

OMI

Observatorio
Mexicano de
Innovación

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA MOLDES, TROQUELES Y HERRAMENTALES PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ



2018

OBSERVATORIO MEXICANO DE INNOVACIÓN

Primera edición:

Ciudad de México, noviembre 2018

Av. Insurgentes Sur, 1940, Col. Florida, C.P.
01030, Delegación Álvaro Obregón.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Lic. Ildefonso Guajardo Villareal
Secretario de Economía

Lic. José Rogelio Garza Garza
Subsecretario de Industria y Comercio

Dr. Raúl E. Rendón Montemayor
**Director General de Innovación,
Servicios y Comercio Interior**

Citación sugerida:

Observatorio Mexicano de Innovación. (2018).
Prospectiva Tecnológica en Moldes, Troqueles
y Herramientales para la Industria Automotriz.
Ciudad de México, México: OMI.

Agradecimientos a:

Miembros del sector público, privado y
academia que participaron en el ejercicio
de Prospectiva Tecnológica del sector de
Moldes, Troqueles y Herramientales al 2030.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni todo ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo y por escrito de la Secretaría de Economía.

La Secretaría de Economía no es responsable de las imprecisiones u omisiones que puedan existir en la información contenida en esta publicación. En este sentido, la Secretaría de Economía no aceptará ninguna responsabilidad que se derive de las omisiones, imprecisiones o errores que esta publicación pueda contener.

Presentación

Ante la inminente llegada de la cuarta revolución industrial o industria 4.0 en la que convergen los sistemas físicos, digitales y biológicos, resulta fundamental que los países en vías de desarrollo como México continúen fortaleciendo sus sistemas de innovación, tanto para aprovechar las oportunidades, como para responder ante los retos que supone la aparición de tecnologías emergentes en el país.

En este contexto, la Administración Pública Federal desempeña un papel clave tanto en la eliminación o disminución de barreras para la innovación, como en la asignación de los recursos disponibles para impulsar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que generen los mayores beneficios económicos y sociales. No obstante, la coordinación y puesta en marcha de estrategias para impulsar la innovación, incluso dentro de las propias empresas, a menudo conlleva un tiempo considerable desde su diseño hasta su implementación, por lo que las condiciones del entorno para aquel entonces posiblemente serán otras. Por ello, resulta necesario identificar aquellas áreas o tecnologías emergentes que permitan impulsar el crecimiento económico del país, así como monitorear el impacto de las estrategias de la Administración Pública Federal a mediano y largo plazo. En apoyo a esta tarea se crea el Observatorio Mexicano de Innovación (OMI).

El OMI es un instrumento de política pública apoyado por el Comité Intersectorial para la Innovación (CII) y el PROSOFT Innovación, Fondo Sectorial de Innovación, que tiene como propósito fundamental fortalecer al ecosistema mexicano de innovación mediante la especificación de indicadores y la generación de estudios que aporten información valiosa para el diseño de nuevas o mejores políticas públicas con enfoque nacional y en sectores estratégicos.

Con base en este objetivo, y ante la necesidad de impulsar el desarrollo y adopción de tecnologías emergentes en el país, el OMI presenta el informe de *Prospectiva Tecnológica en Moldes, Troqueles y Herramientales para la Industria Automotriz*, con el que se espera que los actores que conforman el sector público, privado, academia y sociedad en su conjunto, conozcan las principales tendencias y aplicaciones tecnológicas que podrían insertarse en este importante sector industrial durante los próximos años, así como las potenciales áreas de oportunidad a fortalecer, para facilitar la toma de decisiones y validar el diseño de estrategias que les permitan hacer frente a los cambios que plantea el futuro en torno a la cuarta revolución industrial.

Índice

Índice de figuras.....	3
Índice de gráficos	4
Siglas y acrónimos	5
Introducción	6
I. Moldes, Troqueles y Herramentales para la Industria Automotriz	8
1.1. La política pública de innovación.....	8
1.2. Definición de sectores estratégicos.....	9
1.3. Cadena de valor del sector	11
II. México ante la Cuarta Revolución Industrial	14
III. Tendencias Tecnológicas de Industria 4.0 en el sector.....	17
3.1. Estudio del estado de la técnica: metodología y alcances	18
3.2. Análisis de la actividad de patentamiento	20
3.2.1. Principales resultados a nivel internacional	21
3.2.2. Principales resultados a nivel nacional	31
IV. Moldes, Troqueles y Herramentales para la Industria Automotriz al 2030	34
4.1. Ejercicio de prospectiva tecnológica: metodología y alcances	34
4.2. Perspectiva del sector hacia el año 2030	44
4.2.1. Tendencias en la industria automotriz en México	44
4.2.2. Industria 4.0	47
4.2.3. Adopción de nuevas tecnologías	49
Referencias	55
Anexo 1. Resultados nacionales	58

Índice de figuras

Figura 1. Cadena de valor del sector de MTyH para la industria automotriz. ...	11
Figura 2. Línea del tiempo de la primera a la cuarta revolución industrial.....	15
Figura 3. Alcances del estudio de tendencias tecnológicas en el sector.	18
Figura 4. Metodología del estudio de tendencias tecnológicas en el sector.	20
Figura 5. Principales resultados de la actividad de patentamiento.....	21
Figura 6. Patentes representativas.....	30
Figura 7. Alcances del ejercicio de Prospectiva Tecnológica.	35
Figura 8. Metodología del ejercicio de Prospectiva Tecnológica.....	37
Figura 9. Distribución de participantes por entidad federativa.	39
Figura 10. Escala de autoevaluación en los temas objeto de estudio.	40
Figura 11. Priorización de capacidades de adopción.	51

Índice de gráficos

Gráfico 1. Tendencia anual de patentamiento por temática de estudio.	22
Gráfico 2. Principales áreas de desarrollo tecnológico a nivel internacional. ...	24
Gráfico 3. Tendencia anual de presentación de solicitudes por área tecnológica.....	25
Gráfico 4. Principales países o jurisdicciones en los que se solicita la protección.....	26
Gráfico 5. Principales países de origen de las instituciones u organizaciones con actividad de patentamiento.....	27
Gráfico 6. Principales instituciones u organizaciones titulares de patentes.....	28
Gráfico 7. Tendencia anual de patentamiento a nivel nacional.	31
Gráfico 8. Principales áreas tecnológicas con actividad de patentamiento a nivel nacional.....	32
Gráfico 9. Principales organizaciones titulares de patentes en México.	33
Gráfico 10. Distribución del grupo de expertos participantes.	38
Gráfico 11. Distribución de participantes por nivel máximo de estudios.	38
Gráfico 12. Nivel de conocimiento por actividad de la cadena de valor del sector.....	40
Gráfico 13. Nivel de conocimiento en tendencias tecnológicas en la industria automotriz.	41
Gráfico 14. Nivel de conocimiento en tecnologías relativas a la Industria 4.0. .	42
Gráfico 15. Número de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación.....	43
Gráfico 16. Número de proyectos de implementación de tecnologías de Industria 4.0.....	43
Gráfico 17. Número de años de experiencia.	44
Gráfico 18. Plazo en que las tendencias podrían consolidarse en México.	45
Gráfico 19. Nivel de disrupción de las tendencias tecnológicas para el sector.	46
Gráfico 20. Priorización de tendencias tecnológicas para la industria automotriz.	47
Gráfico 21. Priorización de tecnologías relativas a la Industria 4.0.	48
Gráfico 22. Áreas de impacto de las tecnologías de Industria 4.0.	49
Gráfico 23. Priorización de factores limitantes para la adopción de nuevas tecnologías.....	50

Siglas y acrónimos

CIP	Clasificación Internacional de Patentes
EPO	European Patent Office/ Oficina Europea de Patentes
MTyH	Moldes, Troqueles y Herramientales
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMI	Observatorio Mexicano de Innovación
WIPO/OMPI	World Intellectual Property Organization / Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
PROSOFT	Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación
WEF	World Economic Forum / Foro Económico Mundial

Introducción

En un contexto en el que la innovación constituye un aspecto fundamental para insertarse con éxito en las nuevas corrientes tecnológicas, como es el caso de la cuarta revolución industrial, resulta necesario el diseño y puesta en marcha de estrategias orientadas al fortalecimiento de las capacidades de innovación en las empresas. No obstante, el proceso para la toma de decisiones estratégicas para la innovación, a menudo se ve rodeado por un alto grado de incertidumbre, sobre todo en aquellos proyectos que se desarrollan hacia el largo plazo como medida para mejorar o mantener la posición competitiva, o incluso, como mecanismo para la supervivencia ante un acontecimiento tecnológico disruptivo. Es en esta coyuntura donde adquiere relevancia la Prospectiva Tecnológica.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), define la Prospectiva Tecnológica¹ como: *tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y sociales.*

Al respecto, es importante señalar que, si bien el fin último de la prospectiva tecnológica es permitir a los tomadores de decisiones anticiparse a los cambios que se prevén en el futuro, esta no constituye un método para predecir lo que va a ocurrir, sino lo que puede ocurrir. Por consiguiente, resulta importante que las organizaciones realicen sus propios ejercicios colectivos de prospectiva tecnológica de manera periódica, de modo que les permita mantenerse actualizados e identificar tanto las tendencias tecnológicas que se están desarrollando en la industria, como en los factores que podrían obstaculizar o favorecer la consolidación de las mismas en un lugar y momento determinados.

Es por ello que, el Observatorio Mexicano de Innovación presenta el estudio de Prospectiva Tecnológica sobre el sector estratégico de Moldes, Troqueles y Herramientales para la Industria Automotriz, el cual se desarrolla a través de los siguientes capítulos y apartados:

En el capítulo I, se describe de manera breve el contexto en el que surgen las políticas públicas de innovación, su relevancia en el caso particular de México

¹ Rodríguez Cortezo, (1990).

para el impulso de sectores estratégicos en el país y de manera específica, la importancia y estructura del sector de moldes, troqueles y herramientas en relación con la industria automotriz. En el capítulo II, se presenta una descripción breve acerca de la cuarta revolución industrial y se hace mención de la posición de México en torno a esta megatendencia. Asimismo, en el capítulo III, se presentan a manera de resumen, los resultados del estudio de tendencias tecnológicas realizado por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), para la identificación de las principales tecnologías de Industria 4.0 que se están desarrollando con aplicación en el sector a nivel nacional e internacional. Finalmente, en el capítulo IV, se presentan los principales resultados del ejercicio de prospectiva tecnológica, realizado con el apoyo de un grupo de expertos que proporcionó su opinión sobre el posible panorama tecnológico del sector en México hacia el año 2030.

I. Moldes, Troqueles y Herramientales para la Industria Automotriz

1.1. La política pública de innovación

Como ya lo han señalado diversos organismos a nivel mundial², la innovación desempeña un papel fundamental en el impulso de la productividad, el crecimiento económico y la competitividad de las naciones, pues a través de la innovación, es posible encontrar soluciones que permitan responder a los grandes desafíos a los que se enfrenta la sociedad actual como el cambio climático, el envejecimiento de la población, los problemas de salud, la tendencia hacia la digitalización³, la creciente demanda energética, entre otros.

La innovación representa un elemento clave para impulsar el desarrollo, pues hace posible que la economía produzca más utilizando los mismos o incluso menos recursos (Schultz, 2017). Asimismo, permite crear nuevos productos, diseños, servicios, procesos, métodos de comercialización u organizacionales más eficientes, o bien añadir valor a los existentes⁴, lo que, en ocasiones, ha propiciado el surgimiento de nuevas industrias, mercados y modelos de negocio.

En ese contexto, la innovación supone una oportunidad para las naciones cuyas empresas sean capaces de generar nuevos desarrollos que beneficien a la

² Entre los que figuran el Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) por mencionar algunos.

³ Identificadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016) como las megatendencias que previsiblemente darán forma a las futuras agendas de I+D y al alcance y magnitud de las demandas de innovación a futuro.

⁴ De acuerdo con la definición de "innovación" de la Ley de Ciencia y Tecnología publicada en el Diario Oficial de la Federación del 8 de diciembre de 2015.

sociedad y les permitan afrontar los cambios que se prevén en el entorno, pues tal como lo señala el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2018): “Cuando la única constante es el cambio, la ventaja la tienen las economías que adopten nuevas ideas, métodos o productos más rápidamente. Es por ello que, aprovechar las oportunidades y fomentar la innovación puede acelerar el crecimiento y el desarrollo de todas las economías”.

Por lo anterior, el impulso a las actividades de innovación se ha convertido en un objetivo imprescindible para las economías avanzadas, y en una prioridad para un número creciente de países emergentes en todas las regiones del mundo (World Economic Forum, 2018).

En el caso particular de México, la política pública de innovación se ha enfocado, entre otros aspectos, al desarrollo de capital humano innovador, al impulso de sectores estratégicos, a la inserción de empresas en cadenas de valor, así como al impulso de las actividades de desarrollo tecnológico e innovación (Gobierno de la República, 2013). En línea con ello, la Secretaría de Economía ha emprendido diferentes acciones para impulsar las actividades de innovación y desarrollo tecnológico, orientadas a incrementar la productividad y competitividad de los sectores industriales estratégicos del país con potencial para generar empleo, competir a nivel internacional e insertarse en cadenas locales y globales de valor (Secretaría de Economía, 2013).

1.2. Definición de sectores estratégicos

En México, los sectores de metalmecánica, en el que figura el segmento de Moldes, Troqueles y Herramientales (en adelante MTyH), y automotriz y autopartes se identifican, entre otros, como sectores de relevancia estratégica para el país⁵.

En el caso particular del sector de MTyH, su actividad comprende el diseño, manufactura, prueba y mantenimiento de maquinaria, equipo y herramientas que son requeridos en otros sectores de la industria⁶ para la fabricación de piezas y artículos de diversos materiales como aluminio, acero, plástico,

⁵ En alineamiento con el Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) de la Secretaría de Economía (2013), las Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) y la Innovación para el ejercicio fiscal 2018 (DOF, 2017), señalan entre los sectores estratégicos los siguientes: metalmecánica; automotriz y autopartes.

⁶ Como la automotriz, aeroespacial, médica, electrodomésticos, eléctrica-electrónica, entre otras.

cerámica, entre otros. En este sentido, su importancia radica en “el alto valor agregado que aportan a cualquier cadena productiva, puesto que los MTyH representan la base fundamental para la creación de todos los artículos que son distribuidos y consumidos diariamente a nivel mundial”⁷.

Tal es el caso de la producción de automóviles que contribuye de manera significativa a la economía del país, pues de acuerdo con información de ProMéxico (2016): México se ubica como el 7° mayor productor y 4° mayor exportador de vehículos ligeros a nivel mundial. Asimismo, este sector aporta más de 3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y 18% del PIB manufacturero, genera alrededor de 900 mil empleos directos en todo el país y ha mostrado un crecimiento sostenido en la producción de vehículos y autopartes durante las últimas décadas.

En este contexto, la manufactura de MTyH resulta un aspecto clave para la industria automotriz, en tanto que requiere de la proveeduría de MTyH para la producción de piezas, autopartes o componentes necesarios para la fabricación y ensamble de vehículos como el bloque de motor, chasis, carrocería, defensa, tablero de instrumentos, entre otros.

En este orden de ideas, la producción de MTyH presenta potencial para su desarrollo en México, en buena parte, debido a la alta demanda de herramientas existente en el país⁸ y a las previsiones de un mayor crecimiento de la industria automotriz durante los próximos años⁹.

No obstante, se debe resaltar que el sector aún se enfrenta a diferentes retos en términos de desarrollo de proveedores locales¹⁰, disponibilidad de capital humano especializado (toolmakers o tooldesigners), cumplimiento de estándares de calidad, competitividad en costos y en tiempos de producción por parte de las empresas, entre otros desafíos que les impiden atender las demandas de una industria creciente y cada vez más sofisticada como la automotriz.

⁷ De acuerdo con lo señalado por Rafael Rubio, director de Industria Metalmeccánica de ProMéxico durante el Encuentro Nacional Metalmeccánico 2018, llevado a cabo en la ciudad de Guadalajara, Jalisco los días 20 y 21 de marzo.

⁸ “México ocupa el séptimo lugar dentro de los exportadores de herramientas a nivel mundial, mientras que, en las importaciones de herramientas a nivel internacional, se encuentra en la tercera posición” (ProMéxico, 2018).

⁹ “Se espera que para 2020, la industria automotriz mexicana produzca cerca de 5 millones de vehículos ligeros”. Asimismo, “diversos expertos a nivel internacional consideran que, en algunos años, México se posicionará como el sexto productor de vehículos a nivel internacional y el tercer exportador de vehículos ligeros, superando en la producción a países como Brasil, Corea e India” (ProMéxico, 2016).

¹⁰ Actualmente, la proveeduría nacional de herramientas solo cubre el 2% de la demanda total (Pineda, 2018).

1.3. Cadena de valor del sector

Si bien resulta difícil describir con precisión la cadena de suministro del sector automotriz, debido a la complejidad¹¹ de las relaciones que existen de manera horizontal y vertical entre los proveedores (TIER¹²) y los ensambladores de automóviles (OEM), esta ha podido especificarse con el apoyo de especialistas en el tema y con base en el trabajo realizado por otros autores, con el objetivo de identificar las principales actividades que conforman el proceso para la fabricación de MTyH, en alineamiento con las que se realizan para la producción de autopartes y ensamble de automóviles (Figura 1).

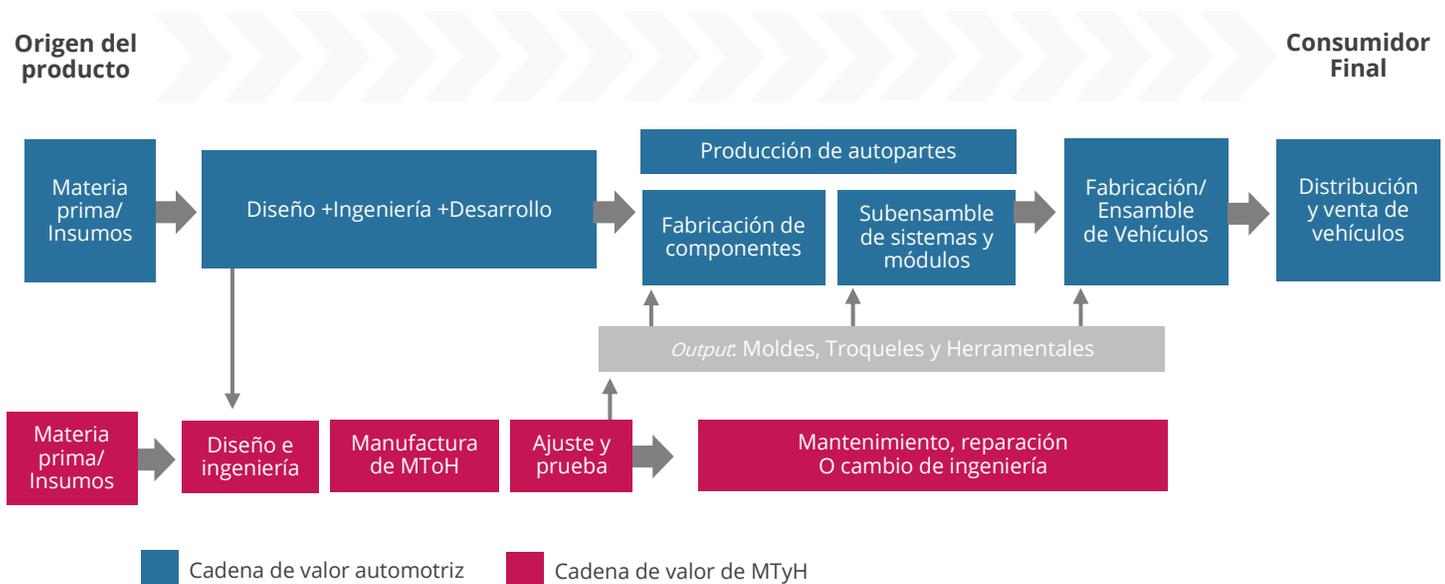


Figura 1. Cadena de valor del sector de MTyH para la industria automotriz.

Nota: muestra la cadena de valor genérica o simplificada del sector de MTyH y su relación con los principales procesos que componen la cadena de valor de la industria automotriz. Fabricación de componentes: comprende piezas del vehículo como rines, carcasas, cubiertas de motor, etc. Subensamble de sistemas y módulos: comprende partes del vehículo ya ensambladas como puertas, tablero de instrumentos, motor, sistemas de dirección, sistemas de frenos, etc.

