** Realizar un análisis de las metas cumplidas organizacionalmente basadas en el apoyo tecnológico actual y cómo las tecnologías de la TD podrían mejorarlas o proporcionar nuevas.
- **Capacidades culturales.** Realizar un análisis de las capacidades culturales actuales de la organización que deberían mejorarse para poder alinear estratégicamente a los diferentes stakeholders en el estado deseado que logrará la transformación digital definida.
- **Plan de trabajo.** Diseñar un plan de trabajo detallado que se ejecutará con todas las actividades correspondientes durante todas las fases definidas para el desarrollo de la estrategia de la transformación digital.
- **Métricas.** Definir las métricas o indicadores que permitan validar el cumplimiento del portafolio de proyectos definidos para lograr los objetivos planteados.
- **Mejora continua.** Gestionar la ejecución del modelo e identificar acciones de mejora que se llevarán a cabo en ciclos posteriores, o incluso durante el mismo ciclo de trabajo.

**Principios de TD.** Los principios de la TD se definen con base en las guías dadas por la AE - TOGAF [18]. Los principios definidos son los siguientes:

- **Evolucionar la transformación digital.** El cumplimiento de todos los principios declarados para la TD debe darse en todas las áreas de la empresa. A medida que el proceso de TD avanza, y se van logrando los objetivos propuestos, la organización debe estar atenta ante posibles cambios y debe adaptarse a estos planteando propuestas de solución constantemente.
- **Entender a TI como un miembro estratégico.** El área de TI deberá contar con un rol activo y participativo en todo el proceso de TD. Hacer partícipe al área de TI en todas las decisiones sobre los objetivos y actividades a cumplir, con el fin de analizar y plantear las mejores soluciones posibles al alcance de los recursos.
- **Involucrar al cliente en el desarrollo de productos.** La empresa por medio de las herramientas tecnológicas deberá involucrar a los clientes en el

desarrollo de los productos. Esto implica desarrollar productos mínimos viables de forma ágil, teniendo en cuenta todos los requisitos identificados.

- **Comprometer a la gerencia en el proceso de TD.** La alta gerencia organizacional, se comprometerá a direccionar, liderar y acompañar todo el proceso en búsqueda de alcanzar los objetivos planteados. La gerencia participará activamente de las diferentes actividades a realizar en conjunto con los diferentes colaboradores de la empresa, fomentando así, la participación y liderazgo en toda la organización.
- **Diseñar arquitecturas agnósticas a la tecnología.** Las nuevas arquitecturas por diseñar para los nuevos productos software deben ser agnósticas de la tecnología. Los arquitectos deben diseñar las arquitecturas que se desean alcanzar de tal forma que no estén ligadas a un framework ni a una tecnología específica.
- **Monitorear tendencias tecnológicas.** El área de TI analizará nuevas y diferentes tendencias tecnológicas que podrían beneficiar los diferentes procesos y objetivos organizacionales. El equipo de TI analizará y probará periódicamente las diferentes tendencias tecnológicas que puedan impactar positivamente a la organización por medio de pruebas de concepto, brindando posteriormente, el resultado obtenido de dicho análisis.
- **Asegurar la información y las tecnologías de la información.** Por medio de las herramientas tecnológicas disponibles se debe asegurar el acceso a la información, y a las tecnologías de la información. Contar con el conocimiento y tecnología necesaria para contrarrestar posibles ciberataques, o, responder a posibles fallas informáticas. Esto requiere de una capacidad tecnológica y talento humano especializado.
- **Promover el intercambio de conocimiento.** La empresa promoverá el intercambio de conocimiento como herramienta para enriquecer el talento corporativo. Organizar sesiones periódicas en las cuales las personas podrán compartir su conocimiento sobre temas de interés para toda la organización.
- **Promover el aprendizaje tecnológico.** La empresa promoverá el aprendizaje de las diferentes tecnologías utilizadas en la organización por medio de espacios entre colaboradores y/o por medio de herramientas tecnológicas.
- **Promover el pensamiento innovador.** La empresa propiciará espacios y actividades que busquen el desarrollo del pensamiento innovador ante situaciones cotidianas por parte de los colaboradores.

Cuando las PYMES usen el modelo deberán declarar cada principio siguiendo los lineamientos de TOGAF, teniendo en cuenta cuatro elementos: nombre, declaración, razón fundamental e implicaciones.

**Equipo de TD.** Las PYMES deben definir un equipo de trabajo de TD encargado del desarrollo y seguimiento de las actividades que se deben realizar en la

implementación del modelo. Las actividades son: plantear la estrategia de implementación, establecer ruta de trabajo para la implementación, acompañar a los colaboradores en su proceso de adopción, y mitigar riesgos o conflictos sobre el posible cambio en los procesos y su uso de nuevas tecnologías. El equipo deberá estar conformado por los siguientes roles:

- **Líder de transformación digital:** es el encargado de establecer juntamente con el equipo estratégico de la organización los objetivos estratégicos que habilitarán la implementación y la implantación digital de la organización. Esto incluye la adopción de nuevas de tecnologías y mecanismos de innovación hacia la TD. Además, guiará a los gestores de TD en sus actividades a través de los diferentes proyectos definidos desde la estrategia, mantener comunicación fluida entre el área de TI y los equipos estratégicos.
- **Gestor de transformación digital:** es el encargado de acompañar a los diferentes equipos de trabajo en la ejecución de las actividades establecidas para los los diferentes proyectos, para así, garantizar la correcta evolución de la TD en la organización.

**Visión de la AE (alcance de la TD).** Las PYMES deben definir las necesidades de la TD en función de los tres componentes del modelo. A partir de estas necesidades, se debe establecer el impacto que tendrán las capacidades y los procesos organizacionales. A partir de esta identificación y de la priorización de dichas capacidades, se debe establecer el plan de trabajo que se debe desarrollar durante la implementación del modelo. Para lograr esto las PYMES deben identificar sus necesidades y el alcance desde los siguientes aspectos:

- **Definir el liderazgo para el proceso de TD desde la alta gerencia.** La alta gerencia a través de su liderazgo acompañará y gestionará los recursos necesarios para la implementación del modelo de TD. Generará todos los espacios, recursos económicos y acompañamiento de los diferentes colaboradores.
- **Identificar y validar los productos que se van a desarrollar con los clientes.** Durante el desarrollo de los productos se deben diseñar diferentes estrategias de validación de los productos con los clientes antes de lanzarlos al mercado. Esto permite validar la percepción que tienen los clientes de los productos para realizar posteriormente las mejoras correspondientes.
- **Identificar el nivel de automatización de los procesos.** El área de TI debe contribuir a la automatización de los procesos mediante herramientas tecnológicas que permitan ejecutarlos en menor tiempo o generar un ahorro económico.
- **Asegurar los datos y sistemas de las tecnologías de la información.** Las arquitecturas de datos y aplicaciones deben definirse asegurando el acceso y restricciones mediante diferentes mecanismos para evitar posibles ciberataques.

