

# Transformación digital y desafíos laborales en la industria manufacturera de Guanajuato: una primera aproximación sobre GPI

Digital Transformation and Labor Challenges in Guanajuato's Manufacturing Industry: A Preliminary Approach to GPI

 Adriana Martínez Martínez\*,  Alondra Hernández Sangabriel\*\*,  Luz Regina Cervantes Fuentes\*\*\*

Artículo recibido: 15-10-23  
Artículo aprobado: 24-11-23

## Palabras clave:

Digitalización, T-MEC, industria manufacturera, percepción, Guanajuato.

## Keywords:

Digitization, USMCA, manufacturing industry, perception, Guanajuato.

## Cómo citar este artículo

Martínez Martínez, A., Hernández Sangabriel, A. y Cervantes Fuentes, L. R. (2023). S Transformación digital y desafíos laborales en la industria manufacturera de Guanajuato: una primera aproximación sobre GPI. *Entretextos*, 15(39), 1-20. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.202339683>.

## Resumen

El objetivo de este artículo es analizar la percepción de las empresas manufactureras ubicadas en Guanajuato Puerto Interior con respecto al T-MEC (Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá), así como comprender sus estrategias de digitalización. Para ello, se indagó si cuentan con un plan de digitalización, si han adoptado tecnologías 4.0 y contratado especialistas en dichas tecnologías. Para abordar estos aspectos, se diseñó el instrumento denominado “Encuesta sobre empleo, producción y digitalización en la industria manufacturera 2022” (EPPDIM-2022) que se aplicó durante mayo de 2022. Los principales hallazgos evidencian la diversidad de enfoques y preparación para la digitalización entre las empresas encuestadas. Así, se encontró que 60% de ellas cuentan con un plan de digitalización. Asimismo, se observa variabilidad en la adopción de tecnologías 4.0 dentro de cada sector. Algunas empresas lideran la adopción al implementar una amplia gama de estas tecnologías,

\* Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León. Autora para correspondencia. Correo electrónico: [adriana.martinez@enes.unam.mx](mailto:adriana.martinez@enes.unam.mx).

\*\* Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León. Correo electrónico: [ahernandez@enes.unam.mx](mailto:ahernandez@enes.unam.mx).

\*\*\* Banco del Bajío. Correo electrónico: [reginacervantes2296@gmail.com](mailto:reginacervantes2296@gmail.com).

mientras otras se centran en áreas específicas. Este patrón se repite en lo que respecta a la contratación de especialistas, donde las respuestas reflejan diferentes enfoques y estrategias de preparación para la industria 4.0, desde una fuerte inversión en especialistas tecnológicos hasta una mayor adhesión a modelos de negocio tradicionales. En relación con el T-MEC, las empresas encuestadas consideran que están preparadas y que los cambios laborales y las reglas de origen tendrán un impacto marginal en su productividad y competitividad. No obstante, las limitaciones del estudio incluyen la falta de participación de un número representativo de empresas y la ausencia de una medición concreta del impacto real de la I4.0. Por lo tanto, se sugiere refinar el instrumento y aplicarlo a un mayor número de empresas, así como considerar la realización de estudios de caso para una comprensión más profunda de este fenómeno.

## Abstract

The objective of this article is to analyze the perception of manufacturing companies located in Guanajuato Puerto Interior regarding the USMCA (T-MEC in Spanish) and to understand their digitization strategies by investigating whether they have a digitization plan, the adoption of Industry 4.0 technologies, and the hiring of specialists in these technologies. To address these aspects, the instrument called “Survey on Employment, Production, and Digitization in the Manufacturing Industry 2022” (EPPDIM-2022, acronym in Spanish) was designed and applied in May 2022. The main findings highlight the diversity of approaches and preparedness for digitization among the surveyed companies, with 60% having a digitization plan. Likewise, there is variability in the adoption of Industry 4.0 technologies within each sector, with some companies leading adoption by implementing a wide range of these technologies, while others focus on specific areas. This pattern is also evident in the hiring of specialists, where responses reflect different approaches and strategies for Industry 4.0 readiness, ranging from significant investments in technological experts to a greater adherence to traditional business models. Regarding the USMCA, surveyed companies believe they are prepared, and they anticipate marginal impacts on their productivity and competitiveness due to labor and rules of origin changes. However, study limitations include the lack of participation from a representative number of companies and the absence of a concrete measurement of the actual impact of Industry 4.0. It is suggested to refine the instrument and apply it to a larger number of companies, as well as to consider conducting case studies for a deeper understanding of this phenomenon.

## Introducción

La industria manufacturera desempeña un papel muy importante para la economía mexicana: de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2023a), durante el segundo trimestre de 2023, esta aportó 19.27 % al pib. En cuanto al número de

empleos, representó 16.6 % de la ocupación total empleada (Inegi, 2023b). Sin embargo, en la actualidad, se enfrenta a dos desafíos significativos: 1) la digitalización, acelerada por la pandemia de covid-19, la cual ha llevado a algunas empresas, sobre todo multinacionales, a establecer estrategias para disminuir costos, aumentar productividad y, por ende, ser más competitivas; 2) la introducción de cambios sustanciales en las reglas de origen, regulaciones ambientales y en materia laboral contemplados en el T-MEC (Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá), que afectan a una amplia gama de sectores dentro de la industria manufacturera.

La industria 4.0 (I4.0) representa un nuevo paradigma tecno-económico que promueve la interconectividad del mundo físico con el cibernético para lograr un uso más eficiente de los recursos y, por lo tanto, alcanzar una mayor rentabilidad y competitividad sostenible y sustentable en las empresas. Como ya es bien conocido, este término fue acuñado por el gobierno alemán en 2011, en la Feria de la Hannover Messe, en un esfuerzo para promover la competitividad de las empresas a través de la conexión del mundo físico con el mundo digital. La I4.0 también se ha denominado como, manufactura inteligente, manufactura avanzada, fábrica inteligente, fábrica del futuro e, incluso, cuarta revolución industrial.