Fuente: OMI con base en información obtenida a través de entrevistas a expertos en el sector, ProMéxico (2016), Jiménez Sánchez (2006) y Secretaría de Economía (2014).

¹¹ El sector se caracteriza por una serie de relaciones complejas entre los proveedores y las ensambladoras de vehículos, en las que, por ejemplo, un proveedor que surte directamente a una OEM, a su vez puede ser un proveedor indirecto de otro fabricante de automóviles (Jiménez Sánchez, 2006).

¹² Los proveedores de esta industria se estructuran por “niveles” diferenciados en función de su relación de suministro con las ensambladoras (Original Equipment Manufacturers), por lo tanto, se reconocen como proveedores de primer nivel (directos), segundo nivel, tercero y así sucesivamente (indirectos), que abastecen productos cada vez de menor valor agregado (Jiménez Sánchez, 2006).

El esquema anterior, si bien se presenta de manera lineal, permite visualizar la importancia de la relación entre ensambladores de automóviles (OEM), proveedores directos (TIER 1) y proveedores indirectos (TIER 2, 3...), siendo estos últimos los niveles en los que generalmente se encuentran ubicados los fabricantes de MTyH.

Como se puede observar, el proceso comienza con el suministro de materiales y con el diseño del molde, troquel o herramental a desarrollar en un programa de diseño asistido por computadora (CAD/CAM). Tanto el diseño, como el suministro de materias primas, responde a una serie de especificaciones técnicas que las empresas de primer nivel comparten con sus proveedores (TIER 2, 3...) para la obtención de piezas y/o subensamble de módulos que formarán parte de un nuevo modelo de automóviles a ser fabricado por la OEM.

Posteriormente, el proceso continúa hacia la etapa de manufactura en la que, dependiendo del tipo de molde, troquel o herramental de que se trate, estos se obtienen a través de diferentes métodos de fabricación como fundición de precisión, mecanizado CNC, electropulido, electroerosión de corte por hilo, entre otros o bien, mediante la combinación de los mismos.

Otra etapa importante en la fabricación de MTyH corresponde al ajuste y prueba de estos a efecto de validar su funcionalidad, es decir que cumplan los estándares de calidad de producción de piezas para las que fueron diseñados. Lo anterior, previo a su incorporación y uso en los procesos¹³ de la cadena de valor automotriz para la fabricación de autopartes, componentes y subensamble de sistemas y módulos automotrices.

Finalmente, durante o posterior a su vida útil en la cadena de valor de la industria automotriz, los MTyH requieren de actividades de mantenimiento para optimizar su funcionamiento o bien, de cambios de ingeniería como resultado de ajustes en el diseño de las piezas o para solucionar problemas relacionados con el diseño y funcionamiento de los mismos.

Del análisis anterior, podemos destacar el papel de las empresas fabricantes de MTyH como proveedores clave de las empresas de primer nivel, en tanto que su actividad tiene un impacto significativo en la calidad, precio y funcionamiento

¹³ “Los procesos que demandan moldes, troqueles y herramentales son fundición de metales; inyección, extrusión y termoconformado de polímeros; troquelado de lámina metálica; hidroformado de metal; extrusión de metales y forjado de metales” (Secretaría de Economía, 2014).

de los componentes y autopartes que se fabrican. Sin embargo, es importante señalar que existen contrastes significativos entre ambos tipos de proveedores, pues como resultado de su estrecha relación con las OEM, las empresas de primer nivel cuentan con una alta capacidad para atender las demandas de los fabricantes de vehículos, lo que, en ocasiones, no ocurre con las empresas de segundo nivel, tercero y sucesivos (Jiménez Sánchez, 2006). Esto, se debe a que, en su mayoría, se trata de empresas pequeñas o talleres que no cumplen con los estándares y exigencias requeridos por la industria, debido a factores como la falta de especialización y de capacidades para emprender acciones de innovación.

Es por ello que resulta relevante el estudio de este sector para identificar oportunidades de innovación que les permitan hacer frente a los cambios que se prevén en el entorno e incrementar su productividad y competitividad a futuro.

II. México ante la Cuarta Revolución Industrial

Como uno de los grandes temas que cada vez está adquiriendo mayor relevancia en el contexto mundial, la cuarta revolución industrial o también conocida como Industria 4.0, es una megatendencia o proceso de transformación tecnológica que, de acuerdo con el Foro Económico Mundial, comenzó a registrarse desde mediados del siglo pasado¹⁴ y con el que se prevé un mayor uso de un conjunto de tecnologías emergentes que marcarán un cambio radical en los esquemas de producción actuales, en la economía y en la estructura social.

De la misma manera en que la primera revolución industrial se caracterizó por la utilización de equipos de producción mecánicos impulsados por la energía del vapor (Figura 2), la cuarta revolución industrial se caracteriza por el uso de tecnologías que hacen posible la fusión entre los sistemas digitales, físicos y biológicos (World Economic Forum, 2016), orientados a una mayor digitalización de las actividades económicas y de producción para hacerlas más eficientes, con un mayor énfasis en los individuos y en el aprovechamiento inteligente de los recursos.

¹⁴ (Consejo Ejecutivo de Empresas Globales, 2018)

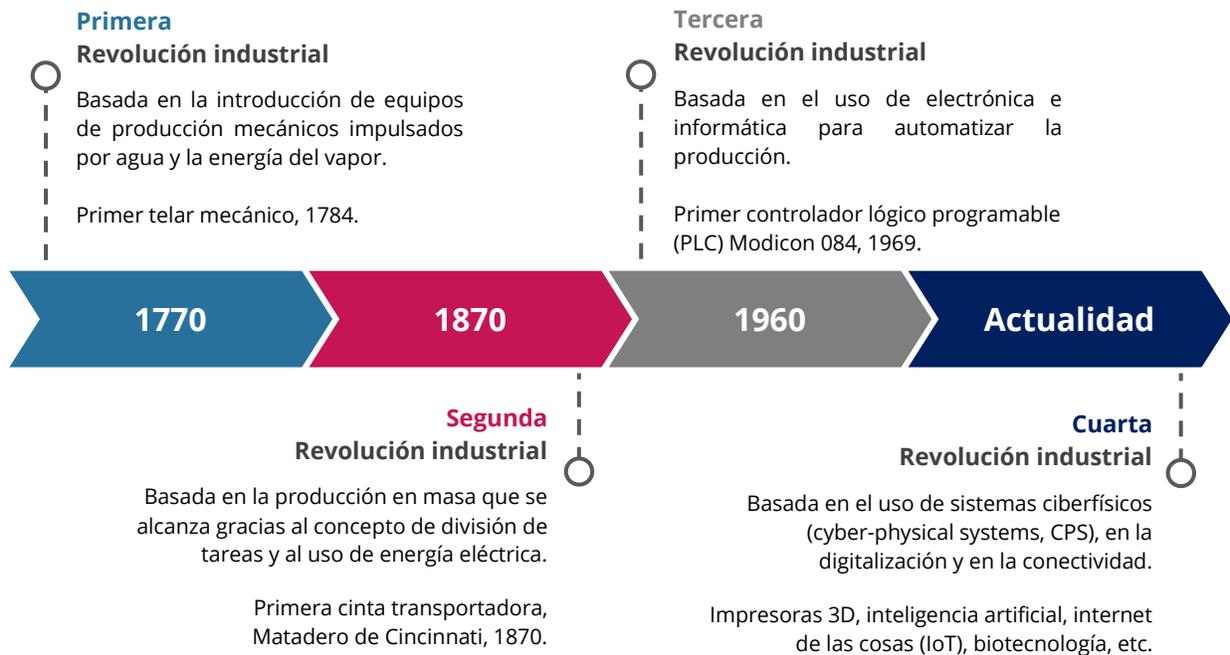


Figura 2. Línea del tiempo de la primera a la cuarta revolución industrial.

Fuente: OMI con base en World Economic Forum (2016b), (Torras, 2017) y en Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI, 2011).

Tecnologías y tendencias clave como la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas, los sensores, la realidad aumentada y virtual, la manufactura aditiva, los sistemas para la captura, almacenamiento y transmisión de energía, la biotecnología, entre otras (World Economic Forum, 2018b); son algunas de las que caracterizan a la cuarta revolución industrial, pues están orientadas a crear productos y procesos más eficientes, flexibles, interconectados y respetuosos con el medio ambiente.

Lo anterior sugiere importantes transformaciones que durante los próximos años prometen modificar las condiciones competitivas, laborales, comerciales y de producción de manera transversal, lo que supone un impacto en prácticamente todas las disciplinas, economías y sectores de la industria (Consejo Ejecutivo de Empresas Globales, 2018). Sin embargo, esto podría ocurrir a diferentes velocidades, dependiendo de las particularidades de cada sector industrial y de las condiciones del entorno presentes en cada país o región.

Aunque existe la opinión generalizada de que la Industria 4.0 se verá consolidada dentro de los próximos 10 a 15 años a nivel mundial, países líderes en innovación como Alemania (pionero en Industria 4.0), Estados Unidos y Japón (World Economic Forum, 2018), son algunos de los más avanzados en materia de digitalización y automatización, lo que ha contribuido a impulsar sus niveles de productividad y de competitividad a nivel internacional.

En el caso particular de México, si bien ya se encuentra en el proceso de transición hacia la cuarta revolución industrial, el país aún requiere de esfuerzos que le permitan incrementar sus niveles de digitalización a un ritmo más rápido como una mayor inversión en ciencia y tecnología, impulso a las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) en las empresas y formación de capital humano especializado (Consejo Coordinador Empresarial, 2018) que además, le permitan crear procesos más eficientes y productos de mayor valor agregado, pues en un contexto en el que la Industria 4.0 supone el desplazamiento de empleos como resultado de una mayor automatización de la producción, México, como muchos otros países emergentes, podría verse afectado por la reducción de la ventaja comparativa que implica contar con mano de obra barata (Consejo Ejecutivo de Empresas Globales, 2018).

No obstante, a pesar de los retos existentes en el país en el aspecto tecnológico y de innovación, México cuenta con potencial para insertarse en la cuarta revolución industrial gracias a la vocación manufacturera del país y a su importante relación comercial con las principales economías del mundo (ProMéxico, 2017b).

Asimismo, en el país existen sectores industriales con potencial de adopción de tecnologías relativas a la Industria 4.0, pues coinciden con los sectores que el Banco Mundial identificó como los de mayor factibilidad para adoptar las tendencias tecnológicas en innovación industrial (ProMéxico, 2017b).

Sectores como el aeroespacial, equipo eléctrico, maquinaria y equipo, industria de metales básicos, así como el automotriz son algunos ejemplos de estos. De ahí que su estudio sea relevante para identificar las tecnologías relativas a la industria 4.0 con potencial para el fortalecimiento de estos sectores a través de la política pública de innovación.

III. Tendencias Tecnológicas de Industria 4.0 en el sector

Como se ha señalado en capítulos anteriores, la Industria 4.0 promete transformaciones significativas en los procesos de producción en diferentes sectores de la industria a nivel global. En el caso particular del sector de moldes, troqueles y herramientas, cuyas empresas desempeñan un papel muy importante dentro de la cadena de suministro de la industria automotriz, resulta necesario identificar las tendencias y tecnologías relativas a la Industria 4.0 que más se están desarrollando en relación con el sector y que podrían, por tanto, convertirse en un factor indispensable para la competitividad de las empresas a futuro.

Es por ello que, como parte del presente estudio, se realizó un análisis con base en la información técnica de patentes a nivel nacional e internacional, para identificar las tendencias y aplicaciones tecnológicas más novedosas en el sector de moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz en el marco de la cuarta revolución industrial.

Cabe destacar que, en el presente apartado, únicamente se describen de manera breve los principales resultados obtenidos del análisis de la actividad de patentamiento en el sector. El estudio completo, se presenta de manera detallada en el documento denominado "Tendencias Tecnológicas en Moldes, Troqueles y Herramientales para la Industria Automotriz"¹⁵, mismo que se encuentra disponible para su consulta en la plataforma web del OMI.

¹⁵ Presentado por el OMI con apoyo de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), el estudio se encuentra disponible para su consulta en: <https://omi.economia.gob.mx/Pages/Detalle-documento.aspx?IDP=25>

3.1. Estudio del estado de la técnica: metodología y alcances

Para el desarrollo del estudio del estado de la técnica referido, se realizó una investigación preliminar que permitió identificar tres principales temáticas de estudio en relación con el sector de moldes, troqueles y herramientas. Asimismo, se tomaron en cuenta las tecnologías relativas a la Industria 4.0 identificadas por la Secretaría de Economía¹⁶, mismas que se muestran en la Figura 3 siguiente:

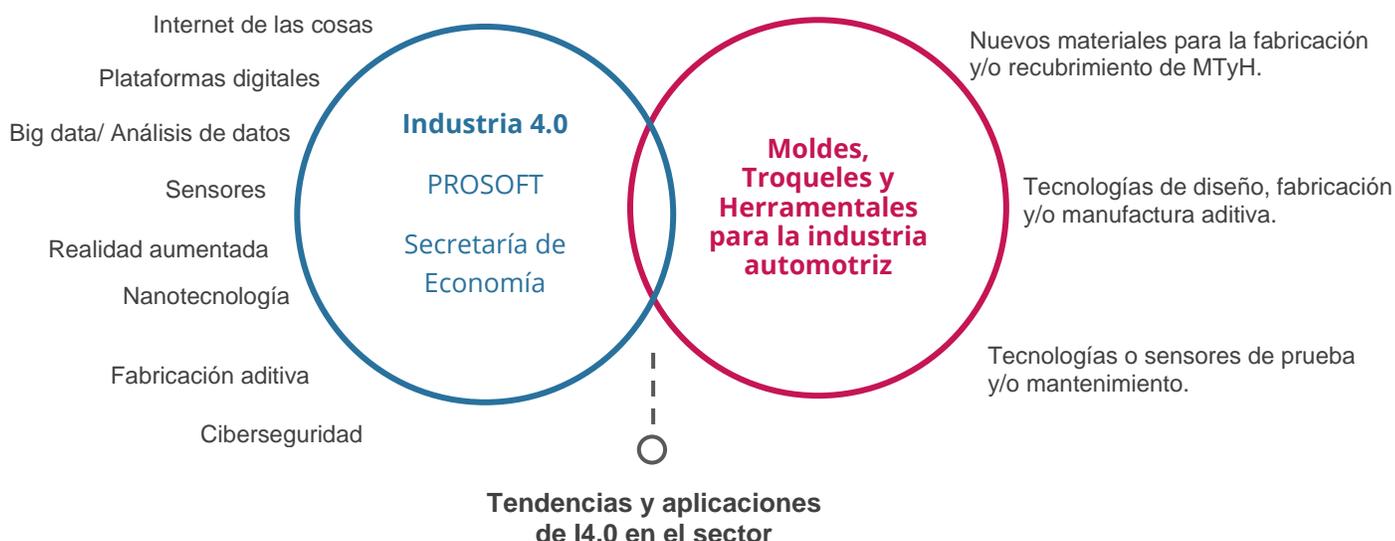


Figura 3. Alcances del estudio de tendencias tecnológicas en el sector.

Fuente: OMI

Lo anterior, fue de utilidad para precisar los alcances y la metodología del estudio (Figura 4), y sirvió como insumo para la generación de dos listados de términos, definiciones y palabras clave en inglés y en español que fueron

¹⁶ A través del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) y la Innovación, la Secretaría de Economía ha realizado diferentes trabajos y estudios para identificar las tecnologías relativas a la Industria 4.0 con potencial para su desarrollo en el país. Como parte de este trabajo, se identificó un conjunto de 8 categorías que agrupan algunas de las tecnologías emergentes que señala el WEF como características de la cuarta revolución industrial (Secretaría de Economía, 2018).

elaborados por un equipo de especialistas en propiedad industrial y por un grupo de expertos en las temáticas de estudio a partir de una lluvia de ideas. Estos listados fueron validados con la herramienta tecnológica Pearl de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la cual ofrece una validación lingüística y da acceso a términos científicos y técnicos extraídos de los documentos de patente.

Asimismo, se emplearon las herramientas de asistencia *STATS* e *IPCCAT*¹⁷ de la OMPI, así como la herramienta “Semantic search” de la plataforma PatSnap®, con el objetivo de identificar los códigos de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP)¹⁸ relacionados con las tecnologías relativas a la industria 4.0 y con las temáticas de estudio señaladas en la Figura 3.

Para la determinación de las ecuaciones de búsqueda de patentes, se utilizaron tanto los códigos de la CIP, como las palabras clave identificadas para precisar las búsquedas a realizarse dentro del periodo 2013-2018. Las ecuaciones obtenidas, fueron ingresadas a la sección de búsqueda de la herramienta tecnológica PatSnap® y se realizaron diferentes iteraciones, ajustes y combinaciones de manera estructurada para refinar las búsquedas y establecer la relación entre las tecnologías relativas a la industria 4.0 y los procesos de diseño, fabricación, ajuste y mantenimiento de MTyH.

Los resultados preliminares, fueron reducidos a familias simples de patentes y revisados manualmente por el equipo de especialistas en propiedad industrial y por el grupo de expertos en las temáticas de estudio, para obtener solamente aquellos documentos de patente referentes a tecnologías de la industria 4.0 con aplicación en el sector de moldes, troqueles y herramientas empleados en el ramo automotriz y eliminar los resultados irrelevantes para el estudio.

Finalmente, los resultados seleccionados fueron categorizados de acuerdo al objeto de su invención en las tres diferentes temáticas de estudio, para realizar el análisis de la actividad de patentamiento en México y en el contexto internacional, que permitiera identificar las tendencias y aplicaciones

¹⁷ IPCCAT facilita la clasificación de patentes en el nivel correspondiente a la clase, subclase o grupo principal de la CIP a partir del término de búsqueda introducido, mientras que STATS permite identificar los códigos de la CIP más utilizados en los documentos de patentes de la base de datos de Patentscope en relación con los términos especificados. Ambas herramientas se encuentran disponibles en: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>

¹⁸ La Clasificación Internacional de Patentes en español se encuentra disponible para su consulta en: <http://cip.oepm.es/>

tecnológicas más relevantes y de mayor desarrollo en los últimos 5 años. El análisis de los resultados obtenidos se describe en los apartados siguientes.

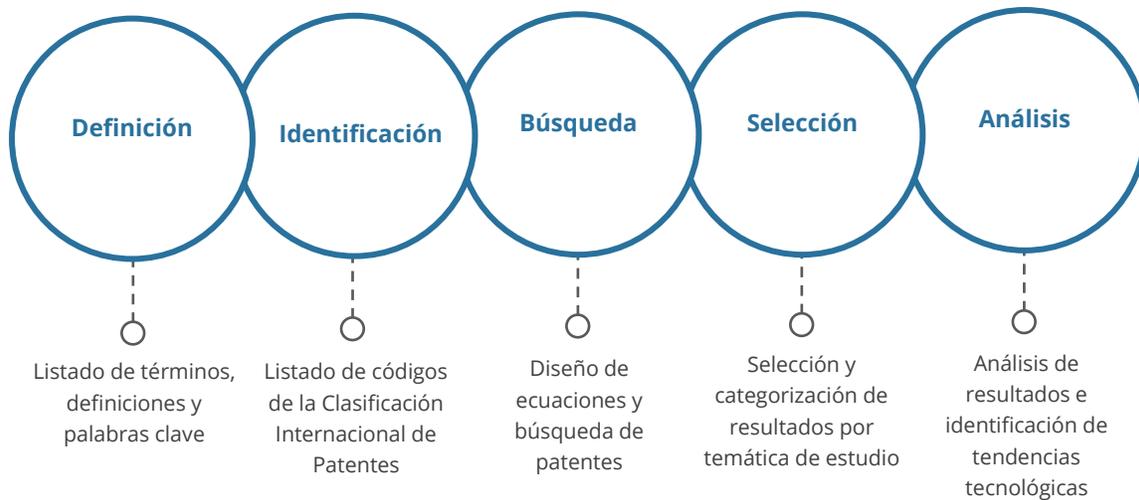


Figura 4. Metodología del estudio de tendencias tecnológicas en el sector.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

3.2. Análisis de la actividad de patentamiento

Como resultado de las diferentes búsquedas que se realizaron a través de la metodología descrita en el apartado anterior, se recuperó una muestra total de 1200 documentos de patentes que se consideraron relevantes respecto a los alcances del estudio. Como se mencionó, estos fueron categorizados de acuerdo con las tres temáticas de interés referidas y a su vez, se distinguieron entre resultados a nivel nacional e internacional para facilitar su análisis.

