

Proposal of strategic axes for the identification of opportunities and capabilities in Industry 4.0 of organizations

Fernando Prieto Bustamante¹, Mónica Andrea Cangrejo Aguirre², David Felipe Segura Feliciano³ e Ingrid Julieth Estupiñan Rios⁴

Fernando Prieto Bustamante, Universidad Santo Tomás, Colombia, fernando.prieto@usantotomas.edu.co
Mónica Andrea Cangrejo Aguirre, Universidad Santo Tomás, Colombia, monicacangrejo@usantotomas.edu.co
David Felipe Segura Feliciano, Universidad Santo Tomás, Colombia, davidsegura@usantotomas.edu.co
Ingrid Julieth Estupiñan Rios, Universidad Santo Tomás, Colombia, ingridestupinan@usantotomas.edu.co

Abstract – This article presents a comparison between different theoretical frameworks proposed by different authors in the last 5 years, finally presenting a proposal based on different aspects or strategic axes that, based on the analysis developed, the authors of the present sustain as main for the organizations take into account in the internal and external processes of Industry 4.0 to achieve a company with a higher level of competitiveness.

Keywords – Industry 4.0, strategic axes, organizations, companies.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.159>
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

Propuesta de ejes estratégicos para la identificación de oportunidades y capacidades en Industria 4.0 de las organizaciones

Proposal of strategic axes for the identification of opportunities and capabilities in Industry 4.0 of organizations

Fernando Prieto Bustamante¹, Mónica Andrea Cangrejo Aguirre², David Felipe Segura Feliciano³ e Ingrid Julieth Estupiñan Rios⁴

Fernando Prieto Bustamante, Universidad Santo Tomás, Colombia, fernando.prieto@usantotomas.edu.co
Mónica Andrea Cangrejo Aguirre, Universidad Santo Tomás, Colombia, monicacangrejo@usantotomas.edu.co
David Felipe Segura Feliciano, Universidad Santo Tomás, Colombia, davidsegura@usantotomas.edu.co
Ingrid Julieth Estupiñan Rios, Universidad Santo Tomás, Colombia, ingridestupinan@usantotomas.edu.co

Resumen – Este artículo presenta una comparación entre diferentes marcos teóricos propuestos por diferentes autores en los últimos 5 años, presentando finalmente una propuesta basada en diferentes aspectos o ejes estratégicos que, a partir del análisis desarrollado, los autores del presente sustentan como principales para que las organizaciones tengan en cuenta en los procesos internos y externos de Industria 4.0 para lograr una empresa con mayor nivel de competitividad.

Palabras claves – Industria 4.0, ejes estratégicos, organizaciones, empresas.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el mundo ha ido presentado numerosas actualizaciones en la forma de hacer las cosas, estos cambios los han traído las diferentes industrias, que han impactado y así aportado un avance importante para reducir esfuerzo, tiempo, dinero, etc., de los seres humanos, lo que también beneficia a las compañías, por tal motivo, la industria 4.0, a pesar de que no ha marcado su final sigue trayendo numerosos cambios, y formas diferentes herramientas tecnológicas y digitales las cuales diversas de estas no han sido consolidadas a la fecha de elaboración de este artículo. Según un artículo de la revista Forbes, Industria 4.0 quiere decir “integración profunda de los sistemas informáticos, suponiendo que en el momento al que hace referencia, la fabricación totalmente digital esté completa” [1].

De esta manera, se ha afirmado que tres características diferenciales de las buenas prácticas que conllevan la nueva industria es la calidad, rapidez y flexibilidad, lo que permite a las organizaciones implementar procesos de mejor calidad, pero con precios más bajos, algunas de estas tecnologías son Ciberseguridad, Cloud, Big Data, Simulación, entre otras. [2]

II. MARCO REFERENCIAL

A. Estrategia para la implementación de la transformación digital

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.159>
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

La industria 4.0 o más conocida como la cuarta revolución industrial, hace referencia a la interconectividad, automatización, análisis de datos en tiempo real, entre otros. En la siguiente Figura 1 se puede observar las revoluciones industriales que se han presentado a lo largo de la historia



Fig. 1 Revolución industrial y sus cambios. Fuente [3]

La nueva era, se caracteriza por las tecnologías emergentes evidenciadas en la Figura 2, las cuales han tenido un gran impacto en las empresas, sin embargo, deben saber qué tecnologías se acoplan mejor a sus necesidades y así mismo deben potenciarlas.

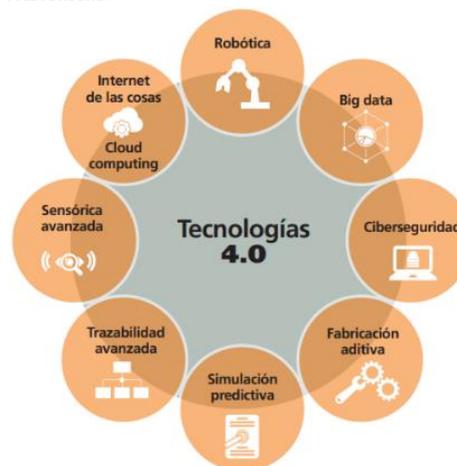


Fig. 2 Tecnologías Emergentes. Fuente [4]

De esta manera, diferentes investigadores han propuesto marcos de referencia, donde se generan recomendaciones o aspectos primordiales que la nueva era trae consigo y que afecta de forma importante a las organizaciones, por lo que deben ser medibles para lograr empresas actualizadas, que continúen en la vanguardia que la nueva era representa. A continuación, se presenta la descripción y características relevantes de los seis (6) marcos de referencia que fueron seleccionados.

B. Descripción de un marco de referencia para la implantación de industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial.