- **Implementar tecnologías 4.0.** Realizar análisis, e identificar costos y beneficios sobre tecnologías 4.0, o tendencias tecnológicas que beneficien a la organización en todos los procesos.
- **Generar información a partir de los datos.** Implementar Big Data utilizando todos los datos generados en las diferentes aplicaciones y procesos organizacionales, para brindar a las empresas el conocimiento sobre oportunidades de mejora u oportunidades de negocio basado en los datos.
- **Diseñar mecanismos de aprendizaje tecnológico.** Diseñar diversas estrategias que permitan generar conocimiento tecnológico a nivel organizacional.
- **Diseñar estrategias de innovación.** Promover sesiones de innovación con los diferentes colaboradores para fomentar el desarrollo del pensamiento innovador en la organización.

Cuando las PYMES usen el modelo deberán declarar cada necesidad definiendo cuatro elementos: nombre, descripción, prioridad y restricciones.

**Análisis de capacidades estratégicas.** Cuando las PYMES realicen el análisis de capacidades utilizando COPRAS deberán establecer las métricas y las capacidades que van a evaluar en función de los objetivos estratégicos definidos. Este modelo establece cuatro métricas que clasifican las siguientes capacidades estratégicas que le permiten a la organización avanzar en su proceso de TD, estas son: digitalización, impacto organizacional, plan estratégico, innovación centrada en el cliente, soporte Financiero de TD, y TI como miembro estratégico del negocio. Las métricas son: ROI, mejoramiento en la satisfacción del cliente, reducción de gastos operativos y el número de nuevos negocios digitales.

A continuación, se presenta en detalle la ejecución del método COPRAS para este componente, teniendo en cuenta la tabla de abreviación y los datos obtenidos en la encuesta “Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2”.

El cuadro 2 representa la matriz de entrada conformada por las capacidades, las métricas y sus respectivos valores.

Capacidades	ROI	Mejoramiento en la satisfacción del cliente	Reducción de gastos operativos	Número de nuevos negocios digitales
Digitalización	M	MB	M	A
Impacto organizacional	A	A	M	M
Plan Estratégico	A	A	M	M
Innovación centrada en el cliente	M	M	MB	M
Soporte Financiero de TD	A	MB	M	MB
TI como miembro estratégico del negocio	MB	M	M	M

Cuadro 2: Matriz de entrada

En el cuadro 3, cada valor de influencia de una capacidad en cada métrica se convierte a su equivalente cuantitativo.

Capacidades	ROI	Mejoramiento en la satisfacción del cliente	Reducción de gastos operativos	Número de nuevos negocios digitales
Digitalización	0.8	0.6	0.8	1.0
Impacto organizacional	1.0	1.0	0.8	0.8
Plan Estratégico	1.0	1.0	0.8	0.8
Innovación centrada en el cliente	0.8	0.8	0.6	0.8
Soporte Financiero de TD	1.0	0.6	0.8	0.6
TI como miembro estratégico del negocio	0.6	0.8	0.8	0.8

Cuadro 3: Matriz de decisión

En el cuadro 4 la matriz de decisión se normaliza a lo largo de cada métrica. Esto se hace para facilitar la comparación de las capacidades con base en los pesos de las métricas.

Capacidades	ROI	Mejoramiento en la satisfacción del cliente	Reducción de gastos operativos	Número de nuevos negocios digitales
Digitalización	0.154	0.125	0.174	0.208
Impacto organizacional	0.192	0.208	0.174	0.167
Plan Estratégico	0.192	0.208	0.174	0.167
Innovación centrada en el cliente	0.154	0.167	0.130	0.167
Soporte Financiero de TD	0.192	0.125	0.174	0.125
TI como miembro estratégico del negocio	0.115	0.167	0.174	0.167

*Cuadro 4: Matriz de decisión normalizada*

En el cuadro 5 se incluyen los pesos de cada métrica, estos se incluyen para el cálculo detallado de la importancia de las capacidades y así facilitar la comparación entre estas. Los pesos fueron obtenidos en la encuesta “Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2”. Los pesos de cada métrica son: ROI 0.4, mejoramiento en la satisfacción del cliente 0.2; reducción de gastos operativos 0.3; número de nuevos negocios digitales 0.1.

Capacidades	ROI	Mejoramiento en la satisfacción del cliente	Reducción de gastos operativos	Número de nuevos negocios digitales
Digitalización	0.0615	0.0250	0.0522	0.0208
Impacto organizacional	0.0769	0.0417	0.0522	0.0167
Plan Estratégico	0.0769	0.0417	0.0522	0.0167
Innovación centrada en el cliente	0.0615	0.0333	0.0391	0.0167
Soporte Financiero de TD	0.0769	0.0250	0.0522	0.0125
TI como miembro estratégico del negocio	0.0462	0.0333	0.0522	0.0167

*Cuadro 5: Matriz de decisión normalizada ponderada*

En el cuadro 6 se calcula el valor de la importancia relativa de las capacidades, se ordenan las capacidades según el mayor valor importancia relativa y se establece el cálculo de la utilidad cuantitativa.

	Capacidades	Valor de significancia Relativa	Utilidad Cuantitativa
1	Impacto organizacional	0.1874	100
2	Plan Estratégico	0.1874	100
3	Soporte Financiero de TD	0.1666	88.88
4	Digitalización	0.1595	85.12
5	Innovación centrada en el cliente	0.1507	80.39
6	TI como miembro estratégico del negocio	0.1483	79.14

*Cuadro 6: Orden de clasificación*

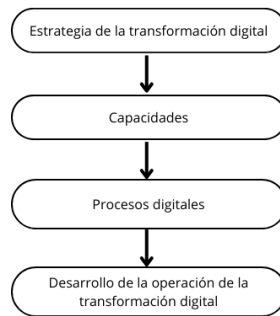
Con base en estos resultados, las PYMES deben centrar su trabajo en el desarrollo de las capacidades de impacto organizacional y plan estratégico. Es decir, la organización debe establecer cuáles serán los objetivos que desea alcanzar al implementar un proceso de TD, así como las acciones para lograrlo, analizando y gestionando los cambios necesarios en los diferentes procesos. Al lograr estas capacidades, la organización podrá evolucionar hasta alcanzar nuevas capacidades.