En los tres casos a nivel internacional, el portafolio correspondiente a cada temática estuvo conformado entre un 70 y un 80% por patentes activas, en trámite o estudio, lo que es un indicativo de que en los últimos cinco años se han realizado actividades de desarrollo tecnológico en estas áreas. No obstante, cabe destacar que, de las tres áreas de estudio, la correspondiente a “tecnologías de diseño, fabricación y/o manufactura aditiva” es por mucho, la que muestra mayor actividad científica y tecnológica orientada al desarrollo de tecnologías de I4.0 con aplicación en el sector.

Por otra parte, de los 1200 documentos de patentes obtenidos, se realizó un análisis para encontrar solicitudes realizadas en México por solicitantes nacionales o extranjeros. Al respecto, se identificaron 23 documentos de patentes representantes de una familia simple, sin embargo, únicamente alrededor del 40% (9) de este portafolio se encuentra conformado por patentes activas, en trámite o estudio (Figura 5).



Figura 5. Principales resultados de la actividad de patentamiento.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

3.2.1. Principales resultados a nivel internacional

En lo que respecta a la tendencia anual de patentamiento de las tecnologías de I4.0 en relación con las tres temáticas de estudio referidas, se observó que, en general, tal como se muestra en el Gráfico 1, estas presentan un comportamiento creciente desde el primer año del periodo analizado (2013).

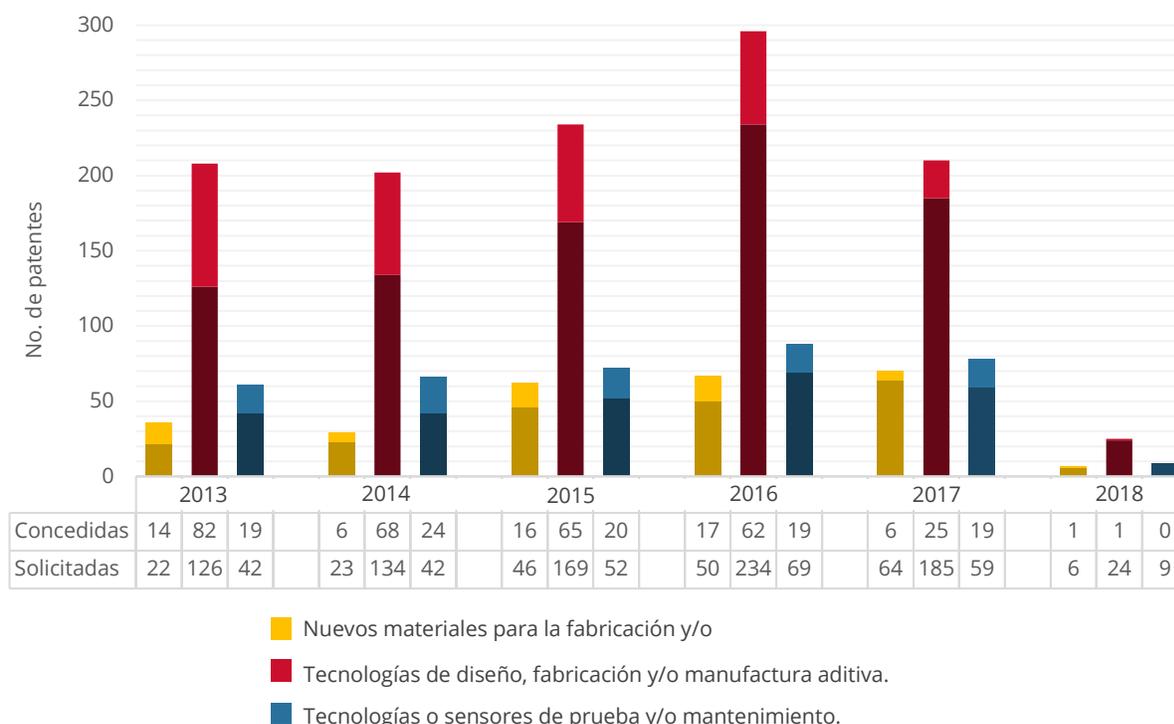


Gráfico 1. Tendencia anual de patentamiento por temática de estudio.

Nota: la tendencia de solicitudes de patente se muestra en tonos más oscuros, mientras que la tendencia de patentes otorgadas se muestra en tonos más claros en la parte superior de cada barra.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

Si bien las tecnologías relacionadas con “sensores de prueba o mantenimiento” y los “nuevos materiales para fabricación y/o recubrimiento” han tenido un crecimiento en términos de la cantidad de patentes solicitadas, son las “tecnologías de diseño, fabricación y/o manufactura aditiva” las que han experimentado un mayor crecimiento tanto en patentes solicitadas, como en patentes concedidas, siendo 2013 el año en que más patentes se han otorgado en esta categoría tecnológica, con un total de 82 títulos concedidos.

No obstante, aunque los años de mayor contraste en cuanto al número de patentes otorgadas con respecto al total de solicitudes relacionadas con la manufactura aditiva fueron 2017 y 2018¹⁹, se considera que el número de

¹⁹ Aunque estos años presumiblemente muestran un estancamiento en el número de solicitudes y patentes concedidas, esto puede ser explicado debido al periodo de publicación y actualización de la información por las oficinas nacionales, lo cual varía, siendo el tiempo máximo promedio 18 meses.

patentes otorgadas en esta materia podría incrementar como resultado de la creciente actividad de desarrollo tecnológico que ha experimentado esta área en los últimos años.

Asimismo, como se puede observar en el Gráfico 2, las patentes de la temática de estudio con mayor crecimiento referente a “Tecnologías de diseño, fabricación y/o manufactura aditiva” (en rojo), particularmente mostró mayor desarrollo en las áreas tecnológicas de “Moldeo por inyección (B29C45)” con 182 patentes, “Fabricación de piezas a partir de polvos metálicos (B22F3)” con 148 patentes y “Moldes o núcleos; detalles o accesorios para ellos (B29C33)” con 136 patentes, mismas que se relacionan con el sector de MTyH.

Para el caso de tecnologías relativas a la Industria 4.0 relacionadas con dicha temática, se identificó mayor desarrollo en las áreas tecnológicas de “Procesos de manufactura aditiva (B33Y10)” con 173 patentes, “Productos obtenidos por manufactura aditiva (B33Y80)” con 112 patentes, “Sistemas de control por programa (G05B19)” con 165 patentes y con “Equipos o métodos de tratamiento de datos o de cálculo digital, adaptados para funciones específicas (G06F17)” con 107 patentes.

Cabe destacar que, las temáticas correspondientes a “Nuevos materiales para la fabricación y/o recubrimiento” (en amarillo) y “sensores de prueba o mantenimiento” (en azul), también mostraron mayor desarrollo en relación con algunas de las áreas tecnológicas anteriormente señalada, por lo que se considera que algunas tecnologías relativas a la I4.0 como la manufactura aditiva, los sensores y las plataformas digitales, suponen las de mayor aplicación potencial en el sector.

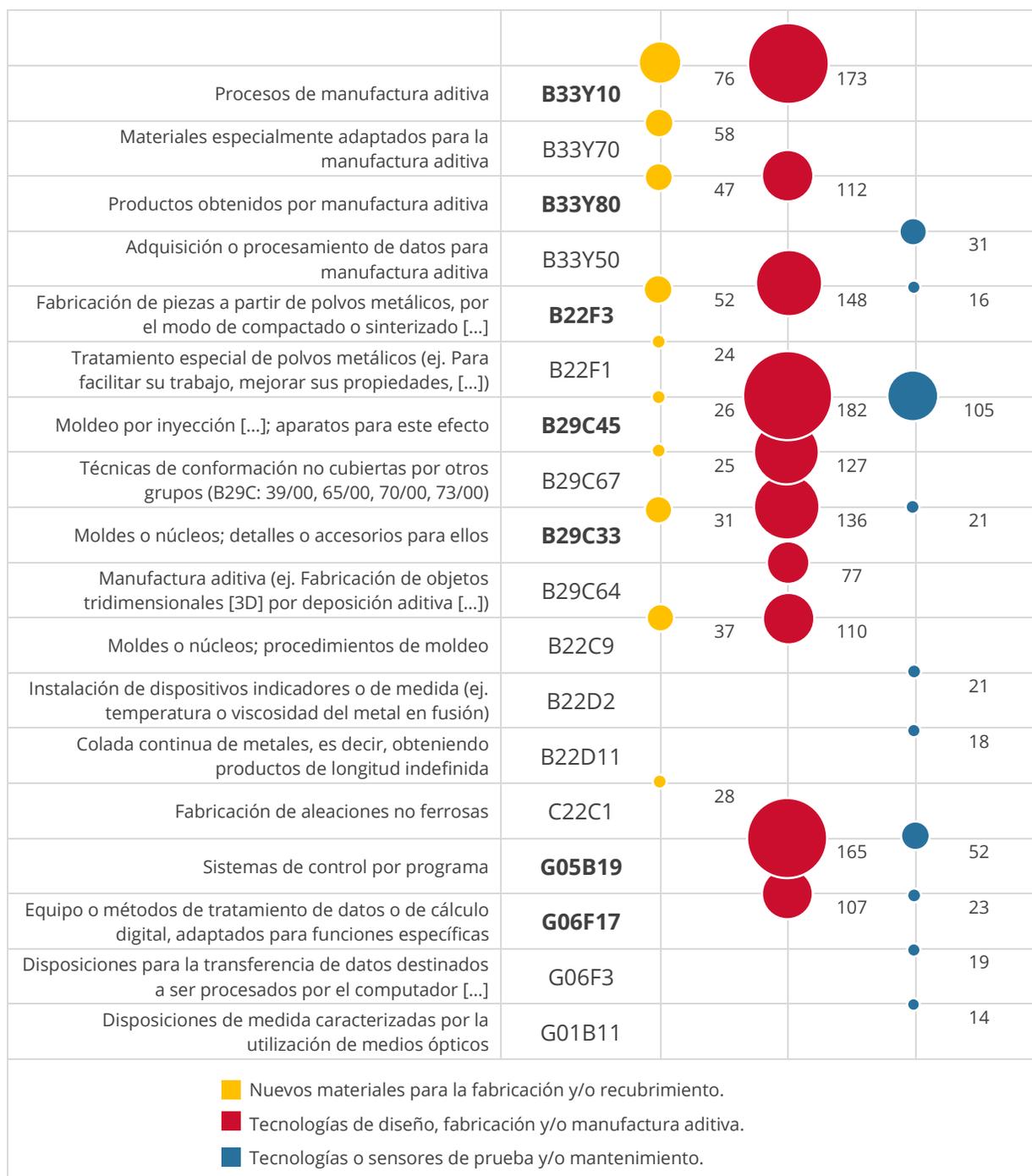


Gráfico 2. Principales áreas de desarrollo tecnológico a nivel internacional.

Nota: muestra el desglose de las principales áreas tecnológicas de acuerdo con la CIP en las que se encuentran las patentes analizadas.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

No obstante, el estudio de tendencias tecnológicas realizado también revela que, en años más recientes, las áreas tecnológicas relativas a la Industria 4.0 como la manufactura aditiva (B33Y) muestran un ascenso importante en contraste con aquellas relativas a MTyH (B29C y B22) (Gráfico 3). Lo anterior, puede atribuirse a que el creciente desarrollo tecnológico en materia de procesos de manufactura aditiva, ha llevado a una mejora o complementación de los procesos de moldeo convencionales (conformado de metales, fundición de metales, inyección de plástico o metal, entre otros).

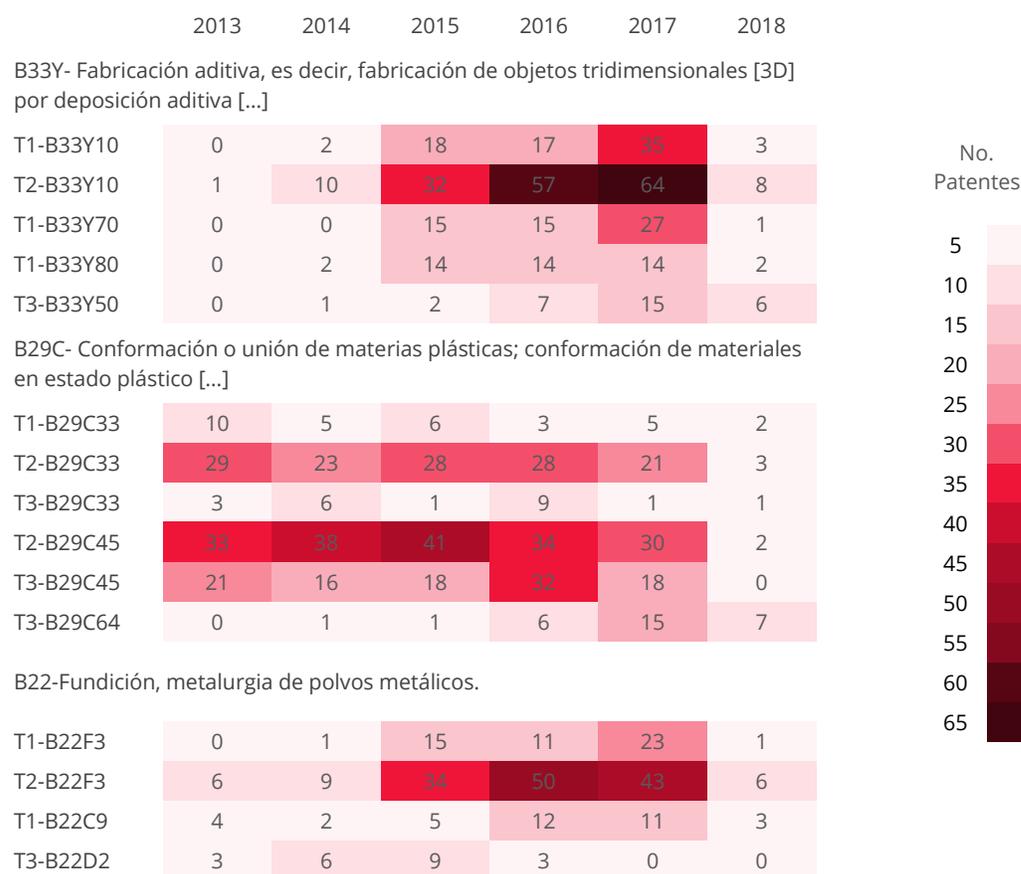


Gráfico 3. Tendencia anual de presentación de solicitudes por área tecnológica.

Nota: muestra la tendencia anual de presentación de solicitudes de patente respecto a las principales áreas tecnológicas identificadas por temática de estudio, donde T1: “Nuevos materiales para la fabricación y/o recubrimiento”, T2: “Tecnologías de diseño, fabricación y/o manufactura aditiva” y T3: “Tecnologías y/o sensores de prueba o mantenimiento”.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

En lo que respecta a la revisión de los países o jurisdicciones en los que se solicita la protección, se identificó que Estados Unidos y China, constituyen los países con más solicitudes en materia de tecnologías relativas a la Industria 4.0. En ambos casos, como se observa en el Gráfico 4, predomina la actividad de patentamiento en materia de “diseño, fabricación y/o manufactura aditiva” asociada al sector de MTyH para la industria automotriz, siendo el año 2013 el de mayor actividad con 241 y 226 patentes solicitadas respectivamente en esos países.

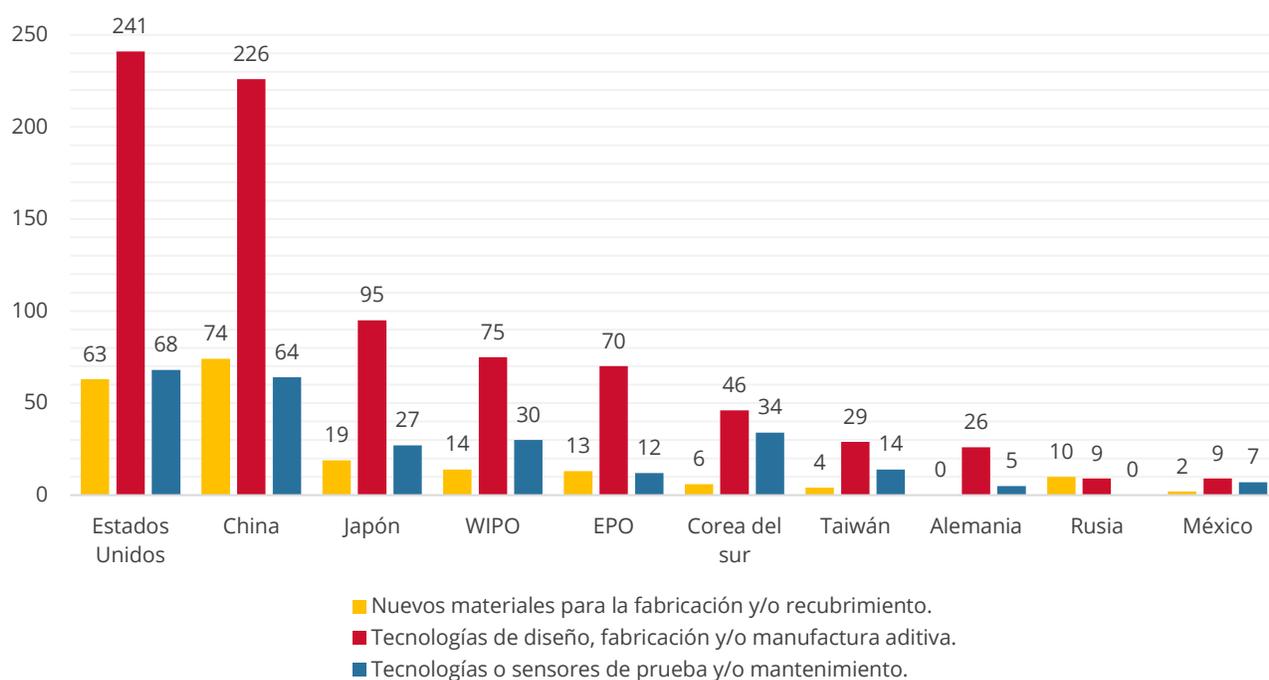


Gráfico 4. Principales países o jurisdicciones en los que se solicita la protección.

Nota: muestra los principales países o jurisdicciones en los que se realizó la solicitud de prioridad más temprana (primera presentación) en relación con las tres diferentes temáticas de estudio. En el presente gráfico se incorpora a México con fines comparativos.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

La frecuencia de solicitud de patentes dentro de este grupo de tecnologías es llamativa, toda vez que es el área de mayor desarrollo en el resto de los países analizados, incluyendo a México, en donde han sido solicitadas 9 patentes relacionadas con “tecnologías de diseño, fabricación y/o manufactura aditiva”.

Asimismo, se observa que, si bien tanto en Estados Unidos como en China predomina la actividad de patentamiento en las dos temáticas de estudio restantes, destaca Japón como la tercera jurisdicción en la que existe mayor desarrollo tecnológico en lo relativo a “nuevos materiales para la fabricación y/o recubrimiento” con 19 patentes, mientras que Corea del sur, se destaca como el tercer país del conjunto analizado con mayor actividad de patentamiento en lo relativo a “tecnologías o sensores de prueba o mantenimiento” asociada al sector, con un total de 34 patentes solicitadas.

En contraparte, al analizar los principales países de origen de las instituciones u organizaciones con actividad de patentamiento en la materia, se identificó a China, Japón y Estados Unidos como los principales líderes tecnológicos en las tres temáticas analizadas, tal como se observa en el Gráfico 5 siguiente.

