

REVISTA O UNIVERSO OBSERVÁVEL

MODELOS VIRTUALES QUE SIRVEN PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE PRODUCTOS

VIRTUAL MODELS THAT SERVE TO IMPROVE PRODUCT PROCESSES

MIGUEL ANGEL TOLENTINO BARRIENTOS¹

Revista O Universo Observável

DOI: 10.69720/29660599.2025.00075

[ISSN: 2966-0599](#)

¹Estudiante de ingeniería industrial en el Instituto Tecnológico Nacional de México Tláhuac III

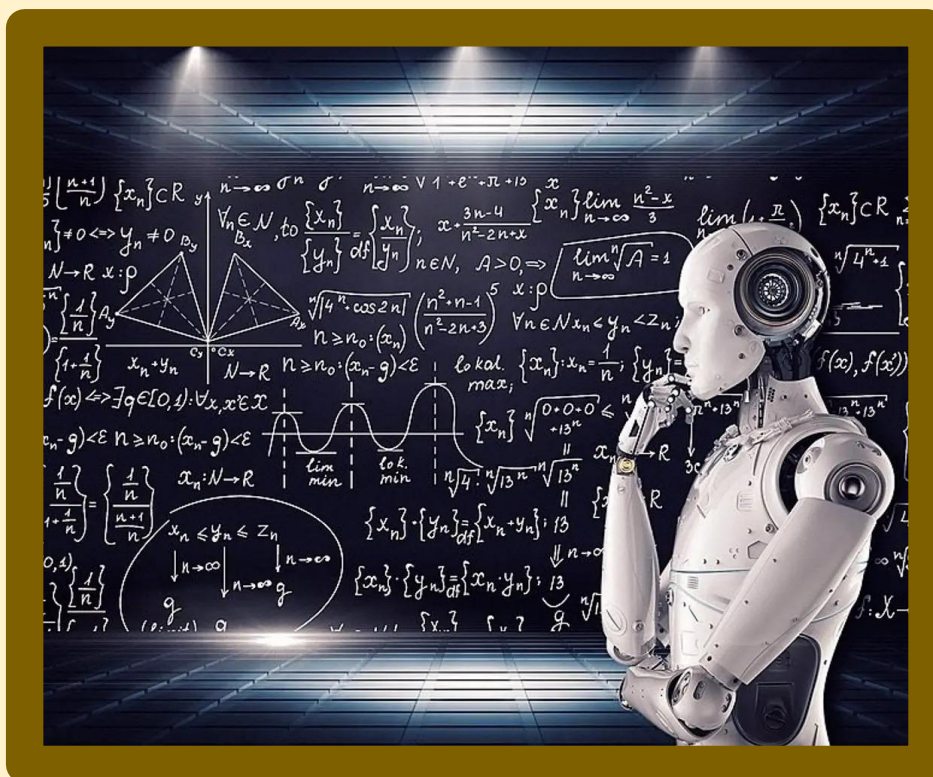
E-mail: 1221120064@tlahuac3.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8986-9131>



MODELOS VIRTUAIS QUE SIRVEN PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE PRODUCTOS

MIGUEL ANGEL TOLENTINO BARRIENTOS



Fonte: <https://iccsi.com.ar/la-inteligencia-artificial-y-la-matematica/>

PERIÓDICO CIENTÍFICO INDEXADO INTERNACIONALMENTE

ISSN
International Standard Serial Number
2966-0599

www.ouniversoobservavel.com.br

Editora e Revista
O Universo Observável
CNPJ: 57.199.688/0001-06
Naviraí – Mato Grosso do Sul
Rua: Botocudos, 365 – Centro
CEP: 79950-000

RESUMEN

La transformación digital se ha convertido en una de las principales fuerzas impulsoras que está redefiniendo el panorama industrial global y a medida que las empresas buscan mantenerse competitivas en un entorno cada vez más dinámico y desafiante, la adopción de tecnologías avanzadas se ha vuelto indispensable. Los gemelos digitales permiten no solo simular y monitorear en tiempo real, sino también prever el comportamiento de procesos y productos en diversas condiciones, lo cual facilita la toma de decisiones más informadas y la optimización de los recursos. Su vez, la simulación, que utiliza modelos matemáticos y algoritmos, permite ensayar diferentes escenarios y procesos sin riesgo de afectar la operación real, lo que ayuda a las empresas a identificar oportunidades de mejora, reducir tiempos de inactividad y minimizar errores humanos.

Palabras Clave: Transformación, Tecnologías, Decisiones, Oportunidades, Gemelos Digitales.

ABSTRAC

Digital transformation has become one of the main driving forces redefining the global industrial landscape. As companies seek to remain competitive in an increasingly dynamic and challenging environment, the adoption of advanced technologies has become indispensable. Digital twins allow not only real-time simulation and monitoring, but also the prediction of process and product behavior under various conditions, facilitating more informed decision-making and resource optimization. Simulation, which uses mathematical models and algorithms, allows different scenarios and processes to be tested without the risk of affecting actual operations, helping companies identify opportunities for improvement, reduce downtime, and minimize human error.