**Gobernanza organizacional de TD.** De acuerdo con el alcance definido y a la priorización de las capacidades, esta propuesta plantea la gobernanza organizacional en este componente como un elemento clave que permita definir los pequeños planes de trabajo estratégicos que orienten los demás componentes y validen el cumplimiento de las metas establecidas en los plazos fijados por la organización. Con base en esto, las PYMES pueden lograr una gobernanza eficiente priorizando los siguientes elementos, evitando así, incurrir en altos costos, tanto económicos como de talento humano. Los elementos son los siguientes:

- **Roles y equipos de trabajo.** Establecer el equipo de trabajo que deberá liderar el proceso de TD.
- **Normas, estándares y lineamientos en el uso de las tecnologías.** Definir las normas, estándares y lineamientos internos sobre el uso de las tecnologías de la información, definiendo lo que está y no está permitido realizar por medio de las tecnologías provistas.
- **Métricas de medición.** Definir los elementos o procesos que aseguren el cumplimiento de los KPIs y que permitan medir el avance de la implementación de la TD.
- **Formación de talento humano.** Definir estrategias que permitan la formación del talento humano con las capacidades requeridas para la TD.

- **Gestión del modelo.** Establecer las actividades, las metas, realizar seguimientos e identificar opciones de mejora durante la ejecución del modelo.

**Arquitectura de negocio.** En la figura 2 se muestra un modelo de referencia para implementar la arquitectura de negocio en las PYMES. Plantear la estrategia de la TD permite definir las metas y los objetivos que se desean alcanzar, esto permite establecer las capacidades organizacionales que la empresa debe modificar o desarrollar en los tres componentes del modelo. Esto genera la creación o modificación de procesos, que se esperan que sean digitales y desempeñen un papel más determinante a la hora de agilizar los procesos, reducir costos y permitan el desarrollo de las diferentes actividades definidas en los diferentes proyectos establecidos según el plan de trabajo.



*Figura 2: Arquitectura de negocio de adopción de transformación digital*

## COMPONENTE DE ADOPCIÓN TECNOLÓGICA

Este componente tiene como objetivo proporcionar los elementos necesarios para que las PYMES definan la arquitectura tecnológica deseada para lograr el alcance de su TD y, establecer una gobernanza tecnológica que garantice el correcto desarrollo de las actividades definidas. Para ello, tiene en cuenta los elementos establecidos por TOGAF en las fases de arquitectura de sistemas de información y arquitectura tecnológica, así como el modelo de referencia de negocios digitales propuesto (DBRM, por sus siglas en inglés Digital Business Reference Model) y el Modelo de Referencia Técnica (TRM, por sus siglas en inglés Technical Reference Model).

**Análisis de capacidades tecnológicas.** Cuando las PYMES realicen el análisis de capacidades utilizando COPRAS deberán establecer las métricas y las capacidades que van a evaluar en función de los objetivos estratégicos definidos.

Este modelo establece cuatro métricas que clasifican las siguientes capacidades tecnológicas que le permiten a la organización avanzar en su proceso de TD, estas

son: seguridad en la información, integración tecnológica (Sistemas Legacy), comodidad con el uso de la tecnología y procesamiento de datos. Las métricas son: mejoramiento en la infraestructura TI, nivel de procesos descentralizados, porcentaje de disponibilidad y porcentaje de mantenimiento.

A continuación, se presenta en detalle la ejecución del método COPRAS para este componente, teniendo en cuenta la tabla de abreviación y los datos obtenidos en la encuesta “Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2”.

El cuadro 7 representa la matriz de entrada conformada por las capacidades, las métricas y sus respectivos valores.

Capacidades	Mejoramiento en la infraestructura TI	Nivel de procesos descentralizados	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de mantenimiento
Seguridad en la información	A	A	A	A
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	A	M	M	M
Comodidad con el uso de la tecnología	A	A	A	A
Procesamiento de datos	A	A	M	A

Cuadro 7: Matriz de entrada

En el cuadro 8 cada valor de influencia de una capacidad en cada criterio se convierte a su equivalente cuantitativo.

Capacidades	Mejoramiento en la infraestructura TI	Nivel de procesos descentralizados	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de mantenimiento
Seguridad en la información	1	1	1	1
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	1	0.8	0.8	0.8
Comodidad con el uso de la tecnología	1	1	1	1
Procesamiento de datos	1	1	0.8	1

*Cuadro 8: Matriz de decisión*

En el cuadro 9 la matriz de decisión se normaliza a lo largo de cada métrica. Esto se hace para facilitar la comparación de las capacidades con base en los pesos de las métricas.

Capacidades	Mejoramiento en la infraestructura TI	Nivel de procesos descentralizados	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de mantenimiento
Seguridad en la información	0.250	0.263	0.278	0.263
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	0.250	0.211	0.222	0.211
Comodidad con el uso de la tecnología	0.250	0.263	0.278	0.263
Procesamiento de datos	0.250	0.263	0.222	0.263

*Cuadro 9: Matriz de decisión normalizada*

En el cuadro 10 se incluyen los pesos de cada métrica, estos se incluyen para el cálculo detallado de la importancia de las capacidades y así facilitar la comparación entre estas. Los pesos fueron obtenidos en la encuesta “Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2”. Los pesos de cada métrica son: Infraestructura TI 0.4; Procesos descentralizados 0.1; Disponibilidad 0.3; Mantenimiento 0.2.

Capacidades	Mejoramiento en la infraestructura TI	Nivel de procesos descentralizados	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de mantenimiento
Seguridad en la información	0.1000	0.0263	0.0833	0.0526
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	0.1000	0.0211	0.0667	0.0421
Comodidad con el uso de la tecnología	0.1000	0.0263	0.0833	0.0526
Procesamiento de datos	0.1000	0.0263	0.0667	0.0526

Cuadro 10: Matriz de decisión normalizada ponderada

En el cuadro 11 se calcula el valor de la importancia relativa de las capacidades, se ordenan las capacidades según el mayor valor importancia relativa y se establece el cálculo de la utilidad cuantitativa.

	Capacidades	Valor de significancia Relativa	Utilidad Cuantitativa
1	Seguridad en la información	0.2623	100
2	Comodidad con el uso de la tecnología	0.2623	100
3	Procesamiento de datos	0.2456	93.6455
4	Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	0.2298	87.6254

Cuadro 11: Orden de clasificación

Con base en estos resultados, las PYMES deben centrar su trabajo en la seguridad de la información y en la comodidad del uso de la tecnología. Esto significa que la organización debe establecer cuáles son los objetivos que desea alcanzar al implementar un proceso de TD y, a su vez establecer las acciones necesarias para lograrlo, analizando y gestionando los cambios necesarios en los diferentes procesos administrativos y operativos de la organización. Al lograr estas capacidades, la organización podrá evolucionar hasta alcanzar nuevas capacidades.

**Arquitectura de sistemas de información y arquitectura tecnológica.** La organización debe diseñar y desarrollar la arquitectura objetivo de los sistemas de información teniendo en cuenta el alcance estratégico establecido y las capacidades tecnológicas a trabajar durante el ciclo de trabajo del modelo, cumpliendo a su vez con los principios planteados en el componente anterior. A partir de esta definición, tal como lo propone TOGAF, es necesario identificar las brechas existentes entre la arquitectura objetivo y la actual, para así, definir el plan de trabajo que se ejecutará para alcanzar la arquitectura objetivo. Uno de los aspectos más importantes que las PYMES deben definir es la identificación de las fuentes y los tipos de datos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos. El otro aspecto, es definir los sistemas de información necesarios para recibir, procesar y transformar los datos en información relevante para el negocio. La arquitectura tecnológica, le permite a la organización establecer los recursos de hardware y software necesarios para definir la arquitectura tecnológica objetivo, que permita alcanzar lo definido en la arquitectura de los sistemas de información y los objetivos estratégicos planteados.

