



# GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Sitio Web: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND>

Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Industrial



Universidad Nacional de Trujillo

Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



## Estrategias de Recursos Humanos para Promover la Adaptación al Cambio en Empresas que Adoptan Tecnologías de la Industria 4.0: Una Revisión Bibliográfica

### Human Resource Strategies to Promote Adaptation to Change in Companies Adopting Industry 4.0 Technologies: A Literature Review

Brandon Jheling Guevara Chávez<sup>1\*</sup> , Israel André Marcos Moreno<sup>1</sup> ,  
Jefry Jair Nizama Agurto<sup>1</sup> , José Julián Polo García<sup>1</sup> , Juan Josué Sánchez Nieves<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

\*Autor de correspondencia: [jgonzalezv@unitru.edu.pe](mailto:jgonzalezv@unitru.edu.pe)

#### RESUMEN

Este artículo analiza las estrategias de recursos humanos que facilitan la adaptación al cambio en empresas que adoptan tecnologías de la Industria 4.0, mediante una revisión sistemática de la literatura con el enfoque PRISMA. A partir de búsquedas en SCOPUS, ScienceDirect y Scielo, se seleccionaron 25 artículos relevantes bajo estrictos criterios de inclusión. Los resultados destacan la importancia del desarrollo de habilidades técnicas y transversales para mejorar la competitividad empresarial. Modelos como el People Capability Maturity Model (PCMM) y el Industry 4.0 Competency Maturity Model (I4.0CMM) abordan competencias clave para la gestión del talento humano en entornos digitales. Estrategias como la digitalización, automatización, formación continua y gestión del conocimiento son fundamentales para una adaptación exitosa a los avances tecnológicos. Aunque existen limitaciones metodológicas entre los estudios, los hallazgos subrayan que estas estrategias son esenciales para potenciar la innovación y la competitividad en la era de la Industria 4.0.

**Palabras Clave:** *Gestión de recursos humanos, Industria 4.0, Adaptación al cambio, Transformación digital; competencias.*

#### ABSTRACT

This article aims to analyze the human resources strategies that facilitate adaptation to change in companies adopting Industry 4.0 technologies, through a systematic review of the literature using the PRISMA approach. Databases such as SCOPUS, ScienceDirect and Scielo were searched, and 25 relevant articles were selected after applying rigorous inclusion criteria. The results indicate that the development of technical and transversal skills is essential to improve business competitiveness. Models such as the People Capability Maturity Model (PCMM) and the Industry 4.0 Competency Maturity Model (I4.0CMM), which address key competencies for managing human talent in the digital context, stand out. In addition, digitization, automation and continuous training, as well as knowledge management, are identified as strategic, which are essential for companies to successfully adapt to technological advances. Despite the limitations of the evidence, such as the lack of methodological uniformity among the studies, the findings underline the importance of these strategies to enhance the innovation and competitiveness of organizations in the era of Industry 4.0.

**Keyword:** *Human Resource Management, Industry 4.0, Adaptation to change, Digital transformation; competencies.*

## 1. Introducción

La Industria 4.0 representa un cambio paradigmático en el entorno empresarial, impulsando la digitalización, automatización e interconexión de sistemas como motores de transformación organizacional [1]. Este proceso genera oportunidades de competitividad, pero también plantea desafíos en la gestión del cambio y el desarrollo del capital humano.

La adopción de tecnologías como IoT, aprendizaje automático y Big Data redefine procesos empresariales y roles laborales, exigiendo nuevas competencias [2]. Abubakar et al. [3] resaltan la necesidad de estrategias de gestión del conocimiento para preservar saberes críticos, mientras Oztemel & Gursev [4] advierten que su ausencia limita el aprovechamiento tecnológico. Vuksanović et al. [5] identifican barreras como la falta de competencias, resistencia al cambio y limitaciones financieras.

El capital humano es clave en esta transición. Hajoary et al. [6] subrayan que muchas empresas aún no adoptan plenamente tecnologías digitales, destacando la relevancia de la formación continua. Núñez-Merino et al. [7] enfatizan el aprendizaje organizacional para enfrentar cambios tecnológicos, mientras Sartori et al. [8] abordan innovaciones como fábricas virtuales y habilidades críticas. Asimismo, una cultura organizacional que fomente flexibilidad e innovación resulta esencial [2].

Este artículo analiza estrategias de recursos humanos para facilitar la transición a la Industria 4.0, resaltando su impacto en la competitividad y la importancia del aprendizaje continuo, el desarrollo de competencias y la innovación.

## 2. Metodología

En este estudio, se empleó una revisión sistemática utilizando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Según Page et al. [9], PRISMA es una herramienta que facilita la replicación, actualización y presentación transparente de revisiones sistemáticas, asegurando un análisis riguroso y completo. Esta metodología permitió abordar la pregunta central: ¿Qué estrategias de recursos humanos son necesarias para promover la adaptación al cambio en empresas que adoptan tecnologías de la Industria 4.0?

La búsqueda inicial se realizó identificando palabras clave como "recursos humanos" e "Industria 4.0", refinando los resultados mediante filtros por acceso abierto, publicaciones de los últimos cinco años y artículos en inglés. Se utilizaron bases de datos indizadas como SCOPUS, SCIENCEDIRECT, Scielo, DOAJ, Springer y AOSIS para recopilar información.

### Criterios de elegibilidad

Las investigaciones seleccionadas para este estudio deben cumplir con los siguientes criterios: (I) La publicación debe haber sido realizada entre los años 2020 y 2024, (II) Los documentos deben estar disponibles en inglés, (III) El contenido debe ser accesible mediante acceso gratuito o institucional, mostrando la información completa requerida y (IV) Las publicaciones deben corresponder a artículos de revistas científicas.

### Criterios de exclusión

Se excluirán de esta investigación los siguientes elementos: (1) Publicaciones que no pertenezcan a bases de datos académicas reconocidas, (2) Investigaciones que no se relacionen con el enfoque temático definido en este estudio y (3) Documentos que no proporcionen acceso al texto completo o carezcan de análisis validado.

**Tabla 1**  
Términos de búsqueda en las bases de datos

| Base de datos | Ecuación de búsqueda de los documentos   |
|---------------|--|
| Scopus        | TITLE-ABS-KEY ( human AND resources AND management AND in AND industry 4.0 ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO ( OA , "all" ) ) |
| ScienceDirect |  |
| Scielo        |  |
| Springer      |  |
| DOAJ          |  |
| AOSIS         | Industry 4.0 brings changes in human resources industry 4.0; HR professionals; competencias  |

En la Figura 1, se puede visualizar una gráfica que representa la cantidad de artículos publicados en la base SCOPUS, según su año de aparición.