Keywords: Transformation, Technologies, Decisions, Opportunities, Digital Twins.

INTRODUCCIÓN

Entre estas tecnologías, la simulación y los gemelos digitales han emergido como herramientas clave para mejorar los procesos de producción, aumentar la eficiencia operativa y reducir costos, aspectos fundamentales para lograr una ventaja competitiva sostenible.

La Industria 4.0, que representa la cuarta revolución industrial, se basa en la integración de tecnologías como la automatización, la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas y los sistemas ciber físicos, que permiten la creación de fábricas inteligentes, donde los sistemas están interconectados y operan de manera autónoma, lo que facilita la toma de decisiones en tiempo real. Dentro de este contexto, los gemelos digitales — réplicas virtuales de sistemas, procesos o productos físicos— juegan un papel crucial al permitir la simulación de escenarios, el monitoreo de condiciones operativas y la predicción de fallos antes de que ocurran, mejorando así la eficiencia y reduciendo riesgos.

El estudio se enfoca en explorar cómo la implementación de estas tecnologías en las industrias 4.0 impacta tres áreas clave: la eficiencia operativa, la reducción de costos y la optimización de la producción, que pretende analizar en qué medida la adopción de gemelos digitales y simulación contribuye al aumento de la productividad y la mejora de la competitividad de las empresas industriales. Específicamente, se investigan los siguientes aspectos:

- Eficiencia operativa: ¿Cómo las tecnologías de simulación y gemelos digitales permiten mejorar la gestión de los procesos productivos, optimizando el

uso de recursos y reduciendo el tiempo de inactividad?

- Reducción de costos: ¿En qué medida la integración de estas tecnologías contribuye a disminuir los costos operativos, tales como los relacionados con el mantenimiento, el consumo energético o los desperdicios de materiales?
- Optimización de la producción: ¿Cómo los gemelos digitales permiten mejorar la producción a través de la simulación de escenarios, la predicción de demanda y la personalización de productos?

Además, el estudio busca responder a una pregunta central: ¿Cómo afecta la adopción de la simulación y los gemelos digitales en la mejora de la productividad y competitividad de las empresas industriales? Para ello, se profundizará en las barreras tecnológicas y organizativas que las empresas enfrentan al adoptar estas innovaciones, así como en los beneficios y resultados tangibles que se pueden obtener al integrar estas tecnologías en los procesos industriales.

La importancia del estudio radica en la relevancia creciente de la digitalización en el sector industrial y en un contexto global donde la eficiencia y la competitividad son factores clave para el éxito empresarial, la implementación efectiva de gemelos digitales y simulación puede ser un diferenciador estratégico significativo. Por eso el trabajo pretende aportar información relevante sobre las mejores prácticas en la adopción de estas tecnologías, proporcionando una base para futuras investigaciones y una guía

para las empresas que deseen optimizar sus procesos mediante la digitalización.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema

La transformación digital es un fenómeno que está remodelando la industria global, y las empresas buscan mantenerse competitivas mediante la adopción de nuevas tecnologías, donde, la simulación y los gemelos digitales se destacan como herramientas clave en la Industria 4.0, pues permiten la mejora de los procesos de producción, optimizan la eficiencia operativa y contribuyen a la reducción de costos. Las tecnologías avanzadas facilitan la creación de fábricas inteligentes, donde los sistemas están interconectados y operan de manera autónoma, lo que permite tomar decisiones en tiempo real. A pesar de su enorme potencial, las industrias enfrentan desafíos significativos para integrar estas tecnologías debido a barreras tecnológicas, falta de infraestructura y la necesidad de personal altamente capacitado.

1.2. Planteamiento del problema

A pesar de los avances que ofrece la Industria 4.0, muchas empresas industriales aún no han adoptado completamente las tecnologías de simulación y gemelos digitales y el problema central es que las empresas se encuentran con obstáculos tecnológicos, financieros y organizativos para implementar estas soluciones. La falta de infraestructura adecuada, la complejidad en la integración con sistemas existentes y la escasez de personal capacitado son algunos de los factores que dificultan la adopción de estas innovaciones. Además, persiste la incertidumbre sobre los beneficios tangibles que estas tecnologías pueden aportar a las empresas, lo que genera una resistencia al cambio.

1.2.1. Preguntas de investigación

- ¿Cómo las tecnologías de simulación y gemelos digitales contribuyen a mejorar la eficiencia operativa en las industrias 4.0?
- ¿De qué manera la implementación de estas tecnologías ayuda a reducir los costos operativos (mantenimiento, consumo energético, desperdicios, etc.) en las empresas?
- ¿En qué medida los gemelos digitales y la simulación optimizan la producción, permitiendo una mejor gestión de los procesos y una mayor personalización de productos?
- ¿Cuáles son las barreras tecnológicas y organizativas que las empresas enfrentan al adoptar estas tecnologías?
- ¿Cómo afecta la adopción de la simulación y los gemelos digitales en la mejora de la

competitividad y productividad de las empresas industriales?