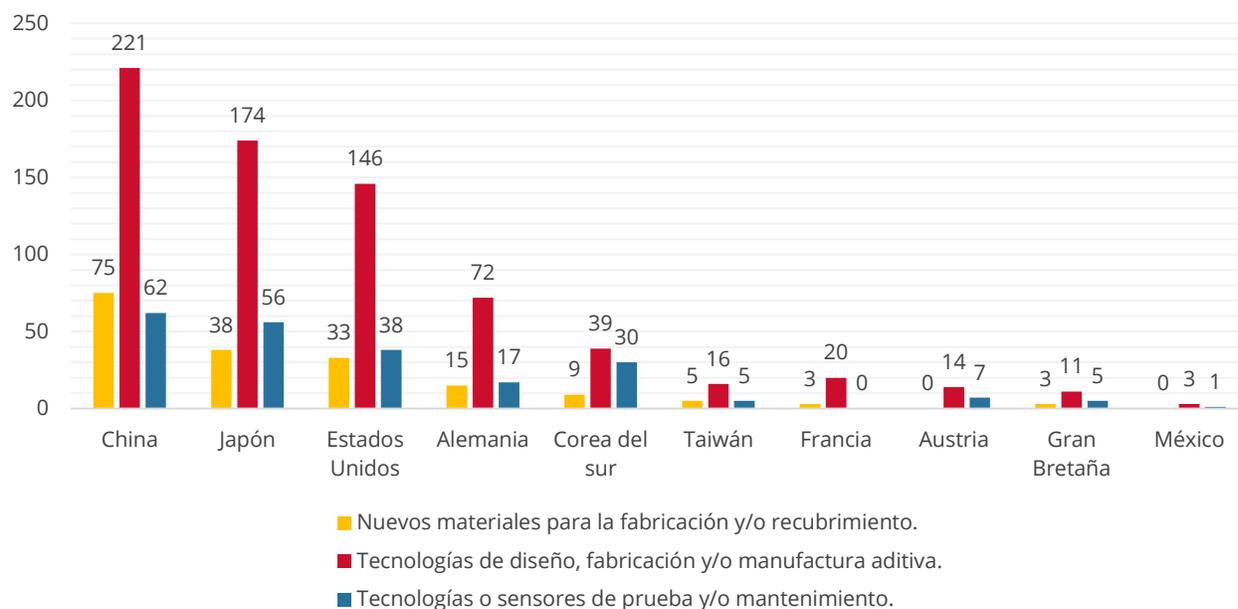


Gráfico 5. Principales países de origen de las instituciones u organizaciones con actividad de patentamiento.

Nota: muestra la actividad de patentamiento por país de origen de las instituciones u organizaciones solicitantes o titulares en relación con las diferentes temáticas de estudio. En el presente gráfico se incorpora a México con fines comparativos.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

En línea con lo anterior, también se analizó la actividad de patentamiento de las principales instituciones u organizaciones titulares de una solicitud o de un documento de patente respecto de las tres temáticas de estudio. Tanto el listado de dichas instituciones, como el número de patentes que conforman su portafolio tecnológico se muestra a continuación.

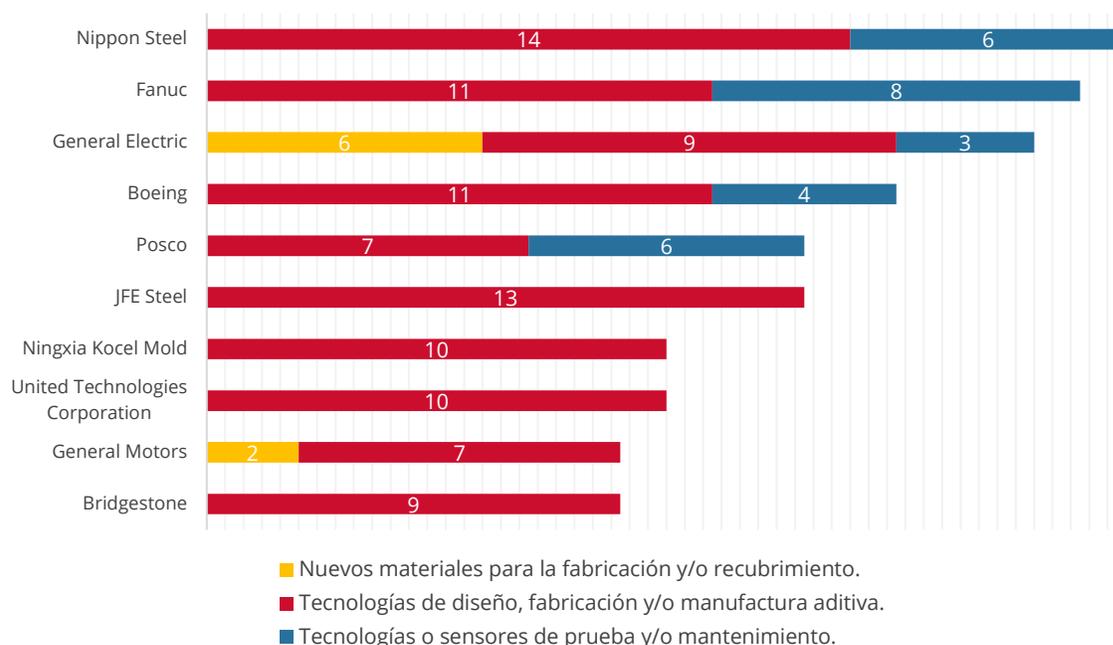


Gráfico 6. Principales instituciones u organizaciones titulares de patentes.

Nota: muestra las 10 principales instituciones u organizaciones titulares de una solicitud o patente en relación con las tres diferentes temáticas objeto de estudio.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

Al respecto, se puede destacar que, si bien como se mostró en el Gráfico 5, la mayoría de los solicitantes son instituciones y organizaciones de origen chino, destacan el productor de aceros Nippon Steel Corporation²⁰ y el corporativo de soluciones en automatización industrial y robótica Fanuc Corporation²¹, ambas con sede en Japón, así como el corporativo General Electric²² ubicado en Estados Unidos.

²⁰ Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation: <http://www.nssmc.com/en/product/>

²¹ Fanuc Corporation: <https://www.fanuc.com/index.html>

²² General Electric Company: <https://www.ge.com/research/sectors/advanced-manufacturing>

Finalmente, como algunos ejemplos de patentes representativas que se identificaron a través del estudio de tendencias tecnológicas en el contexto internacional (Figura 6), destaca la patente TWI595945B, en donde se emplea la manufactura aditiva por polimerización de compuestos poliméricos embebidos en arenas para el desarrollo de moldes. Este tipo de tecnología es de gran interés para las empresas productoras de piezas metálicas vía fundición, en tanto que constantemente buscan métodos de manufactura de moldes en un corto tiempo, ya que sus costos de maquinado y pos-procesado son altos. Los nuevos materiales y procesos de manufactura de moldes de arena para la industria de moldes metálicos son fundamentales para la rápida producción de estos a fin de mejorar la productividad y evitar procesos laboriosos.

En un marco de relevancia similar, se encuentra la solicitud de patente CN106180558A, la cual emplea nuevos materiales a base de aleaciones de titanio para la producción de moldes mediante manufactura aditiva útiles en la producción de piezas de metales.

Otra de las patentes que se identifica como relevante, es la correspondiente a la solicitud US20170031330A1, la cual protege la tecnología para la realización de cálculos mediante inteligencia artificial y aprendizaje automático (*machine learning*) para la obtención de condiciones óptimas de operación y que permite el ahorro de materiales y reducción de fallas en los procesos de moldeo.

Otra de las patentes solicitadas con aplicaciones en el aseguramiento de la calidad en el moldeo de polímeros, es la patente CN103386753A, la cual es una de las más citadas desde su fecha de publicación por otras solicitudes de patente y protege un sensor capacitivo para la adquisición, análisis y cálculo continuo y multiperíodico del esfuerzo cortante del material durante el proceso de moldeo.

Por su parte, las tecnologías de escaneo digital son también de las de mayor relevancia, dado que ayudan a la detección de defectos por deterioro de moldes y troqueles, tal como lo describe la solicitud de patente WO2018142383A1, la cual propone una inspección mediante una representación tridimensional (3D) de la superficie del molde y así determinar selectivamente la superficie que debe ser limpiada mediante un láser para eliminar el material residual.



Figura 6. Patentes representativas.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

3.2.2. Principales resultados a nivel nacional

Como se mencionó al principio del presente capítulo, para el caso nacional se identificaron 23 patentes representantes de una familia simple, de las cuales únicamente 5 han sido concedidas. Cabe destacar que en el contexto nacional únicamente se observó actividad de patentamiento en materia de I4.0 relacionada con el sector entre los años 2011 y 2016, mientras que para los años 2017 y 2018 se observó nula actividad de patentamiento²³.



Gráfico 7. Tendencia anual de patentamiento a nivel nacional.

Nota: muestra la tendencia de patentamiento en las tres temáticas objeto de estudio en relación con el sector.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

En el Gráfico 8, se muestran las 10 principales áreas tecnológicas con base en la CIP en las que se encuentran las patentes identificadas. Como se puede observar, estas ciertamente guardan relación con algunos de los resultados identificados a nivel internacional, principalmente en lo que respecta a las áreas de “Moldeo por inyección (B29C45)” y “Moldes o núcleos; detalles o accesorios para ellos (B29C33)”.

Asimismo, destacan las áreas de “Técnicas de conformación de materiales plásticos (B29C67)” y “Procesos de formado por estampado (B21D22)” en

²³ Lo que puede ser atribuible al periodo de tiempo que tarda la publicación de los documentos de patente, o bien a la actualización de la base de datos de la oficina nacional en la que están depositados dichos documentos.

relación con el sector de MTyH, mientras que en lo relativo a Industria 4.0, solamente destacan las áreas de “Equipos o métodos de tratamiento de datos o de cálculo digital, adaptados para funciones específicas (G06F17)” y “Sistemas de control por programa (G05B19)”.

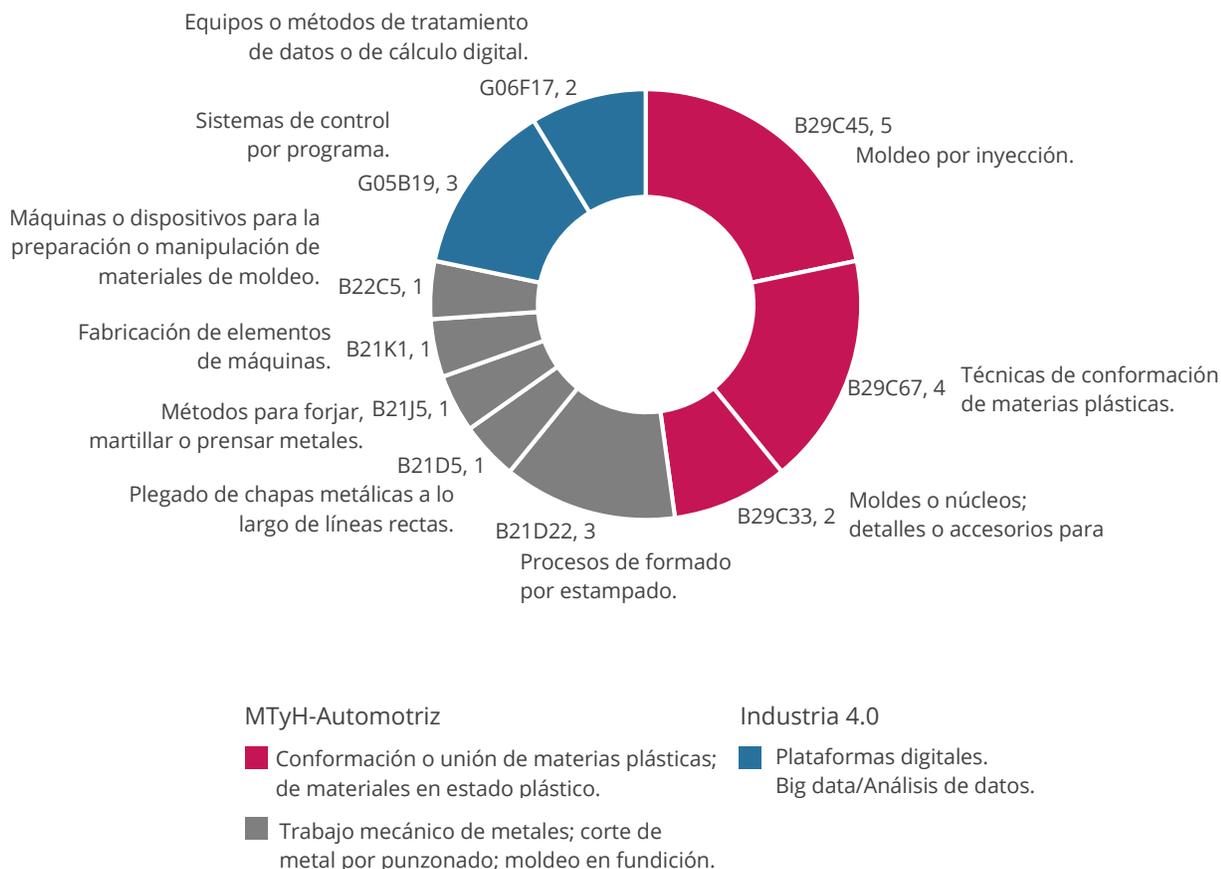


Gráfico 8. Principales áreas tecnológicas con actividad de patentamiento a nivel nacional.

Nota: muestra el desglose de las principales áreas tecnológicas de acuerdo con la CIP en las que se encuentra el conjunto de patentes analizadas.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

Finalmente, en lo que respecta a la actividad de patentamiento de las principales instituciones u organizaciones titulares de una solicitud o patente en México, se identificó que en su mayoría se trata de organizaciones no residentes, es decir provenientes de países como Estados Unidos, Japón, Alemania, etc., entre los

que destacan el corporativo estadounidense desarrollador y distribuidor de componentes y software para la industria de moldes de inyección Progressive Components International²⁴ con tres solicitudes, seguido del Massachusetts Institute of Technology (MIT)²⁵ y de Nippon Steel & Sumitomo Metal Corp²⁶, ambos con dos patentes como se muestra en el Gráfico 9. Al respecto, un listado de las solicitudes y patentes de las instituciones u organizaciones e inventores mexicanos, se presenta a detalle en el Anexo 1 del presente documento.

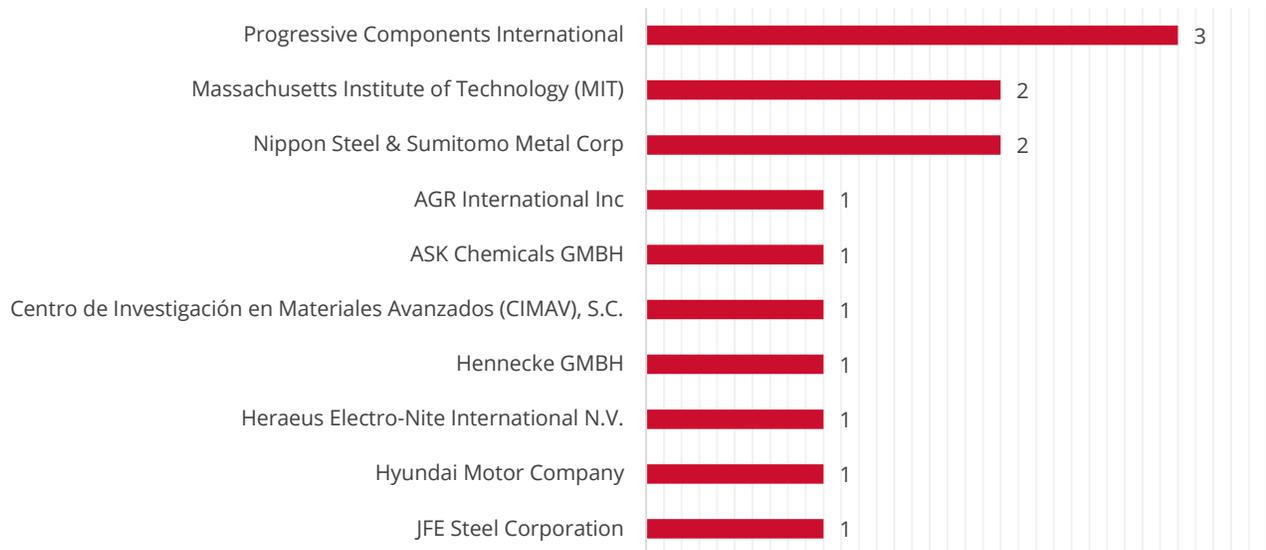


Gráfico 9. Principales organizaciones titulares de patentes en México.

Nota: muestra las 10 principales instituciones u organizaciones titulares de una solicitud o patente en relación con las tres diferentes temáticas objeto de estudio.

Fuente: OMI con base en el estudio de tendencias tecnológicas en moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz (2018).

²⁴ Progressive Components International: <http://www.procomps.com/Home/Default.aspx>

²⁵ Massachusetts Institute of Technology: <http://www.mit.edu/search?q=mold+3d+printing+automotive>

²⁶ Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation: <http://www.nssmc.com/en/product/>

IV. Moldes, Troqueles y Herramientales para la Industria Automotriz al 2030

Si bien el estudio de tendencias tecnológicas presentado en el capítulo anterior permite visualizar el panorama tecnológico que se está desarrollando en el sector en torno a la cuarta revolución industrial, resulta relevante identificar las tendencias o tecnologías con mayor potencial para su adopción entre las empresas del sector, así como aquellas que podrían representar una amenaza para el esquema de operación actual de las mismas.

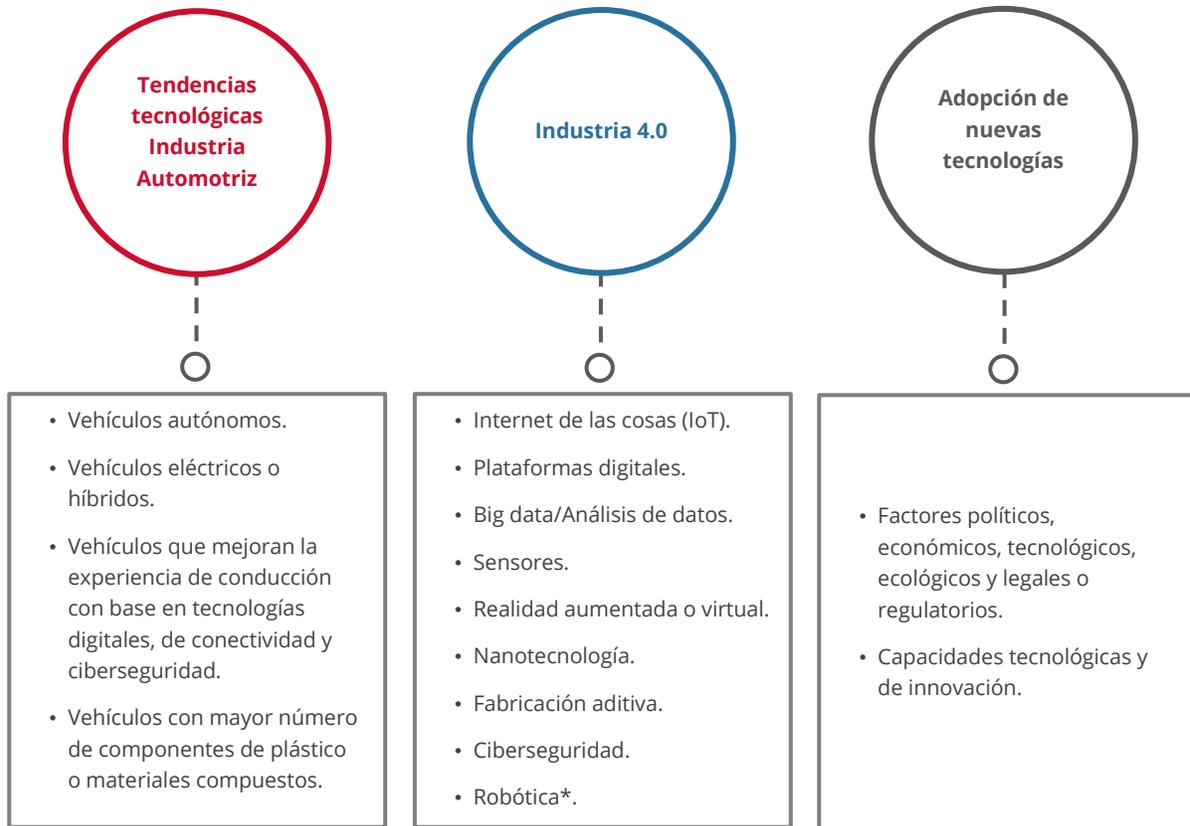
Es por ello que, en complemento al estudio de tendencias tecnológicas realizado, se llevó a cabo un ejercicio de prospectiva tecnológica en colaboración con un grupo de expertos pertenecientes al sector público y privado, en un esfuerzo por describir el posible escenario tecnológico del sector en el contexto nacional hacia el año 2030.

Tanto la metodología para su desarrollo como los principales resultados obtenidos a través de este ejercicio, se describen en los apartados siguientes.