En este contexto, el presente artículo busca abordar las siguientes preguntas clave: ¿Qué estrategias de digitalización están adoptando las empresas manufactureras ubicadas en Guanajuato Puerto Interior? ¿Qué tecnologías 4.0 están implementando? ¿Cuáles son los nuevos perfiles que están contratando o planean contratar? ¿Qué percepción tienen las empresas con respecto a algunos de los cambios contenidos en el T-MEC? Por lo tanto, el objetivo de este artículo es conocer la percepción de las empresas manufactureras localizadas en Guanajuato Puerto Interior (GPI) con respecto al T-MEC, así como sus estrategias de digitalización, en términos de adopción de tecnologías 4.0 y contratación de nuevos perfiles laborales, con el fin de proporcionar una visión inicial de este fenómeno. Para dar respuesta a estas interrogantes, se diseñó el instrumento denominado “Encuesta sobre empleo, producción y digitalización en la industria manufacturera 2022” (EPPDIM-2022) y se aplicó durante el mes de mayo de 2022 a empresas manufactureras ubicadas en el complejo industrial conocido como Guanajuato Puerto Interior (GPI).

La estructura del artículo es la siguiente: en la primera sección, se aborda cómo la digitalización y el T-MEC están afectando a la industria manufacturera. En la segunda, se explica el diseño metodológico. Los resultados y su análisis se presentan en la tercera sección. Finalmente, se realiza una serie de reflexiones.

## **En contexto: cómo afectan la digitalización y el T-MEC a la industria manufacturera**

### *Industria 4.0, digitalización en la industria manufacturera*

La I4.0 ha introducido cambios importantes en la industria manufacturera, tales como la interconectividad, la toma de decisiones descentralizada, la optimización, tanto en el uso de los recursos como de los datos, el eficiente control en el flujo de la cadena de suministros y la automatización (Singh, Goyat y Panwar, 2023; Kopeinig, Woschank y Olipp, 2023). De acuerdo con Nimawat y Gidwani (2023), la I4.0 busca impulsar la efectividad y competitividad de la manufactura a través de la utilización de procesos y estrategias innovadoras. Entre las tecnologías 4.0 que han logrado lo anteriormente mencionado se encuentran el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), big data y análisis, inteligencia artificial, realidad aumentada, robots colaborativos, simulación, la nube, entre otras (Bosman, Hartman y Sutherland, 2019).

Muchos especialistas coinciden en que la más importante de estas tecnologías es el IoT, pues permite la interconectividad de las diferentes máquinas y equipos de las empresas, de modo que facilita la recolección de los datos y el monitoreo. Además, puede apoyar en el monitoreo del uso de energía, así como impactar en la sostenibilidad de las organizaciones. A este respecto, las empresas que adoptan tecnologías de la I4.0 pueden alcanzar una mayor eficiencia en sus procesos de manufactura y eliminar desperdicios (Ghaithan *et al.*, 2023).

Aunque existen diferentes definiciones sobre el término industria 4.0, consideramos que la siguiente es amplia y hace alusión a la importancia del uso estratégico de la información para fomentar la innovación y los ecosistemas:

La industria 4.0 es la transformación de la información-intensiva de la manufactura (y las industrias relacionadas) en un entorno conectado de Big data, personas, procesos, servicios y activos industriales habilitados por el IoT, con la generación, aprovechamiento y utilización de datos e información como un medio para lograr una industria inteligente y ecosistemas de innovación industrial y colaboración (i-Scopp, s.f., párr. 18).

Existe una percepción positiva en cuanto al impacto de la transformación digital en la rentabilidad y competitividad de las empresas (Weking *et al.*, 2020; Nimawat y Gidwani, 2021a; Nimawat y Gidwani, 2021b), particularmente porque atiende preocupaciones críticas en el sector manufacturero, como la trazabilidad, la seguridad y la sostenibilidad (Kopeinig *et al.*, 2023). Sin embargo, antes de que las empresas se lancen a la adopción de la industria 4.0, es fundamental que realicen una evaluación exhaustiva de sus recursos y reflexionen sobre los beneficios que esta adaptación puede aportar. Una evaluación del

costo-beneficio resulta esencial en este tipo de adopciones disruptivas (Martínez, 2023; Nimawat y Gidwani, 2023).

La adopción de la industria 4.0 presenta varios desafíos fundamentales que las empresas deben afrontar. Uno de los retos más destacados es la cuestión de seguridad. Para que se genere información estratégica que apoye la toma de decisiones, es necesario extraer datos de la maquinaria y el equipo, así como compartirlos (Weking *et al.*, 2020). Esto implica la necesidad de que las empresas establezcan rigurosos protocolos de ciberseguridad para proteger su información contra posibles vulneraciones. Otro desafío crucial radica en la inversión en tecnología (Schumacher *et al.*, 2016). La magnitud de esta inversión dependerá en gran medida de las tecnologías 4.0 que las empresas elijan implementar. Esta inversión inicial puede ser significativa, pero se espera que a largo plazo proporcione beneficios sustanciales, como se mencionó, en términos de eficiencia, rentabilidad y competitividad.

Además, surge un tercer reto relacionado con la necesidad de desarrollar nuevas habilidades tanto técnicas como blandas y metacognitivas entre el personal. Esto implica la necesidad de reentrenar al personal existente y contratar a nuevos especialistas. Entre los profesionales clave que se requieren, se incluyen especialistas en software; desarrolladores de software y aplicaciones; expertos en redes sociales; expertos en comercio electrónico; analistas de ciberseguridad; analistas y científicos de datos; especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje automático, entre otros.