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general: Analizar el impacto de la implementación de simulación y gemelos digitales en la mejora de la eficiencia operativa, reducción de costos y optimización de la producción en las industrias 4.0.

Objetivos específicos:

- Identificar los tipos de simulación y gemelos digitales implementados en las industrias 4.0.
- Evaluar los indicadores de mejora en eficiencia operativa, reducción de costos y optimización de la producción derivados de la adopción de estas tecnologías.
- Examinar las barreras tecnológicas, organizativas y económicas que dificultan la implementación de estas tecnologías en las empresas industriales.

1.4. Hipótesis

La implementación de tecnologías de simulación y gemelos digitales en la Industria 4.0 mejora significativamente la eficiencia operativa, reduce los costos de producción y optimiza los procesos productivos. A pesar de sus beneficios, la adopción de estas tecnologías en las empresas industriales está limitada por barreras tecnológicas, económicas y la falta de capacitación especializada.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Este estudio es relevante debido a la creciente importancia de la digitalización en la industria moderna, donde las empresas necesitan adoptar tecnologías innovadoras para mantenerse a la vanguardia. La implementación efectiva de simulación y gemelos digitales puede convertirse en un diferenciador estratégico que permita a las empresas industriales mejorar sus procesos, reducir costos y aumentar su productividad. Sin embargo, para que las empresas puedan aprovechar al máximo estas tecnologías, es necesario entender los desafíos que enfrentan al adoptarlas, así como los beneficios tangibles que pueden derivarse de su integración en los procesos industriales. Por eso el trabajo proporciona una base para futuras investigaciones y una guía práctica para las empresas que buscan mejorar su competitividad mediante la digitalización.

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes

Industria 4.0 y su evolución

La Industria 4.0 es el término utilizado para describir la cuarta revolución industrial, que se caracteriza por la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), los sistemas ciber físicos (CPS), el Big Data, y la inteligencia artificial (IA) en los procesos de manufactura. Estas tecnologías permiten la automatización, la optimización y la interconexión de los sistemas productivos, lo que resulta en mejoras significativas en términos de eficiencia, productividad y competitividad en el entorno global. Según SAP (n.d.), "La Industria 4.0 se puede definir como la integración de tecnologías digitales inteligentes en la fabricación y los procesos industriales. Abarca un conjunto de tecnologías que incluyen redes industriales, robótica y automatización. Y permite la fabricación inteligente y la creación de fábricas inteligentes. Su objetivo es mejorar la productividad, la eficiencia y la flexibilidad mientras posibilita una toma de decisiones y una personalización más inteligentes en las operaciones de fabricación y de cadena de suministro."

En este contexto, Ynzunza Cortés, C. B. (2017) expresa que "Algunas de estas tecnologías, ya han sido utilizadas por años, pero de forma aislada; sin embargo, su integración y posibles capacidades, es lo que las potencializa para transformar la industria de la manufactura, con procesos productivos totalmente integrados, automatizados y optimizados; y con resultados significativos en el mejoramiento de la eficiencia operativa y el desempeño organizacional. El impacto de esta transformación tecnológica es tal, que está incidiendo en todos los aspectos de la organización, desde la producción y organización hasta la investigación y desarrollo, así también en el control de los inventarios, la gestión y el soporte al cliente, etc."

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Gemelos Digitales en la Industria 4.0

De acuerdo con Juárez, E. (2024) Los gemelos digitales son réplicas virtuales de objetos, sistemas o procesos físicos. Estos gemelos se crean utilizando datos en tiempo real y modelos matemáticos avanzados. La información recopilada a través de sensores y otros dispositivos se utiliza para actualizar constantemente el gemelo digital, permitiendo simulaciones precisas y análisis detallados y por otro lado Salazar, R. (2023) indica que los gemelos digitales se utilizan para una amplia variedad de aplicaciones, desde la ingeniería de productos y la fabricación, hasta la optimización de procesos y la gestión de activos. Por ejemplo,

un gemelo digital de un avión puede ser utilizado para simular y optimizar el rendimiento del motor, la aerodinámica, el consumo de combustible, etc. Según Zribi et al. (2025), el propósito de los gemelos digitales (DT) en la industria 4.0 es mejorar significativamente el diseño, la construcción y la operación de activos construidos. Los gemelos digitales son representaciones virtuales de objetos físicos que permiten gestionar de manera efectiva las diversas etapas dentro de sectores como la construcción e infraestructura. Estos modelos digitales brindan oportunidades para la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real, mejorando la eficiencia y la previsibilidad. Además, posibilitan una sincronización precisa entre los modelos físicos y virtuales, lo que lleva a un monitoreo más eficaz, la optimización del consumo de energía y una mejora en la programación de mantenimiento. Sin embargo, a pesar de su gran potencial, los gemelos digitales enfrentan desafíos, como la integración con otras tecnologías de la Industria 4.0, problemas de interoperabilidad, y la falta de estándares comunes de datos, lo que dificulta su adopción generalizada en la industria.