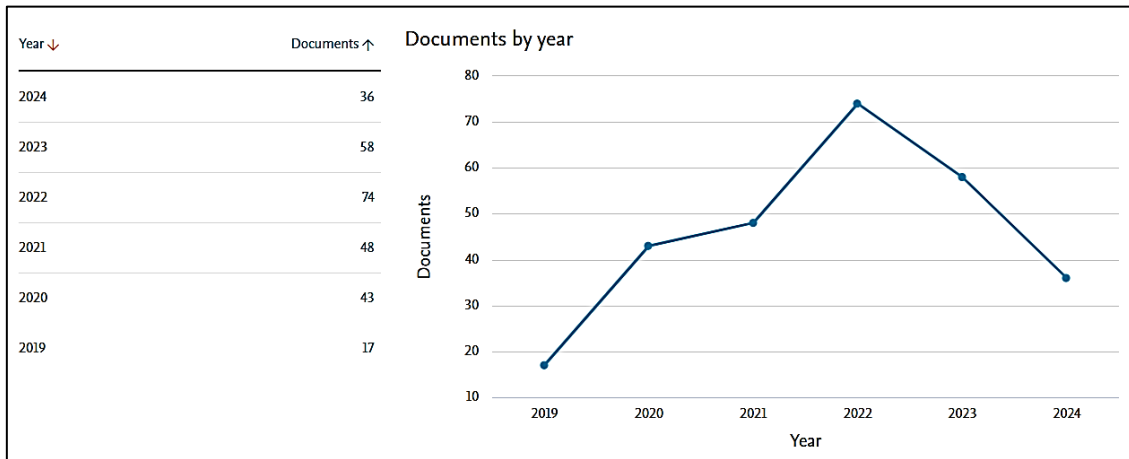


Figura 1. Gráfica de los artículos encontrados por año.

Además, con el software VOSviewer se generó un mapa visual (Figura 2, 3 y 4) de las palabras clave más relevantes y sus relaciones. La palabra clave más destacada y predominante, según los resultados de nuestro estudio, es “industry 4.0”.

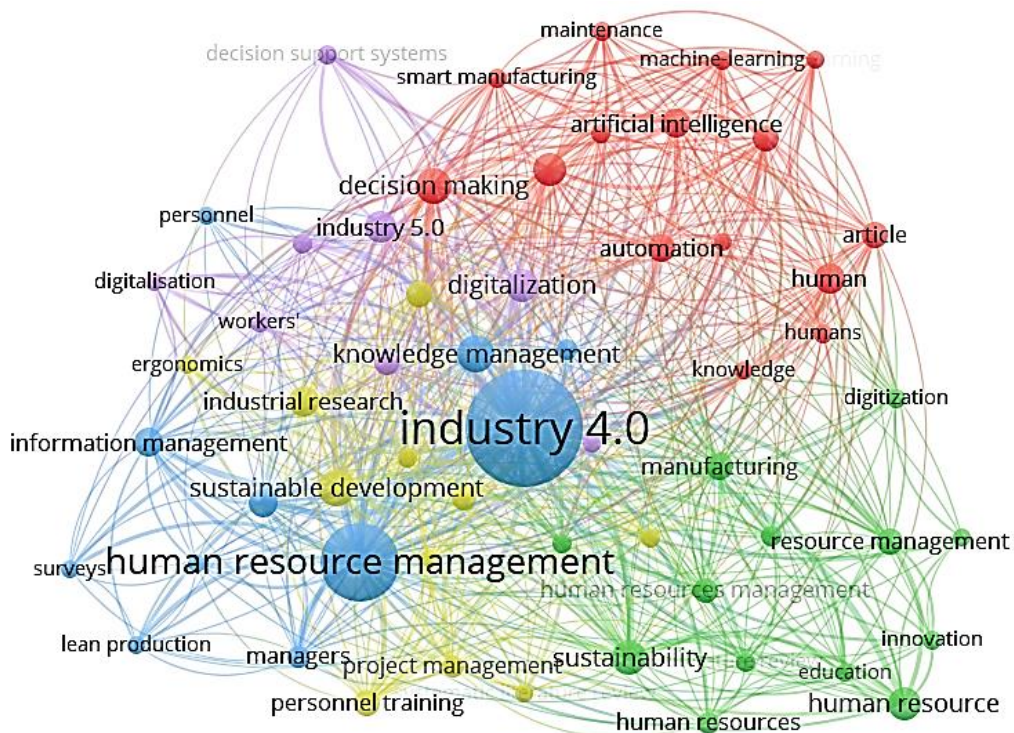


Figura 2. Gráfico de palabras clave elaborado en VOSviewer con resultados de SCOPUS.

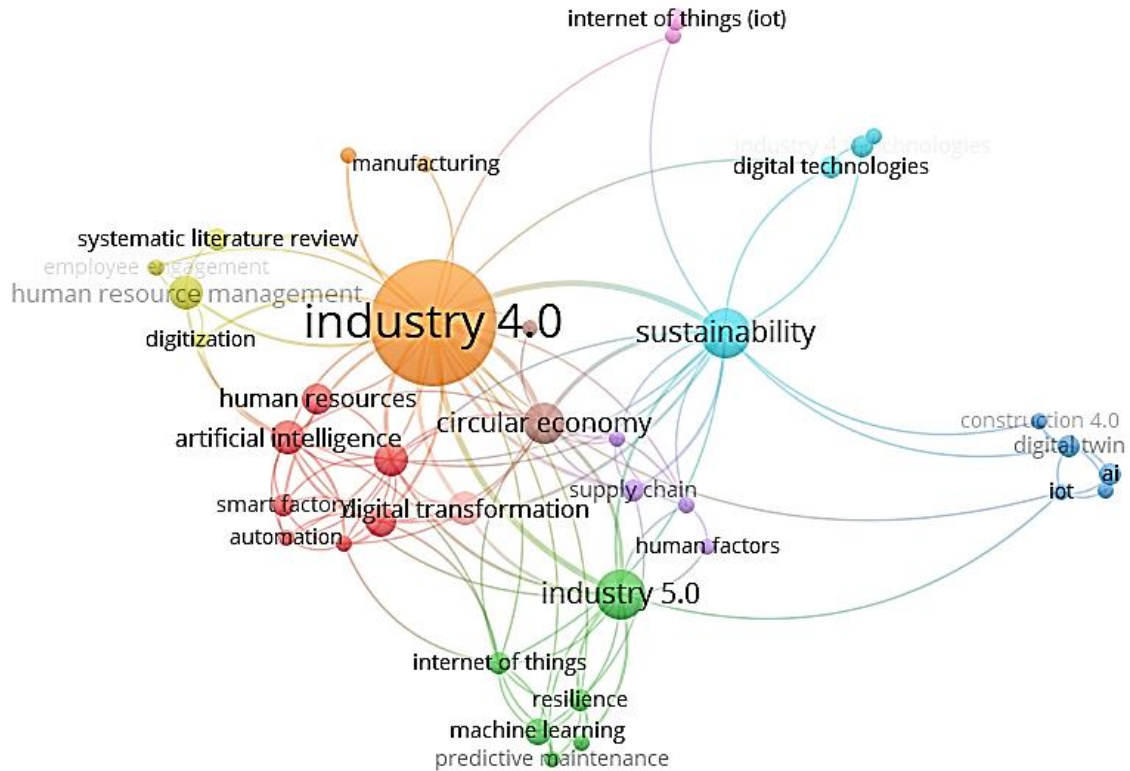


Figura 3. Gráfico de palabras clave elaborado en VOSViewer con resultados de ScienceDirect.