En cuanto a las habilidades blandas, destacan competencias como el trabajo en equipo, el liderazgo, la comunicación, la tolerancia, y la resiliencia. En el ámbito de las habilidades metacognitivas, es esencial fomentar la capacidad de aprendizaje continuo, la adaptabilidad, la creatividad, el enfoque multidisciplinario. De hecho, se habla de un “perfil laboral 4.0” (Martínez, 2020). En el siguiente apartado abordaremos cómo el T-MEC está impactando a la industria manufacturera de México.

### ***El impacto del T-MEC en la industria manufacturera de México***

El T-MEC reemplazó al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), entró en vigor el 1º de julio de 2020 y “[...] fue el resultado de una renegociación en la que pretendía participar la administración de Trump para ‘poner a Estados Unidos primero’ (*put America first*)” (Blecker, 2021, p. 289). El T-MEC cuenta con 34 capítulos, 12 más que su antecesor; el capítulo 4, acerca de las reglas de origen, y el 23, concerniente a lo laboral, presentan cambios significativos (Carrillo y de los Santos, 2022). Los cambios introducidos han tenido un impacto significativo en la industria manufacturera de México en varios aspectos:

- 1) Reglas de origen. El tratado establece reglas de origen que pueden ser más estrictas en ciertos sectores, como el automotriz. Esto significa que un mayor porcentaje de los componentes y partes de un producto manufacturado deben provenir de los tres países del acuerdo para calificar como producto originario. Esto ha llevado a un mayor fomento de la producción y suministro regional, mientras ha impulsado la integración de la cadena de suministro en América del Norte. Y, aunque estos avances son más notables en la industria automotriz, también aplican a otros sectores. El T-MEC incluye disposiciones específicas para diferentes tipos de productos manufacturados y, en algunos casos, se exige un mayor porcentaje de contenido regional para calificar como producto originario.
- 2) Salarios y condiciones laborales. El T-MEC incluye disposiciones que buscan mejorar las condiciones laborales de la industria manufacturera en México. Esto incluye la promoción de salarios justos y condiciones de trabajo adecuadas. Como resultado, algunas empresas pueden enfrentar mayores costos laborales y requisitos de cumplimiento, lo cual podría tener un impacto en la competitividad de la industria.
- 3) Propiedad intelectual. La protección de la propiedad intelectual en el tratado es relevante para muchas empresas manufactureras, especialmente aquellas que dependen de la innovación y la propiedad de patentes. Esto afecta a una variedad de sectores, desde la industria electrónica hasta la química.
- 4) Disputas comerciales. El mecanismo de solución de disputas del T-MEC es aplicable a todas las industrias y puede ser utilizado por las empresas para resolver diferencias comerciales con socios estadounidenses o canadienses.
- 5) Agricultura y agroindustria. Las disposiciones del tratado relacionadas con el acceso a los mercados y las reglas para los productos agroalimentarios también afectan a la industria manufacturera que depende de insumos agrícolas o está relacionada con la agroindustria.

En general, el T-MEC ha llevado a una mayor integración de las cadenas de suministro en América del Norte y ha impulsado a las empresas a adaptarse a las nuevas reglas y requisitos del acuerdo. Algunas empresas han tenido que ajustar sus operaciones y cumplir con los requisitos laborales y de origen, lo cual puede generar tanto desafíos como oportunidades en la industria manufacturera. El T-MEC no se centra específicamente en la I4.0 ni aborda directamente aspectos tecnológicos o de transformación digital. Sin embargo, puede tener implicaciones para la I4.0 y la adopción de tecnologías avanzadas en la industria manufacturera, en torno a los siguientes aspectos:

- 1) Protección de la propiedad intelectual. Como se mencionó, el tratado refuerza la propiedad intelectual, de manera que puede ser relevante para fomentar la inversión en investigación y desarrollo (I&D) en tecnologías innovadoras.
- 2) Reglas de origen y cadena de suministro. Para cumplir con las reglas de origen, las empresas pueden necesitar invertir en tecnologías que rastreen y gestionen la procedencia de los componentes, lo cual podría impulsar la digitalización de las operaciones.

## Metodología

La investigación se realizó en el complejo industrial conocido como Guanajuato Puerto Interior (GPI), el cual surge como resultado de la política económica de largo plazo implementada por el gobierno del estado. La elección de este complejo se basa en su destacada relevancia en el desarrollo económico, evidenciado por la presencia de importantes empresas multinacionales como Pirelli, Volkswagen, Denso, Beiersdorf, Forvia, Guala, entre otras. A continuación, se presenta una breve descripción de este complejo industrial:

GPI es un puerto seco, industrial y logístico ubicado en el municipio de Silao, Guanajuato. Aunque fue legalmente constituido el 23 de marzo de 2006, su gestación se remonta a mediados de los años noventa, como resultado de las recomendaciones del documento seminal de planeación de largo plazo llamado “Guanajuato siglo XXI”. Con el propósito de fomentar un ecosistema de innovación en la región, se compone de 124 empresas, de las cuales 63 están relacionadas con la industria automotriz. Asimismo, incluye instituciones educativas, centros de investigación, agencias gubernamentales especializadas y una amplia gama de servicios. Este complejo abarca 1277 hectáreas, distribuidas en cuatro parques industriales: Santa Fe I, Santa Fe II, Santa Fe III y Santa Fe IV, además, cuenta con el desarrollo en curso del Parque Aeroespacial Sky Plus. Aunado a ello, es importante destacar que las empresas Pirelli, Nivea y ZKW cuentan con un centro de investigación y desarrollo.