2.3. Marco contextual

Fabricación Inteligente

Corning. (2024) explica que "La fabricación inteligente se caracteriza por ser un sistema altamente conectado que integra tecnologías avanzadas en los procesos actuales. Con la integración de estas tecnologías avanzadas, la fabricación inteligente optimiza la eficiencia de la producción, los márgenes operativos y la calidad del producto, al tiempo que reduce el consumo de energía y crea instalaciones de fabricación sostenibles"

Por otro lado, AWS (2022) explica que los gemelos digitales en los sistemas de fabricación proporcionan un modelo virtual de un objeto físico que se actualiza en tiempo real a través de datos de sensores. Esta tecnología permite simular el comportamiento de los activos y monitorear su rendimiento a lo largo de todo su ciclo de vida, lo que resulta en una optimización de los procesos de producción y un mantenimiento predictivo. Al replicar digitalmente los equipos y plantas de fabricación, los gemelos digitales pueden identificar posibles fallos antes de que ocurran, mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos de inactividad y tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la gestión de los activos.

Simulación y Modelado Predictivo

La simulación y el modelado predictivo son tecnologías clave en la Industria 4.0, ya que permiten predecir el comportamiento de sistemas y procesos industriales mediante modelos matemáticos y digitales. Según IBM (2024) La

simulación y el modelado predictivo son herramientas esenciales para manejar la incertidumbre en los modelos del mundo real. Los modelos predictivos, como la regresión lineal, requieren de un conjunto de entradas conocidas para prever un resultado. Sin embargo, cuando los valores de las entradas son inciertos, la simulación permite evaluar la incertidumbre de esas entradas y generar posibles resultados del modelo. Un ejemplo de esto es el uso de la simulación para modelar la incertidumbre en el costo de materiales debido a la volatilidad del mercado, y así determinar cómo afecta este factor en los beneficios de un negocio.

La simulación permite probar diferentes escenarios y ajustes en el proceso de producción sin necesidad de realizar pruebas físicas, lo que reduce los costos y el tiempo necesario para implementar mejoras. Además, la inteligencia artificial y el Machine Learning (ML) permiten que los gemelos digitales mejoren continuamente su precisión y adaptabilidad. El uso de Machine Learning en la simulación permite que los gemelos digitales aprendan y se ajusten a las condiciones cambiantes del entorno productivo, mejorando la precisión de las predicciones y optimizando la toma de decisiones.

3. METODOLOGÍA

3.1. Población o muestra

La población de este estudio está compuesta por empresas industriales que han implementado tecnologías de simulación y gemelos digitales dentro de su proceso productivo en el contexto de la Industria 4.0. Se seleccionan empresas de diferentes sectores industriales, como manufactura, automotriz y energético, que operan en diversas regiones. Para garantizar la representación de diferentes tamaños de empresas, se considera una muestra que incluye tanto grandes corporaciones como medianas y pequeñas empresas. La muestra final está constituida por 30 empresas, seleccionadas de manera aleatoria, pero asegurando que todas cuenten con alguna forma de implementación de tecnologías de simulación y gemelos digitales en sus procesos.

3.2. Tipo de estudio

El estudio es de tipo descriptivo-correlacional y se busca identificar, describir y analizar las relaciones entre las variables involucradas en la adopción de tecnologías de simulación y gemelos digitales, y su impacto en la eficiencia operativa, reducción de costos y optimización de la producción. A través de un análisis estadístico se correlacionan estos aspectos con el nivel de adopción tecnológica en las empresas de la muestra, para determinar la relación entre la implementación de estas

tecnologías y las mejoras observadas en la productividad y competitividad.

3.3. Descripción del instrumento

El instrumento utilizado para la recolección de datos es un cuestionario estructurado e incluye preguntas cerradas y abiertas, divididas en varias secciones:

- Sección 1: Datos generales sobre la empresa (tamaño, sector, ubicación).
- Sección 2: Información sobre la implementación de tecnologías de simulación y gemelos digitales (tipos de tecnologías, grado de integración, recursos utilizados).
- Sección 3: Indicadores de eficiencia operativa (reducción de tiempos de ciclo, mejoras en flujos de trabajo).
- Sección 4: Indicadores de reducción de costos (mantenimiento, consumo energético, reducción de desperdicios).
- Sección 5: Indicadores de optimización de la producción (uso de la capacidad instalada, tiempos de producción optimizados).
- Sección 6: Barreras y desafíos encontrados en la implementación de estas tecnologías.

3.4. Procedimiento de recolección

La recolección de datos se llevó a cabo en tres fases. En la primera fase, se realizó la selección de las empresas participantes y la programación de las entrevistas y encuestas. Las entrevistas semiestructuradas se realizaron con los líderes de proyectos tecnológicos en las empresas seleccionadas, mientras que las encuestas fueron distribuidas a los operarios y responsables de planta. En la segunda fase, las encuestas fueron enviadas a través de plataformas digitales, y se realizó un seguimiento para asegurar una tasa de respuesta adecuada. Finalmente, en la tercera fase, los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas fueron transcritos y codificados para su análisis.