En el análisis desarrollado por los autores fueron planteadas tres (3) áreas donde se tiene en cuenta industria 4.0 el cual presenta un impacto importante en las organizaciones, las áreas son:

- Estrategia y organización: Definición de estructura organizativa, estrategia de digitalización, estrategia de digitalización vigilancia tecnológica y gestión del conocimiento.
- Infraestructura: Identificación de capacidades de ciber físicas y de análisis de información.
- Procesos: Identificación de sistema productivo, nivel incorporación de tecnología a los procesos.

De igual forma, se analizan las capacidades de apropiación tecnológica los cuales son los posibilitadores, lo que significa, uso de tecnologías que permiten la conexión entre el mundo físico y el digital.

C. Industria 4.0: la transformación digital de la industria

El informe resalta los aspectos en los que se basa el mercado, estos son la personalización, creación de nuevos productos y servicios innovadores, así mismo, el nuevo cliente paga por experiencia o el servicio, por lo que en la nueva industria se requiere de servicios y productos personalizados, generalmente apoyado de software y conectividad.

De esta manera, se puede observar en la Figura 3 un modelo de negocio de fabricación 4.0, en el que se tienen en cuenta facilitadores de crecimiento y tecnológico.



Fig. 3 Modelo de Negocio de Fabricación 4.0. Fuente [5]

Posteriormente, el informe plantea los pilares de la inteligencia en Industria 4.0, los cuales son fundamentales para realizar las soluciones inteligentes, como se observa en la Figura 4.



Fig. 4 Pilares de la Industria 4.0. Fuente [5]

D. Marco para la orientación y la industria 4.0 desde la perspectiva de la gestión avanzada

EUSKALIT y Mondragon Unibertsitatea se basaron en el Modelo de Gestión Avanzada (MGA) con el fin de generar buenas prácticas de gestión y desarrollo de proyectos, combinando la transformación digital y la industria 4.0, logrando potencializar estos proyectos, mejorar la comunicación y la toma de decisiones.

Estrategia

Las nuevas tecnologías digitales pueden ayudar en temas de recolección y análisis de datos, puede generar ideas de nuevos productos y/o servicios, también de mejoras que deben implementar, así mismo como la comunicación masiva de las decisiones tomadas en base a la estrategia. También se plantearon algunas recomendaciones en base a la implementación de la industria 4.0:

- Mejorar la captación y análisis de información estratégica externa.
- Aumentar la información sobre el rendimiento y resultados internos en base a datos provenientes de productos, servicios.
- Identificar y analizar las oportunidades que ofrecen la digitalización y la Industria 4.0 en el modelo de negocio y en los productos y servicios actuales.
- Utilizar las simulaciones y tecnologías relacionadas para analizar los riesgos y los distintos escenarios estratégicos.
- Proteger la información de carácter confidencial, legalmente regulada y crítica para la organización.

Cientes

Lo que se busca es aumentar la comunicación con clientes y cualquier integrante que aporte valor a la organización, también en la aplicación de equipos digitales colaborativos, generando una propuesta de valor distinta, como lo puede ser el mantenimiento predictivo, integración de procesos, entender al cliente, trazabilidad. Es por ello que se generan las siguientes recomendaciones:

- Integrar a los clientes y a proveedores en el diseño y desarrollo de productos, servicios y procesos, potenciando iniciativas de colaboración y compartiendo información.
- Analizar la eficacia y eficiencia de la marca y de las estrategias y canales de venta.
- Gestionar eficientemente los almacenes e inventarios.

Personas

Para la eficiencia de los grupos de trabajo y de las habilidades digitales de cada empleado, gracias a la digitalización se pueden integrar en actividades específicas las cuales logran desarrollar las competencias, conocimiento y el talento de las personas, logrando su compromiso y sentido de pertenencia hacia la empresa. Algunos ejemplos pueden ser:

- Seguridad de las personas.
- Formación.
- Acceso a información.
- Aprendizaje a través del móvil.
- Gestión de la carrera profesional y el talento.

E. Modelo de evaluación de la madurez y preparación hacia la industria 4.0: una revisión de literatura

Se analizan diferentes modelos de madurez de la industria 4.0, los cuales son importantes para el planteamiento de uno nuevo modelo para cualquier tipo de empresa, este permite que las empresas se puedan ir integrando a las nuevas tecnologías, además conocer el grado de preparación que tienen en diez (10) aspectos internos, como se ve en la Tabla I.

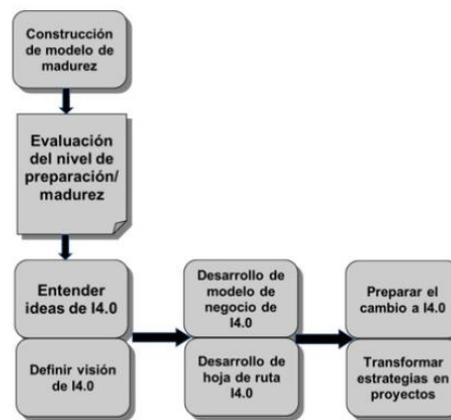


Fig. 5 Modelo de transición a la Industria 4.0. Fuente [6]

TABLA I
LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EVALUACIÓN DEL GRADO DE PREPARACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0 FUENTE [6]