Figura 4. Gráfico de palabras clave elaborado en VOSViewer con resultados de Scielo.

Se presenta una tabla con los resultados de la búsqueda inicial, seguida de un diagrama de flujo PRISMA que detalla el proceso de selección de artículos. Tras una revisión exhaustiva y la aplicación de criterios adicionales, se seleccionaron 25 artículos que cumplieran con los estándares requeridos para el estudio (Tabla 2).

**Tabla 2**  
Cantidad hallada de acuerdo a su base de datos

| Base de datos | Cantidad de trabajos de investigación hallados | Seleccionados |
|---------------|--|---------------|
| Scopus        | 293  | 9             |
| ScienceDirect | 100  | 9             |
| Scielo        | 4  | 4             |
| Springer      | 32   | 1             |
| DOAJ          | 3  | 1             |
| AOSIS         | 3  | 1             |
| <b>Total</b>  | <b>435</b>                                     | <b>25</b>     |

**Tabla 3**

Lista de artículos seleccionados

| <b>Autor(es)</b>                     | <b>Resultado principal</b>   |
|--------------------------------------|--|
| Sharma et al. [10]                   | Las tecnologías de la Industria 4.0 son esenciales para crear cadenas de suministro sostenibles y resilientes.   |
| Vuksanović et al. [5]                | Resalta la importancia de un enfoque estratégico en la gestión del cambio y el desarrollo de competencias técnicas y de gestión.   |
| Adamková [1]                         | Los cambios organizacionales son esenciales para el futuro de las organizaciones en desarrollo; una mayor conexión de los empleados con el proceso de cambio facilita su compromiso positivo.  |
| Ribeiro et al. [11]                  | Identifica áreas clave de mejora en la retención y compartición de conocimientos como cruciales para una adaptación efectiva de las nuevas tecnologías.  |
| Tapia-Andino & Barcellos-Paula [12]  | La adopción de tecnologías 4.0 mostró un papel mediador completo en manufactura, pero no en servicios. La relación entre implicación laboral y rendimiento varía según género y experiencia, con percepción positiva en millennials. |
| Masyhuri et al. [13]                 | El capital humano tiene un impacto significativo en la innovación, el aprendizaje organizacional y el rendimiento organizacional.  |
| Treviño-Elizondo & García-Reyes [14] | Creación de un modelo de madurez para evaluar la adopción de I4.0, con un plan de desarrollo de competencias y una hoja de ruta.   |
| Salvadorinho & Teixeira [15]         | Creación de un repositorio de conocimiento que facilita la transferencia de conocimientos tácitos y permite una adaptación más ágil de nuevos operarios en un contexto de Industria 4.0.   |
| Ruiz et al. [16]                     | Las competencias son agrupaciones de conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para un desempeño eficiente. Las TIC facilitan recursos, pero pueden generar brechas si no se utilizan adecuadamente.                         |
| Amin et al. [17]                     | La adaptación de la tecnología I4.0 mejora significativamente el rendimiento manufacturero, influyendo en áreas clave como eficiencia operativa y sostenibilidad.  |
| Ali & Kallach [18]                   | La inteligencia artificial mejora el proceso de reclutamiento, automatizando tareas y optimizando el tiempo en contratación, permitiendo enfocarse en candidatos más calificados.  |
| Ribeiro et al. [11]                  | La integración de gestión del conocimiento y recursos humanos fomenta innovación y adaptabilidad, optimizando productividad y satisfacción en un entorno de Industria 4.0/5.0.   |
| Ammirato et al. [19]                 | La digitalización y automatización alteran las prácticas de RRHH, especialmente en gestión de talento, capacitación y uso de IA, subrayando la necesidad de adaptabilidad organizacional.  |
| Zhang & Chen [20]                    | La transformación digital revoluciona la gestión de RRHH, mejorando eficiencia, pero requiere una reconfiguración sustancial de roles dentro de las organizaciones.  |
| Dhanpat et al. [2]                   | Empresas que enfocan la capacitación, desarrollo digital y comunicación tienen mayor éxito en adoptar tecnologías avanzadas. El liderazgo que promueve innovación y flexibilidad es clave.   |
| Peña-Jimenez et al. [21]             | Las habilidades de negocios son clave en el trabajo remoto, además de habilidades cognitivas, estratégicas y de gestión de personas.   |
| Maisiri et al. [22]                  | El modelo I4.0CMM es relevante para evaluar competencias requeridas y guiar el desarrollo de graduados y profesionales alineados con la industria.   |
| Antonazzo et al. [23]                | La automatización no elimina completamente el trabajo rutinario, pero requiere supervisión humana y habilidades transversales como resolución de problemas y adaptabilidad.  |
| Intalar et al. [24]                  | Cinco factores clave para adoptar la Industria 4.0: conciencia, apoyo de alta dirección, autofinanciación y estrategias efectivas de desarrollo de recursos humanos.   |
| Escribá-Moreno et al. [25]           | La digitalización mejora la eficiencia operativa y autonomía de recursos humanos, pero puede causar despersonalización y aislamiento.  |
| Sezer & Sorkun [26]                  | Las calificaciones actuales en logística son insuficientes para I4.0, con brechas en habilidades como programación y análisis de datos.  |
| Vrchota et al. [27]                  | La República Checa muestra alta preparación en recursos humanos frente a la UE, pero necesita mejorar en educación continua y acceso a internet.   |
| Hecklau et al. [28]                  | Identificación de competencias clave para I4.0: técnicas, metodológicas, sociales y personales, utilizando el modelo para evaluar y definir estrategias de capacitación.   |
| Salvadorinho & Teixeira [15]         | Marco tecnológico que aumenta el compromiso laboral alineando desarrollo personal y objetivos organizacionales, validado con éxito.  |
| Munsamy et al. [29]                  | La implementación de tecnologías 4IR optimizó en un 27.46% los recursos humanos en comparación con sistemas sin estas tecnologías.   |