4.1. Ejercicio de prospectiva tecnológica: metodología y alcances

Con el objetivo de identificar tanto las tendencias y tecnologías con mayor potencial para su adopción entre las empresas del sector, como los factores que podrían obstaculizar o favorecer dicha adopción, se llevó a cabo el diseño y desarrollo de una encuesta para recabar las opiniones de un grupo de expertos pertenecientes al sector en materia de nuevas tendencias para la industria

automotriz, tecnologías relativas a la Industria 4.0 y su relación con la cadena de valor del sector (Figura 7).



Moldes, Troqueles y Herramientales para la Industria Automotriz

Figura 7. Alcances del ejercicio de Prospectiva Tecnológica.

Nota: muestra las principales dimensiones o temáticas de análisis en relación con el sector de MTyH para la industria automotriz. *Se incluye "Robótica" en complemento al listado de 8 categorías de la Secretaría de Economía, a sugerencia de los especialistas en el sector que brindaron su opinión acerca de la estructura de la encuesta.

Fuente: OMI.

Cabe destacar que, para el diseño de dicha encuesta, se llevó a cabo una investigación preliminar que permitió identificar algunas de las principales tendencias que se están desarrollando particularmente en la industria automotriz y que podrían implicar cambios en los procesos de fabricación de

MTyH actuales. Asimismo, se llevaron a cabo algunas entrevistas preliminares²⁷ que permitieron obtener información adicional acerca de los principales procesos y tecnologías empleadas para la fabricación de MTyH, sobre las tecnologías de I4.0 con potencial para su implementación en la industria y sobre algunas de las principales limitantes a las que se enfrentan las empresas del sector para la adopción de nuevas tecnologías y para la innovación.

En paralelo con las actividades realizadas para el diseño y desarrollo de la encuesta, se llevó a cabo una búsqueda para la identificación de empresarios, tecnólogos, investigadores y especialistas que pudieran brindar una opinión sobre el posible panorama tecnológico del sector a futuro en relación con las temáticas señaladas en la Figura 7. Como resultado, se creó una base de datos de participantes potenciales pertenecientes a alrededor de 80 empresas e instituciones²⁸ relacionadas con el sector de moldes, troqueles y herramientas para la industria automotriz en México.

Para la aplicación del instrumento, se estableció contacto con los participantes potenciales vía telefónica y correo electrónico, y se proporcionó a los mismos una guía de participación señalando los objetivos del ejercicio, las temáticas de enfoque, la dinámica de participación, así como un instructivo para el llenado y reenvío de la encuesta.

Las diferentes respuestas y opiniones proporcionadas por los participantes a través de las encuestas, fueron integradas a una base de datos para su procesamiento y análisis con fines estadísticos e informativos por el Observatorio Mexicano de Innovación.

²⁷ Aplicadas de manera presencial durante el Segundo Encuentro de Especialistas de Moldes, Troqueles y Herramentales México 2018, llevado a cabo en la ciudad de Santiago de Querétaro, los días 31 de mayo y 1° de junio de 2018; vía correo electrónico a especialistas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y vía telefónica a representantes de clústeres y de la Asociación Mexicana de Manufactura de Moldes y Troqueles (AMMMT).

²⁸ Entre las que figuran empresas fabricantes de moldes, troqueles y herramientas específicamente para la industria automotriz, proveedores de primer nivel (TIER 1), empresas de automatización industrial y proveedoras de soluciones de software especializado, clústeres y asociaciones empresariales (que representaron aproximadamente el 70% de los registros en la base de datos), así como instituciones de educación superior (IES), centros de investigación e instituciones gubernamentales (30% de los registros).

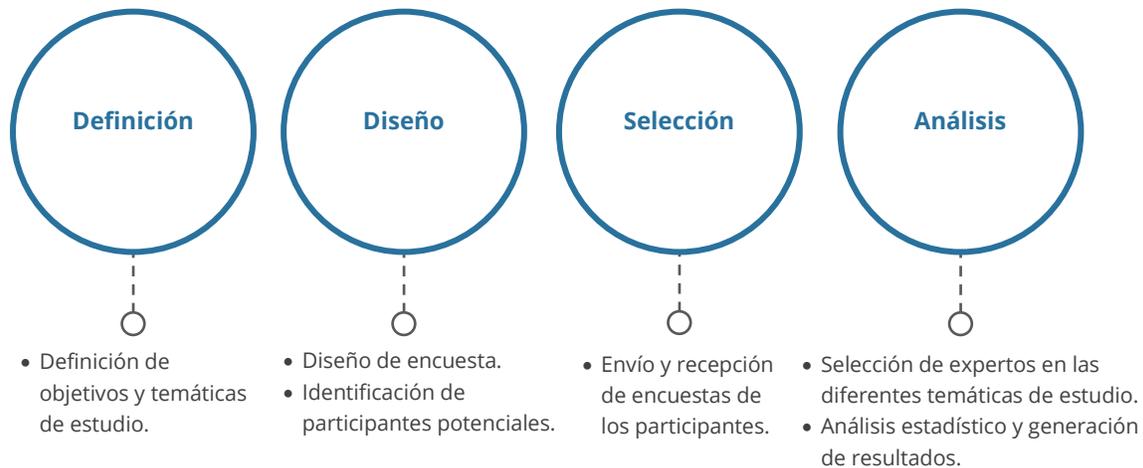


Figura 8. Metodología del ejercicio de Prospectiva Tecnológica.

Fuente: OMI con base en Escuela de Organización Industrial (EOI); Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (2001), Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, (s.f.) y en Gallego Sevilla & Juliá Igual (2003).

Lo anterior, implicó la captura y revisión a detalle de cada una de las respuestas emitidas por el grupo de participantes a través de los diferentes apartados de la encuesta, a saber:

- I. Datos del participante
- II. Perfil del participante
- III. Tendencias tecnológicas en la industria automotriz en México
- IV. Industria 4.0
- V. Adopción de nuevas tecnologías

Al respecto, los dos primeros apartados de la encuesta se diseñaron para caracterizar el perfil de los participantes de modo que permitieran descartar del análisis las respuestas emitidas por aquellos que reportaron menor nivel de conocimiento en relación con los temas objeto de estudio, así como con menos años de experiencia y baja participación en proyectos de innovación o de implementación de tecnologías relativas a la Industria 4.0 en el sector.

No obstante, cabe resaltar que si bien las respuestas del grupo inicial (considerando el total de participantes) en comparación con las respuestas del grupo que reportó mayor nivel de conocimiento, se comportaron de manera muy similar, los resultados que en adelante se presentan, corresponden únicamente al grupo de mayor conocimiento en los temas aludidos, conformado en este caso por un total de 13 expertos participantes, en su

mayoría, pertenecientes al ámbito académico y de investigación, tal como se muestra en el Gráfico 10 siguiente.

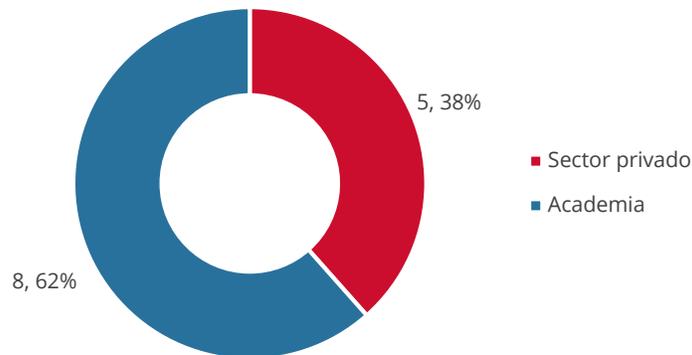


Gráfico 10. Distribución del grupo de expertos participantes.

Fuente: OMI.

Al respecto, se destaca que todos los participantes del conjunto seleccionado cuentan con estudios de nivel superior (Gráfico 11) y tienen conocimiento en áreas y temas afines al sector estratégico objeto de estudio como física, mecatrónica, electromecánica, inyección de plástico, metalurgia, maquinados, herramental, moldeo de piezas automotrices, procesos industriales, soluciones de software de diseño, etc. así como en otras relacionadas con Industria 4.0 como automatización, robótica, manufactura aditiva, visión artificial, etc.

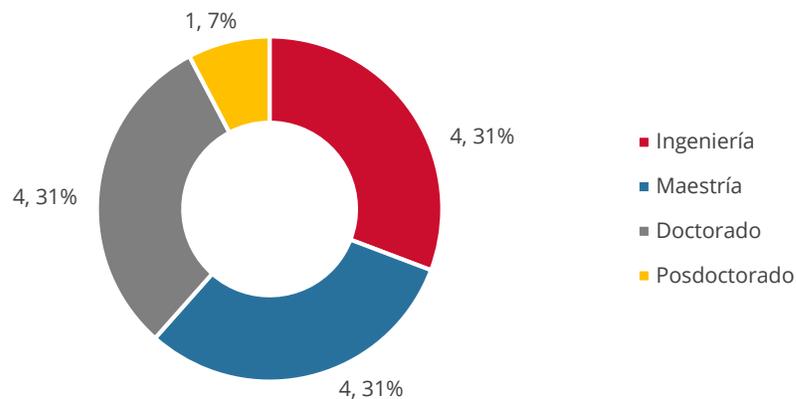


Gráfico 11. Distribución de participantes por nivel máximo de estudios.

Fuente: OMI.

Por otra parte, aunque la mayoría pertenecen a la comunidad académica y de investigación, se destaca que, en ambos grupos, algunos de los participantes se desempeñan en puestos de nivel directivo y gerencial o bien, como coordinadores de proyectos en diferentes ámbitos.

Asimismo, en lo que respecta a la ubicación geográfica de las organizaciones a las que pertenecen los participantes, se observó que algunos de ellos desempeñan su actividad principalmente en entidades federativas como Ciudad de México, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila, Chihuahua y Baja California (Figura 9), siendo algunas de estas donde se ubican importantes clústeres automotrices y ensambladoras como BMW, GM, TOYOTA, FORD y FCA (ProMéxico, 2017).



Figura 9. Distribución de participantes por entidad federativa.

Fuente: OMI.

En lo relativo al nivel de conocimiento, a través del segundo apartado de la encuesta “Perfil de participante”, se presentó un listado de temas respecto a los cuales los participantes debían autoevaluar su nivel de conocimiento en términos de los siguientes parámetros:

Alto	Se considera experto o líder de opinión debido a su amplio conocimiento especializado y experiencia práctica en el tema.
Medio	Posee un buen conocimiento en el tema, sin llegar a considerarse experto.
Bajo	Ha leído literatura técnica o escuchado a expertos relacionados con el tema.
Nulo	No posee conocimiento o no está familiarizado con el tema.

Figura 10. Escala de autoevaluación en los temas objeto de estudio.

Fuente: OMI con base en Escuela de Organización Industrial (EOI); Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (2001).

Al respecto, se observó que el grupo de participantes presentó un nivel de conocimiento:

MEDIO-ALTO en las temáticas relacionadas con la cadena de valor del sector, sobre todo en aquellas relacionadas con el “diseño, manufactura y mantenimiento de MTyH”, a excepción de “ensamble de vehículos” en la que el grupo participante presentó menor dominio.

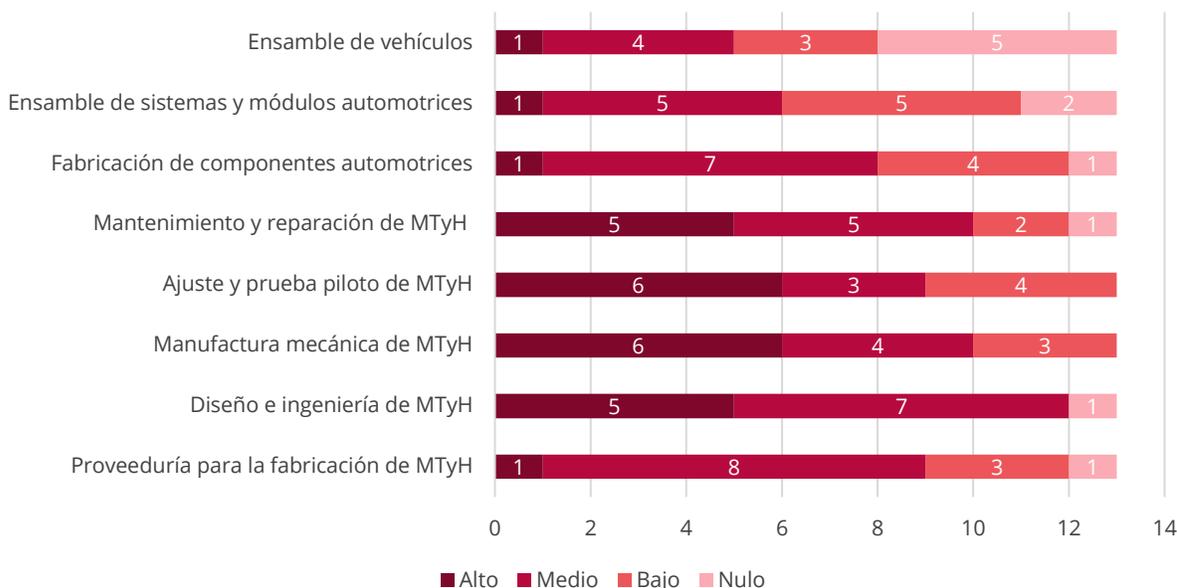


Gráfico 12. Nivel de conocimiento por actividad de la cadena de valor del sector.

Fuente: OMI.

MEDIO-BAJO en materia de tendencias tecnológicas para la industria automotriz, en las que la tendencia relativa a “vehículos eléctricos o híbridos” fue la de menor desconocimiento por parte del grupo participante.

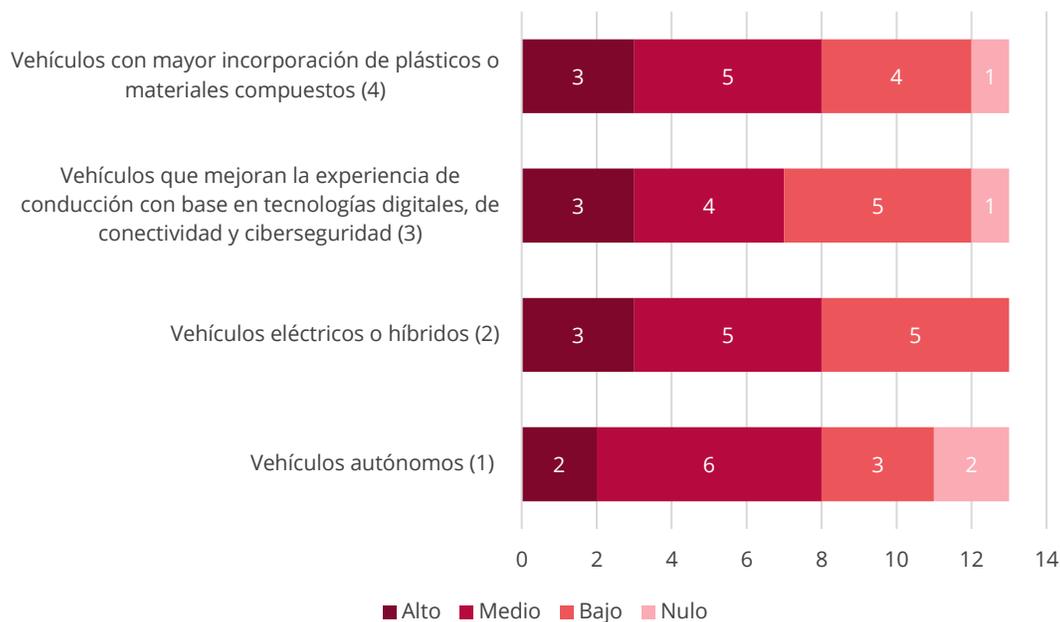


Gráfico 13. Nivel de conocimiento en tendencias tecnológicas en la industria automotriz.

Nota: 1) por ejemplo, que emplean sistemas de conducción autónoma mediante sensores o inteligencia artificial, estacionamiento predictivo, etc., 2) p. ej. que utilizan combustibles alternativos, electrificación, inyección directa de combustible, etc., 3) p. ej. mediante el intercambio de datos vehículo a vehículo (V2V), uso de cámaras de reconocimiento facial para la configuración personalizada del vehículo, infoentretenimiento, sistemas de acceso con elementos biométricos, etc. 4) p. ej. que incorporan plásticos con capacidades de programación para cambio de color o almacenamiento de energía o bien, piezas híbridas de plástico-metal para producir vehículos más livianos.

Fuente: OMI con base en Continental AG (s.f.) y en KPMG International (2018).

MEDIO-BAJO en relación con las tecnologías relativas a la Industria 4.0, a excepción de las tecnologías correspondientes a “Internet de las cosas” y “Fabricación aditiva” en las que la mayor parte del grupo presentó un nivel de conocimiento medio-alto, mientras que la correspondiente a “Nanotecnología” fue la de menor dominio por parte de los participantes.

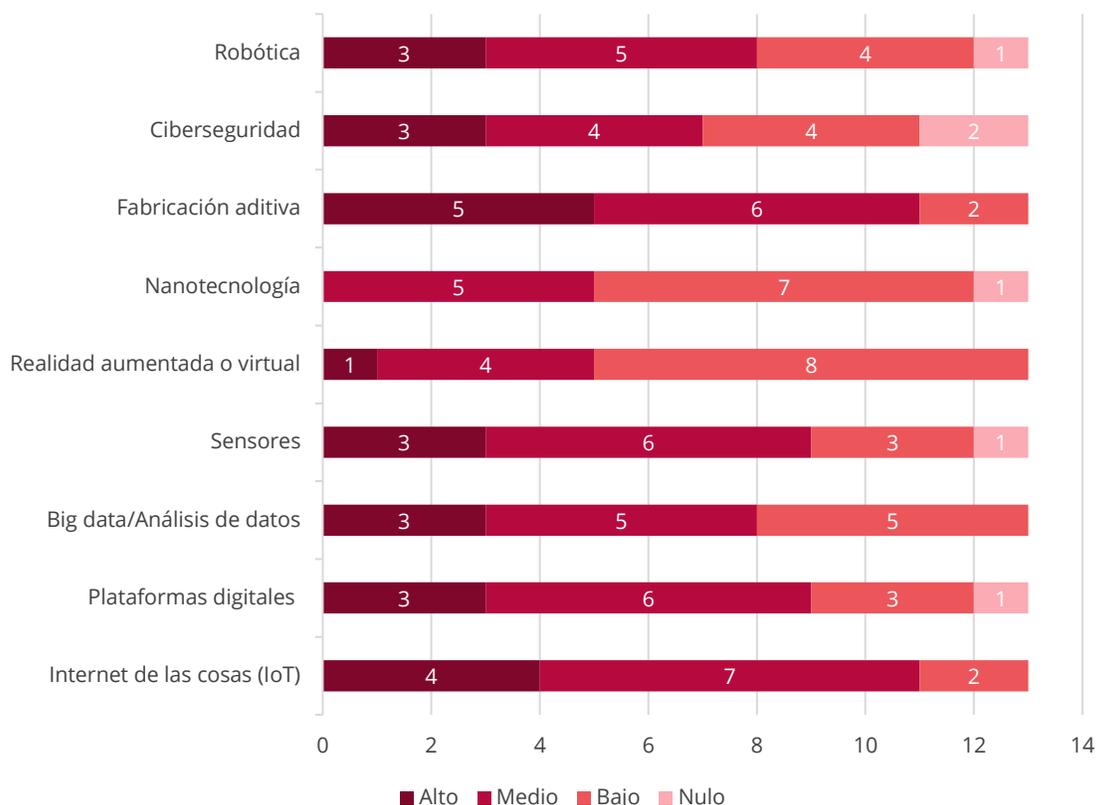


Gráfico 14. Nivel de conocimiento en tecnologías relativas a la Industria 4.0.

Fuente: OMI.

Es importante señalar que, si bien el grupo no muestra un alto nivel de dominio en los temas abordados (sobre todo en lo que respecta a las tendencias en la industria automotriz y tecnologías de I4.0), esto puede deberse a dos posibles factores. Por una parte, debido a la dificultad de disponer de expertos en prácticamente todas las áreas de manera relacionada dado el número y diversidad de las temáticas objeto de estudio, y por la otra, debido a lo incipiente de las tendencias tecnológicas en el sector, pues se trata de tecnologías emergentes que, como se menciona en el capítulo del presente documento “México ante la cuarta revolución industrial”, se prevé que la Industria 4.0 se consolide dentro de los próximos 10 a 15 años.