Lista de verificación para evaluación del grado de preparación para la Industria 4.0		
No.	Elemento	Descripción
1	Productos	Incorporación de sistemas ciberfísicos y/o IoT en el diseño de los productos o capacidad para hacerlo
2	Cientes	Utilización de datos de los clientes, digitalización de ventas y servicio
3	Operaciones	Modelado y simulación, colaboración interdepartamental
4	Tecnología	Grado de modernización del sistema de tecnología de la información y comunicación, uso de dispositivos móviles
5	Estrategia	Disponibilidad de hoja de ruta para Industria 4.0, adaptación de modelos de negocio
6	Liderazgo	Liderazgo comprometido con el cambio de paradigma, habilidades y competencias de gestión
7	Sistema de gobierno	Regulaciones laborales para I4.0, protección de propiedad intelectual
8	Cultura	Intercambio de conocimiento, innovación abierta
9	Gente	Competencias y habilidades del personal, apertura del personal a nuevas tecnologías
10	Organización	Alineación organizacional para la adopción de I4.0

F. Marco para la evaluación en la implementación de la industria 4.0

Al hablar de Industria 4.0 se debe mencionar la transformación digital, es por esto por lo que las empresas deben tener clara la metodología que deben implementar. Una vez teniendo clara dicha metodología se debe reconocer el modelo de madurez de la industria 4.0, para esto se presentan varios modelos.

El modelo “Industry 4.0 Readiness” realizado por la fundación IMPULS, busca la orientación de la tecnología por medio de diferentes preguntas, buscando la medición de seis (6) dimensiones que se consideran importantes.

- Estrategia y organización:
 - Estado de implementación de la estrategia Industria 4.0.
 - Operatividad y revisión de estrategia a través de un sistema de indicadores.
 - Inversión relacionada con Industria 4.0.
 - Uso de la tecnología y la gestión de la innovación.
- Fábrica inteligente:
 - Modelado digital.

- Infraestructura/equipamiento.
- Uso de datos.
- Sistemas TI.
- Operaciones inteligentes:
 - El intercambio de información.
 - Uso de la Nube.
 - Seguridad en sistemas TI.
 - Procesos autónomos.
- Productos:
 - Recopilación de datos sobre su entorno y sobre su propio estado.
 - Comunicación entre los clientes y los fabricantes.
- Servicios basados en datos:
 - Disponibilidad de servicios basados en datos.
 - Porcentaje de ingresos derivados de servicios basados en datos.
 - Cuota de datos utilizados.
- Empleados:
 - Nuevas habilidades y conocimientos.
 - Empleados en diversas áreas tecnológicas.

Todas estas dimensiones se miden para registrar el modelo de madurez el cual se muestra en la Figura 6, este modelo muestra el nivel de la empresa frente a la industria 4.0, desde el nivel cero (0) que no tiene implementado ningún proceso, hasta el nivel cinco (5) el cual indica la implementación de todas las acciones.

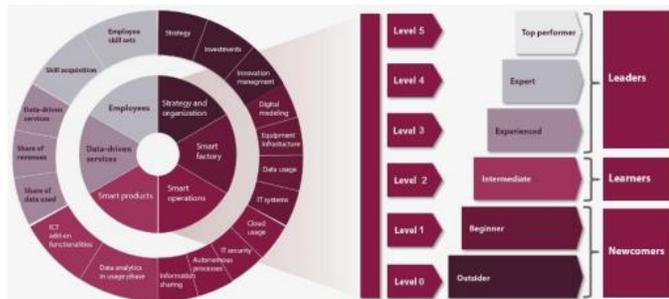


Fig. 6 Modelo Industry 4.0 Readiness. Fuente [7]

PwC ha realizado una herramienta de evaluación para la industria 4.0 denominada Industry 4.0 Self-Assessment, esta busca medir el estado actual de las empresas y compararlo frente al nivel de madurez, el cual se basa en seis (6) aspectos relevantes, los cuáles son:

- Modelos de negocio, portafolio de productos y servicios.
- Acceso al mercado y al cliente.
- Cadenas de valor y procesos.
- Arquitectura TI.
- Cumplimiento, legalidad, riesgos, seguridad e impuestos.
- Organización y cultura.

Al final de resolver los cuestionarios la herramienta catalogará la empresa en cuatro (4) niveles (Novato digital, integrador vertical, colaborador horizontal, campeón digital),

cada uno describe el nivel de implementación de tecnología, de menos a más.

G. La preparación de la industria inteligente índice en singapur

La empresa TÜV SÜD creó un índice para la preparación de las compañías hacia las nuevas tecnologías en Singapur, el modelo está basado en tres (3) componentes fundamentales para la industria 4.0 (Tecnología, proceso y organización) buscando el balance entre lo técnico y la usabilidad.

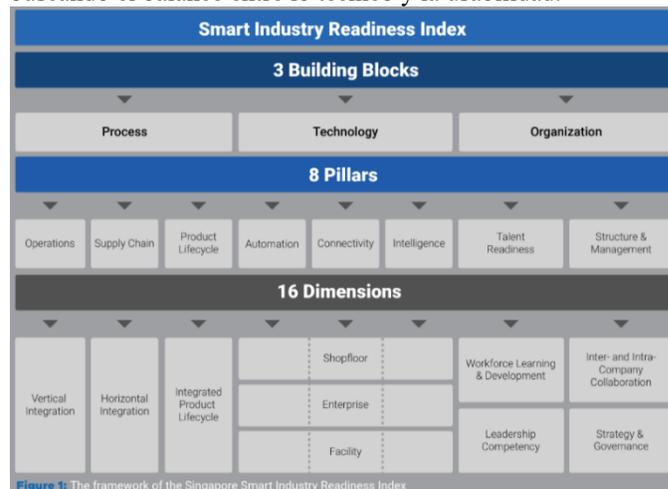


Figure 1: The framework of the Singapore Smart Industry Readiness Index

Fig. 7 Modelo del Índice de Preparación de la Industria Inteligente de Singapur. Fuente [8]