En este complejo se llevó a cabo la investigación cuantitativa, mediante el diseño y aplicación del instrumento denominado “Encuesta sobre Empleo, Producción y Digitalización en la Industria Manufacturera 2022” (EPPDIM-2022). El cuestionario consta de 30 preguntas cerradas y una pregunta abierta, distribuidas en cinco secciones temáticas:

- 1) *Información general y de contacto*: se abordan seis preguntas para obtener datos básicos.
- 2) *Módulo I: Datos generales de la empresa*: incluye trece preguntas centradas en aspectos generales de la empresa, tales como inicio de operaciones; país de origen; número de empleados y operarios; razones para localizarse en GPI; tipo de proceso productivo; organización del proceso productivo; porcentaje de exportación

y principales destinos; porcentaje y país de origen de insumos importados; razones para recurrir a la importación de insumos.

- 3) *Módulo II: Percepción del impacto del T-MEC*: se compone de una pregunta que presenta diez afirmaciones relacionadas con los cambios en materia laboral, sindical y las reglas de origen contenidas en el T-MEC; se les solicita a los participantes evaluarlas mediante la escala Likert (1. Totalmente en desacuerdo... 5. Totalmente de acuerdo).
- 4) *Módulo III. Empleo y organización del trabajo*: se exploran siete preguntas enfocadas en aspectos como la escolaridad y antigüedad promedio de diferentes categorías ocupacionales, contratación de nuevos especialistas relacionados con la I4.0, implementación de diversas formas de organización del trabajo, control de calidad, tareas de mantenimiento.
- 5) *Módulo IV. Digitalización*: este segmento comprende cuatro preguntas específicas para evaluar la presencia y alcance de la digitalización en la empresa. Se indaga sobre la existencia de un plan de digitalización, el horizonte temporal de su planeación, las tecnologías 4.0 implementadas y las áreas específicas en las cuales se han integrado dichas tecnologías.

La encuesta se aplicó en mayo de 2022 a las empresas de GPI a través de correo electrónico. Se obtuvo la respuesta de diez empresas, lo cual representó 8.06 % del total de empresas. De los encuestados, 70 % fueron directivos, mientras que 30 % fueron mandos medios. Se solicitó que los informantes tuvieran antigüedad en la empresa y un conocimiento sólido de aspectos como el funcionamiento global de la empresa, las implicaciones del T-MEC y las estrategias de la industria 4.0. De acuerdo con lo señalado por los encuestados, las secciones que ellos desconocían fueron enviadas a los especialistas para garantizar la precisión de las respuestas. En la siguiente sección, se presentan los resultados y su análisis.

## Resultados y análisis

Las diez empresas que contestaron la encuesta provienen de los siguientes países: Alemania, Canadá, EUA, Italia, Japón, México y Suiza. En cuanto a la industria a la que pertenecen, 50 % corresponde al sector automotriz, 20 % al sector de metalmecánica, 10 % a la fabricación de dispensadores, otro 10 % a la fabricación de productos de cuidado personal y el 10 % restante a la industria de alimentos (tabla 1).

**Tabla 1.** Aspectos generales de las empresas.

Compañía	Puesto del encuestado	País de origen	Año de establecimiento en GPI	Sector	Número de empleados		
					Administrativos	Trabajadores	Total
A	Director industrial	Italia	2011	Automotriz	300	2700	3000
B	Supervisor de Recursos Humanos	EUA	2017	Automotriz	135	578	713
C	Gerente de Recursos Humanos	EUA	2018	Automotriz	65	205	270
D	Jefe de Recursos Humanos	Japón	2008	Automotriz	18	32	50
E	Gerente de Recursos Humanos	Alemania/EUA	2012	Automotriz	88	90	178
F	Director de Operaciones	México	2012	Metalmecánica	60	103	163
G	Coordinador de Capacitación y Entrenamiento	Canadá	2011	Metalmecánica	277	460	737
H	Gerente de planta	Italia	2008	Fabricación de dispensadores	152	207	359
I	Director de planta	Alemania	2012	Fabricación de productos para el cuidado personal	150	650	800
J	Subdirector de fábrica	Suiza	2017	Alimentos	40	300	340

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

Según las respuestas de la encuesta, las cinco principales razones para establecerse en GPI fueron, en orden descendente, las siguientes:

1. Cercanía con el mercado.
2. Disposición de infraestructura, energía, comunicaciones y transporte.
3. Buenas relaciones laborales.
4. Apoyos gubernamentales en terrenos, exención de impuestos.
5. Costo de la mano de obra.

En la tabla 2, se muestra la antigüedad promedio de los empleados. En las empresas A, B, E, G, H y J, destaca que el promedio de antigüedad de sus directivos es mayor a diez años; lo mismo sucede con los gerentes en las empresas D, F, G y H. Esto sugiere una estabilidad laboral en la empresa.

**Tabla 2.** Antigüedad promedio.

Empresa	Industria	Administrativos		Mandos medios producción		Obreros	
		Directivos	Empleados	Gerentes / Técnicos	Supervisores	Especializados	Generales
A	Automotriz	15	4	5	4	4	3.6
B	Automotriz	16	5	5	5	3	1.6
C	Automotriz	3	3.6	3.6	4.5	4.5	3.6
D	Automotriz	2	5	12	8	No contestó	4
E	Automotriz	13	6	6	6	3	3
F	Metalmecánica	2	5	10	10	5	5
G	Metalmecánica	4	3	5	5	3 años 6 meses	No aplica
H	Fabricación de dispensadores	Más de 10	Más de 10	Más de 10	Más de 5	Más de 10	3
I	Fabricación de productos para el cuidado personal	6	4	4	4	4	3
J	Alimentos	17	4	3	3	2.6	2

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

En cuanto al nivel de escolaridad, los obreros, tanto especializados como generales, cuentan con un nivel mínimo de secundaria y, en la empresa A, los especializados son técnicos superiores universitarios (TSU), lo cual se debe al tipo de producto que fabrican. En cuanto a los supervisores, 40 % cuentan con bachillerato y 60 % con un nivel técnico, ingeniería o licenciatura. El 100 % de los empleados administrativos cuenta con licenciatura o ingeniería. Finalmente, 30 % de los directivos cuentan con estudios de posgrado y 70 % con licenciatura o ingeniería (tabla 3).