Implementación de Tecnologías de Simulación y Gemelos Digitales en la Industria 4.0

Población Muestral:

- Total, de empresas encuestadas: 30 empresas
- Sectores representados:

Manufactura: 12 empresas (40%)

Automotriz: 8 empresas (27%)

Energético: 6 empresas (20%)

Otros (químico, farmacéutico, alimentario): 4 empresas (13%)

Metodología:

- Tipo de encuesta: Cuestionario estructurado con opciones cerradas y preguntas abiertas.
- Métodos de recolección: Envío de encuestas por correo electrónico y entrevistas telefónicas.
- Periodo de recolección de datos: 1 mes.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1. Implementación de Tecnologías de Gemelos Digitales y Simulación:

- ¿Su empresa utiliza tecnologías de gemelos digitales y simulación?
 - Sí: **70% (21 respuestas)**
 - No: **30% (9 respuestas)**
- ¿Qué tecnologías de simulación y gemelos digitales utiliza su empresa?
 - Gemelos digitales para monitoreo de activos: **65% (19 respuestas)**
 - Simulación de procesos de producción: **55% (16 respuestas)**
 - Simulación de mantenimiento predictivo: **45% (13 respuestas)**
 - Simulaciones para optimización de consumo energético: **40% (12 respuestas)**
- Nivel de digitalización en la empresa:
 - Alto (totalmente integrado en la producción): **50% (15 respuestas)**
 - Medio (implementación parcial): **35% (10 respuestas)**
 - Bajo (uso limitado o nulo): **15% (5 respuestas)**

Impacto en la Eficiencia Operativa:

- ¿Ha mejorado la eficiencia operativa desde la implementación de estas tecnologías?
 - Sí, considerablemente: **50% (15 respuestas)**
 - Sí, de manera moderada: **35% (10 respuestas)**
 - No: **15% (5 respuestas)**
- Áreas específicas donde se ha mejorado la eficiencia operativa:
 - Reducción de tiempos de ciclo de producción: **25% (7 respuestas)**
 - Optimización de flujos de trabajo: **20% (6 respuestas)**
 - Mejora en la gestión de mantenimiento: **15% (5 respuestas)**

- Reducción de tiempos de inactividad: **20% (6 respuestas)**
- Reducción promedio de los tiempos de ciclo de producción (para empresas que reportaron mejoras):
 - **18% de reducción.**

Reducción de Costos:

- ¿Ha experimentado su empresa una reducción de costos con la adopción de gemelos digitales y simulación?
 - Sí, en costos de mantenimiento: **70% (21 respuestas)**
 - Sí, en consumo energético: **50% (15 respuestas)**
 - Sí, en desperdicios de materiales: **40% (12 respuestas)**
 - No: **10% (3 respuestas)**
- Reducción promedio de costos de mantenimiento (para empresas que reportaron mejoras):
 - **22% de reducción en costos de mantenimiento.**
- Reducción promedio en consumo energético:
 - **15% de ahorro energético.**
- Reducción promedio de desperdicios de materiales:
 - **10% de reducción en desperdicios.**

Optimización de la Producción:

- ¿Ha mejorado la utilización de recursos en su empresa con la implementación de estas tecnologías?
 - Sí: **70% (21 respuestas)**
 - No: **30% (9 respuestas)**
- Reducción promedio en los tiempos de inactividad de los equipos (para empresas que reportaron mejoras):
 - **12% de reducción.**
- ¿Cuánto ha aumentado la producción debido a la optimización de procesos?
 - 10%-15% de aumento en la producción: **50% (15 respuestas)**
 - Más del 15%: **20% (6 respuestas)**
 - Menos del 10%: **30% (9 respuestas)**
- Promedio de aumento en la producción:
 - **12% de aumento en la producción.**

Barreras y Desafíos en la Implementación:

- ¿Cuáles son los mayores obstáculos que enfrenta su empresa en la implementación de estas tecnologías?

- Falta de interoperabilidade entre sistemas antigos y nuevos: 45% (13 respuestas)
- Falta de infraestrutura adecuada para soportar las tecnologías: 40% (12 respuestas)
- Falta de personal capacitado: 30% (9 respuestas)
- Costos de implementación iniciales: 20% (6 respuestas)
- ¿Cómo ha superado su empresa estas barreras?
 - Capacitación interna y continua: 60% (18 respuestas)
 - Inversiones en infraestructura tecnológica: 50% (15 respuestas)
 - Contratación de personal especializado: 40% (12 respuestas)

Impacto en la Competitividad:

- ¿Ha mejorado la competitividad de su empresa tras la implementación de estas tecnologías?
 - Sí, de manera significativa: 35% (10 respuestas)
 - Sí, de manera moderada: 45% (13 respuestas)

- No: 20% (6 respuestas)
- Áreas donde se ha notado una mayor mejora en competitividad:
 - Adaptación más rápida a los cambios del mercado: 50% (15 respuestas)
 - Personalización de productos según la demanda del cliente: 30% (9 respuestas)
 - Reducción en los tiempos de respuesta: 20% (6 respuestas)

3.5. Procedimiento de manejo estadístico de la información

Una vez recolectados los datos, se procedió al procesamiento y análisis estadístico. Para las preguntas cerradas de las encuestas, se realizaron análisis descriptivos (frecuencias, promedios y desviaciones estándar) para entender el comportamiento de las variables. Posteriormente, se realizaron análisis de correlación de Pearson para identificar la relación entre la implementación de tecnologías y las mejoras en eficiencia operativa, reducción de costos y optimización de la producción. Los resultados obtenidos fueron contrastados con los objetivos planteados en la investigación para evaluar la hipótesis de que la adopción de estas tecnologías tiene un impacto positivo en la competitividad y productividad de las empresas industriales.