El modelo está compuesto por los tres componentes anteriormente mencionados en la parte superior, de estos se dividen ocho (8) pilares y así mismo de estos pilares se descomponen en dieciséis (16) dimensiones, como se observa en la Figura 7. El marco LEAD, establece cuatro pasos que las empresas deben contemplar en sus procesos de transformación de industria 4.0, estos son:

1. Aprender: Se busca incrementar la comprensión de los conceptos claves de la industria 4.0 y establecer un lenguaje común entre todos los empleados.
2. Evaluar: Las empresas deben tomar las dieciséis (16) dimensiones y realizar una evaluación, teniendo en cuenta la importancia que tienen algunas sobre otras dependiendo las necesidades de la empresa.
3. Arquitecto: Tras conocer el estado actual de la industria 4.0, las empresas deben generar una hoja de ruta para llevar a cabo la implementación de las tecnologías necesarias para la empresa.
4. Entregar: Las empresas tras implementar las tecnologías necesarias pueden seguir perfeccionando las e ir implementando más.

III.METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo de este artículo, se realizó la revisión bibliográfica correspondiente de los marcos de referencia orientados hacia los ejes estratégicos o características

principales que son necesarios para medir o evaluar el estado de madures de la organización frente a los procesos de innovación

A. Criterios de inclusión y de exclusión

Los criterios de selección planteados para la revisión marcos de referencia son:

CI 1. Fuente confiable, como artículos de revistas científicas, trabajos de grado de universidades y entidades (públicas o privadas) nacionales e internacionales.

CI 2. Mínimo tres (3) ejes estratégicos dentro del proceso a analizar, propuestos por el autor.

CI 3. Justificación de cada eje estratégico planteado por el autor del marco.

Por otro lado, los criterios de exclusión planteados para la revisión marcos de referencia son:

CE 1. Documentos que no cuentan con base empírica

CE 2. Libros que completos de Innovación que no enmarcan específicamente ejes estratégicos claves

CE 3. Documentos que incluyen palabras clave, pero no aportan información relevante para apoyar.

CE 4. Documentos incompletos o con restricción de visualización.

CE 5. Textos que no tienen relación directa con la revisión de marcos de referencia.

B. Extracción de datos

Según la revisión y análisis bibliográfico se evaluaron ciento veintitrés (123) marcos de referencia de los cuales veintitrés (23) pertenecen a La Industria 4.0. De esta forma, se presenta el diagrama de flujo (Figura 8) alineado a cada proceso en donde se resume el proceso de búsqueda y selección de los

marcos teóricos encontrados, así como el proceso de inclusión y exclusión según el análisis individual de los títulos, resúmenes y textos completos.

Acorde a esto, los marcos de referencia de industria 4.0 seleccionados fueron ocho (6), el proceso de selección se puede observar en la Figura 8.

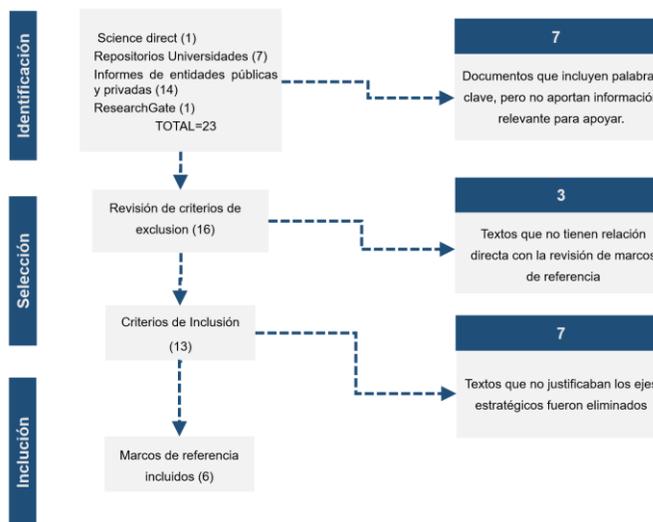


Fig. 8 Diagrama de los criterios de selección de Innovación. Fuente Elaboración propia

De este modo se logró filtrar cuales artículos, basados en los criterios de inclusión, deben ser considerados para el desarrollo del artículo y aportan valor desde los instrumentos existentes.

En la Tabla II se realizó una síntesis de los marcos de referencia anteriormente descritos, de esta manera se identificaron las fortalezas y debilidades que cada uno presenta en el desarrollo del proceso de Industria 4.0 en las empresas.

TABLA II. CUADRO COMPARATIVO MARCOS DE REFERENCIA DE INDUSTRIA 4.0

MARCO DE REFERENCIA	AUTOR	CARACTERÍSTICAS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Descripción de un marco de referencia para la implantación de Industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial	Camila Ramírez Zapata	Áreas de impacto en las organizaciones: <ul style="list-style-type: none"> Estrategia y organización Infraestructura Procesos 	<ul style="list-style-type: none"> Evalúa tres (3) áreas importantes que impactan de forma importante en las organizaciones. Analizan las capacidades de apropiación tecnológica. 	Se enfoca en el mercado de la ciudad de Medellín por lo que no resulta ser aplicable para otros.
Industria 4.0: La Transformación Digital de la Industria	José Luis del Val Román	<ul style="list-style-type: none"> Facilitadores de crecimiento/eficiencia Facilitadores tecnológicos Pilares Producto Inteligente 4.0 	Analiza tipos de facilitadores y pilares que las empresas deben considerar para el crecimiento y eficiencia tecnológico.	Tiene un enfoque importante hacia la fabricación de la industria 4.0 pero no a un modelo integral.
Marco para la orientación y la Industria 4.0 desde la	Kudeaketa Aurrearatua Euskalit:Gestión Avanzada	Proyectos para potencializar y mejorar la comunicación y a toma de decisiones: <ul style="list-style-type: none"> Estrategia Clientes 	<ul style="list-style-type: none"> Busca potencializar la organización. Busca mejorar la organización. 	Tiene en cuenta mecanismos de gestión, pero deja un poco de lado las herramientas