**Tabla 3.** Nivel de escolaridad de los empleados.

Empresa	Industria	Administrativos		Mandos medios producción		Obreros	
		Directivos	Empleados	Gerentes / Técnicos	Supervisores	Especializados	Generales
A	Automotriz	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Bachillerato	TSU	Secundaria
B	Automotriz	Maestría	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Bachillerato	Secundaria
C	Automotriz	Maestría	Licenciatura	Ingeniería/ Carrera técnica	Ingeniería/ Carrera técnica	Bachillerato	Secundaria
D	Automotriz	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Técnico	Bachillerato	No contestó	Secundaria
E	Automotriz	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Bachillerato	Secundaria
F	Metalmecánica	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura	Bachillerato	Bachillerato	No aplica
G	Metalmecánica	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Secundaria	No aplica
H	Fabricación de dispensadores	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura / TSU	Bachillerato	Secundaria	Secundaria
I	Fabricación de productos para el cuidado personal	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura/ Bachillerato	Licenciatura/ Bachillerato	Secundaria/ Bachillerato	No contestó
J	Alimentos	Maestría	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Licenciatura/ Ingeniería	Técnico	Bachillerato

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

Dentro del marco del concepto de industria 4.0 se requiere una fuerza de trabajo altamente calificada que posea tanto habilidades técnicas como socioemocionales. En términos de las habilidades técnicas, se buscan especialistas en tecnologías, como sistemas de integración, robots autónomos, computación en la nube, sistemas de realidad aumentada, sistemas ciberfísicos, entre otras (Türkes *et al.* 2019, como se citó en Nimawat y Gidwani, 2021a). Por lo tanto, se consultó a las empresas si su plantilla actualmente contaba con los cuatro tipos de especialistas mencionados en la tabla 4 o si tenían la intención de contratarlos.

Entre las empresas del sector automotriz, únicamente la Empresa A tiene intención de contratar analistas y científicos de datos, desarrolladores y analistas de software y aplicaciones, así como especialistas en ciberseguridad. La Empresa C, del sector automotriz, y la Empresa G, de la industria metalmecánica, planean contratar a desarrolladores y analistas de software y aplicaciones, junto con especialistas en ciberseguridad. Por otro lado, la Empresa I, dedicada a la fabricación de productos para el cuidado

personal, tiene planes de contratar analistas y científicos de datos, especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje automático, así como especialistas en ciberseguridad. Finalmente, la Empresa J, que se encuentra en la industria de alimentos, tiene la intención de contratar a analistas y científicos de datos. El resto de las empresas informaron que no cuentan con estos especialistas y que tampoco tienen la intención de contratarlos en el futuro inmediato.

Estas respuestas reflejan la diversidad de enfoques y estrategias en la preparación de las empresas ante la industria 4.0, desde una fuerte inversión en especialistas tecnológicos hasta una mayor adhesión a modelos de negocio tradicionales. Profundizando en esto, podemos señalar las posturas de las empresas:

- 1) Reconocimiento de la necesidad. Las empresas A, C, G, I y J muestran un reconocimiento claro de la necesidad de contratar especialistas en áreas clave de la Industria 4.0. Esto puede indicar una voluntad de adaptación a las tendencias tecnológicas y una búsqueda de la eficiencia en sus operaciones.
- 2) Especialización sectorial. Las empresas del sector automotriz, la de productos para el cuidado personal y la de alimentos parecen estar más enfocadas en áreas específicas de la I4.0 que son relevantes para sus industrias.
- 3) Diversidad de enfoques. La diversidad de respuestas muestra que las empresas tienen diferentes estrategias para abordar la I4.0, lo cual puede depender de sus necesidades específicas, su sector industrial y su mindset.
- 4) Enfoque tradicional. Las empresas que no tienen la intención de contratar a estos especialistas pueden estar limitadas por recursos o la naturaleza de sus operaciones, aunque quizás siguen un enfoque más tradicional en su modelo de negocio, lo cual podría requerir menos énfasis en la tecnología avanzada.

**Tabla 4.** Especialistas 4.0.

Empresa	Giro	Administrativos	Especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje automático	Desarrolladores y analistas de software y aplicaciones	Especialistas en ciberseguridad
A	Automotriz	Sí	No	Sí	Sí
B	Automotriz	No	No	No	No
C	Automotriz	No	No	Sí	Sí
D	Automotriz	No	No	No	No
E	Automotriz	No	No	No	No
F	Metalmecánica	No	No	No	No

Empresa	Giro	Administrativos	Especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje automático	Desarrolladores y analistas de software y aplicaciones	Especialistas en ciberseguridad
G	Metalmecánica	No	No	Sí	Sí
H	Fabricación de dispensadores	No	No	Sí	No
I	Fabricación de productos para el cuidado personal	Sí	Sí	No	Sí
J	Alimentos	Sí	No	Sí	No

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

Es importante destacar que estos datos brindan una visión general de las intenciones de contratación o la existencia de empleados en estos relativamente nuevos puestos de trabajo. Sin embargo, los resultados pueden variar según el momento y las necesidades específicas de cada empresa. Con la finalidad de evaluar su preparación y compromiso con la transformación digital se les preguntó si contaban con un plan de digitalización y sobre el horizonte de tiempo de su implementación. En la tabla 5 se muestran las respuestas, a partir de lo cual podemos señalar que, en el sector automotriz:

- La Empresa A tiene un plan de digitalización en el corto plazo, lo cual indica una fuerte intención de implementar tecnologías digitales de manera rápida.
- Las Empresas B, C y D no tienen un plan de digitalización definido, lo cual sugiere una falta de compromiso o un enfoque menos claro hacia la digitalización en este momento.
- La Empresa E tiene un plan de digitalización en el mediano plazo, lo cual indica que está planificando una implementación gradual en el futuro.