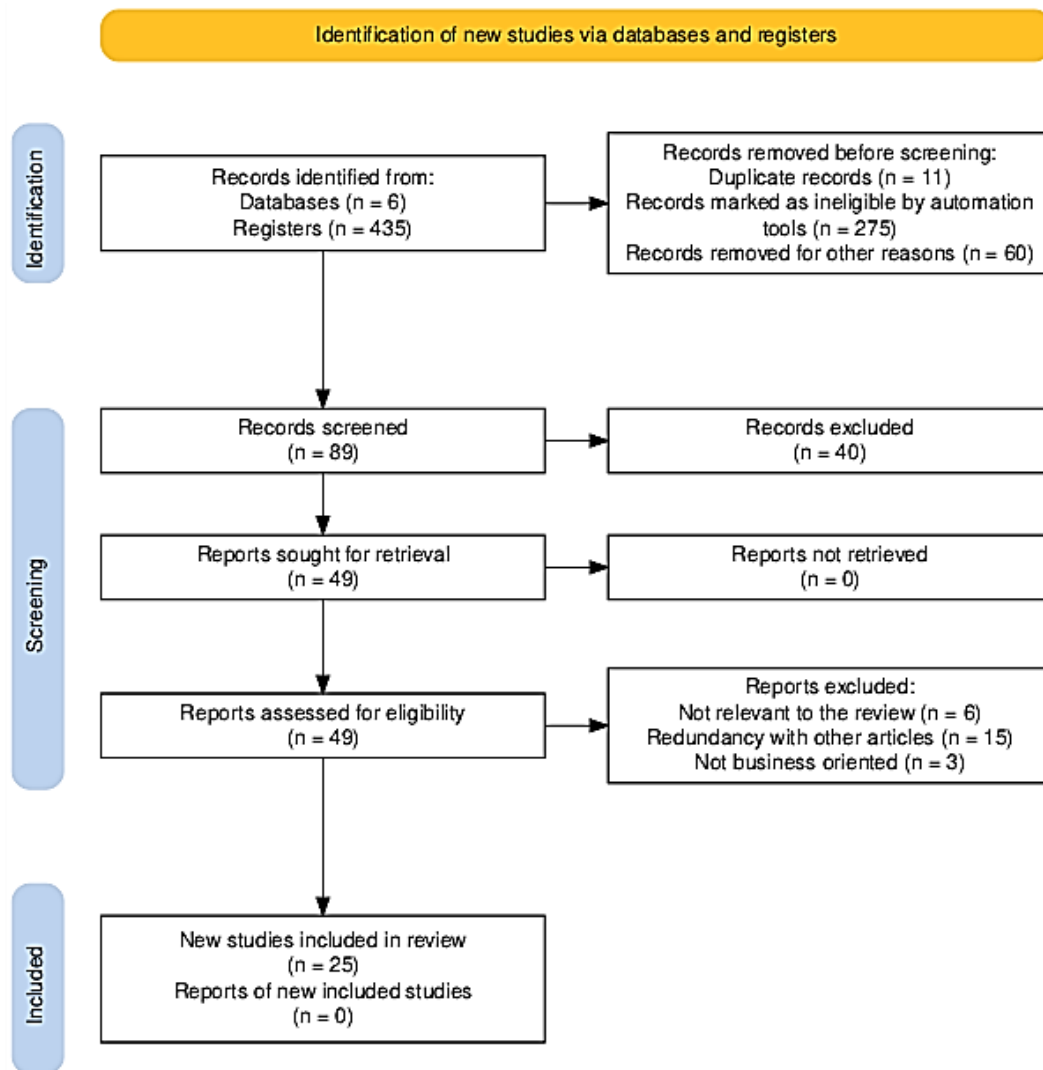


Figura 5. Esquema de recolección de datos.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Modelo de madurez de competencias para la Industria 4.0 a lo largo del tiempo

Diferentes modelos de madurez han sido diseñados para mejorar la gestión de competencias y la adaptación de las organizaciones que proporcionan marcos estratégicos para gestionar y desarrollar las competencias del talento humano, lo cual es esencial para enfrentar los retos del cambio tecnológico en la Industria 4.0.

##### A. The People Capability Maturity Model (PCMM)

Es un marco que se especializa en la gestión del talento humano [30] [31], diseñado para apoyar a las organizaciones en fortalecer su capital humano y mejorar su capacidad para identificar, formar y conservar talento clave necesario para sus operaciones [31].

##### B. Capability maturity model (CMM)

Este modelo de madurez de capacidades (MMC) cuenta con cinco niveles (inicial, repetible, definido, gestionado y optimización), ayudando a las organizaciones a adoptar mejores prácticas, pasando de procesos caóticos a disciplinados [30]. Las mejores prácticas evolucionan desde procesos "ad hoc" hasta convertirse en procesos maduros y disciplinados [22].

### C. Industry 4.0 competency maturity model (I4.0CMM)

Desarrollado por Maisiri & van Dyk [32], el modelo I4.0CMM se basa en principios del PCMM y comprende tres dominios: competencia, funciones de capacidad y niveles de madurez. Su propósito es optimizar la gestión de competencias del capital humano desde la formación universitaria hasta el ámbito profesional. El diseño del modelo se fundamentó en requisitos destinados a cumplir propósitos descriptivos (evaluar la capacidad actual) y prescriptivos (alcanzar niveles deseados). Para validar su estructura inicial, Maisiri et al. [22] emplearon la técnica Delphi, identificando discrepancias que fueron ajustadas con base en las sugerencias de expertos.

La figura 6 presenta las mejoras realizadas respecto a la estructura inicial del modelo.