perspectiva de la Gestión Avanzada		<ul style="list-style-type: none"> • Personas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene como objetivo mejorar la comunicación y toma decisiones empresariales. • Tiene en cuenta ejes importantes que implica la operación de las organizaciones. 	tecnológicas que hace uso la organización.
Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: Una revisión de Literatura	Marco Vinicio Jacquez Virginia Guadalupe López	<p>Evaluación del grado de preparación para la Industria 4.0:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Productos • Clientes • Operaciones • Tecnología • Estrategia • Liderazgo • Sistema de Gobierno • Cultura • Gente • Organización 	<ul style="list-style-type: none"> • Establece una evaluación general que implica la industria 4.0 dentro de la organización. • Presenta un modelo de transición hacia la Industria 4.0 • Busca la implementación de nuevas tecnologías para todo tipo de empresa. 	Se enfoca únicamente en aspectos internos de la organización, ignorando los externos que puede repercutir en la operabilidad de las empresas.
Marco para la evaluación en la implementación de la Industria 4.0	María Dolores Sánchez Pena	<p>Medición de dimensiones relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia y organización • Fábrica inteligente • Operaciones inteligentes • Productos • Servicios basados en datos • Empleados <p>Aspectos relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelos de negocio, portafolio de productos y servicios • Acceso al mercado y al cliente • Cadenas de valor y procesos • Arquitectura TI • Cumplimiento, legalidad, riesgos, seguridad e impuestos • Organización y cultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca medir dimensiones relevantes. • Propone una integración importante entre industria 4.0 y transformación digital. 	La herramienta propuesta se limita a medir cuatro (4) aspectos de la organización.
La preparación de la Industria Inteligente índice en Singapur	EDB-Singapur	<p>Pilares para la industria inteligente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operaciones • Cadena de suministro • Ciclo de vida de producto • Automatización • Conectividad • Inteligencia • Preparación de talento • Estructura y gestión <p>Pasos para proceso de transformación e Industria 4.0:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender • Evaluar • Arquitectura • Entrega 	<ul style="list-style-type: none"> • Abarca diferentes pilares de la nueva industria. • Propone unos pasos que funcionan como guía para que las empresas tengan en cuenta en su proceso de transformación hacia la nueva industria. 	Se enfoca en el funcionamiento de empresas de Singapur.

Como fortalezas en común se logró identificar que estos marcos de referencia:

- Analizan las capacidades de apropiación tecnológica
- Mide dimensiones relevantes como (Estrategias, Clientes, Infraestructura, Productos y Procesos)

Por otro lado, en cuanto a las debilidades en común se encontró que:

- Las preguntas están sesgadas por sector y áreas
- No se enfocan en un modelo integral
- Se enfoca en los aspectos internos de la organización

En la siguiente tabla se identifican los ejes estratégicos con los que cuenta cada marco de referencia analizado, de estos se destacaron seis (6) ejes los cuales son los más mencionados dentro de los marcos revisados.

TABLA III

EJES ESTRATÉGICOS APLICADOS EN LOS MARCOS DE REFERENCIA REVISADOS

MARKO DE REFERENCIA \ EJES ESTRATÉGICOS	Estrategia	Personas	Tecnología	Clientes	Arquitectura	Cadena de suministro	Infraestructura	Gobierno de Datos
Descripción de un marco de referencia para la implantación de Industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial	X					X	X	
Industria 4.0: La Transformación Digital de la Industria	X			X		X		
Marco para la orientación y la Industria 4.0 desde la perspectiva de la Gestión Avanzada	X	X		X				
Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: Una revisión de Literatura	X	X	X	X		X		X
Marco para la evaluación en la implementación de la Industria 4.0	X	X	X		X	X		
La preparación de la Industria Inteligente índice en Singapur		X	X					

Se identifico que el eje estratégico más común entre los marcos de referencia son Estrategia, seguido de Personas y Cadena de suministros. Luego Tecnologías y Clientes, dejando así a Arquitectura, Infraestructura y Gobiernos de Altos como los ejes estratégicos con menor recurrencia.

C. *Análisis de datos*

Además de analizar las diferentes propuestas de los ejes estratégicos de cada modelo, se tomaron varios instrumentos de medición de madurez frente al componente de Industria 4.0, cada pregunta se clasificó y ordenó según el eje que se busca medir, también buscando los instrumentos más relevantes que aporten valor y sirvan de guía para la construcción de un nuevo instrumento.

Las nuevas tecnologías son importantes en las empresas tradicionales y digitales ya que la tecnología es el medio para lograr procesos efectivos operacionales de las organizaciones, sin embargo, hay enfoques de la empresa más relevantes que

solo la tecnología, ya que se necesita de un buen uso y estrategia de esta. Es por esto que en los instrumentos analizados buscan medir los siguientes ejes por medio de una serie de preguntas para la medición de la Industria 4.0:

Modelos de negocio, portafolio de productos y servicios:

- ¿Qué características digitales o servicios se ofrecen?
- ¿Cómo considera el diseño de sus productos?
- ¿Cómo es el control de productos en la empresa?
- ¿Cómo se combinan los productos físicos y los servicios en el portafolio de la compañía?

Acceso al mercado y al cliente:

- ¿Qué canales se emplean para interactuar con el cliente?
- ¿Cómo obtiene información de clientes y procesos internos?
- ¿Cómo se monitorizan las interacciones con el cliente?