Empresas en el sector metalmecánico:

- La Empresa F no tiene un plan de digitalización definido, lo cual sugiere una falta de compromiso inmediato con la digitalización.
- La Empresa G tiene un plan de digitalización en el largo plazo, lo cual indica una intención de implementar tecnologías digitales de manera gradual y a lo largo del tiempo.

Empresas en otros sectores:

- Las Empresas H, I y J tienen planes de digitalización, con horizontes de tiempo en el corto plazo y mediano plazo, lo cual sugiere una intención clara de adoptar tecnologías digitales en un futuro cercano.

En general, las empresas del sector automotriz parecen mostrar una variedad de enfoques, desde una fuerte intención de implementación en el corto plazo hasta la falta de un plan definido. En el sector metalmecánico, hay una empresa con planes a largo plazo. Mientras, las empresas en otros sectores muestran una intención de adoptar tecnologías digitales en el corto y mediano plazo. Estas diferencias reflejan la diversidad de enfoques y preparación para la digitalización en las empresas encuestadas.

**Tabla 5.** Planes de digitalización.

Empresa	Sector	Plan de digitalización	Horizonte de planeación
A	Automotriz	Sí	Corto plazo (1 año)
B	Automotriz	No	N. A.
C	Automotriz	No	N. A.
D	Automotriz	No	N. A.
E	Automotriz	Sí	Mediano plazo (3 a 5 años)
F	Metalmecánica	No	N. A.
G	Metalmecánica	Sí	Largo plazo (más de 5 años)
H	Fabricación de dispensadores	Sí	Corto plazo (1 año)
I	Fabricación de productos para el cuidado personal	Sí	Mediano plazo (3 a 5 años)
J	Alimentos	Sí	Mediano plazo (3 a 5 años)

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

En la tabla 6, se muestra la respuesta de las empresas sobre su proceso productivo y las tecnologías 4.0 implementadas. En lo que respecta al tipo de proceso de producción, 30 % de las empresas indicaron que su enfoque es totalmente automatizado y organizado en línea. El 50 % de las empresas tiene un proceso semi-automatizado y, de estas, el 80 % lo organiza a través de celdas de manufactura, mientras 20 % lo gestiona en línea. El restante 20 % de las empresas sigue un proceso intensivo en mano de obra y, de estas, 50 % lo organiza en línea y el otro 50 % lo gestiona en celdas de manufactura.

En cuanto a la adopción de tecnologías 4.0, podemos señalar que las empresas del sector automotriz las están adoptando de manera diversa. La implementación común incluye IoT, ciberseguridad y simulación virtual. Las Empresas A y E han adoptado un conjunto

más amplio de tecnología, incluyendo robots autónomos, manufactura aditiva y realidad aumentada. En el sector de la metalmecánica, las empresas parecen centrarse principalmente en IoT y realidad aumentada. La empresa G también ha implementado la nube y utiliza robots autónomos. En cuanto a la empresa dedicada a la fabricación de dispensadores ha adoptado un conjunto completo de tecnologías, incluyendo IoT; ciberseguridad, Big data y analítica; nube; robots autónomos y sistemas integrados. Todo ello va de la mano con el grado de automatización de la empresa.

Destaca la Empresa I por haber implementado siete de las diez tecnologías indagadas, lo cual indica una amplia adopción de la industria 4.0, y opera con un proceso productivo semi-automatizado. Por su parte, la Empresa J ha implementado seis tecnologías 4.0, lo cual también indica una fuerte orientación hacia la transformación digital, alineada con su proceso productivo automatizado.

En resumen, se observa una variabilidad en la adopción de tecnologías 4.0 dentro de cada sector. Mientras algunas empresas están liderando en la implementación de una amplia gama de tecnologías 4.0, otras se centran en áreas específicas. Además, ciertas tecnologías, como el IoT y la nube, son comunes en varios sectores y destaca su importancia transversal en la transformación digital de las empresas.

**Tabla 6.** Proceso productivo y tecnologías 4.0 implementadas.

Empresa	Sector	Plan de digitalización Horizonte de planeación		Tecnologías 4.0										
		Tipo de proceso	Organización del proceso	IoT	C	BDA	SV	Nube	RA	MA	RA	SI	IA	
A	Automotriz	Semi-automatizado	Celdas de manufactura	X	X	X	X							
B	Automotriz	Semi-automatizado	Celdas de manufactura		X			X						
C	Automotriz	Semi-automatizado	Celdas de manufactura	X	X			X						
D	Automotriz	Intensivo en mano de obra	En línea											
E	Automotriz	Automatizado	En línea		X	X		X	X					
F	Metalmecánica	Intensivo en mano de obra	Celdas de manufactura	X		X								
G	Metalmecánica	Semi-automatizado	Celdas de manufactura		X					X				
H	Fabricación de dispensadores	Automatizado	En línea	X	X	X			X		X			
I	Fabricación de productos para el cuidado personal	Semi-automatizado	En línea	X	X	X	X	X	X		X			
J	Alimentos	Automatizado	En línea	X			X		X	X		X	X	X

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

**Nota:** C = ciberseguridad, BDA = big data y analítica, SV = simulación virtual, RA = robots autónomos, MA = manufactura aditiva, RA = realidad aumentada, SI = sistemas integrados, IA = inteligencia artificial.

Como se ha mencionado, el T-MEC incluye disposiciones que buscan mejorar y proteger los derechos laborales en los tres países. Además, el tratado se compromete a respetar los principios fundamentales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), lo cual implica un compromiso con la libertad sindical y la negociación colectiva, así como la eliminación de la discriminación en el empleo. Por ello, nos interesó conocer la percepción de las empresas con respecto al T-MEC, en cuanto a aspectos en materia laboral y sindical. Asimismo, se indagó si las empresas consideran que el aumento laboral y las reglas de origen afectarían su competitividad. Las respuestas de las empresas se presentan en una escala de Likert en la tabla 7.