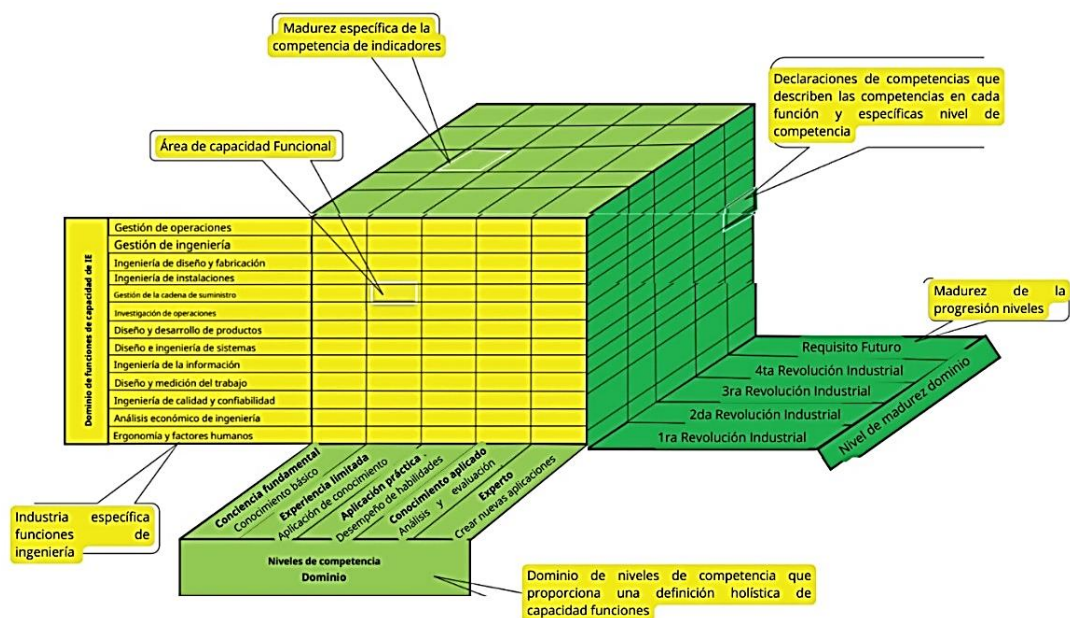


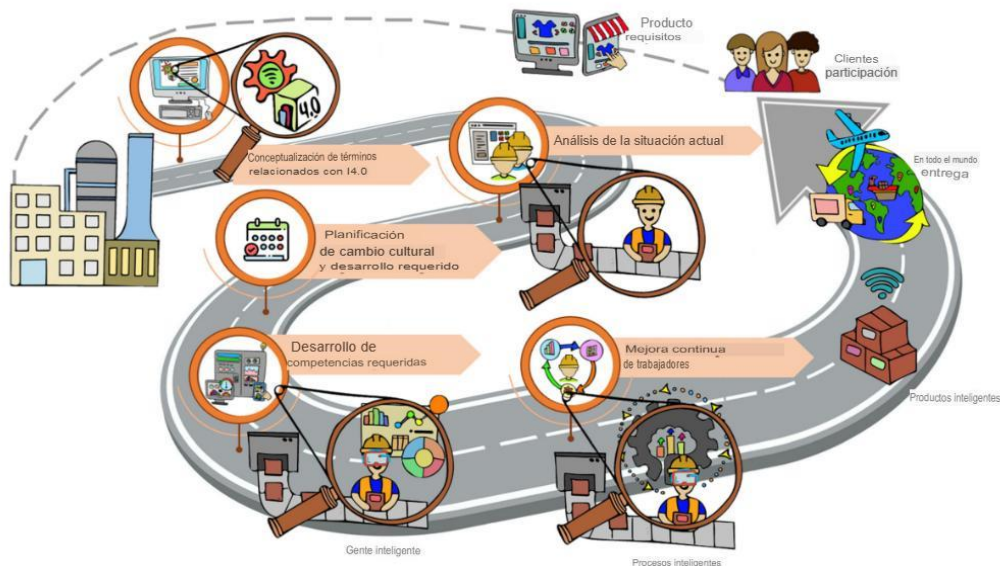
Figura 6. Verificación de la estructura I4.0CMM frente a los requisitos de diseño (Adaptado de “Development of an Industry 4.0 Competency Maturity Model” [22]).

El I4.0CMM presentado en este estudio podría ayudar potencialmente a los proveedores de educación en ingeniería y desarrollo de recursos humanos en el lugar de trabajo a alinear las Objetivos de Aprendizaje General y las competencias profesionales.

#### 3.1.1. Modelos de Competencia y Madurez para el Desarrollo de Recursos Humanos

Para abordar los retos que supone la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, [14] proponen un modelo de madurez orientado al fortalecimiento de habilidades de los trabajadores.

El modelo propone cinco niveles de madurez para las empresas que adoptan la Industria 4.0. En el nivel Managed, se crean estrategias de adopción, transformación y capacitación para los trabajadores. En el nivel Proactive, se desarrollan programas de entrenamiento, habilidades, tecnologías recientes, mejores prácticas y reportes de avance. En el nivel Expert, se fomenta el compromiso digital, se integran procesos smart y se adquiere tecnología avanzada. En el nivel Leader, la empresa se convierte en referente digital con interacción humano-máquina, decisiones en tiempo real y mejora continua del talento y la cultura 4.0.



**Figura 7.** Camino de madurez (Tomado de Un modelo de madurez del desarrollo de competencias de los empleados para la adopción de la Industria 4.0 [14]).

Este modelo propone fases de madurez para ayudar a las organizaciones a potenciar las competencias de los empleados. Su importancia radica en ofrecer una guía para mejorar las habilidades digitales, la flexibilidad y la autogestión de la fuerza laboral, promoviendo una transformación duradera en la gestión de recursos humanos.

### 3.2. Gestión Lean de RRHH 4.0 y el Fenómeno de la Gran Renuncia

Salvadorinho & Teixeira [15] tratan un enfoque de administración de talento fundamentado en el modelo Lean, subrayando la conservación de talento en un contexto tecnológico. La implementación de Lean en la administración de Recursos Humanos se enfoca en generar ambientes laborales que aprecien el compromiso y la independencia, aspecto crucial para mantener a los trabajadores en un entorno caracterizado por la "Gran Renuncia". Además, la implementación de técnicas como el método Harada en el 4D Lean framework promueve la autoconfianza y la autogestión, aspectos esenciales para la adaptación a ambientes digitales que demandan habilidades transversales y de autogestión.



**Figura 8.** 4D Lean framework (Tomado de un marco de base tecnológica para fomentar el recurso humano lean 4.0 y evitar la gran dimisión: el levantamiento de la gestión del talento [27])



### 3.3. Modelo de Cambio de Lewin en la Gestión de Recursos Humanos en la Industria 4.0

[1] destaca el modelo de Lewin como esencial para gestionar el cambio organizacional en la Industria 4.0, donde los avances tecnológicos generan incertidumbre y resistencia. El modelo se divide en tres etapas clave:

- A. **Descongelación:** Prepara a los empleados para el cambio, flexibilizando actitudes rígidas mediante comunicación abierta sobre motivos y objetivos.
- B. **Implementación:** Los empleados adoptan nuevos procesos, con apoyo y motivación de los líderes para reducir la incertidumbre.
- C. **Re-Congelación:** Consolida los cambios estabilizando nuevos hábitos y evitando el regreso a prácticas anteriores.

La "congelación" requiere tiempo y esfuerzo continuo para integrar completamente los cambios en la cultura organizacional. El modelo de Lewin facilita una transición efectiva y sostenible hacia la Industria 4.0.

### 3.4. Factores Determinantes en la Implementación de la Industria 4.0

En la tabla 4 se presenta un resumen de los principales factores impulsores y facilitadores de la Industria 4.0, basados en estudios recientes y casos prácticos:

**Tabla 4**  
Factores impulsores y facilitadores de la Industria 4.0

| Temas                         | Subtemas                             | Autores  |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| <b>Factores impulsores</b>    | I4.0 Conciencia                      | Peña-Jimenez et al. [21], Antonazzo et al. [23], Intalar et al. [24]                                     |
|                               | Beneficios y oportunidades esperados | Escribá-Moreno et al. [25], Sezer & Sorkun [26], Khin & Kee [33]; Kiel et al. [34]; Stentoft et al. [35] |
|                               | Presión del cliente                  | Khin & Kee [33], Vuksanović Herceg et al. [5]  |
| <b>Factores facilitadores</b> | Apoyo de la alta dirección           | Khin & Kee [33]; Vuksanović Herceg et al. [5]  |
|                               | Apoyo financiero                     | Awodele et al. [36]; Khin & Kee [33]; Vuksanović et al. [5]  |
|                               | Canal de comunicación I4.0           | EDB [37]   |
|                               | Colaboración entre empresas          | Khin & Kee [33]; Vuksanović Herceg et al. [5]  |
|                               | Apoyo de las partes interesadas      | Khin & Kee [33]; Vuksanović Herceg et al. [5]  |
|                               | Desarrollo de habilidades digitales  | Khin & Kee [33]; Moktadir et al. [38]; Vuksanović Herceg et al. [5]                                      |

**Nota.** Adaptado de "Enhancing Competitiveness: Driving and Facilitating Factors for Industry 4.0 Adoption in Thai Manufacturing" [24].