#### **Modelos de referencia.**

- **Dominio digital del DBRM.** En el dominio digital del DBRM, se establece la digitalización de los procesos, productos y servicios, como uno de los elementos importantes en los que las empresas deben centrar sus esfuerzos. Esto permite a la organización potenciar su capacidad digital, capacidad establecida en el componente anterior de preparación organizacional. Esto se logra gracias al impulso que se dará en la gestión y entrega de productos y servicios digitales, y en las mejoras en la capacidad operativa mediante el uso de la tecnología. El otro elemento de este dominio, es el enfoque centrado en el cliente. En este sentido, la organización establecerá y gestionará todos los aspectos relacionados con los clientes, sus necesidades y como utilizan los productos y/o servicios ofrecidos por la empresa. Esto le permitirá a la organización establecer todos los lineamientos necesarios que le permita a la organización entregar productos y/o servicios que le den valor al cliente y le permita a la organización alcanzar la capacidad y la innovación centrada en el cliente, capacidad establecida en el componente anterior.

- **Dominio estratégico del DBRM.** En el dominio estratégico del DBRM, se establece como direccionar y mantener el contexto estratégico propio de la organización según las diferentes variables organizacionales que pueden afectarle, de forma que pueda responder a estas y mantener así los factores de éxito organizacionales. Este se centra en los elementos: contexto estratégico, motivación empresarial y servicios y productos empresariales. Estos elementos le permiten a la organización centrarse en los factores que pueden afectar la sostenibilidad y la resiliencia de la organización, al mismo tiempo que establecen los objetivos y el plan de trabajo, la estrategia y los principios de negocio que permiten alcanzar estas metas. Este dominio y estos elementos están relacionados y permiten alcanzar las capacidades establecidas en el componente anterior de Preparación organizacional: impacto organizacional, plan estratégico, soporte financiero de TD y TI como miembro estratégico del negocio.
- **Dominio estructural del DBRM.** El dominio estructural del DBRM, bajo sus elementos: ecosistema y modelo empresarial, modelo operativo y modelo de capacidad empresarial, le permite a la empresa utilizar los recursos organizacionales de manera eficiente para alcanzar sus objetivos y responder a la dirección estratégica establecida anteriormente. Para lograr esto, la empresa debe articular la propuesta de valor con el modelo financiero que garantice la sostenibilidad del negocio, gestionar los riesgos que pueden afectar la operatividad del negocio, establecer normas y controles de gobernanza que permitan ejecutar los procesos con el apoyo de las tecnologías de la información, definir cuál será la estructura e interacción entre los grupos de trabajo internos y externos de la empresa, y establecer las diferentes capacidades digitales que le permitan gestionar los productos y servicios, y que le brinden soporte en todas las operaciones del negocio. Este dominio y estos elementos están relacionados y permiten alcanzar la capacidad de soporte financiero de TD, establecida en el componente anterior de preparación organizacional.
- **Dominio operacional del DBRM.** El dominio operacional del DBRM, con sus elementos: entorno operativo empresarial y habilitación digital, le permite a la empresa especifique los requisitos, procesos, sistemas y recursos necesarios para desarrollar y entregar productos y servicios digitales, con el fin de alcanzar una operación eficiente en la utilización de todos los recursos. Esto se logra definiendo los roles, responsabilidades, funciones e integraciones que se deben ejecutar en los diferentes procesos del flujo de trabajo. También es necesario definir el plan de implementación de la arquitectura digital que sustente la operación digital. Este dominio y estos elementos están relacionados entre sí y permiten alcanzar la capacidad de TI como miembro estratégico del negocio, establecida en el componente anterior de preparación organizacional.
- **Modelo de referencia técnico.** Este modelo con las tres entidades que plantea: software de aplicación, plataforma de aplicación e infraestructura de

comunicaciones y las dos interfaces que permiten la comunicación entre estos elementos, le permite a la organización definir las aplicaciones software que soportan la implementación de los procesos organizacionales y las aplicaciones que soportan la organización transversalmente. Además, plantea las interfaces de infraestructura que permiten la comunicación operacional, la transferencia y gestión de datos y la portabilidad de los sistemas de información. Estas definiciones potencian las capacidades planteadas en este componente.

**Gobernanza tecnológica.** De acuerdo con el alcance definido y a la priorización de las capacidades la gobernanza tecnológica permite definir y gestionar los planes de trabajo para implementar la arquitectura objetivo. Así se cumplen los objetivos establecidos en los plazos fijados por la organización. Las PYMES pueden lograr una gobernanza tecnológica eficiente priorizando los siguientes elementos:

- **Roles y equipos de trabajo.** Establecer los equipos de trabajo, sus funciones y sus metas para desarrollar la arquitectura objetivo.
- **Gestión de riesgos.** Diseñar un plan de trabajo a ejecutar al momento de identificar o presentar un riesgo en la implementación de la arquitectura objetivo.
- **Normas, estándares y lineamientos en el uso de las tecnologías.** Definir las normas, estándares, lineamientos y buenas prácticas que los equipos de trabajo deben seguir en la implementación de la arquitectura objetivo. Definiendo nomenclatura a utilizar, mecanismos y protocolos de intercomunicación entre los componentes de la arquitectura.
- **Métricas de medición.** Definir los elementos o procesos que aseguren el cumplimiento de la arquitectura objetivo.
- **Convergencia estratégica.** Asegurar la convergencia entre los procesos tecnológicos y de negocio para garantizar el proceso de TD.
- **Gobierno de datos.** Definir los procesos y lineamientos que aseguren la obtención, procesamiento, protección y almacenamiento de los datos mediante los diferentes sistemas de información de la organización.

## COMPONENTE DE CAMBIO CULTURAL

Este componente tiene como objetivo proporcionar algunas herramientas que las empresas puedan implementar internamente para desarrollar las habilidades requeridas por el talento humano en cuanto a conocimiento y pensamiento innovador. Esto se logra promoviendo y estableciendo diferentes mecanismos y herramientas que se pueden aplicar a los diferentes equipos y áreas de trabajo de la organización que les permitirá compartir sus conocimientos, adquirir habilidades que mejoren el desempeño de cada una de las actividades, e incluso, les permita proponer cambios que beneficien la ejecución de los procesos organizacionales. Todo ello con el fin de alcanzar los objetivos y metas estratégicas establecidas.