**Tabla 7.** Percepción de las empresas sobre el T-MEC.

Aspecto	Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La empresa se encuentra en condiciones para adaptarse a las disposiciones en materia laboral establecidas en el T-MEC.			10 %	20 %	70 %
Nuestros mandos medios y gerentes motivan a los empleados a utilizar las fuentes de información disponibles en nuestra industria.				40 %	60 %
En la empresa se trabaja por la eliminación de la discriminación en el empleo y la ocupación.					100 %
La empresa promueve la igualdad de la mujer, brindando las oportunidades para lograrlo.				10 %	90 %
La empresa busca que las condiciones de trabajo respecto a salarios mínimos, horas de trabajo, seguridad y salud en el trabajo sean las óptimas.				10 %	90 %
En la empresa se propicia la libertad de asociación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva.	Metalmecánica	10 %	Celdas de manufactura	20 %	70 %
El nuevo derecho al voto sindical y a la libre asociación afectará la manera en la que se contrata a los trabajadores en la empresa.	Metalmecánica	20 %	Celdas de manufactura	10 %	20 %
Las nuevas leyes laborales afectarán la estructura sindical dentro de la empresa.	Fabricación de dispensadores	30 %	En línea	30 %	
El aumento salarial de los trabajadores afectará la competitividad de la empresa.	Fabricación de productos para el cuidado personal		En línea	20 %	10 %
Las nuevas reglas de origen disminuirán la competitividad de la empresa.	Alimentos	20 %	En línea		

**Fuente:** Elaboración propia con base en la EEPDIM-2022.

A continuación, brindamos una interpretación global de la encuesta de percepción sobre las implicaciones del T-MEC en las empresas:

- **Capacidad de adaptación a las disposiciones laborales.** La mayoría de los encuestados (70 %) está “totalmente de acuerdo” en que la empresa se encuentra en

condiciones para adaptarse a las disposiciones en materia laboral establecidas por el T-MEC, lo cual sugiere confianza en la capacidad de las empresas para cumplir con estas regulaciones.

- **Promoción de la capacitación e información.** La percepción es positiva en cuanto a que los mandos medios y gerentes motivan a los empleados a utilizar las fuentes de información disponibles en la industria, con un 60 % de las empresas “totalmente de acuerdo” y un 40 % “de acuerdo”.
- **Eliminación de la discriminación.** Todos los encuestados están de acuerdo en que sus empresas trabajan por la eliminación de la discriminación en el empleo y la ocupación, lo cual refleja un fuerte compromiso con la igualdad en el lugar de trabajo.
- **Promoción de la igualdad de género.** La mayoría de los encuestados (90 %) está “Totalmente de acuerdo” en que sus empresas promueven la igualdad de la mujer brindando oportunidades.
- **Condiciones de trabajo óptimas.** La mayoría (90 %) está “Totalmente de acuerdo” en que la empresa busca condiciones de trabajo óptimas en términos de salarios mínimos, horas de trabajo, seguridad y salud en el trabajo.
- **Libertad de asociación y negociación colectiva.** La percepción sobre la libertad de asociación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva es mixta, con 70 % en categorías que indican acuerdo y un 10 % en desacuerdo.
- **Impacto del nuevo derecho al voto sindical y libre asociación.** hay diversidad de opiniones en cuanto a cómo el nuevo derecho al voto sindical y libre asociación afectará la contratación de trabajadores, con un 30 % “Ni acuerdo ni en desacuerdo” y opiniones divididas en otras categorías.
- **Impacto de las nuevas leyes laborales en la estructura sindical.** La percepción es variada en cuanto a cómo las nuevas leyes laborales afectarán la estructura sindical dentro de la empresa, con un 30 % que indica “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y opiniones equilibradas entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **Impacto del aumento salarial en la competitividad.** La mayoría (70 %) está en categorías que indican desacuerdo o total desacuerdo respecto a que el aumento salarial afectará la competitividad de la empresa.
- **Impacto de las nuevas reglas de origen en la competitividad.** La mayoría (60 %) expresa “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” respecto a que las nuevas reglas de origen disminuirán la competitividad de la empresa, lo cual sugiere cierta incertidumbre o falta de consenso en este aspecto.

En resumen, la encuesta refleja una percepción positiva en muchos aspectos, como la capacidad de adaptación a las regulaciones del T-MEC, la promoción de la igualdad de género y la búsqueda de condiciones de trabajo óptimas. Sin embargo, existen áreas de incertidumbre y diversidad de opiniones en aspectos como la libertad sindical, el impacto de las nuevas leyes laborales y el aumento salarial en la competitividad.

## Reflexiones finales

El propósito de este artículo fue realizar una primera aproximación para evaluar si las empresas de la industria manufacturera, ubicadas en Guanajuato Puerto Interior, tienen un plan estratégico para implementar la industria 4.0. Asimismo, se estudió si estas empresas han implementado tecnologías 4.0 y se indagó en su intención de contratar especialistas en tecnologías 4.0, así como su percepción sobre el impacto del T-MEC en sus operaciones.

Los principales hallazgos evidencian la diversidad de enfoques y preparación para la digitalización entre las empresas encuestadas; el 60 % cuentan con un plan de digitalización. Asimismo, se observa variabilidad en la adopción de tecnologías 4.0 dentro de cada sector, con algunas empresas liderando la adopción, al implementar una amplia gama de estas tecnologías, mientras que otras se centran en áreas específicas. Este patrón se repite en lo que respecta a la contratación de especialistas, donde las respuestas reflejan diferentes enfoques y estrategias de preparación para la industria 4.0, desde una fuerte inversión en especialistas tecnológicos hasta una mayor adhesión a modelos de negocio tradicionales.