Por lo anterior, como parte de este ejercicio se buscó que el grupo de expertos participantes contara con conocimiento y experiencia principalmente en el sector de moldes, troqueles y herramientas para el segmento automotriz. Al

respecto, los Gráficos 15, 16 y 17 hacen alusión a esta premisa, en tanto que muestran el número de proyectos y años de experiencia del grupo participante en el sector de MTyH y/o en la industria automotriz.

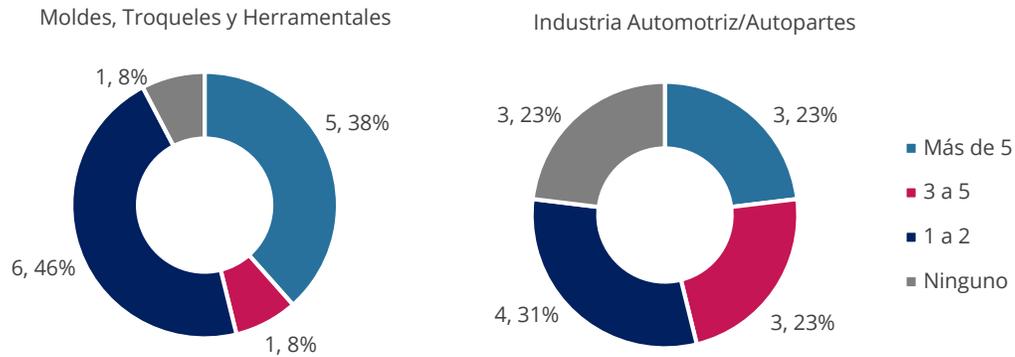


Gráfico 15. Número de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación.

Nota: muestra la distribución de participantes en función del número de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación en los que ha colaborado en los últimos 10 años, en relación con el sector de moldes, troqueles y herramientas y/o en la industria automotriz.

Fuente: OMI.

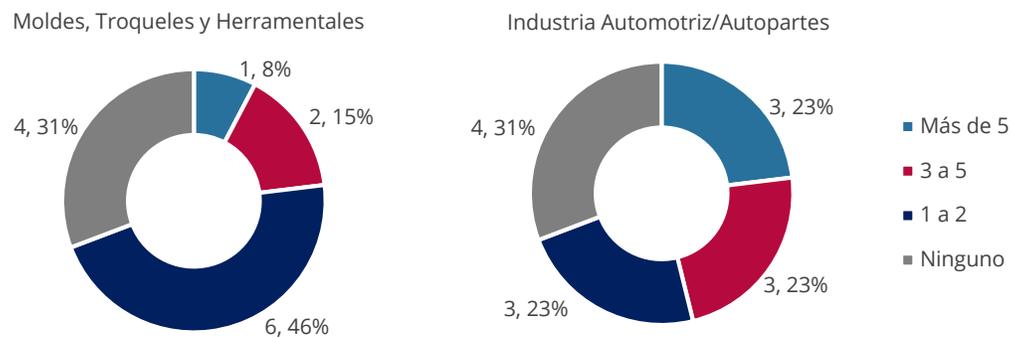


Gráfico 16. Número de proyectos de implementación de tecnologías de Industria 4.0.

Nota: muestra la distribución de participantes en función del número de proyectos de implementación de tecnologías de Industria 4.0, digitalización o automatización, en los que ha colaborado en los últimos 10 años, en relación con el sector de moldes, troqueles y herramientas y/o en la industria automotriz.

Fuente: OMI.

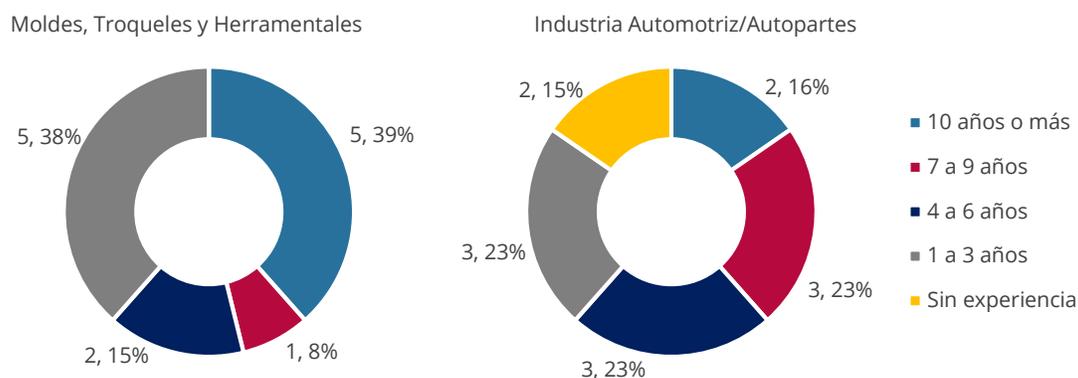


Gráfico 17. Número de años de experiencia.

Nota: muestra la distribución de participantes en función del número de años de experiencia que poseen en el sector de moldes, troqueles y herramientas y/o en la industria automotriz.

Fuente: OMI.

De acuerdo con la información que reportan los participantes a través de la encuesta, se puede observar que la mayoría cuenta con conocimiento en el sector de moldes, troqueles y herramientas, así como en la industria automotriz, por lo que se considera que los resultados que se describen a continuación, ciertamente pueden brindar una orientación sobre el posible escenario tecnológico del sector en el horizonte del 2030.

4.2. Perspectiva del sector hacia el año 2030

A través del apoyo del grupo de expertos participantes, se lograron distinguir algunas variaciones en el potencial de adopción de algunas tendencias tecnológicas con respecto a otras, particularmente en el contexto nacional. Es por ello que, a continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a través del ejercicio de prospectiva tecnológica anteriormente descrito.

4.2.1. Tendencias en la industria automotriz en México

En relación con las principales tendencias tecnológicas identificadas y sometidas a la opinión del grupo²⁹, se observa que la correspondiente a “vehículos con

²⁹ Al respecto, la respuesta u opinión del grupo fue determinada en función del cálculo de la mediana de los datos.

mayor incorporación de plásticos o materiales compuestos” podría consolidarse en México en menos de 6 años, mientras que los “vehículos autónomos” tenderían a consolidarse más hacia el largo plazo, es decir, entre los 9 y los 12 años de acuerdo con la opinión del grupo participante. Asimismo, en lo que respecta a los “vehículos eléctricos o híbridos” y “Vehículos que mejoran la experiencia de conducción con base en tecnologías digitales”, estas podrían verse consolidadas entre los 6 y los 9 años en México.

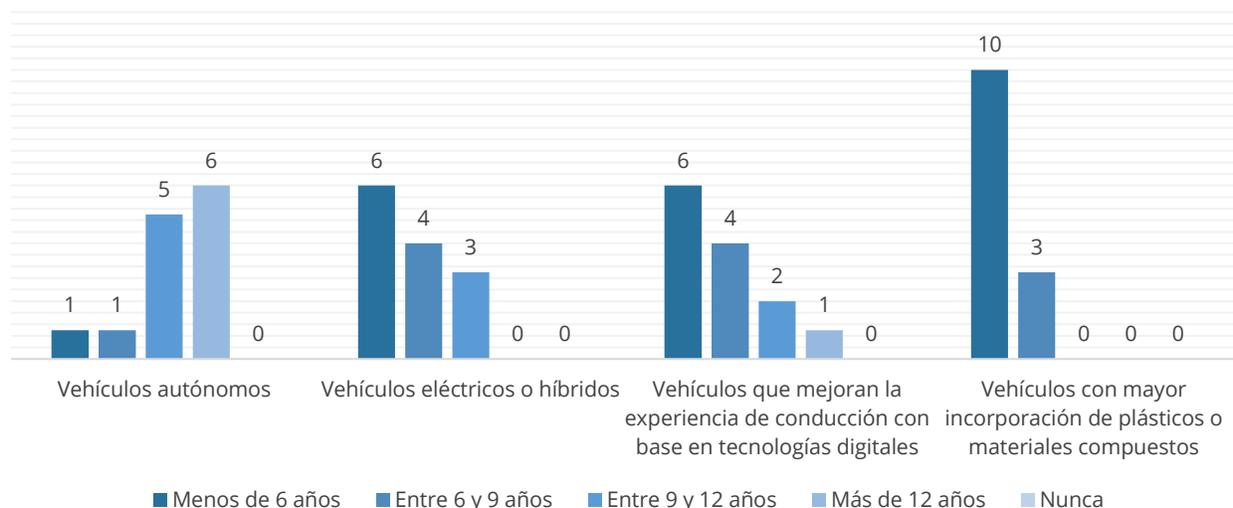


Gráfico 18. Plazo en que las tendencias podrían consolidarse en México.

Fuente: OMI.

Lo anterior, ciertamente guarda relación con estudios como el de la firma de servicios profesionales KPMG³⁰, en el que se observa que las tendencias tecnológicas relacionadas con vehículos eléctricos (como los vehículos de celda de combustible o de baterías, o vehículos eléctricos híbridos) y vehículos que utilizan tecnologías de conectividad y digitalización, tenderían a adquirir mayor importancia a nivel internacional que los vehículos autónomos en el horizonte del 2025 (KPMG International, 2018).

Asimismo, en lo que respecta al impacto de dichas tendencias en los procesos productivos y en el mercado de las empresas fabricantes de MTyH, el grupo de participantes consideró que todas las tendencias tecnológicas tendrían un impacto de carácter “incremental o moderado”, en tanto que no se consideraron

³⁰ KPMG International: <https://home.kpmg.com/xx/en/home.html>

como una amenaza potencial para la continuidad de las empresas en la industria (Gráfico 19).

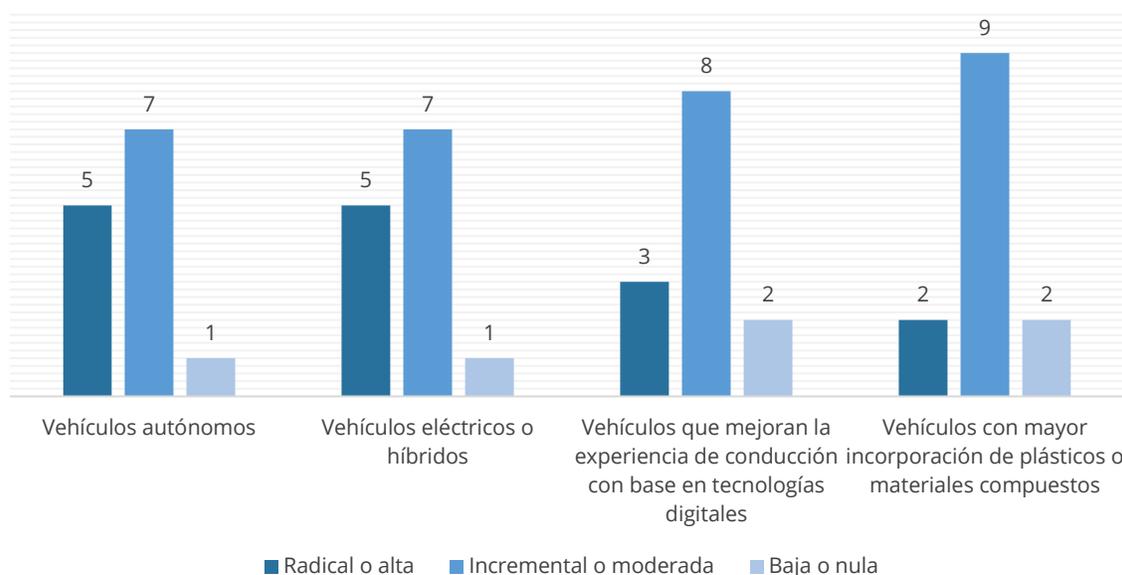


Gráfico 19. Nivel de disrupción de las tendencias tecnológicas para el sector.

Nota: donde 1) Radical o alta: supone transformaciones significativas y repentinas en los procesos productivos, de modo que las fortalezas actuales de las empresas puedan convertirse en debilidades. 2) Incremental o moderada: los procesos sufrirán transformaciones, pero no son una amenaza para la continuidad de las empresas en el mercado. 3) Baja o nula: no se percibirán transformaciones significativas en los procesos ni en la operación de las empresas.

Fuente: OMI.

Finalmente, en complemento al análisis del plazo de consolidación e impacto de las tendencias en el sector, se solicitó al conjunto de participantes priorizar las tendencias para las cuales deberían prepararse las empresas fabricantes de MTyH en el futuro. Al respecto, tanto el análisis de las respuestas, como de las opiniones emitidas por el grupo de expertos participantes, permite pensar que la tendencia relativa a “Vehículos con mayor incorporación de plásticos o materiales compuestos” tendría mayores posibilidades de desarrollarse en México y, por consiguiente, de ser foco de atención para las empresas fabricantes de MTyH durante los próximos años (Gráfico 20).

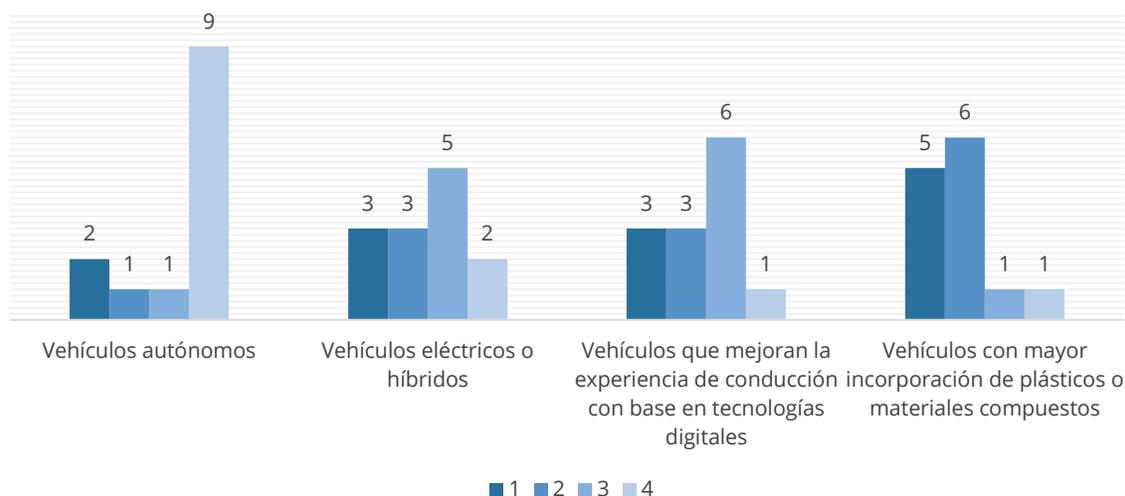


Gráfico 20. Priorización de tendencias tecnológicas para la industria automotriz.

Nota: donde 1: indica la tendencia más importante y 4: la menos importante.

Fuente: OMI.

De acuerdo con la opinión del grupo de expertos, lo anterior presumiblemente puede deberse a que el país contaría con potencial para desarrollar tecnologías relativas a esta tendencia, en tanto que se busca reducir el peso del vehículo para mejorar el consumo de combustible, incrementar su resistencia a los impactos y reducir costos de fabricación.

4.2.2. Industria 4.0

En lo que respecta al análisis de las tecnologías relativas a la Industria 4.0 en relación con el sector objeto de estudio, se observó que, en opinión de los expertos participantes, algunas de las más importantes para las cuales deberán prepararse las empresas fabricantes de MTyH corresponden a tecnologías como el “Internet de las cosas” y la “Fabricación aditiva”, seguidas de los “sensores” y las “plataformas digitales”.

Como se puede observar en el Gráfico 21, estos resultados guardan relación con el estudio de tendencias tecnológicas que se presenta en el capítulo tres del presente documento, por lo que estas tecnologías tendrían mayor potencial para su aplicación en la industria.

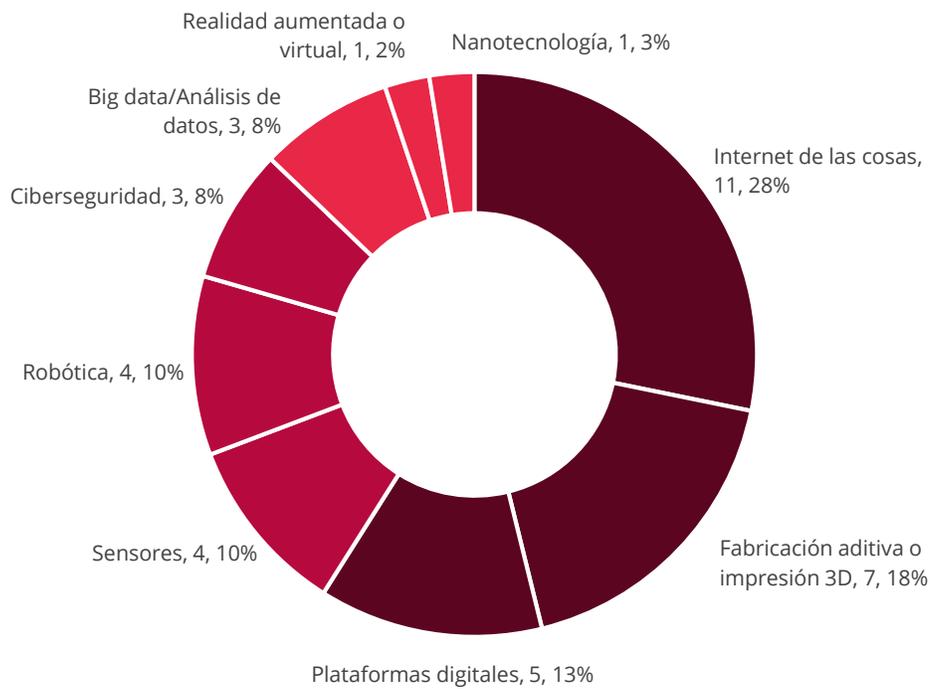


Gráfico 21. Priorización de tecnologías relativas a la Industria 4.0.

Nota: muestra el conjunto de las tres tecnologías señaladas por cada participante como algunas de las más importantes para las cuales deberán prepararse las empresas fabricantes de moldes, troqueles y herramientas.

Fuente: OMI.

De manera complementaria al ejercicio de priorización de tecnologías anterior, se solicitó a los participantes indicar los eslabones de la cadena de valor del sector, en los que, a su juicio, las tecnologías de industria 4.0 tendrían mayor impacto en la productividad. Al respecto, si bien es cierto que estas tecnologías podrían tener distintas aplicaciones a través de los diferentes procesos de la cadena de valor, los resultados permiten pensar que las áreas correspondientes al diseño e ingeniería de MTyH” y “fabricación de componentes automotrices” podrían ser algunas de las más susceptibles de automatización mediante el conjunto de tecnologías analizadas.