### 3.5 Habilidades Necesarias para Adaptarse a la Industria 4.0

#### 3.5.1. Habilidades según el Modelo de Peña

Peña-Jimenez et al. [21] identificaron cuatro categorías principales de habilidades en un estudio aplicado a 671 empleados de una empresa 4.0 multinacional de manufactura avanzada en Italia. Utilizando una versión adaptada del modelo O\*NET, el análisis factorial exploratorio (EFA) reveló que el modelo de cuatro factores era el más adecuado, clasificando las habilidades en: habilidades cognitivas, funcionales de negocio, estratégicas y gestión de personas (Tabla 5).

**Tabla 5**  
Categoría de Habilidades

| Categoría de Habilidades                  | Descripción  |
|---|--|
| <b>Habilidades Cognitivas</b>             | Enfocadas en razonamiento, creatividad, aprendizaje activo y solución de problemas complejos, clave para analizar información y adaptarse a entornos dinámicos de la I4.0. |
| <b>Habilidades Funcionales de Negocio</b> | Comprenden gestión de procesos, orientación al servicio y optimización de recursos, esenciales para mejorar la eficiencia operativa.                                       |
| <b>Habilidades Estratégicas</b>           | Incluyen planificación, anticipación de cambios y evaluación de decisiones a largo plazo, fundamentales para alcanzar objetivos organizacionales.                          |
| <b>Habilidades de Gestión de Personas</b> | Implican liderazgo, percepción social, negociación y motivación, necesarias para coordinar equipos en entornos tecnológicos avanzados.                                     |

**Nota:** Tomado de *Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach* por Peña-Jimenez et al. [21].

El análisis de varianza mostró que los gerentes valoran más las habilidades cognitivas, funcionales, estratégicas y de gestión que los subordinados, debido a los desafíos más complejos que enfrentan en la transformación digital de la Industria 4.0, lo que requiere competencias más amplias para liderar y tomar decisiones estratégicas en entornos tecnológicos avanzados.

### 3.5.2. Competencias Genéricas y Técnicas en la I4.0

Además de las categorías mencionadas por Peña-Jimenez et al. [21], las competencias para adaptarse a la I4.0 se dividen en dos grupos: las competencias genéricas, que incluyen habilidades como pensamiento crítico, creatividad, inteligencia emocional, adaptabilidad y trabajo en equipo, promoviendo la colaboración y la innovación en entornos cambiantes. Y las competencias técnicas, que abarcan el dominio de herramientas específicas, como sistemas de gestión, normativas y tecnologías emergentes, cuya actualización requiere capacitación continua para seguir el ritmo de los avances tecnológicos [39].

### 3.5.3. Rol de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Las TIC son esenciales para la formación de habilidades, facilitando el acceso al conocimiento y la automatización del aprendizaje. Plataformas digitales y programas de e-learning fortalecen competencias de manera eficiente. Sin embargo, la desigualdad en el acceso, especialmente en regiones de bajos ingresos, destaca la necesidad de invertir en infraestructura tecnológica para garantizar la equidad en el aprendizaje [39]. Mientras que en Europa y América del Norte la adopción de TIC es fuerte, en economías emergentes las brechas en conectividad limitan el desarrollo de habilidades críticas.

## 3.6. Estrategias de Recursos Humanos para la Adaptación al Cambio

La transición hacia la Industria 4.0 (I4.0) exige a las empresas diseñar e implementar estrategias de Recursos Humanos (RRHH) que favorezcan la adaptación de sus empleados a un entorno dominado por la digitalización y la automatización. Estas estrategias no solo deben enfocarse en fortalecer las destrezas técnicas, sino también en desarrollar competencias metodológicas, sociales y personales que permitan afrontar los retos de entornos dinámicos [28].

### 3.6.1. Competencias Clave para la Industria 4.0

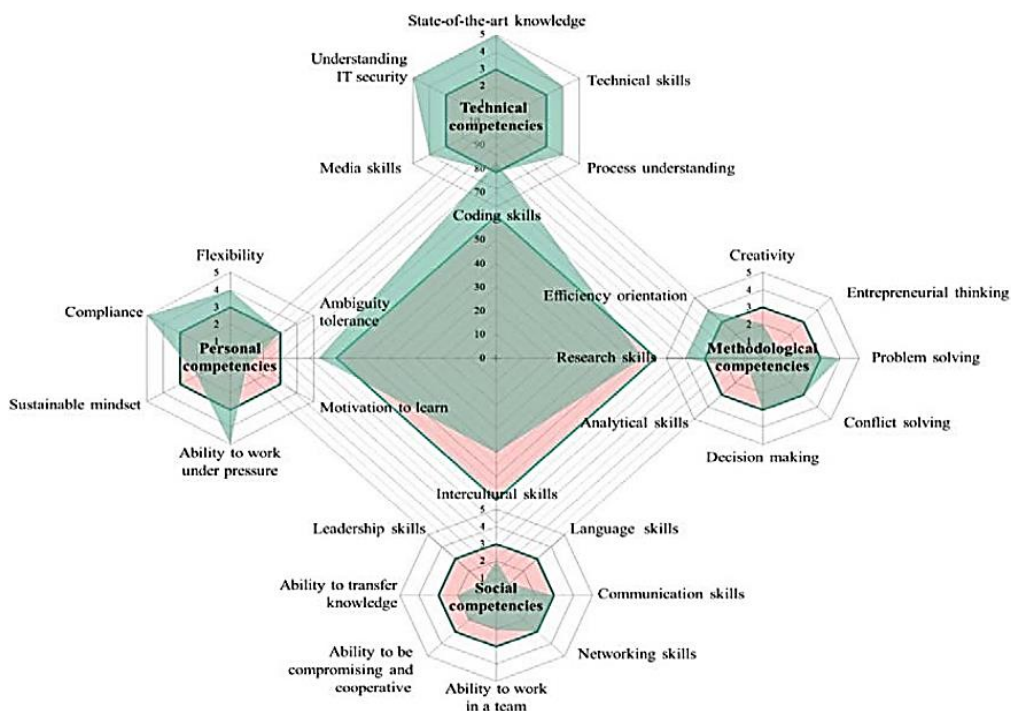
Hecklau et al. [28] proponen un modelo de competencias necesarias para prosperar en la I4.0, dividido en cuatro categorías principales (Tabla 6).