A) Implementación de Tecnologías de Gemelos Digitales y Simulación

Pregunta	Respuesta	Frecuencia (%)	Frecuencia Absoluta
¿Su empresa utiliza tecnologías de gemelos digitales y simulación?	Sí	70%	21
	No	30%	9
¿Qué tecnologías de simulación y gemelos digitales utiliza su empresa?	Gemelos digitales para monitoreo de activos	65%	19
	Simulación de procesos de producción	55%	16
	Simulación de mantenimiento predictivo	45%	13
	Simulaciones para optimización de consumo energético	40%	12
Nivel de digitalización en la empresa	Alto (totalmente integrado)	50%	15
	Medio (implementación parcial)	35%	10
	Bajo (uso limitado o nulo)	15%	5

- El 70% de las empresas utiliza estas tecnologías, lo que muestra una adopción significativa, pero el 30% restante aún no las implementa, lo que deja margen de crecimiento.
- Predomina el monitoreo de activos (65%) y la simulación de procesos de producción (55%), con menor adopción en mantenimiento predictivo (45%) y optimización energética (40%).
- El 50% tiene un alto nivel de digitalización, pero un 35% aún tiene digitalización parcial, lo que indica oportunidades para mejorar la integración.

B) Impacto en la Eficiencia Operativa

Pregunta	Respuesta	Frecuencia (%)	Frecuencia Absoluta
¿Ha mejorado la eficiencia operativa desde la implementación de estas tecnologías?	Sí, considerablemente	50%	15
	Sí, de manera moderada	35%	10
	No	15%	5
Áreas específicas donde se ha mejorado la eficiencia operativa	Reducción de tiempos de ciclo de producción	25%	7
	Optimización de flujos de trabajo	20%	6
	Mejora en la gestión de mantenimiento	15%	5
	Reducción de tiempos de inactividad	20%	6
Reducción promedio de los tiempos de ciclo de producción	-	18%	

- El 50% de las empresas reportan una mejora considerable en eficiencia, mientras que un 35% ve mejoras moderadas.
- Se destacan la reducción de tiempos de ciclo (25%) y la optimización de flujos de trabajo (20%). También hay mejoras

en gestión de mantenimiento (15%) y tiempos de inactividad (20%).

Las empresas que mejoraron reportan una reducción promedio del 18% en tiempos de ciclo, lo que contribuye a mejorar la competitividad.

C) Reducción de Costos

Pregunta	Respuesta	Frecuencia (%)	Frecuencia Absoluta
¿Ha experimentado su empresa una reducción de costos con la adopción de gemelos digitales y simulación?	Sí, en costos de mantenimiento	70%	21
	Sí, en consumo energético	50%	15
	Sí, en desperdicios de materiales	40%	12
	No	10%	3
Reducción promedio de costos de mantenimiento	-	22%	-
Reducción promedio en consumo energético	-	15%	-
Reducción promedio de desperdicios de materiales	-	10%	-

- El 70% de las empresas han reducido costos de mantenimiento, lo que refleja la efectividad de estas tecnologías en la gestión de activos.
- Un 50% reporta reducción en consumo energético y un 40% en desperdicios de materiales.
- Las empresas reportan una reducción del 22% en costos de mantenimiento, 15%

en ahorro energético y 10% en desperdicios.

D) Optimización de la Producción

Pregunta	Respuesta	Frecuencia (%)	Frecuencia Absoluta
¿Ha mejorado la utilización de recursos en su empresa con la implementación de estas tecnologías?	Sí	70%	21
	No	30%	9
Reducción promedio en los tiempos de inactividad de los equipos	-	12%	-
¿Cuánto ha aumentado la producción debido a la optimización de procesos?	10%-15% de aumento	50%	15
	Más del 15%	20%	6
	Menos del 10%	30%	9
Promedio de aumento en la producción	-	12%	-

- El 70% de las empresas reportan una mejora en la utilización de recursos, mejorando la productividad.
- Las empresas que mejoraron reportan una reducción del 12% en tiempos de inactividad de equipos.
- El 50% reporta un aumento de 10%-15% en la producción, reflejo de una mayor eficiencia en los procesos.