**Análisis de capacidades por medio de COPRAS.** Cuando las PYMES realicen el análisis de capacidades utilizando COPRAS deberán establecer las métricas y las capacidades que van a evaluar en función de los objetivos estratégicos definidos. Este modelo establece tres métricas que clasifican las siguientes capacidades tecnológicas que le permiten a la organización avanzar en su proceso de TD, estas son: Conocimiento y talento TI, apoyo por parte de las directivas, y, cultura innovadora. Las métricas son: nivel de adaptación al cambio, nivel de colaboración interdisciplinaria y nivel gestión de liderazgo.

A continuación, se presenta en detalle la ejecución del método COPRAS para este componente, teniendo en cuenta la tabla de abreviación y los datos obtenidos en la encuesta “Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2”.

El cuadro 12 representa la matriz de entrada conformada por las capacidades, las métricas y sus respectivos valores.

Capacidades	Nivel de adaptación al cambio	Nivel de colaboración interdisciplinaria	Nivel de gestión de liderazgo
Conocimiento y Talento TI	A	A	A
Apoyo Directivas	A	A	A
Cultura innovadora	A	A	A

Cuadro 12: Matriz de entrada

En el cuadro 13 cada valor de influencia de una capacidad en cada criterio se convierte a su equivalente cuantitativo.

Capacidades	Nivel de adaptación al cambio	Nivel de colaboración interdisciplinaria	Nivel de gestión de liderazgo
Conocimiento y Talento TI	1	1	1
Apoyo Directivas	1	1	1
Cultura innovadora	1	1	1

*Cuadro 13: Matriz de decisión*

En el cuadro 14 la matriz de decisión se normaliza a lo largo de cada métrica. Esto se hace para facilitar la comparación de las capacidades con base en los pesos de las métricas.

Capacidades	Nivel de adaptación al cambio	Nivel de colaboración interdisciplinaria	Nivel de gestión de liderazgo
Conocimiento y Talento TI	0.333	A	A
Apoyo Directivas	0.333	0.333	0.333
Cultura innovadora	0.333	0.333	0.333

*Cuadro 14: Matriz de decisión normalizada*

En el cuadro 15 se incluyen los pesos de cada métrica, estos se incluyen para el cálculo detallado de la importancia de las capacidades y así facilitar la comparación entre estas. Los pesos fueron obtenidos en la encuesta “Análisis de capacidades y métricas de transformación digital en las empresas PYMES - Parte 2”. Los pesos de cada métrica son: adaptación al cambio 0.3; colaboración interdisciplinaria 0.1; Gestión de Liderazgo 0.4.

Capacidades	Nivel de adaptación al cambio	Nivel de colaboración interdisciplinaria	Nivel de gestión de liderazgo
Conocimiento y Talento TI	0.1000	0.0333	0.1333
Apoyo Directivas	0.1000	0.0333	0.1333
Cultura innovadora	0.1000	0.0333	0.1333

Cuadro 15: Matriz de decisión normalizada ponderada

En el cuadro 16 se calcula el valor de la importancia relativa de las capacidades, se ordenan las capacidades según el mayor valor importancia relativa y se establece el cálculo de la utilidad cuantitativa.

Capacidades	Valor de significancia Relativa	Utilidad Cuantitativa
Conocimiento y Talento TI	0.2667	100
Apoyo Directivas	0.2667	100
Cultura innovadora	0.2667	100

Cuadro 16: Orden de clasificación

Con base en estos resultados, se puede afirmar que las capacidades de este componente son igual de importantes para todo el proceso de TD. Esto le permite a las PYMES desarrollar estas capacidades en paralelo para alcanzar los objetivos estratégicos establecidos de la TD, fortalecer el aprendizaje tecnológico, promover el conocimiento y la innovación.

**Mecanismos y/o herramientas.** Los mecanismos y/o herramientas que se deben implementar para alcanzar una cultura innovadora son:

**Promover el conocimiento.** Al entender el conocimiento tecnológico como un activo intangible en la organización, las PYMES deben establecer mecanismos que permitan intercambiar y transmitir el conocimiento entre los empleados. De esta manera, se busca un enriquecimiento intelectual que beneficie tanto a la empresa como a los colaboradores, para lograr una evolución personal, profesional y empresarial. Este conocimiento se puede adquirir y transmitir mediante diferentes mecanismos, tales como:

- **Sesiones de aprendizaje internas.** Realizar sesiones de intercambio de conocimiento interno, le permite a la empresa y a los colaboradores, conocer y aprender sobre temas específicos de interés personal y laboral. Estos

temas pueden ser de todo tipo: tecnológicos, de la labor diaria, etc. Esto se puede lograr mediante charlas, talleres, o conferencias, entre otros.

- **Sesiones de aprendizaje externas.** Realizar sesiones de intercambio de conocimiento externo, le permite a la empresa y a los colaboradores, conocer y aprender sobre aspectos en los que las otras empresas se encuentran trabajando e investigando, lo que puede resultarles de gran interés. ya que le permite a la empresa acceder a conocimientos expertos en otros temas en los que probablemente puedan ser útiles para los diferentes procesos.
- **Grupos de investigación.** Incentivar la creación y participación en grupos de investigación sobre temas específicos tiene un doble beneficio y de ahí su relevancia en la organización. El primero es para la empresa, ya que puede obtener información y conocimientos relevantes para sus procesos e incluso para sus metas establecidas. El segundo beneficio es a nivel de talento humano, ya que permite a los integrantes desarrollar habilidades de investigación y de negocio e innovación, lo que genera un talento humano con mayores capacidades analíticas, de conocimiento y propositivas ante los desafíos.
- **Utilizar herramientas disponibles para el aprendizaje.** En la actualidad hay múltiples plataformas virtuales a las que se puede acceder para estudiar sobre temas de interés. Una opción viable, es el uso de estas plataformas para que los colaboradores puedan adquirir los conocimientos necesarios. Posteriormente, puedan replicarlo en la organización mediante talleres, cursos, etc.

**Promover la innovación.** La innovación no consiste solo en inventar algo nuevo, sino en proponer cambios positivos a algo que ya existe. Esto se aplica en el mundo empresarial en lo referente a productos, procesos, procedimientos, etc. Lo segundo, es lo que la empresa debe incentivar entre sus colaboradores, ya que lograr pequeños cambios puede tener un impacto muy significativo en el desarrollo de los diferentes procesos, y así, conseguir grandes beneficios. Fomentar la innovación ayudará a adaptar todo el proceso de TD sea adaptado de manera positiva, lo que permitirá que el cambio cultural se logre en gran medida. Promover la innovación se puede lograr mediante de las siguientes actividades:

- Realizar sesiones de innovación: Estas sesiones se pueden organizar a un grupo de personas multidisciplinario, y tiene como objetivo, desarrollar la capacidad de innovación mediante diferentes ejercicios.
- Realizar sesiones de resolución de incidentes mediante la innovación: Estas sesiones se pueden realizar cuando se identifique algún inconveniente durante el desarrollo del modelo. Estas sesiones pueden darse entre los colaboradores y los gestores de TD. Los gestores son los encargados de orientar estas sesiones utilizando diferentes mecanismos, con el fin de alcanzar una o varias soluciones al incidente.