En cuanto al T-MEC, las empresas encuestadas consideran que están preparadas y que los cambios en materia laboral y reglas de origen afectarán de manera marginal su productividad y competitividad. Sin embargo, es importante mencionar que esta investigación tuvo ciertas limitaciones. Una de las principales fue el número reducido de empresas que respondieron a la encuesta. Esto se debió, en parte, al uso de una dirección de correo electrónico de Gmail en lugar de una institucional para el envío de la encuesta, pues, en algunos casos, los filtros de correo institucional pueden bloquear el envío masivo de mensajes. Otra limitación fue que la encuesta se centró en la intencionalidad de implementar estrategias de la industria 4.0, sin profundizar en la medición del impacto real de estas tecnologías en aspectos como la reducción de desperdicios, productividad, empleo y competitividad. Esto coincide con lo que exponen Szász *et al.* (2021).

Para futuras investigaciones, se sugiere afinar el instrumento que utilizado, evaluar la posibilidad de modificar la estrategia de envío y realizar estudios de caso con el objetivo de profundizar en estos aspectos. Además, sería benéfico explorar la percepción de las empresas sobre qué tipo de incentivos requerirían para que inviertan en tecnologías de

la industria 4.0 y en la capacitación de sus empleados actuales, así como en la contratación de nuevos perfiles.

En resumen, la información presentada en este artículo brinda una primera aproximación a la situación de las empresas manufactureras establecidas en Guanajuato Puerto Interior en relación con la industria 4.0 y el T-MEC. Finalmente, se destacan los siguientes hallazgos:

- 1) La implementación de estrategias de industria 4.0 parece depender en gran medida de las necesidades actuales de las empresas y del sector al que pertenecen. Estas necesidades son dinámicas y pueden cambiar con el tiempo, lo cual podría motivar a las empresas a adoptar estrategias 4.0 en el futuro.
- 2) Conforme el paradigma de I4.0 se extienda en el sector manufacturero, es probable que aumente la demanda de un perfil laboral más enfocado en estas tecnologías. Esto requerirá que las empresas contraten especialistas y proporcionen capacitación a sus empleados actuales.
- 3) La promoción del paradigma de la I4.0 podría beneficiarse mediante incentivos gubernamentales, como la reducción de impuestos para empresas que inviertan en estas tecnologías o la formación de su personal.

## Referencias

- Blecker, R. A. (2021). The Rebranded NAFTA: Will the USMCA Achieve The Goals of the Trump Administration For North American Trade?, *Norteamérica*, 16(2), 289-315. <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2021.2.516>.
- Bosman, L., Hartman, N., y Sutherland, J. (2019). How manufacturing firm characteristics can influence decision making for investing in Industry 4.0 technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1117-1141. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0283>.
- Carrillo, J. y de los Santos, S. (2022). *México: políticas industriales para el aprovechamiento del T-MEC y las políticas expansivas en los Estados Unidos*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e8aba0a1-0db0-4cad-93a2-96bbd-95d4e1d/content>.
- Ghaithan, A. M., Alshammakhi, Y., Mohammed, A., y Mazher, K. M. (2023). Integrated Impact of Circular Economy, Industry 4.0, and Lean Manufacturing on Sustainability Performance of Manufacturing Firms. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20(6), 5119. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065119>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2023a). *Economía y Sectores productivos. Por actividad económica*. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#tabulados>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2023b). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/#tabulados>.

- i-Scoop. (s.f.). *Industry 4.0 and the fourth industrial revolution explained*. <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>.
- Martínez, A. (2020). Retos en la implementación de industria 4.0: el caso de GKN Driveline. En A. Martínez, M. L. Álvarez Medina y A. García Garnica (coords.), *Industria 4.0 en México. Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas* (pp. 135-154). UNAM–Plaza y Valdés Editores.
- Martínez, A. (2023). Retos de la transformación digital para las pymes. *Revista Ciencia*, 74(2), 36-41. [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/74\\_2/PDF/07\\_74\\_2\\_1519\\_Pymes.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/74_2/PDF/07_74_2_1519_Pymes.pdf).
- Nimawat, D. y Gidwani, B. D. (2021a). Identification of cause and effect relationships among barriers of Industry 4.0 using decision-making trial and evaluation laboratory method. *Benchmarking: An International Journal*, 28(8). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BIJ-08-2020-0429/full/html>.
- Nimawat, D., y Gidwani, B. D. (2021b). Prioritization of important factors towards the status of industry 4.0 implementation utilizing AHP and ANP techniques. *Benchmarking: An International Journal*, 28(2), 695-720. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2020-0346>.
- Nimawat, D. y Gidwani, B. D. (2023). An initial survey of the readiness of Industry 4.0 adoption in the manufacturing industries. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 129, 1613-1630. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12385-y>.
- Schumacher, A., Erol, S. y Sihni, W. (2016). A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises, *Procedia CIRP*, 52, 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>.
- Singh, M., Goyat, R., y Panwar, R. (2023). Fundamental pillars for industry 4.0 development: implementation framework and challenges in manufacturing environment. *The TQM Journal*, 35(9). <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2022-0231>.
- Szász, L., Demeter, K., Rácz, B. G. y Losonci, D. (2021). Industry 4.0: a review and analysis of contingency and performance effects. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-10-2019-0371/full/html>.
- Weking, J., Stöcker, M., Kowalkiewicz, M., Böhm, M. y Krcmar, H. (2020). Leveraging industry. 4.0 – a business model pattern framework. *International Journal of Production Economics*, 225. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107588>.

---

## Agradecimientos

---

Esta investigación forma parte del proyecto IN304122 “Propuesta metodológica para medir las capacidades de innovación y absorción 4.0”, financiado por el Programa UNAM–PAPIIT (2022–2024).

---