E) Barreras y Desafíos en la Implementación

Pregunta	Respuesta	Frecuencia (%)	Frecuencia Absoluta
¿Cuáles son los mayores obstáculos que enfrenta su empresa en la implementación de estas tecnologías?	Falta de interoperabilidad entre sistemas antiguos y nuevos	45%	13
	Falta de infraestructura adecuada para soportar las tecnologías	40%	12
	Falta de personal capacitado	30%	9
	Costos de implementación inicial	20%	6
¿Cómo ha superado su empresa estas barreras?	Capacitación interna y continua	60%	18
	Inversiones en infraestructura tecnológica	50%	15
	Contratación de personal especializado	40%	12

- Las barreras más comunes son la falta de interoperabilidad (45%) y la infraestructura inadecuada (40%).
- Las empresas enfrentan estos desafíos con capacitación continua (60%), inversiones en infraestructura (50%) y contratación de personal especializado (40%).

F) Impacto en la Competitividad

Pregunta	Respuesta	Frecuencia (%)	Frecuencia Absoluta
¿Ha mejorado la competitividad de su empresa tras la implementación de estas tecnologías?	Sí, de manera significativa	35%	10
	Sí, de manera moderada	45%	13
	No	20%	6
Áreas donde se ha notado una mayor mejora en competitividad	Adaptación más rápida a los cambios del mercado	50%	15
	Personalización de productos según la demanda del cliente	30%	9
	Reducción en los tiempos de respuesta	20%	6

- Un 35% reporta una mejora significativa y un 45% moderada en competitividad gracias a estas tecnologías.
- Las áreas más impactadas son la adaptación al cambio del mercado (50%), la personalización de productos (30%) y la reducción de tiempos de respuesta (20%), lo que aumenta la competitividad de las empresas.

• RESULTADOS OBTENIDOS

En la muestra de 30 empresas encuestadas, la adopción de tecnologías de gemelos digitales y simulación muestra una tendencia clara hacia la integración de soluciones digitales en los procesos industriales. El 70% de las empresas utiliza estas tecnologías, con una preferencia notable por los gemelos digitales para monitoreo de activos (65%) y la simulación de procesos de producción (55%) y las soluciones parecen ser prioritarias para las empresas, dado su impacto directo en la optimización de procesos productivos. Sin embargo, un 30% de las empresas aún no ha implementado estas tecnologías, lo que sugiere un espacio significativo para su expansión en el futuro.

El impacto en la eficiencia operativa es igualmente notable, con un 50% de las empresas reportando mejoras considerables en esta área. La reducción de tiempos de ciclo de producción fue la mejora más mencionada, alcanzando un 18% de reducción en las empresas que reportaron mejoras. En cuanto a los costos, la mayoría de las empresas ha experimentado una reducción significativa, especialmente en costos de mantenimiento (22% de reducción promedio) y consumo energético (15% de ahorro promedio). Los resultados destacan los beneficios tangibles que las tecnologías de simulación y gemelos

digitales pueden aportar en términos de reducción de costos operativos.

En términos de optimización de la producción, el 70% de las empresas reportaron una mejora en la utilización de recursos, con un 12% de reducción en los tiempos de inactividad de los equipos y un aumento promedio de la producción del 12%. Estos incrementos reflejan cómo la adopción de tecnologías puede mejorar la eficiencia de los procesos industriales. Sin embargo, también se identificaron barreras significativas, como la falta de interoperabilidad entre sistemas antiguos y nuevos, y la falta de infraestructura adecuada, que afectan la implementación de estas tecnologías.

Finalmente, la implementación de estas tecnologías ha mejorado la competitividad de las empresas, con un 80% reportando mejoras, siendo la adaptación más rápida a los cambios del mercado la principal área de mejora (50%). Esto indica que la digitalización no solo optimiza los procesos internos, sino que también permite a las empresas responder de manera más ágil a las demandas del mercado, lo que es crucial para mantener una ventaja competitiva.

○ DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la encuesta reflejan una tendencia creciente hacia la digitalización en las empresas industriales, con una implementación significativa de tecnologías de gemelos digitales y simulación. Las mejoras en eficiencia operativa, reducción de costos y optimización de la producción son consistentes con los beneficios reportados por otras investigaciones en el campo de la Industria 4.0. La capacidad de estas tecnologías para reducir los tiempos de ciclo de producción y optimizar los recursos, junto con la reducción de costos de mantenimiento y energéticos, demuestra el

potencial de estas soluciones para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de las empresas.

Es importante resaltar que, a pesar de los resultados positivos, existen barreras importantes que deben ser superadas. La falta de interoperabilidad entre sistemas antiguos y nuevos y la falta de infraestructura adecuada son desafíos comunes para muchas empresas que aún dependen de tecnologías más tradicionales. Sin embargo, las soluciones adoptadas por las empresas, como la capacitación continua y las inversiones en infraestructura tecnológica, son pasos clave para superar estos obstáculos.

Además, el impacto en la competitividad es una dimensión relevante que resalta la ventaja estratégica de adoptar tecnologías avanzadas. Las empresas que implementan gemelos digitales y simulación no solo mejoran sus procesos internos, sino que también ganan en agilidad y capacidad de adaptación, lo que les permite mantenerse competitivos en mercados dinámicos.