Cadenas de valor y procesos:

- ¿Cómo se planifican las capacidades productivas?
- ¿La empresa cuenta con tecnología para la optimización de procesos?
- ¿La empresa cuenta con simulación de procesos?
- ¿Cómo se maneja la conexión del área de producción con otras áreas de la empresa?

Arquitectura TI:

- ¿Cómo son los procesos soportados por las tecnologías digitales?
- ¿Cuáles son las capacidades técnicas?
- ¿Cómo la infraestructura TI soporta los servicios digitales?
- ¿Hacen uso de redes inteligentes en producción para el ahorro de energía?

Cumplimiento, legalidad, riesgos, seguridad e impuestos:

- ¿Se implementan las oportunidades de financiación?
- ¿Cómo se evalúan e implementan técnicamente los aspectos de cumplimiento?
- ¿Cómo se identifican los riesgos legales?
- ¿Cómo se asegura la seguridad cibernética?

Organización y cultura:

- ¿Realizan capacitaciones digitales para los empleados?
- ¿Qué capacidad de cambio tiene la organización?
- ¿Qué capacidades de industria 4.0? / operaciones digitales están disponibles en la compañía?
- ¿Considera que el trabajo en los diferentes niveles de la organización es cooperativo?

IV. PROPUESTA DE EJES ESTRATÉGICOS

Según el análisis previo de los diferentes ejes estratégicos que proponen en los marcos de referencia revisados, se planteó un gráfico que integra los diferentes ejes, como se muestra en la siguiente Figura 9.

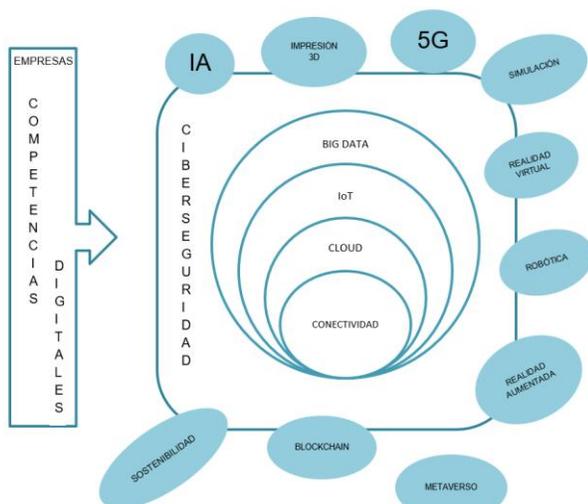


Fig. 9 Ejes estratégicos para la construcción de instrumentos de Industria 4.0
Fuente Elaboración propia

La nueva industria propone diferentes tecnologías para que las organizaciones se mantengan a la vanguardia y atiendan a las exigencias del mercado, por lo cual, para contar con procesos de Industria 4.0 potenciales, es necesario primordialmente contar con la conectividad, ya que sin esta no es posible una integración eficaz entre las diferentes tecnologías. Así mismo, al lograr la conectividad necesaria, es imprescindible gobernar los datos, lo que significa para las organizaciones, gestionar los datos durante el ciclo de vida, debido que estos terminan siendo uno de los recursos más importantes dentro de las empresas. Contando con estas bases, la solidez de los procesos de la nueva industria podrá ser más fuertes y estables.

La nueva industria ha traído consigo diferentes tipos de tecnologías, algunas de estas, son utilizadas en las organizaciones para mejorar diferentes procesos, como lo es Cloud, que reduce tiempos y costes de almacenamiento de datos, sin contar las soluciones que se pueden implementar y ofrecer a partir de su buen uso, por otro lado se encuentra Internet de las Cosas – IoT, la cual es utilizada en las organizaciones para optimizar los procesos, automatizarlos y monitorear y analizar datos en tiempo real Por lo que surge Big Data que permite a las organizaciones anticiparse a la demanda de un producto o servicio por parte de los clientes, de esta manera, ayuda a transformar la información para tomar decisiones pertinentes, asertivas y dentro de tiempos adecuados, lo que permite la reducción de riesgos.

A causa de las numerosas soluciones y datos que hoy en día existen, los sistemas cibernéticos presentan brechas de seguridad, por esta razón es primordial que las organizaciones cuenten con buenas prácticas de seguridad, por lo que es necesario que utilicen soluciones de ciberseguridad, para reducir los riesgos de ataque y de ingresos no autorizados a la red de la organización.

Así, al aplicar buenas prácticas, planear y ejecutar estrategias, el equipo de la organización va adoptando las

diferentes competencias digitales que son necesarias para sacarle el mayor provecho a cada una de las tecnologías que la nueva industria ofrece, además, es importante resaltar que la investigación y consolidación de instrumentos se plasma entre junio a septiembre de 2022 lo que significa que a la fecha la Industria 4.0 no ha terminado de consolidarse, por lo cual puede emerger numerosas tecnologías, como lo son Inteligencia Artificial (AI), Blockchain, Metaverso, 5G, entre otras, que no cuentan con una base sólida por lo que siguen en estudio y análisis constante para su masificación.

Por ejemplo, Inteligencia Artificial, es una tecnología que mejora la experiencia del cliente, ya que es un programa computacional diseñado para realizar operaciones que se relacionan normalmente con la inteligencia humana, lo que se da por medio del autoaprendizaje, esta tecnología, sin embargo, falta perfeccionar los algoritmos de aprendizaje, los cuales ayudan a optimizar los productos y servicios.

Adicionalmente, la tecnología 5g no se ha desplegado de manera masiva, debido a la regulación de algunos países, además, todavía las empresas operadoras de redes móviles no cuentan con una infraestructura sólida para desplegar esta red, ya que deben contar con la instalación de antenas móviles muy cercanas para poder ofrecer las grandes velocidades y la cobertura que esta tecnología ofrece, teniendo en cuenta también la geografía de las zonas y lo que estas conllevan.