**Tabla 6**  
Competencias Clave para la Industria 4.0

| Categoría                         | Competencias Requeridas               | Contexto   |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>Competencias técnicas</b>      | Conocimiento de vanguardia            | Importancia creciente debido a mayores responsabilidades laborales.                    |
|                                   | Habilidades técnicas                  | Clave para evolucionar de tareas operativas a estratégicas.                            |
|                                   | Comprensión de procesos               | Necesaria por la complejidad creciente.  |
|                                   | Habilidades de codificación           | Esencial por el aumento de procesos digitalizados.                                     |
| <b>Competencias metodológicas</b> | Creatividad                           | Crucial para innovación y mejoras internas.  |
|                                   | Mentalidad emprendedora               | Impulsada por roles más estratégicos.  |
|                                   | Resolución de problemas               | Indispensable para identificar errores y optimizar procesos.                           |
|                                   | Toma de decisiones                    | Habilidad requerida con mayor responsabilidad laboral.                                 |
|                                   | Habilidades analíticas                | Obligatoria para manejar grandes datos y procesos complejos.                           |
| <b>Competencias sociales</b>      | Habilidades de investigación          | Aprendizaje continuo en entornos dinámicos.  |
|                                   | Habilidades interculturales           | Necesarias en un entorno globalizado.  |
|                                   | Habilidades de networking             | Imprescindible en tareas compartidas y proyectos colaborativos.                        |
|                                   | Capacidad para trabajar en equipo     | Requiere seguir normas grupales y colaborar eficientemente en plataformas compartidas. |
|                                   | Capacidad de compromiso y cooperación | Relacionado con proyectos que beneficien a todas las partes.                           |
| <b>Competencias personales</b>    | Habilidades de liderazgo              | Requerido debido a jerarquías más planas.  |
|                                   | Flexibilidad                          | Adaptación a entornos virtuales y tareas rotativas.                                    |
|                                   | Motivación para aprender              | Obligatoria frente a cambios laborales frecuentes.                                     |
|                                   | Capacidad para trabajar bajo presión  | Importante en procesos de innovación.  |
|                                   | Mentalidad sostenible                 | Apoyo a iniciativas de sostenibilidad.   |
|                                   | Cumplimiento                          | Necesidad de respetar normativas más estrictas.  |

**Nota:** Tomado de un Enfoque holístico para la gestión de recursos humanos en la Industria 4.0 [28].

En la figura 9 se muestra el modelo de competencias visualizado, incluyendo una evaluación ejemplar de un empleado. Las competencias están agrupadas según sus categorías, y el área roja simboliza el nivel mínimo requerido de competencia para cada una. El área verde indica el nivel de competencia real que posee el empleado evaluado. Por lo tanto, si el área roja es visible en algún punto, esto revelaría una brecha de competencia que debe cerrarse con la ayuda de una estrategia de cualificación adecuada.



**Figura 9.** Modelo de competencias visualizado (Tomado de Un marco de base tecnológica para fomentar el recurso humano lean 4.0 y evitar la gran dimisión: el levantamiento de la gestión del talento [15])

### **3.6.1. Preparación del Capital Humano para la Industria 4.0**

Vrchota et al. [27] destacan la importancia de la formación continua para preparar a los recursos humanos en la República Checa, identificando indicadores clave como las competencias informáticas avanzadas, la adaptabilidad de los trabajadores frente a cambios constantes y la participación activa en áreas de alto conocimiento, lo que subraya que la educación y el aprendizaje constante son esenciales para crear un capital humano flexible y adaptable a las transformaciones tecnológicas.

### **3.7. Caso de éxito: Adaptación y transformación de la administración de recursos humanos a la industria 4.0**

Siemens ha adoptado una estrategia integral para adaptar su administración de Recursos Humanos (RRHH) a los desafíos de la Industria 4.0, destacando la digitalización, el desarrollo de habilidades y la promoción de una cultura de adaptabilidad.

#### **Transformación Digital de RRHH**

La empresa ha reorganizado su departamento de RRHH para hacerlo más ágil y adaptable, formando equipos especializados para atender las necesidades de diferentes unidades de negocio. También ha implementado tecnologías como sistemas automatizados para la gestión del talento, optimizando procesos y mejorando la experiencia del trabajador.

#### **Desarrollo de Competencias Digitales**

Siemens invierte significativamente en programas de formación para su personal, abarcando desde habilidades técnicas hasta liderazgo y gestión del cambio. Esto asegura que los empleados estén preparados para un entorno laboral cada vez más digital y automatizado.

#### **Cultura de Aprendizaje y Adaptabilidad**

Promueve una cultura corporativa basada en el aprendizaje continuo, la flexibilidad y la integración de nuevas tecnologías. Este enfoque permite a la empresa alinear a su equipo con los objetivos estratégicos de la Industria 4.0.

#### **Colaboración y Alianzas Estratégicas**

La empresa establece alianzas con instituciones educativas y empresas para desarrollar soluciones innovadoras, beneficiando tanto a la organización como a sus empleados mediante el acceso a nuevas tecnologías y conocimiento compartido.

#### **Descentralización y Expansión Global**

Siemens ha diversificado su fuerza laboral al descentralizar sus operaciones y expandirse a mercados internacionales. Esto ha enriquecido su capacidad de innovación y adaptación en la era de la Industria 4.0.

## **4. Conclusiones**

El análisis realizado en este estudio resalta que las estrategias de recursos humanos son esenciales para el éxito de las empresas en su transición hacia la Industria 4.0. El desarrollo de competencias técnicas y transversales es crucial para mejorar la competitividad, sostenibilidad e innovación, permitiendo a las organizaciones no solo adaptarse a los avances tecnológicos, sino también obtener ventajas competitivas clave.

Sin embargo, la implementación de estas estrategias enfrenta desafíos, como la falta de habilidades específicas, la resistencia al cambio y la necesidad de inversiones en capacitación. Por ello, es necesario que las empresas inviertan en el desarrollo de su capital humano, fomenten la colaboración y adopten tecnologías que optimicen los recursos y mejoren la eficiencia operativa.

En resumen, las estrategias de recursos humanos son fundamentales para una transición exitosa hacia la Industria 4.0. La inversión en formación y el impulso de una cultura de innovación son determinantes para asegurar un futuro organizacional competitivo, sostenible y adaptable a los cambios tecnológicos.