**Gobernanza cultural.** De acuerdo con el alcance definido y a la priorización establecida de las capacidades, la gobernanza cultural permite definir y gestionar los planes de trabajo que permitan el desarrollo del conocimiento y el pensamiento innovador en la organización mediante los siguientes elementos:

- **Lecciones aprendidas de los proyectos.** Establecer un mecanismo centralizado en el que los equipos de desarrollo de los proyectos documenten el aprendizaje obtenido durante el desarrollo de los proyectos.
- **Métricas de medición.** Definir los elementos y mecanismos que midan y garanticen la adopción del pensamiento innovador en los equipos de trabajo. Esto se puede lograr mediante validaciones individuales o grupales tras el desarrollo de los mecanismos para fomentar la transmisión del conocimiento y del pensamiento innovador.

## **CONCLUSIONES**

Por medio del modelo propuesto, las PYMES podrán entender la TD no solo desde la adopción tecnológica, sino también, desde aspectos relevantes como cambio cultural y la preparación organizacional, priorizando las diferentes capacidades y métricas por medio de la utilización del método COPRAS, e implementándolas, siguiendo algunas fases y elementos propuestos por la arquitectura empresarial - TOGAF, logrando así, un proceso de transformación digital iterativo y progresivo hacia el uso de tecnologías cada vez más disruptivas.

Los resultados obtenidos permitieron identificar que las empresas PYMES sí están interesadas en adoptar un proceso de TD pero presentan diferentes retos para lograrlo, los más comunes son: tiempo, costos y conocimiento.

Así, con base en las necesidades de cada PYME, las empresas pueden orientar su trabajo en alcanzar alguna de estas capacidades e ir evolucionando continuamente.

## REFERENCIAS

1. Albukhitan, S.: Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia computer science* **170**, 664–671 (2020).
2. Appio, F.P., Cacciatore, E., Cesaroni, F., Crupi, A., Marozzo, V.: Open innovation at the digital frontier: unraveling the paradoxes and roadmaps for smes' successful digital transformation. *European Journal of Innovation Management* **27**(9), 223– 247 (2024).
3. Babar, Z., Yu, E.: Digital transformation–implications for enterprise modeling and analysis. In: 2019 IEEE 23rd International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOCW). pp. 1–8. IEEE (2019).
4. Bancolombia: Conoce todo sobre las pymesen colombia. <https://www.bancolombia.com/negocios/actualizate/legal-y-tributario/todo-sobre-las-pymes-en-colombia>.
5. Bresciani, S., Ferraris, A., Romano, M., Santoro, G.: Building a digital transformation strategy. In: *Digital transformation management for agile organizations: A compass to sail the digital world*, pp. 5–27. Emerald Publishing Limited (2021).
6. Brisco, R.: Understanding industry 4.0 digital transformation. *Proceedings of the Design Society* **2**, 2423–2432 (2022).
7. Butt, A., Imran, F., Helo, P., Kantola, J.: Strategic design of culture for digital transformation. *Long Range Planning* p. 102415 (2024).
8. CEPAL, N., Europea, U.: Datos y hechos sobre la transformación digital: informe sobre los principales indicadores de adopción de tecnologías digitales en el marco de la agenda digital para américa latina y el caribe (2021).
9. Cetindamar Kozanoglu, D., Abedin, B.: Understanding the role of employees in digital transformation: conceptualization of digital literacy of employees as a multidimensional organizational affordance. *Journal of Enterprise Information Management* **34**(6), 1649–1672 (2021).
10. Clemente-Almendros, J.A., Nicoara-Popescu, D., Pastor-Sanz, I.: Digital transformation in smes: Understanding its determinants and size heterogeneity. *Technology in Society* **77**, 102483 (2024).
11. Favoretto, C., Mendes, G.H.d.S., Filho, M.G., Gouvea de Oliveira, M., Ganga, G.M.D.: Digital transformation of business model in manufacturing companies: challenges and research agenda. *Journal of Business & Industrial Marketing* **37**(4), 748-767 (2022).
12. Gartner: Digital transformation. <https://www.gartner.com/en/information->

- technology/glossary/digital-transformation.
13. Gartner: The it roadmap for digital business transformation (2020).
  14. Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., Amran, A.: Drivers and barriers of industry 4.0 technology adoption among manufacturing smes: a systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management* **33**(6), 1029–1058 (2022).
  15. Goerzig, D., Bauernhansl, T.: Enterprise architectures for the digital transformation in small and médium sized enterprises. *Procedia Cirp* **67**, 540–545 (2018).
  16. Grave, F., Van De Wetering, R., Kusters, R.: Enterprise architecture artifacts facilitating digital transformations' strategic planning process. In: 14th IADIS International Conference Information Systems 2021: IS 2021. pp. 45–52. IADIS Press (2021).
  17. Grave, F., Van de Wetering, R., Kusters, R.: How ea information drives digital transformation: a multiple case study and framework. In: 2022 IEEE 24th Conference on Business Informatics (CBI). vol. 1, pp. 176–185. IEEE (2022).
  18. Group, T.O.: The open group. <https://www.opengroup.org/>
  19. Group, T.O.: Togaf® digital business reference model (dbrm). <https://pubs.opengroup.org/togaf-standard/reference-models/digital-business-reference-model.html?oc97624421>
  20. Group, T.O.: Togaf® technical reference model. <https://pubs.opengroup.org/architecture/togaf8-doc/arch/chap19.html>.
  21. Kaidalova, J., Kurt, S., Ulf, S.: How digital transformation affects enterprise architecture management—a case study. *International Journal of Information Systems and Project Management* **6**(3), 5–18 (2018).
  22. Kavanaugh, J.: Cultivating digital cultures. *Strategic HR Review* **19**(1), 2–6 (2020).
  23. Moreira, F., Ferreira, M.J., Seruca, I.: Enterprise 4.0—the emerging digital transformed enterprise? *Procedia computer science* **138**, 525–532 (2018).
  24. Nicolás-Agustín, Á., Jiménez-Jiménez, D., Maeso-Fernandez, F.: The role of human resource practices in the implementation of digital transformation. *International Journal of Manpower* **43**(2), 395–410 (2022).
  25. OECD: Sme digitalisation to manage shocks and transitions. (2024). *oecd sme and entrepreneurship papers*. (2024).
  26. Omrani, N., Rejeb, N., Maalaoui, A., Dabić, M., Kraus, S.: Drivers of digital transformation in smes. *IEEE Transactions on Engineering Management* (2022).
  27. Parra-Sánchez, D.T., Talero-Sarmiento, L.H.: Digital transformation in small and medium enterprises: a scientometric analysis. *Digital Transformation and Society* (2023).

28. Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., Teppola, S.: Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International journal of information systems and project management* **5**(1), 63–77 (2017).
29. Rogers, D.L.: *Guía estratégica para la transformación digital: Reinventa tu negocio para la era digital*. Ediciones Urano (2021).
30. Schiuma, G., Schettini, E., Santarsiero, F., Carlucci, D.: The transformative leadership compass: six competencies for digital transformation entrepreneurship. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research* **28**(5), 1273–1291 (2022).
31. Sriram, R., Vinodh, S.: Analysis of readiness factors for industry 4.0 implementation in smes using copras. *International Journal of Quality & Reliability Management* **38**(5), 1178–1192 (2021).
32. Zachman, J.A.: A framework for information systems architecture. *IBM systems journal* **26**(3), 276–292 (1987).
33. Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A.: *The new method of multicriteria evaluation of projects* (1996).
34. Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Šarka, V.: *The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects* (1994).

## ANEXOS

### ANEXO 1: ANÁLISIS DE CAPACIDADES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LAS EMPRESAS PYMES

El objetivo de esta encuesta es identificar retos, capacidades, oportunidades, y obstáculos que actualmente las empresas tipo PYME enfrentan en su camino hacia la transformación digital.

Esta encuesta es de carácter netamente académico, y los resultados se usarán como complemento al análisis o resultados de un trabajo de grado que se está desarrollando en la Maestría en Ingeniería en la Universidad EAFIT. Por esta razón, no recolecta información relacionada con datos personales de los individuos que diligencian la encuesta ni asociadas a la identificación de la empresa en la cual ellos laboran.

El análisis de los datos recolectados serán compartidos con los participantes de la encuesta, si así lo desean.

#### Características organizacionales del individuo que diligencia la encuesta

1. Seleccione un sector económico en el cual se identifica más precisamente la empresa donde labora \*

- Retail (ventas al menudeo)
- Construcción
- Energía (gas, eléctrica, alternativa, etc.)
- Tecnología
- Minera
- Textil
- Servicios de administración
- Servicios de consultoría
- Servicios de planificación financiera y económica

- Servicios de restaurantes
- Servicios de seguridad privada
- Servicios de transportes
- Servicios educativos
- Servicios turísticos

2. Área de la empresa en la cual realiza su labor cotidiana \*

- Dirección
- Finanzas o contabilidad
- Marketing y ventas
- Producción
- Recursos humanos
- Servicio al cliente
- Tecnología

3. Rol o nivel que usted tiene en el área seleccionada \*

- Director estratégico
- Coordinador táctico
- Consultor

4. Rango de edad en el que usted se encuentra actualmente \*

- 18 años a 24 años
- 25 años a 34 años
- 35 años a 44 años

45 años a 54 años

Más de 54

5. Tiempo que lleva laborando en la empresa \*

Menos de un año

Entre uno y dos años

Igual o más de dos años

### Proceso de transformación digital

6. ¿La empresa se encuentra en algún proceso de transformación digital? \*

Si

No

7. Tiempo que lleva la empresa en el proceso de transformación digital \*

Menos de un año

Entre uno y dos años

Más de tres años

Ninguna de las anteriores

8. Seleccione que metodología(s) ha adoptado para realizar la transformación digital \*

Design Thinking

Lean Startup

TOGAF y otro framework de Arquitectura Empresarial

- Propia
- Ninguna de las anteriores

9. Seleccione cuál o cuáles de los siguientes han sido obstáculos durante el proceso de la transformación digital \*

- Dinero
- Tiempo
- Conocimiento
- Leyes Gubernamentales
- No se han presentado obstáculos
- No tengo conocimiento si se han presentado obstáculos

10. ¿Cuál o cuáles de las siguientes componentes se han desarrollado en el proceso de la transformación digital? \*

- Tecnológicos
- Cultural
- Procesos
- Estratégico/Gobierno/Negocio (Estructura o Gestión)
- Ninguna de las anteriores

11. Si la empresa no ha adoptado un proceso de transformación digital al día de hoy, ¿se ha planteado realizarlo en el futuro como un proceso estratégico? \*

- Si
- No
- No sé

12. ¿Cuál o cuáles son los retos o desafíos que ha enfrentado o enfrentaría al momento de realizar un proceso de transformación digital? \*

- Apoyo por parte de las directivas
- Impacto en el cambio cultural
- Capacidad tecnológica
- Cambios en la relación con los clientes
- Planeación estratégica
- Otros

13. ¿Cuál o cuáles de las siguientes tecnologías 4.0 ha implementado o piensa implementar la empresa? \*

- Big data
- Ciberseguridad
- Computación en la nube
- Impresión 3D
- Inteligencia Artificial
- IoT
- Machine learning
- Realidad aumentada
- Robots autónomos
- Sistemas inteligentes
- Ninguna de las anteriores

## Proceso de adopción de la disciplina Arquitectura Empresarial

14. ¿Su empresa conoce o ha adoptado la disciplina de Arquitectura Empresarial? \*

Sí

No

15. ¿Qué framework o marcos de trabajo de Arquitectura Empresarial ha utilizado la empresa? \*

Zachman

TOGAF

FEAF

Opción 4

DoDAF

MODAF

Otro

Ninguno de los anteriores

16. ¿Cómo considera qué fue el proceso de adopción de Arquitectura Empresarial? \*

Complejo

Costoso

Importante

Productivo

Necesario

No necesario

Sencillo

Ninguna de las anteriores

## ANEXO 2: ANÁLISIS DE CAPACIDADES Y MÉTRICAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LAS EMPRESAS PYMES - PARTE 2

El objetivo de esta encuesta es analizar las capacidades y métricas que su organización llegaría a implementar en un proceso continuo de transformación digital.

La encuesta se divide en tres partes relacionadas con los componentes del modelo propuesto de transformación digital soportado por el framework de arquitectura empresarial TOGAF.

- Preparación organizacional
- Adopción tecnológica
- Cambio cultural

Esta encuesta se basa en dos aspectos importantes:

**Capacidades:** son las capacidades que las organizaciones deben implementar, y en las que pueden enfocar sus actividades para lograr una transformación digital. Cada una de las capacidades pueden ser priorizadas según la necesidad.

**Métricas de rendimiento:** las métricas de rendimiento realizan una medición de cuál es el impacto de las diferentes capacidades en la organización.

Esta encuesta es de carácter netamente académico, y los resultados se usarán como complemento al análisis o resultados de un trabajo de grado que se está desarrollando en la Maestría en Ingeniería en la Universidad EAFIT. Por esta razón, no recolecta información relacionada con datos personales de los individuos que diligencian la encuesta ni asociadas a la identificación de la empresa en la cual ellos laboran.

El análisis de los datos recolectados serán compartidos con los participantes de la encuesta, si así lo desean.