Por otro lado, la simulación es una tecnología que ayuda a las empresas a tener ambientes controlados para probar procesos internos o simplemente betas de nuevos productos y servicios que se quieren lanzar al mercado, esto ayuda a optimizar cada área de la empresa así como sus líneas de producción, buscando reducir errores y riesgos que se pueden presentar en la implementación de producción.

Por otro lado, la Impresión 3D se aprovecha normalmente para crear diseños que antes eran muy difíciles de definir de forma detallada, esto se logra por medio de la superposición de capas sucesivas de material, aunque actualmente ya hay variedad de estas impresoras en el mercado, no se logran comercializar, situación que también pasa con la realidad virtual y aumentada, la diferencia entre estas dos radica en que la realidad virtual genera la creación de imágenes y espacios simulados que una persona logra captar por medio de un dispositivo de interacción mientras que la realidad aumentada es una combinación entre la realidad física y la realidad virtual por medio de dispositivos digitales, además, estas dos últimas tecnologías se han venido sumergiendo y mezclando con el Metaverso, el cual consiste en un universo 3D que combina gran variedad de espacios virtuales. Debido a la complejidad que presentan estas tecnologías no se logran comercializar de una forma muy popular debido a costos y accesibilidad.

Con respecto al Blockchain, ya está en uso por algunas compañías y/o personas, el ejemplo más usado son las criptomonedas y los NFT's los cuales no han logrado consolidarse en el mercado debido a la falta de confiabilidad de las personas, cabe resaltar que este no es la única aplicación que

se le puede dar a esta tecnología, como lo es Smart Contract, Seguridad Automatizada, Votación Digital, etc.

Según la nueva industria y su apuesta por el cuidado del medio ambiente, se ha venido hablando y proponiendo sistemas de sostenibilidad, los cuales son basados en sistemas inteligentes que miden diferentes porcentajes que todas las empresas sin importar las actividades que desarrollen a diario dejan contaminación ya sea agua, aire, suelos, etc., el objetivo de estas es reducir como mínimo la huella de carbono que las organizaciones dejan, esta tecnología no se ha masificado debido a la falta de concientización humana.

Otra tecnología que trae la nueva industria es la robótica, a pesar de que actualmente diferentes universidades imparten conocimiento acerca del área, es una tecnología que como las mencionadas anteriormente requiere de una alta inversión, y también de un alto nivel de conocimiento para su desarrollo, las ventajas de esta tecnología es la facilidad de realizar tareas que para un ser humano resulta peligrosa o simplemente, de poco valor.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Para este ejercicio y el desarrollo de la propuesta es importante mencionar que solo se tienen en cuenta aquellas tecnologías que hacen parte de la Industria 4.0 y que están maduras lo que quiere decir que son aquellas de las cuales ya se pueden ejecutar proyectos porque se cuenta con herramientas robustas y personas capacitadas, la transformación digital y la industria 4.0 se encuentra en constante evolución es por esto que es importante a futuro implementar aquellas tecnologías que vayan madurando en el mercado.

Mediante el análisis de los marcos de referencia se logró identificar fortalezas y debilidades que permitieron incluir dentro de la propuesta de instrumento aquellas áreas que son diagnosticadas en algunos marcos y en otros, así mismo reconocer cual es la relevancia mediante la implementación de estos marcos de referencia.

Por otro lado, luego de la identificación, selección e inclusión realizada para la documentación encontrada, se contó con muy pocos documentos a finalizar el criterio de selección, solo seis (6) documentos de los ciento veintitrés (123) encontrados lograron satisfacer los criterios establecidos en estos documentos, es oportuno poner en discusión si se deben incluir otros criterios de selección en el momento de la búsqueda de instrumentos para la identificación de oportunidades y capacidades de las organizaciones.

De igual forma, es relevante, tener en cuenta que la nueva industria como fue mencionada a lo largo del presente no ha terminado su evolución, por tal motivo, se debe realizar una revisión ya que a la fecha la investigación sigue abierta, debido que gran número de tecnologías actuales no se han consolidado definitivamente.