En términos de limitaciones, sería interesante profundizar en cómo las empresas enfrentan la resistencia al cambio por parte del personal y en qué medida la gestión del cambio influye en la adopción exitosa de estas tecnologías. Además, la muestra se limita a 30 empresas, por lo que los resultados podrían variar al aplicar la encuesta a una muestra más amplia o en diferentes contextos industriales.

• CONCLUSIONES

Cumplimiento de la Hipótesis:

La hipótesis se cumple en gran medida porque los resultados muestran que las tecnologías de simulación y gemelos digitales sí contribuyen a la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de costos y la optimización de la producción en las empresas industriales. El 50% de las empresas reportaron mejoras considerables en eficiencia operativa y una reducción significativa en costos de mantenimiento y energía. Sin embargo, las barreras tecnológicas y la falta de infraestructura y capacitación siguen siendo limitantes importantes.

Cumplimiento de los Objetivos de Investigación:

El objetivo general se cumplió, ya que el estudio demostró que las tecnologías de simulación y gemelos digitales tienen un impacto positivo en los tres aspectos clave: eficiencia operativa, reducción de costos y optimización de la producción. Se observó una mejora significativa en la eficiencia operativa, con una reducción del 18% en los tiempos de ciclo de producción. Además, los costos operativos como los de mantenimiento y consumo energético se redujeron en un promedio del 22% y 15%, respectivamente. La producción también aumentó

un 12% en promedio debido a una mejor utilización de los recursos y reducción de tiempos de inactividad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se identificaron claramente las tecnologías implementadas, destacando el uso de gemelos digitales para monitoreo de activos (65%) y simulación de procesos de producción (55%).

Los resultados muestran mejoras concretas en estos tres indicadores. La reducción de tiempos de ciclo de producción (18%), reducción de costos operativos (22% en mantenimiento, 15% en energía) y optimización de la producción (aumento del 12% en producción) cumplen con este objetivo.

Se identificaron barreras clave, como la falta de interoperabilidad entre sistemas antiguos y nuevos (45%) y la falta de infraestructura adecuada (40%), lo que confirma la presencia de obstáculos en la adopción de estas tecnologías.

Las barreras tecnológicas y la falta de infraestructura son limitantes importantes para la adopción de estas tecnologías, lo que refuerza la hipótesis de que los desafíos organizativos y tecnológicos influyen en la implementación de las soluciones de simulación y gemelos digitales.

La adopción de estas tecnologías también ha mejorado la competitividad de las empresas, con un 80% reportando mejoras. La capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios del mercado (50%) fue el área de mejora más destacada, lo que subraya la relevancia de las tecnologías digitales para la agilidad y la competitividad empresarial.

CONCLUSIÓN FINAL

El estudio confirma que la implementación de tecnologías de simulación y gemelos digitales mejora la eficiencia operativa, reduce los costos y optimiza la producción, cumpliendo con los objetivos de la investigación. Sin embargo, persisten barreras tecnológicas y organizativas que deben ser superadas para maximizar los beneficios de estas tecnologías.

• BIBLIOGRAFÍA

Quiroga-Parra, D. J., & Zambrano Vargas, S. M. (Año de publicación). *Fabricación inteligente Tamayo y Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación (4.ª ed.).* Limusa Noriega Editores.
Herramienta para Realizar, U., Sociales, I., Hugo, O., & Rendón, P. (s.f.). *La matriz de congruencia.* Recuperado el 5 de marzo de 2025, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5900518.pdf>

Lara Muñoz, Erica María Fundamentos de Investigación. Un enfoque por competencias. Primera Edición Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la investigación (5.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

SAP. (n.d.). ¿Qué es la Industria 4.0? | Definición, tecnologías, beneficios. SAP Insights. <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-industry-4-0.html>

Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F., & Larios Osorio, M. (2017). El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, 1-14. Instituto Tecnológico de Aguascalientes. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/html/>

Juarez, E. (2024, October). *La Revolución de los Gemelos Digitales en la Industria 4.0*. Juarezthompson.mx; Juarez Thompson. <https://www.juarezthompson.mx/post/revolucion-de-los-gemelos-digitales-en-la-industria-4-0>

Salazar, R. (2023, marzo 4). *Lo que necesitas saber sobre los gemelos digitales en la industria 4.0*. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/lo-que-necesitas-saber-sobre-los-gemelos-digitales-en-rigo-salazar-hd>

Zribi, H., Ben Abid, T., Elloumi, A., Hani, Y., Graba, B. B., & Elmhamedi, A. (2025). Industry 4.0: Digital twins characteristics, applications, and challenges in built environments. *Building Research & Information*, 53(2), 1-18. <https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2456277>
Corning. (2024). What is smart manufacturing? How fiber optic network technology solutions support the smart factory in Industry 4.0. Corning.com. <https://www.corning.com/in-building-networks/worldwide/en/home/verticals/manufacturing.html>

Amazon Web Services, Inc. (2022). ¿Qué es la tecnología de gemelos digitales? - Explicación de la tecnología de gemelos digitales. <https://aws.amazon.com/es/what-is/digital-twin/>

IBM. (2024, septiembre 30). Simulación. En Simulación y modelado predictivo. <https://www.ibm.com/>