## 5. Referencias Bibliográficas

- [1] Adamková, H. G. (2020). Industry 4.0 brings changes in human resources. *SHS web of conferences*, 83, 01016. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20208301016>
- [2] Dhanpat, N., Buthelezi, Z. P., Joe, M., Maphela, T., & Shongwe, N. (2020). Industry 4.0: The role of human resource professionals. *SA Journal of Human Resource Management*. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v18i0.1302>
- [3] Abubakar, A. M., Elrehail, H., Alatailat, M. A., & Elçi, A. (2019). Knowledge management, decision-making style and organizational performance. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(2), 104-114. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003>
- [4] Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- [5] Vuksanović Herceg, I., Kuć, V., Mijušković, V. M., & Herceg, T. (2020). Challenges and driving forces for Industry 4.0 implementation. *Sustainability*, 12(10), 4208. <https://doi.org/10.3390/su12104208>
- [6] Hajoary, P. K., Amrita, M. A., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Industry maturity assessment: A multidimensional indicator approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2022-0325>
- [7] Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Martínez-Jurado, P. J. (2020). Information and digital technologies of Industry 4.0 and Lean supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(16), 5034-5061. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1743896>
- [8] Sartori, J. T. D., Frederico, G. F., & de Fátima Nunes Silva, H. (2022). Organizational knowledge management in the context of supply chain 4.0: A systematic literature review and conceptual model proposal. *Knowledge and Process Management*, 29(2), 147-161. <https://doi.org/10.1002/kpm.1682>
- [9] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799.
- [10] Sharma, M., Antony, R., Vadalkar, S., & Ishizaka, A. (2024). Role of industry 4.0 technologies and human-machine interaction for de-carbonization of food supply chains. *Journal of cleaner production*, 468, Article 142922. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142922>
- [11] Ribeiro, V., Nakano, D., & Muniz, J. (2024). The human resources and knowledge management integrated role in Industry 4.0/5.0: A human-centric operations management framework. *Production*, 34, e20240014. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20240014>
- [12] Tapia-Andino, G. F., & Barcellos-Paula, L. (2023). Mediating Effect of the Adoption of Industry 4.0 Technologies on the Relationship between Job Involvement and Job Performance of Millennials. *Administrative Sciences*, 13(7), Artículo 159. <https://doi.org/10.3390/admsci13070159>
- [13] Masyhuri, Achmad, S., Sri Palupi, P. & Desi, T. K. (2024). The effect of human capital on organizational performance in the service industry4.0: Mediation analysis from Indonesia. *Problems and Perspectives in Management*, 22(1), 418-431. [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22\(1\).2024.34](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22(1).2024.34)
- [14] Treviño-Elizondo, B. L., & García-Reyes, H. (2023). An Employee Competency Development Maturity Model for Industry 4.0 Adoption. *Sustainability*, 15(11371). <https://doi.org/10.3390/su151411371>
- [15] Salvadorinho, J., Ferreira, C., & Teixeira, L. (2024). A technology-based framework to foster the lean human resource 4.0 and prevent the great resignation: The talent management lift. *Technology in Society*, 77, 102510. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102510>

- [16] Ruiz, M. J. S., Molina, R. I. R., Amaris, R. R. A., & Raby, N. D. L. (2022). Types of competencies of human talent supported by ICT: Definitions, elements, and contributions. *Procedia Computer Science*, 210(C), 368-372. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.166>
- [17] Amin, A., Bhuiyan, M. R. I., Hossain, R., Molla, C., Poli, T. A., & Milon, M. N. U. (2024). Proporciona un marco para la adopción de I4.0 en países en desarrollo, identificando factores clave para la competitividad y sostenibilidad industrial. *Business Strategy & Development*. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bsd2.363?getft\\_integrator=scopus&src=getft&utm\\_source=scopus](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bsd2.363?getft_integrator=scopus&src=getft&utm_source=scopus)
- [18] Ali, O., & Kallach, L. (2024). Artificial Intelligence Enabled Human Resources Recruitment Functionalities: A Scoping Review. *Procedia Computer Science* 232(2), 3268-3277. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.142>
- [19] Ammirato, S., Felicetti, A.M., Linzalone, R., Corvello, V., & Kumar, S. (2023) Still our most important asset: A systematic review on human resource management in the midst of the fourth industrial revolution. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), Article 100403. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100403>
- [20] Zhang, J., & Chen, Z. (2024). Exploring Human Resource Management Digital Transformation in the Digital Age. *J Knowl Econ.*, 15, 1482–1498. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01214-y>
- [21] Peña-Jimenez, M., Battistelli, A., Odoardi, C., & Antino, M. (2021). *Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach*. <https://revistas.um.es/analesps/article/download/444311/309091/1709931>
- [22] Maisiri, W., van Dyk, L., & Coetzee, R. (2021). Development of an industry 4.0 competency maturity model. *SAIEE Africa Research Journal*, 112(4), 189-197. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9580772>
- [23] Antonazzo, L., Stroud, D., & Weinel, M. (2024). Smart manufacturing and tasks automation in the steel industry: Reflecting on routine work and skills in Industry 4.0. *Economic and Industrial Democracy*, 45(3), 914-936. <https://doi.org/10.1177/0143831X231201002>
- [24] Intalar, N., Ueki, Y., & Jeenanunta, C. (2024). Enhancing Competitiveness: Driving and Facilitating Factors for Industry 4.0 Adoption in Thai Manufacturing. *Economies*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/economies12080210>
- [25] Escribá-Carda, N., Redondo-Cano, A., & Escribá-Moreno, M. (2024). Firms' digital transformation and e-human resource management. A qualitative approach. *Tec Empresarial*, 18(3), 103-128. <http://dx.doi.org/10.18845/te.v18i3.7289>
- [26] Sezer, İ.C., & Sorkun, M.F. (2024). An investigation on logistics firms' human resources qualifications in transition to Industry 4.0: An insight from Türkiye. *Procedia Computer Science*, 232, 25802587. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.076>
- [27] Vrchota, J., Maříková, M., Řehoř, P., Rolínek, L., & Toušek, R. (2020). Human resources readiness for Industry 4.0. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/joitmc6010003>
- [28] Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 54, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- [29] Munsamy, M., Telukdarie, A., Manenzhe, M. (2024). A 4th Industrial Revolution Systems Approach for Human Resource Optimization in Maintenance. *Procedia Computer Science*, 232, 1900-1908. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.012>
- [30] Curtis, W., Hefley, W. A., & Miller, S. A. (1995). *Overview of the People Capability Maturity Model, Version 1.1*. Software Engineering Institute. [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/MaturityModule/1995\\_008\\_001](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/MaturityModule/1995_008_001)
- [31] Moreno, G. A., & Hansen, J. (2008). *Overview of the lambda-\* performance reasoning frameworks*. [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/TechnicalReport/2009\\_005\\_001](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2009_005_001)
- [32] Maisiri, W., & van Dyk, L. (2021). Industry 4.0 skills: A perspective of the South African manufacturing industry. *SA Journal of Human Resource Management*, 19(1).
- [33] Khin, S., & Kee, D.M.H. (2022). Factors influencing Industry 4.0 adoption. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(3), 448-467. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2021-0111>
- [34] Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, S., & Voigt, K-I. (2017). Sustainable industrial value creation: benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- [35] Stentoft, J., Aadsbøll Wickstrøm, K., Philipsen, K., & Haug, A. (2020). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning & Control*, 32(10), 811–828. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768318>
- [36] Awodele, I. A., Mewomo, M. C., Municio, A. M. G., Chan, A. P., Darko, A., Taiwo, R., ... & Awodele, O. A. (2024). Awareness, adoption readiness and challenges of railway 4.0 technologies in a developing economy. *Helijon*, 10(4). [https://www.cell.com/helijon/fulltext/S2405-8440\(24\)01965-0](https://www.cell.com/helijon/fulltext/S2405-8440(24)01965-0)

- [37] EDB. (2020). *The Singapore Smart Industry Readiness Index: Catalysing the Transformation of Manufacturing*. Singapore Economic. <https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-japan/key-activities/advanced-manufacturing/the-singapore-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper.pdf>
- [38] Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S., & Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: *Implications for process safety and environmental protection*. *Process safety and environmental protection*, 117, 730-741. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582018301344>
- [39] Antequera, A., Cuadrado-Conde, M.A., Roy-Vallejo, E. et al. (2022). Lack of sex-related analysis and reporting in Cochrane Reviews: a cross-sectional study. *Syst Rev*, 11, 281. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01867-3>