REFERENCIAS

- [1] Arne Undheim, T. (2022). Is Industry 4.0 Still Relevant? Forbes. Recuperado de: <https://www.forbes.com/sites/trondarneundheim/2022/03/24/is-industry-40-still-relevant/?sh=928ffec4fd97>
- [2] Lugovsky, V. (2021). Industry 4.0: The Beneficial Trends And Challenges For SMEs. Forbes. Recuperado de: <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2021/09/03/industry-40-the-beneficial-trends-and-challenges-for-smes/?sh=6c03ac64293c>
- [3] Hada herramienta de autodiagnóstico digital avanzada (Gobierno de España). (2017). Recuperado de: <https://fdocuments.co/document/hada-herramienta-de-autodiagnostico-digital-avanzada-retos-de-la-transformacin.html?page=1>
- [4] DIAGNÓSTICO 4.0 Industria alimentaria. Tecnia Colombia. Disponible en: https://www.azti.es/aztinnova/wp-content/uploads/2019/11/Diagnostico_4_0_Industria_Alimentaria_AZTI.pdf
- [5] Del Val Román, J. L. (s. f.). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. Recuperado de: <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- [6] Jacquez Hernández, M. V. y López Torres, V. G. (2011). Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: una revisión de literatura. Universidad de Carabobo. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003004>
- [7] Sánchez Pena, M. D. (2018). Marco Para La Evaluación En La Implementación De La Industria 4.0 [Pregrado no publicada]. Universidad de Sevilla. Recuperado de: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/12456/fichero/PFC-2456-SANCHEZ.pdf>
- [8] Singapore, E. (2020). THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX Catalysing the transformation of manufacturing. EDB Singapore. Recuperado de: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf)
- [9] Aspectos Básicos De La Industria 4.0. (2019). MinTic. Recuperado de: https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf
- [10] Ayala, P. J., Fernandez, L., Patiño, M. C., Durán, I. M., García, J. P. y Peñaranda, D. A. (2021). Lineamientos Y Recomendaciones Para La Construcción De Una Política De Industrias 4.0. Archivos De Economía. Recuperado por: https://www.researchgate.net/publication/353298822_Lineamientos_y_recomendaciones_para_la_construccion_de_una_politica_de_industrias_40
- [11] Belman Lopez, Jiménez García y Hernández González. (2020). Análisis exhaustivo de los principios de diseño en el contexto de Industria 4.0. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151141/Belman-Lopez%3bJiménez-García%3bHernández-González%20-%20Análisis%20exhaustivo%20de%20los%20principios%20de%20diseño%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [12] Colombia y la nueva revolución industrial propuestas del foco de tecnologías convergentes e industrias 4.0 (4). (s. f.). MinTIC. Recuperado de: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia_y_la_nueva_revolucion_.pdf
- [13] Córdoba Romero, M. A. (2019). Diseño de una herramienta diagnóstica del estado de la implementación de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el sector textil manu facturero en el Valle de Aburrá [Pregrado no publicada]. Universidad de San Buen Aventura de Colombia. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/dfb7f729-3e52-412c-94fc-e7c57df14095/content>
- [14] Cortés Serrano, D., Chavarría-Barrientos, D., Ortega, A., Falcón, B., Mitre, L., Correa, R., Moreno, J., Funes, R. y Molina Gutiérrez, A. (2018). A Framework to Support Industry 4.0: Chemical Company Case Study. Product Innovation Research Group, Tecnológico de Monterrey, School of Engineering and Science, Mexico. Recuperado de: <https://lovis.com/wp-content/uploads/2019/08/2018-A-Framework-to-Support-Industry-4.0-Chemical-Company-Case-Study.pdf>
- [15] Digital business models for Industrie 4.0. (2019). Plattform Industrie 4.0 Bertolt-Brecht-Platz 3. Recuperado de: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/digital-business-models-industry-4-0.pdf?__blob=publicationFile&v=3

- [16]Industria 4.0 para el desarrollo inclusivo. (2022). Informe del Secretario General - Naciones Unidas Consejo Económico y Social. Recuperado de: https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162022d2_es.pdf
- [17]Issa, A., Hatiboglu, B., Bildstein, A. y Bauernhansl, T. (2018). Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*, 72, 973–978. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.151>
- [18]La Digitalización y la Industria 4.0: Impacto industrial y laboral. (2017). Secretaría de Estrategias Industriales Afiliada a IAE, IGU, EFFAF y UITA.: Recuperado de: <https://industria.ccoo.es/4290fc51a3697f785ba14fce86528e1000060.pdf>
- [19]La Industria 4.0: El Estado De La Cuestión. (s. f.). Cámara de Comercio de Barcelona, 14. Recuperado de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf>
- [20]Mahou Fernández, Á. L. y Díaz Pérez de Lama, S. (s. f.). La cuarta revolución industrial y la agenda digital de las organizaciones. Dialnet. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6535711>
- [21]Manufacturing Transformation Insights Report. (2019). EDB Singapore. Recuperado de: <https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/SIRI%20Manufacturing%20Transformation%20Insights%20Report%202019.pdf>
- [22]Marco Para La Orientación Hacia La Digitalización Y La Industria 4.0 Desde La Perspectiva De La Gestión Avanzada. (2020). KUDEAKETA AURRERATUA EUSKALIT - Gestión Avanzada, 30. Recuperado de: <https://www.euskalit.net/buscador/marcos/Marco%20Industria%204.0.pdf>
- [23]Medina Vargas, A. J. (2021). La Cuarta Revolución Industrial en Colombia: una revisión. Universidad Santiago de Cali. Recuperado de: <https://docplayer.es/226309068-La-cuarta-revolucion-industrial-en-colombia-una-revision.html>
- [24]Muñoz Santos, J. R. (2021). Industria 4.0: Marco Jurídico Normativo. OSALAN. Recuperado de: https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/informacion/ponencias_210414_industria4/eu_def/adjuntos/Juan-Ramon_Munoz.pdf
- [25]NU. CEPAL Santa Fe. Gobierno. (2019). Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe. Naciones Unidas CEPAL. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44954>
- [26]Proyecto de grado: plan de implementación de tecnologías 4.0 en el proceso de tintorería para tejido de punto de fibra sintética en encajes s.a. Colombia [Especialización]. (2021). Universidad El Bosque. Recuperado de: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/6586>
- [27]Puentes Marquez, J. A., Figueroa Fernandez, V., Jimenez Garcia, J. A. y Vazquez Lopez, J. A. (2019). Industry 4.0 – Reference Framework And Implications For The Current Industry. Tecnológico Nacional de México en Celaya. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/229036057.pdf>
- [28]Ramírez Zapata, C. (2020). Descripción de un marco de referencia para la implantación de industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial [Maestría no publicada]. Universidad Eafit Escuela De Ingeniería. Recuperado de: <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/27215/FINAL%20BIBLIOTECA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [29]The smart industry readiness index catalysing the transformation of manufacturing. (2017). EDB Singapore. Recuperado de: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf)
- [30]Yebenes Serrano, J. y Zorrilla, M. (2021). A Data Governance Framework for Industry 4.0. *IEEE Latin America Transactions*, 19(12), 2130–2138. Recuperado de: <https://doi.org/10.1109/tla.2021.9480156>