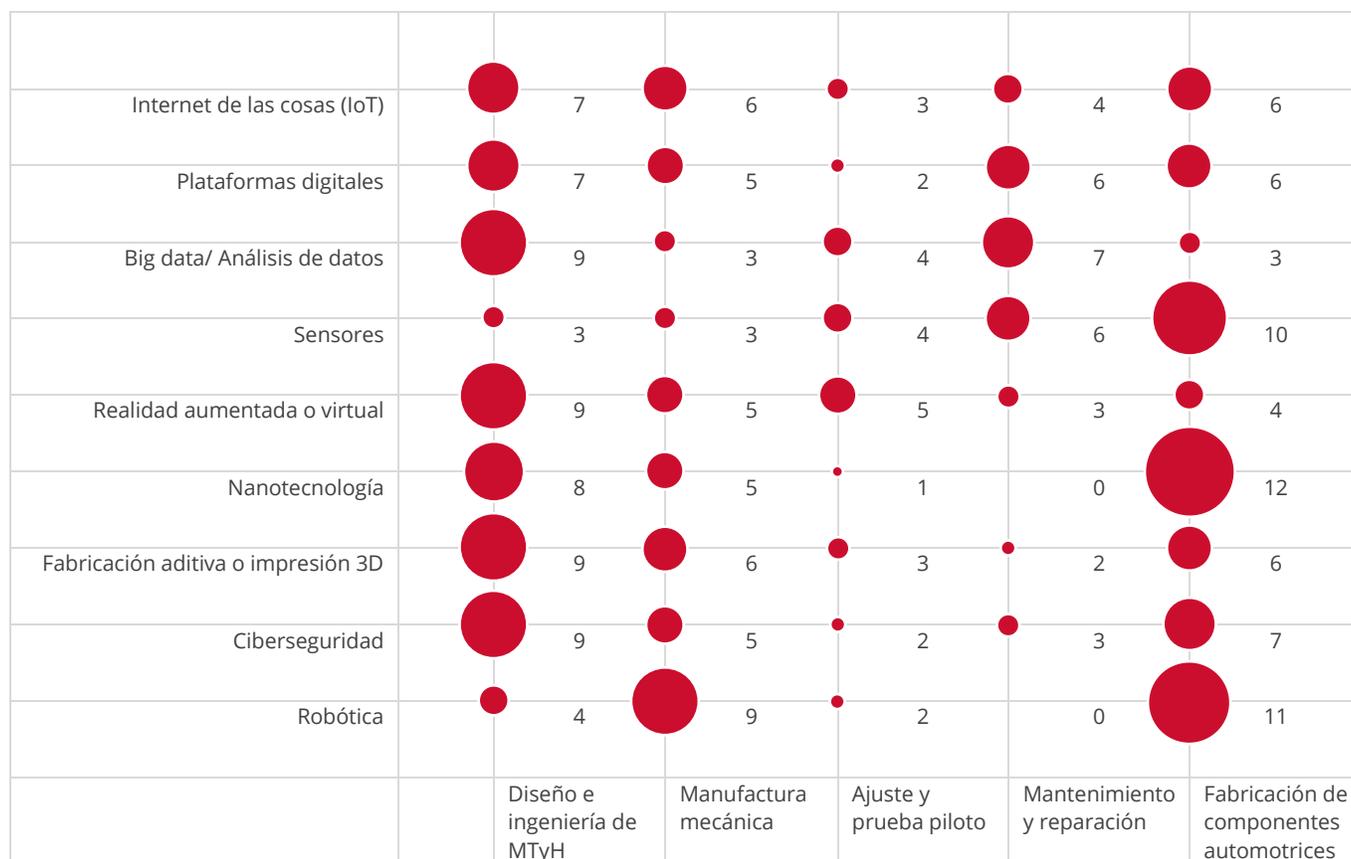


Gráfico 22. Áreas de impacto de las tecnologías de Industria 4.0.

Nota: muestra el conjunto de las dos áreas señaladas por cada participante como aquellas en las que las tecnologías de I4.0 referidas tendrían mayor impacto en la productividad a futuro.

Fuente: OMI.

4.2.3. Adopción de nuevas tecnologías

En lo que respecta al último apartado de la encuesta, se diseñaron dos reactivos principales para conocer la opinión del grupo sobre los factores que constituyen las principales limitantes para la adopción de tecnologías emergentes entre las empresas del sector, así como en relación con las capacidades que estas deben desarrollar para tal efecto.

En el primer caso, el análisis de los resultados obtenidos permite señalar a los factores "Económicos" y "Tecnológicos" como las principales limitantes, seguido de los factores "Políticos", "Legales", "Sociales" y en último lugar los "Ecológicos" (Gráfico 23).

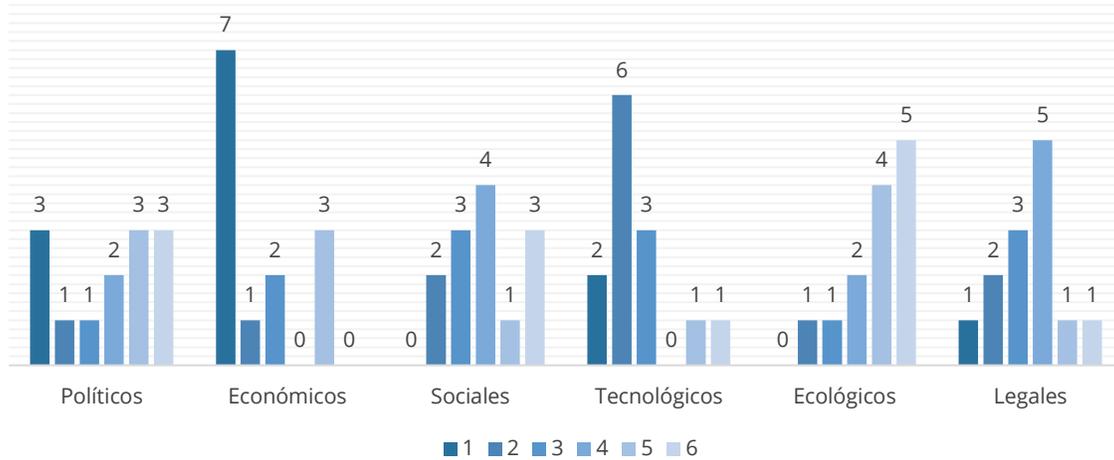


Gráfico 23. Priorización de factores limitantes para la adopción de nuevas tecnologías.

Nota: donde 1: indica el factor más limitante para la adopción de nuevas tecnologías y 6: el menos limitante.

Fuente: OMI.

De acuerdo con la opinión del grupo participante, en México se requiere mayor desarrollo de infraestructura para adoptar las nuevas tecnologías que suponen las tendencias en materia de Industria 4.0, digitalización y automatización.

Asimismo, se destaca que la percepción de las empresas es que la adopción de los desarrollos tecnológicos recientes requiere de inversiones altas en tiempo y dinero, en tanto que estas tecnologías presumiblemente son escasas en el sector y además, se menciona que, en general, las empresas fabricantes de MTyH no tienen la capacidad para cubrir los altos costos de las tecnologías disruptivas y tampoco cuentan con el personal con conocimiento y competencias para utilizarlas eficazmente. A lo anterior, se puede añadir que en ocasiones se presenta una resistencia por parte del personal existente para la adopción de las nuevas tecnologías, en tanto que algunos procesos para la fabricación de MTyH requieren de años de experiencia práctica y se consideran un tanto “artesanales”, lo que supone otro posible obstáculo para la incorporación de las mismas.

Finalmente, otra de las principales limitantes señaladas por el grupo participante, corresponde a la escasez de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en colaboración con universidades y centros de investigación, pues

no se tiene un presupuesto designado a proyectos y se requiere de apoyo para la modernización tecnológica del sector.

En lo que respecta al apartado relativo a capacidades de adopción, se identificó que, si bien es importante desarrollar las capacidades tecnológicas y de innovación de manera integral en las empresas del sector, los resultados permiten destacar como posibles puntos de partida las capacidades de inversión y de desarrollo de nuevas competencias en el personal actual, como base que les permita emprender actividades más complejas de desarrollo tecnológico e innovación (Figura 11).

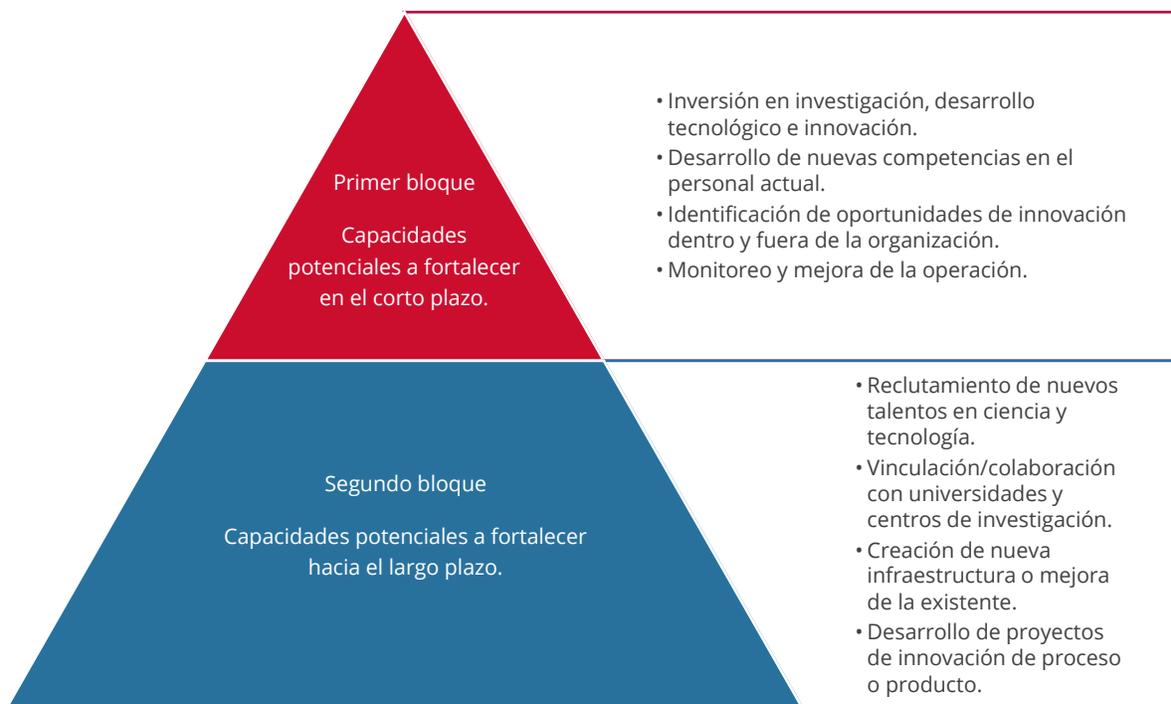


Figura 11. Priorización de capacidades de adopción.

Fuente: OMI.

Los resultados anteriores permiten pensar que como punto de partida es importante fomentar el desarrollo de capacidades tecnológicas y de innovación básicas e intermedias³¹ entre las empresas fabricantes de MTyH que, en una

³¹ Por ejemplo, que les permitan identificar y gestionar las nuevas tecnologías y el personal requerido para un nuevo proyecto, para operar y mejorar tales tecnologías, hacer adaptaciones menores o incrementales a los productos y procesos, establecer relaciones con instituciones para el entrenamiento de personal y con clientes atendiendo las

etapa posterior, les permitan desarrollar capacidades más avanzadas como la colaboración con instituciones, proveedores y con otras empresas para el desarrollo de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación.

Lo anterior resulta importante si se considera que las OEM tienden a trabajar con cada vez menos proveedores y a delegar en los de primer nivel una mayor responsabilidad en cuanto al diseño y desarrollo de prototipos, lo cual requiere de buenas prácticas de fabricación exigidas por la OEM. Para cumplir con lo anterior, las empresas de primer nivel comparten las especificaciones técnicas con sus proveedores a quienes solicitan una creciente participación en el desarrollo, diseño e ingeniería de los componentes que producen, por ello “las empresas en el segundo nivel están llamadas a desarrollar nuevas actividades que requieren sofisticada competencia, aumentando la complejidad de los productos que abastecen” (Society of Motor Manufacturers and Traders, 2002)³².

En este orden de ideas, resulta imperativo que las empresas fabricantes de MTyH desarrollen capacidades de innovación que les permitan, no solo adoptar las nuevas tecnologías, sino también diferenciarse y responder mejor ante las posibles nuevas exigencias de las OEM y de las empresas de primer nivel a futuro.

Por lo anterior, es importante que los diferentes actores que participan en el ecosistema de innovación en relación con el sector, emprendan acciones orientadas a fortalecer tales capacidades. Al respecto, el grupo de participantes señala como algunas posibles acciones a considerar el fomento de la inversión en actividades y recursos para la innovación e implementar sistemas de aseguramiento de la calidad y mejora continua³³, que permita hacer mejoras incrementales en los procesos de las empresas, así como la capacitación del personal actual y el acercamiento con instituciones académicas para la formación de capital humano especializado en materia de procesos para la fabricación de MTyH (toolmakers o tooldesigners) y en lo relativo a nuevas tecnologías.

especificaciones del producto, entre otras. Lo anterior, a través de mecanismos como la vigilancia tecnológica, los programas de capacitación, los sistemas de calidad y mejora continua, interacción con proveedores, etc. (Ortega & Jasso, 2007) y (Ortega Rangel, 2005).

³² De acuerdo con lo señalado en el documento “Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes” (Jiménez Sánchez, 2006).

³³ Toda vez que constituyen una base muy importante para implantar procesos de gestión de tecnología, como los sistemas de vigilancia e innovación tecnológica.

Conclusiones

Como se observa a lo largo del presente documento, el sector de Moldes, Troqueles y Herramentales constituye una industria de relevancia estratégica para el país por el valor potencial que puede agregar a través de sus diferentes procesos a la manufactura de vehículos en México, lo que a su vez podría contribuir a mejorar la posición competitiva de esta industria a nivel internacional en los próximos años.

Para lograrlo, resulta necesario fortalecer al sector a través de la política pública de innovación, pues aún enfrenta diferentes retos como la falta de capital humano especializado, de cumplimiento de estándares de calidad y de costos competitivos, así como de capacidades para la innovación, factores que, entre otros, impiden que un número importante de empresas en el sector puedan cumplir con las exigencias de una industria creciente y cada vez más sofisticada como la automotriz.

Si bien las tendencias con potencial para su consolidación en México dentro de los próximos 6 a 9 años, como los vehículos con mayor número de componentes de plástico o los vehículos eléctricos, pueden no representar una amenaza directa para las empresas del sector, estas precisan de mejores prácticas y capacidades básicas e intermedias de innovación que les permitan atender la alta demanda de herramentales a nivel nacional.

Lo anterior, también resulta imperativo si se considera el desarrollo tecnológico reciente en lo relativo a la Cuarta Revolución Industrial, la cual plantea transformaciones significativas en los esquemas de producción actuales y, por consiguiente, en las condiciones laborales y competitivas en diferentes industrias a nivel mundial dentro de los próximos 10 a 15 años, por lo que se considera que esta megatendencia probablemente tendrá un impacto en este sector a futuro.

En este contexto, el estudio realizado revela que tecnologías como la manufactura aditiva, los sensores, las plataformas digitales, el big data o análisis de datos y el internet de las cosas (IoT), ciertamente podrían tener un impacto en el sector a futuro en términos de calidad y eficiencia en tiempo y costos, por lo que su adopción representa una oportunidad para las empresas fabricantes de Moldes, Troqueles y Herramentales que logren fortalecer sus capacidades

de innovación durante los próximos años, pues tal como lo señala el Foro Económico Mundial, “para tener éxito en la Cuarta Revolución Industrial todas las economías ya sean avanzadas o en desarrollo deberán aprovechar las oportunidades que ofrece la innovación” (World Economic Forum, 2018).

Es por lo anterior que se considera que el fortalecimiento de capacidades para que las empresas puedan gestionar capital humano especializado, para adoptar tecnologías emergentes o bien, que les permitan identificar áreas de oportunidad para la introducción de mejoras incrementales que resulten en procesos más eficientes, entre otras; debe ser un foco de atención para los actores que participan en el ecosistema de innovación en relación con el sector de Moldes, Troqueles y Herramientales.

No obstante, es importante resaltar que, si bien el presente estudio buscar aportar al conocimiento que permita validar las estrategias de política pública de innovación de impulso al sector, así como facilitar la toma de decisiones entre los diversos actores que participan de esta industria, es recomendable que cada organización realice, según corresponda, sus propios ejercicios de diagnóstico de capacidades de innovación y de prospección tecnológica, que les permitan definir con mayor precisión la ruta tecnológica a seguir hacia el año 2030.

Referencias

- Consejo Coordinador Empresarial. (19 de febrero de 2018). Retos para México: Industria 4.0. Ciudad de México, México. Recuperado el 29 de septiembre de 2018, de <http://www.cce.org.mx/retos-para-mexico-industria-4-0/>
- Consejo Ejecutivo de Empresas Globales. (30 de julio de 2018). *México 2030 ante la cuarta revolución industrial: propuestas para la productividad el crecimiento y la inclusión social 2.0*. Recuperado el 22 de octubre de 2018, de Agenda 2030: <https://www.gob.mx/agenda2030/documentos/mexico-2030-ante-la-cuarta-revolucion-industrial-propuestas-para-la-productividad-el-crecimiento-y-la-inclusion-social-ceeg>
- Continental AG. (s.f.). *Tendencias de la industria automotriz, ¿Cómo será el auto del futuro?* Recuperado el 01 de octubre de 2018, de Continental AG: <https://www.continental-corporation.com/es-mx/products-innovation/innovation/tendencias-de-la-industria-automotriz>
- Cornell University, INSEAD, and WIPO. (2018). *The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva. Recuperado el 6 de septiembre de 2018, de https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI, 2011). (2017). De la Industria 1.0 a la Industria 4.0. En R. Blanco, J. Fontrodona, & C. Poveda, *La industria 4.0: el estado de la cuestión* (pág. 152). Recuperado el 20 de octubre de 2018, de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2015). *Ley de Ciencia y Tecnología*. Ciudad de México, México. Recuperado el 15 de agosto de 2018, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (2017). *Reglas de operación del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) y la innovación para el ejercicio fiscal 2018*. Ciudad de México, México. Recuperado el 22 de mayo de 2018, de <https://prosoft.economia.gob.mx/ro2018/ROP2018.pdf>
- Escuela de Organización Industrial (EOI); Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. (2001). *Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial: Futuro Tecnológico en el Horizonte del 2015*. España. Recuperado el 14 de mayo de 2018, de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20692/segundo-informe-de-prospectiva-tecnologica-industrial-futuro-tecnologico-en-el-horizonte-del-2015>
- Gallego Sevilla, L. P., & Juliá Igual, J. F. (abril de 2003). Principios cooperativos y eficacia económica. Un análisis delphi en el contexto normativo español. *Cirec- España. Revista de economía pública, social y cooperativa*(44), 231-259.

- Gobierno de la República. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Ciudad de México, México.
- Jiménez Sánchez, J. E. (2006). *Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes*. Querétaro, México: Instituto Mexicano del Transporte. Recuperado el 12 de junio de 2018, de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt288.pdf>
- KPMG International. (2018). *Global Automotive Executive Survey 2018*. Recuperado el 18 de noviembre de 2018, de KPMG: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/nl/pdf/2018/sector/automotive/global-automotive-executive-survey-2018.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (s.f.). ¿Qué son la Prospectiva y la Prospectiva Tecnológica? Conceptos, breve historia y métodos básicos de la prospectiva. Argentina. Recuperado el 26 de abril de 2018, de http://www.mincyt.gob.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22770
- OCDE. (2016). *Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016 (Extractos)*. (A. Santamaría, Trad.) México: Centro de la OCDE en México para América Latina. Recuperado el 6 de septiembre de 2018, de https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016/summary/spanish_1d1a2543-es
- Ortega Rangel, R. (2005). Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en un grupo del sector siderúrgico. *Innovar*, 15(25), 90-102. Recuperado el 18 de octubre de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512005000100006
- Ortega, R., & Jasso, J. (2007). Acumulación de capacidades tecnológicas locales en un grupo industrial siderúrgico en México. *Contaduría y administración* (223), 69-89. Recuperado el 18 de octubre de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422007000300005#notas
- Pineda, M. (Mayo de 2018). Por primera vez se realizó el Encuentro Nacional Metalmecánico. (E. Tovar, Ed.) *Modern Machine Shop*, 4(4), 56-61.
- ProMéxico. (2016). *La industria automotriz mexicana: situación actual, retos y oportunidades* (Primera ed.). Ciudad de México, México. Obtenido de <https://www.promexico.mx/documentos/biblioteca/industria-automotriz-mexicana.pdf>
- ProMéxico. (2017). *La inserción de México en la Industria Automotriz del Futuro*. Ciudad de México, México. Recuperado el 16 de junio de 2018, de <http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/Resource/152/1/images/insercion-industria-automotriz.pdf>
- ProMéxico. (2017b). *México como aliado de los líderes mundiales en innovación industrial*. Ciudad de México, México. Recuperado el 18 de abril de 2018, de

<http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/Resource/154/1/images/mexico-aliado-lideres-mundiales.pdf>

- ProMéxico. (21 de marzo de 2018). ProMéxico resalta fortalezas en herramientas en encuentro nacional metalmeccánico. Ciudad de México, México. Recuperado el 22 de agosto de 2018, de <http://www.promexico.gob.mx/documentos/boletines-prensa/comunicado-30-18.pdf>
- Rodríguez Cortezo, J. (1990). *La Prospectiva y la Política de Innovación*. Recuperado el 27 de marzo de 2018, de http://www.comexresponde.comexbrasil.gov.br/portalmdic/arquivos/dwnl_1197032135.pdf
- Schultz, M. (junio de 2017). *La innovación: el gran regalo de la historia*. Recuperado el 02 de julio de 2018, de OMPI: REVISTA: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/03/article_0003.html
- Secretaría de Economía. (2013). *Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018*. Ciudad de México, México.
- Secretaría de Economía. (2014). *Estudio de Prospectiva Tecnológica para la Manufactura de Troqueles y su Aplicación en el Contexto Nacional*. Ciudad de México, México. Recuperado el 12 de junio de 2018, de <https://www.gob.mx/se/documentos/12-189-estudio-de-prospectiva-tecnologica-para-la-manufactura-de-troqueles-y-su-aplicacion-en-el-contexto-nacional?state=published>
- Secretaría de Economía. (2018). Plataforma Industria 4.0. *Política Pública Intersectorial Innovación e Industria 4.0*. Ciudad de México, México. Recuperado el 25 de octubre de 2018, de <https://prosoft.economia.gob.mx/industria4-0.aspx>
- Torras, L. (09 de febrero de 2017). *Vivir en tiempos de la cuarta revolución industrial*. Recuperado el 17 de junio de 2018, de World Economic Forum: <https://es.weforum.org/agenda/2017/02/magnitud-e-implicaciones-de-la-cuarta-revolucion-industrial/>
- World Economic Forum. (13 de abril de 2016). La Cuarta Revolución Industrial. Recuperado el 09 de septiembre de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=-OiaE6l8ysg>
- World Economic Forum. (2016b). *Manufacturing our future, cases on the future of manufacturing*. Geneva, Switzerland.
- World Economic Forum. (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. (K. Schwab, Ed.) Geneva, Switzerland. Recuperado el 4 de septiembre de 2018, de <https://es.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018>
- World Economic Forum. (2018b). *Readiness for The Future of Production Report 2018*. Geneva, Switzerland.