**Preparación organizacional:** Este componente guía a la organización a la preparación constante de su transformación digital teniendo en cuenta elementos tales como: alcance, plan estratégico, visión arquitectónica, marco de gobernanza e impacto organizacional.

**Las capacidades para la preparación organizacional son:**

- Digitalización: es el procedimiento mediante el cual, ciertas operaciones pueden comenzar a efectuarse a través de los medios digitales.
- Impacto organizacional: los procesos de transformación digital generan un impacto en los procesos administrativos y operativos, ya que se busca un cambio en como se desarrollan los procesos internos.
- Plan Estratégico: es un proceso documentado que reúne los objetivos de la organización y las acciones necesarias para lograrlos.
- Innovación centrada en el cliente: se enfoca en comprender las necesidades y deseos del cliente para desarrollar soluciones innovadoras que cumplan con sus necesidades.
- Soporte Financiero de TD: capacidad financiera por parte de la organización para realizar un proceso de transformación digital.
- IT como miembro estratégico del negocio: alinear los objetivos del negocio y los servicios de TI como estrategia para lograr los objetivos establecidos.

**Las métricas de rendimiento son:**

- ROI: retorno de inversión, es la medición que permite saber cuánto dinero se obtiene en relación con el dinero que ha sido invertido en el lanzamiento de un producto o la mejora del servicio.
- Reducción de gastos operativos: proceso que pretende minimizar los gastos e incrementar sus ganancias o los flujos de efectivo.
- Número de nuevos negocios digitales: por medio de la tecnología una empresa puede mejorar sus servicios, creando así, nuevos modelos de negocio digitales.
- Mejoramiento en la satisfacción del cliente: son métricas muy relevantes para medir el nivel de trabajo de tu empresa y cómo está afectando a los resultados.

1. Ordenar (arriba mayor relevancia, abajo menor relevancia) según el grado de relevancia de cada una de las siguientes métrica de desempeño. \*

ROI
Número de nuevos negocios digitales
Mejoramiento en la satisfacción del cliente
Reducción de gastos operativos

2. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **ROI** \*

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Digitalización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impacto organizacional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plan Estratégico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innovación centrada en el cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte Financiero de TD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IT como miembro estratégico del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **reducción de gastos operativos** \*

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Digitalización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impacto organizacional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plan Estratégico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innovación centrada en el cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte Financiero de TD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IT como miembro estratégico del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **mejoramiento en la satisfacción del cliente** \*

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Digitalización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impacto organizacional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plan Estratégico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innovación centrada en el cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte Financiero de TD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IT como miembro estratégico del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **número de nuevos negocios digitales \***

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Digitalización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impacto organizacional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plan Estratégico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innovación centrada en el cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte Financiero de TD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IT como miembro estratégico del negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Adopción Tecnológica:** Este componente tiene como objetivo identificar las capacidades tecnológicas actuales en la empresa; y con base en la arquitectura deseada, establecer el plan de trabajo para lograrlo.

**Las capacidades para la adopción tecnológica son:**

- Seguridad en la información: conjunto de procedimientos y herramientas de seguridad que protegen ampliamente la información confidencial de la empresa frente al uso indebido, acceso no autorizado, interrupción o destrucción.
- Integración tecnológica (Sistemas Legacy): es una herramienta que optimiza el trabajo de los equipos en el entorno empresarial.
- Comodidad con el uso de la tecnología: lograr que la tecnología se adapte a los cambios en los diferentes procesos y no genere rechazos.
- Procesamiento de datos: transformar los datos sin procesar en información valiosa.

**Las métricas de rendimiento son:**

- Mejoramiento en la infraestructura TI: se refiere al conjunto de componentes necesarios para el funcionamiento y la gestión de los servicios empresariales de TI y entornos de TI.
- Nivel de procesos descentralizados: delegación de obligaciones para lograr una equidad organizacional, mejorando las decisiones e inversiones.
- Porcentaje de disponibilidad: capacidad del sistema para estar disponible cuando sea necesario.
- Porcentaje de mantenimiento: capacidad para que los sistemas se puedan mantener y actualizar.

6. Ordenar (arriba mayor relevancia, abajo menor relevancia) según el grado de relevancia de cada una de las siguientes métrica de desempeño, estas métricas sirven para medir el éxito en la ejecución de las actividades referentes a la adopción tecnológica. \*

Mejoramiento en la Infraestructura TI

Nivel de procesos descentralizados

Porcentaje de mantenimiento

Porcentaje de disponibilidad

7. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **Mejoramiento en la infraestructura TI \***

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Seguridad en la información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comodidad con el uso de la tecnología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesamiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **Nivel de procesos descentralizados \***

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Seguridad en la información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comodidad con el uso de la tecnología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesamiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño

**Porcentaje de disponibilidad \***

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Seguridad en la información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comodidad con el uso de la tecnología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesamiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño

**Porcentaje de mantenimiento \***

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Seguridad en la información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración tecnológica (Sistemas Legacy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comodidad con el uso de la tecnología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesamiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Cambio cultural:** Este componente tiene como objetivo establecer cuáles son las habilidades tanto blandas como técnicas que las diferentes personas que hacen parte de los procesos de negocio deben desarrollar tanto a nivel individual como a nivel técnico.

**Las capacidades para el cambio cultural son:**

- Conocimiento y talento TI: es la capacidad empresarial de contar con personas con conocimientos y habilidades tecnológicas que permitan adoptar la transformación digital.

- Apoyo directivas: capacidad empresarial en el que las directivas se comprometen a apoyar y colaborar con todo el proceso de transformación digital.

- Cultura innovadora: es una cultura a nivel organizacional en el que se promueve y apoya la innovación en todos sus niveles.

**Las métricas de rendimiento son:**

- Nivel de adaptación al cambio: habilidad para transformarse y alcanzar un determinado objetivo.

- Nivel de colaboración interdisciplinaria: es lograr que un grupo de personas con experiencia en ámbitos distintos trabajen en conjunto para cumplir con los objetivos propuestos.

- Nivel de gestión de liderazgo: capacidad de definir las acciones y tomar decisiones influyendo a las personas con el fin de lograr los objetivos establecidos.

11. Ordenar (arriba mayor relevancia, abajo menor relevancia) según el grado de relevancia de cada una de las siguientes métrica de desempeño, estas métricas sirven para medir el éxito en la ejecución de las actividades referentes al cambio cultural. \*

Nivel de colaboración interdisciplinaria

Nivel de adaptación al cambio

Nivel de gestión de Liderazgo

12. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **Nivel de adaptación al cambio** \*

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Conocimiento y Talento TI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apoyo de las directivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cultura innovadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **Nivel de colaboración interdisciplinaria** \*

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Conocimiento y Talento TI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apoyo de las directivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cultura innovadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Evaluar la influencia de cada una de las capacidades versus la métrica de desempeño **Nivel de gestión de liderazgo** \*

	Alta	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
Conocimiento y Talento TI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apoyo de las directivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cultura innovadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>