Anexo 1. Resultados nacionales

Publication Number: [MX2014003097A](#)

Legal Status & Events: Granted

Patent Type: Application

Title: METHODS AND APPARATUS TO MONITOR MATERIAL CONDITIONING MACHINES.

Application Date: 2014-03-14

Standardized Assignee: THE BRADBURY

Inventor Name: GREGORY S. SMITH | CLARENCE B. COX III

IPC: B21D5/14 | G05B19/00 | H04L29/00

Priority Country: US

INPADOC Family: AU2014201565A1 | AU2014201565B2 | CA2846216A1 | CN104043686A | CN104043686B | CN107983796A | EP2777839A1 | EP2777839B1 | EP3342495A1 | ES2662003T3 | MX2014003097A | MX352835B | RU2014110026A | US20140260473A1 | US20150231677A1 | US20150231678A1 | US9021844

Abstract: Methods, equipment and apparatus for monitoring conditioning machines are disclosed. An exemplary system includes a plurality of work rolls for processing strip material. A first sensor detects a first distance between the upper surface of a strip of material and a first reference location and a second sensor detects a second distance between the upper surface of the strip material and a second reference location. A controller determines a difference in value between the first distance and the second distance to detect the material curvature of the strip material.

Publication Number: [MX2016001684A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: EXTRUDER FEED SYSTEM.

Application Date: 2014-08-04

Standardized Assignee: MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Inventor Name: ALFONSO ALEXANDER PEREZ | CHRISTOPHER MICHAEL HAID | FORREST W. PIEPER | MATEO PENA DOLL

IPC: B65H51/00 | B29C67/00

Priority Country: US | US | WO

INPADOC Family: AU2014306218A1 | AU2014306223A1 | AU2014306223B2 | AU2017265050A1 | CA2919508A1 | CA2919511A1 | CN105555508A | CN105555509A | CN105555509B | CN108357106A | EP3030400A1 | EP3030401A1 | JP2016529136A | JP2016533925A | JP6153668B2 | MX2016001684A | MX2016001685A | US20150045928A1 | US20150086668A1 | US20180079125A1 | US20180166727A1 | US9855698 | US9912001 | WO2015020939A1 | WO2015020944A1

Abstract: Extruder feed system. The system includes a pair of spaced-apart, internally and oppositely threaded rotatable elements (20, 22, 34, 36) for receiving and engaging a plastic filament material (10). An electric motor (38) rotates the rotatable elements (20, 22, 34, 36) in

opposite directions thereby to drive the filament (10) into a liquefier chamber for subsequent discharge through a nozzle. The system provides very accurate layer-by-layer build up.

Publication Number: [MX2015005746A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: METHOD FOR MOLDING HIGHLY HEAT-RESISTANT SOUND ABSORBING AND SCREENING MATERIAL.

Application Date: 2013-11-06

Standardized Assignee: HYUNDAI MOTOR COMPANY

Inventor Name: KIM KEUN YOUNG | SEO. WON JIN | SEO JONG BEOM | CHO CHI MAN | LEE KI DONG | LEE SU NAM

IPC: B29C43/26 | B29C33/58

Priority Country: WO | KR

INPADOC Family: BR112015010325A2 | CA2890349A1 | CN105142869A | EP2926966A1 | EP2926966A4 | EP2926966B1 | IN3907DELNP2015A | JP2016504209A | JP6199405B2 | KR101428422B1 | KR1020140059142A | MX2015005746A | RU2015121631A | RU2654021C2 | US20150266214A1 | US20150352758A1 | US9492955 | US9498904 | WO2014073859A1

Abstract: The present invention relates to a method for molding a highly heat-resistant sound absorbing and screening material, and more specifically, to a method for molding a highly heat-resistant sound absorbing and screening material, which uses a sound absorbing material comprising 20 to 80 parts by weight of a fiber material of which the limiting oxygen index (LOI) is at least 25% and of which the heat resistance temperature is at least 200°f, and 20 to 80 parts by weight of a thermosetting binder resin of which the heat resistance temperature is at least 200°f, wherein the highly heat-resistant sound absorbing and screening material is installed on an engine cylinder block and a vehicle body panel above a muffler of a vehicle. The method for molding the highly heat-resistant sound absorbing and screening material comprises: a releasing agent coating step of coating a releasing agent inside a hot die; a hot compression molding step of fixing a shape; and a cold compression step of stabilizing the shape. The highly heat-resistant sound absorbing and screening material molded according to the method can reduce noise inside a vehicle by blocking radiated noise, which is generated from an engine and an exhaust system, from being transferred into the inside of the vehicle through the panel of the vehicle body, can maintain the shape even in high heat over 200°f generated from the engine and the exhaust system, and can satisfy flame retardant properties of UL 94V-0.

Publication Number: [MX2017011553A](#)

Legal Status & Events: Published

Patent Type: Application

Title: METHOD FOR MANAGING CASTING PROCESS ON BASIS OF PROPERTY OF MOLDING SAND.

Application Date: 2015-06-08

Standardized Assignee: SINTO KOGIO

Inventor Name: Hisashi HARADA | Yuichi OGURA | Tsuyoshi SAKAI

IPC: B22C9/00 | B22D47/02 | B22C5/00 | B22C9/02

Priority Country: JP | WO

INPADOC Family: BR112017016304A2 | CN107206484A | EP3269471A1 | JPWO2016143150A1 | KR1020170125043A | MX2017011553A | TW201632279A | US20180056375A1 | WO2016143150A1

Abstract: Provided is a method for managing a casting process on the basis of the property of molding sand, wherein the mold-forming conditions of a casting mold during production, a process subsequent to molding, or the like is changed on the basis of data about the measured property of the molding sand, thereby reducing casting defects or energy consumption. This method for managing a casting process on the basis of the property of the molding sand used in forming a casting mold has a step (1) wherein the property of the molding sand just prior to being supplied to a mold-forming machine (40) is measured, and a step (2) wherein a determination is made regarding whether the measured property of the molding sand conforms to a prescribed property. When the result of the determination is that the measured property does not conform to the prescribed property, the casting mold is formed such that the strength of the casting mold being formed is less than the casting mold strength when formed with molding sand conforming to the prescribed property.

Publication Number: [MX2013014055A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: AUTOMATED ROTATIONAL MOLDING MACHINE WITH PROGRAMMABLE LOGICAL CONTROLLERS AND TOUCH SCREEN.

Application Date: 2013-11-29

Standardized Assignee: LUIS RICARDO HERNANDEZ MACIAS

Inventor Name: LUIS RICARDO HERNÁNDEZ MACIAS

IPC: B29C41/04 | G05B11/01

Priority Country: -

INPADOC Family: MX2013014055A

Abstract: This invention relates to a rotomolding machine that has as its purpose the transformation of plastic materials that are placed inside the matrix mold, which is the one that generates rotational movement in the axes and that said movement is transferred to the mold by means of systems motors and that in turn the movement systems position and combustion operation, controlled by means of a programmable logic controller which is connected in turn to a touch screen, which is a device that allows the operator of the rotomolding machine maintain visual contact with the state in which the process is located, in addition to allowing the operation of the device.

Publication Number: [MX2013012553A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: SYSTEM AND METHOD FOR OPTIMIZING THE MANUFACTURING LINES WITH PLASTIC INJECTION MACHINES.

Application Date: 2013-10-28

Standardized Assignee: LOGYKOPT S A DE

Inventor Name: LUCERO RIOS SOLIS | ALEJANDRO IBARRA IBARRA

IPC: B29C45/00 | G05B19/04

Priority Country: -

INPADOC Family: MX2013012553A

Abstract: The System and Method of Optimization of Manufacturing Lines with Plastic Injection Machines provides an optimal solution on the amount of finished products to be built in a configuration of plastic injection machines in parallel with specific molds. The System and Method of Optimization of Manufacturing Lines with Plastic Injection Machines is a complete system for the optimization of the manufacture of finished products with parts manufactured in plastic injection manufacturing lines, which is based on algorithms and mathematical formulations of linear optimization with integers, collapsed in an interface (P1) connected to a central server (S) through which the operator (R) in charge of manufacturing lines with plastic injection coordinates the production process. The present System and Method, allow to solve the problem derived from a complicated and combinatory process of the assignment of pieces to molds and the assignment of molds to machines. In this system each operator (R) of a productive entity, through an interface (P1), has a username and password that allows them to safeguard their data (P2) of their operation under maximum security. With this data the optimization engine (P3) delivers an efficient production pattern determination (P9). The optimization engine of the present invention consists of three important modules. A General Efficient Solution Module (S7), a Continuous Solution Module (S8) and a Module Administrator.

Publication Number: [MX2016012806A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: THREE-DIMENSIONAL LAMINATION DEVICE AND THREE-DIMENSIONAL LAMINATION METHOD.

Application Date: 2015-03-20

Standardized Assignee: MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES

Inventor Name: Hitoshi YOSHIMURA | Yoshiharu OZAWA

IPC: B22F3/105 | B33Y30/00 | B29C67/00

Priority Country: WO | JP

INPADOC Family: CN106163774A | EP3112134A1 | EP3112134A4 | JP2015196265A | JP6359316B2 | KR1020160128383A | KR1020180049215A | MX2016012806A | RU2016142283A | RU2016142283A3 | TW201600323A | TWI623412B | US20170144248A1 | WO2015151865A1

Abstract: A three-dimensional deposition device and a three-dimensional deposition method used to manufacture a three-dimensional object with high accuracy are provided. A three-dimensional deposition device for forming a three-dimensional shape by depositing a formed layer on a base unit, includes: a powder supply unit which supplies a powder material by injecting the powder material toward the base unit; a light irradiation unit which irradiates the powder material feeding from the powder supply unit toward the base unit with a light beam so that the powder material is melted and the melted powder material is solidified on the base unit to thereby form the formed layer; and a control device which controls operations of the powder supply unit and the light irradiation unit.

Publication Number: [MX328472B](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Patent

Title: MOLD MONITORING.

Application Date: 2013-11-21

Standardized Assignee: PROGRESSIVE COMPONENTS INT

Inventor Name: GLENN STARKEY

IPC: B29C45/17 | B29C45/76

Priority Country: -

INPADOC Family: -

Abstract: A monitor for maintaining a molding cycle count and other molding operation data and a corresponding system that generates a first remote record of the molding cycle data and a second remote record of the molding cycle data, the second record remote comprising a different and / or non-confidential version, inferior, of the first remote registry record. The first remote record and the second remote record can then be coordinated between an OEM manufacturer and a mold maker, and a molder.

Publication Number: [MX2015009267A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: ASSEMBLABLE DIES FOR THE RHEOLOGICAL STUDY OF POLYMERS.

Application Date: 2015-07-17

Standardized Assignee: CENT DE INVESTIGACION & MATERIALES AVANZADOS S C

Inventor Name: JORGE ALBERTO GOMEZ | ANTONINO PEREZ HERNANDEZ | SAUL ENRIQUE SANCHEZ MEJIA | JORGE ARTURO RENTERIA RENTERIA

IPC: G01N11/04 | B29C47/92 | G01N11/08

Priority Country: -

INPADOC Family: MX2015009267A

Abstract: The present invention relates to a set of individual dies assembled with a central capillary hole that offer the advantage of being able to be assembled with one another to achieve a controlled increase in the length of the capillary orifice for the purpose of measuring the rheological behavior of polymers. high ratios capillary length / capillary diameter (L / D). Capillary rheometry is a recurrent technique for the characterization of some properties of polymers such as melt viscosity, melt viscosity by its English name. A mono-screw extruder is used where dice of different length are assembled. ASTM D3835 describes the procedure for estimating errors and corrections in the calculation of the shear stresses in a polymer melt based on experiments with different capillary dies of different L / D ratios and at different speeds of the extruder.

Publication Number: [MX2017007586A](#)

Legal Status & Events: Published

Patent Type: Application

Title: METHOD FOR CONSTRUCTING MOLDS AND CORES LAYER BY LAYER BY MEANS OF A BINDER CONTAINING WATER GLASS, AND A BINDER CONTAINING WATER GLASS.

Application Date: 2015-12-11

Standardized Assignee: ASK CHEM

Inventor Name: DETERS Heinz | Henning ZUPAN

IPC: B33Y70/00 | B22F7/02 | B29C67/00

Priority Country: WO | DE

INPADOC Family: BR112017012507A2 | CN107000322A | DE102014118577A1 | EP3230046A1 | JP2017538585A | KR1020170098246A | MX2017007586A | US20170320128A1 | WO2016091249A1

Abstract: The invention relates to a binder, which contains water glass and further a phosphate or a borate or both. The invention further relates to a method for constructing molds and cores layer by layer, the molds and cores comprising a construction material mixture, which at least comprises a fireproof molding base material, and the binder. In order to produce the molds and cores layer by layer in 3-D printing, the fireproof molding base material is applied layer by layer and is selectively printed with the binder layer by layer, and consequently a body corresponding to the molds or cores is constructed and the molds or cores are released after the unbonded construction material mixture has been removed.

Publication Number: [MX2013014998A](#)

Legal Status & Events: Granted

Patent Type: Application

Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCTION OF FORM PARTS.

Application Date: 2013-12-17

Standardized Assignee: HENNECKE

Inventor Name: FRANK GOEBEL | BERNHARD WILLING

IPC: B29C33/36

Priority Country: DE

INPADOC Family: BR102013032493A2 | CN103862611A | CN103862611B | DE102012024674A1 | DE102012024674B4 | EP2746021A1 | EP2746021B1 | JP2014117954A | JP6255229B2 | KR101715442B1 | KR1020140079299A | MX2013014998A | MX345859B | RU2014102197A | RU2647069C2 | US20140175701A1 | US9616596

Abstract: The invention relates to a method for the production of pieces formed from a multicomponent reactive plastic material, especially from polyurethane, in which a plurality of molds are moved by means of mold carriages (1), at least temporarily, along a closed production line (2), preferably oval. To allow a simple and quick introduction and extraction of the mold carriages inside and outside, respectively, of the production line the invention proposes that the mold carriages (1) are provided with rollers (3) and that they move in a fixed base (4) by them, and that a plurality of supply carts (6) are arranged along the closed production line (2) in a transport element (5), supply carts (6) that move by means of the transport elements (5), wherein a mold carriage (1) approaches an unoccupied supply carriage (6) and engages with it to introduce the mold carriage (1) in the production line (2), where for the movement along the production line (2) the mold carriage (1) is guided and moved by the supply carriage (6) in a coupled state between the mold carriage (1) and the supply carriage (6), and wherein the mold carriage (1) disengages from the supply carriage (6) and moves away from the production line (2) to remove the carriage of mold (1) of the production line (2), where in this case the mold

carriage (1) moves with its rollers (3) over the fixed base (4). In addition, the invention relates to a respective device. (Figure1).

Publication Number: [MX2017011889A](#)

Legal Status & Events: Published

Patent Type: Application

Title: BLANK SHAPE DETERMINING METHOD, BLANK, PRESS MOLDED PRODUCT, PRESS MOLDING METHOD, COMPUTER PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM.

Application Date: 2016-03-24

Standardized Assignee: NIPPON STEEL

Inventor Name: Shigeru YONEMURA | Toshiyuki NIWA | Tohru YOSHIDA | Jun NITTA

IPC: G06F17/50 | B21D22/00

Priority Country: JP | WO

INPADOC Family: BR112017017754A2 | CA2977041A1 | CN107427885A | EP3275565A1 | JP6123951B2 | JPWO2016158699A1 | KR1020170118132A | MX2017011889A | US20180032057A1 | WO2016158699A1

Abstract: This blank shape determining method is provided with: a step for carrying out molding analysis for molding a standard molded product from a standard blank and acquiring plate thickness distribution and plastic strain distribution therefor; a step for acquiring a molding failure evaluation index for the standard blank; a step for estimating a molding failure region for a region that includes end edge portions exceeding a prescribed threshold for the molding failure evaluation index among standard blanks; a step for creating a plurality of modified blanks; a step for carrying out molding analysis for molding a modified molded product from the modified blanks and acquiring plate thickness distribution and plastic strain distribution therefor; a step for obtaining the molding failure evaluation index for the modified molded product; and a step for determining the modified blank shape for which the maximum value for the molding failure evaluation index is smallest as a shape for a blank provided for press molding.

Publication Number: [MX2014001610A](#)

Legal Status & Events: Granted

Patent Type: Application

Title: SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING TOOLING ACTIVITIES.

Application Date: 2012-10-10

Standardized Assignee: PROGRESSIVE COMPONENTS INT

Inventor Name: GLENN STARKEY

IPC: G06Q50/10 | G05B23/00

Priority Country: US | WO

INPADOC Family: BR112013030221A2 | BR112014006750A2 | BRPI1014026A2 | CA2764843A1 | CA2764843C | CA2833552A1 | CA2833552C | CA2843779A1 | CN102458794A | CN103687709A | CN103687709B | CN103814393A | CN105313270A | CN105313270B | DE202010018048U1 | EP2442959A2 | EP2442959A4 | EP2442959B1 | EP2714365A1 | EP2714365A4 | EP2714365B1 | EP2766867A1 | EP2766867A4 | HK1218901A | JP2012530620A | JP2014519999A | JP2014528861A | JP5551243B2 | JP5837682B2 | JP6352189B2 |

KR101402461B1 | KR101775494B1 | KR1020130101086A | KR1020130124328A | KR1020150027311A | KR1020170103992A | MX2013013614A | MX2014001610A | MX340317B | PT2442959E | RU2013157535A | RU2014118752A | RU2587094C2 | RU2607992C2 | US20100320632A1 | US20110316180A1 | US20130103794A1 | US20140225292A1 | US20150151472A1 | US8883054 | US8899955 | US9555570 | WO2010148278A2 | WO2010148278A3 | WO2012162014A1 | WO2013055801A1

Abstract: An apparatus or system and method or process for displaying tool or die data or other tool or processing information on a display window of a webpage. A method for displaying tool data from a reciprocating tool includes positioning a monitor with respect to the reciprocating tool and the monitor recording data from the reciprocating tool. The data is communicated and then stored in a remote data storage location as stored tool data. The stored tool data is processed and then displayed, for example in the window of the webpage.

Publication Number: [MX2013011153A](#)

Legal Status & Events: Granted

Patent Type: Application

Title: PRESS FORMING ANALYSIS METHOD.

Application Date: 2012-03-26

Standardized Assignee: JFE STEEL

Inventor Name: AKINOBU ISHIWATARI | HIROTAKA KANO

IPC: G06F17/50 | B21D22/00

Priority Country: JP | WO

INPADOC Family: CN103459058A | CN103459058B | EP2692454A1 | EP2692454A4 | EP2692454B1 | JP2012206158A | JP5765014B2 | KR101544464B1 | KR1020130129457A | MX2013011153A | US20140019071A1 | US9410855 | WO2012133867A1

Abstract: A press forming analysis method comprising: (1) a step where the shape and the residual stress distribution data of a press-formed article prior to mold release are calculated, and stress distribution (a) on a local coordinate system prior to mold release is calculated; (2) a step where a spring-back analysis is performed on the basis of the data prior to mold release, the residual stress distribution of the press-formed article after mold release is calculated, and the residual stress distribution (b) of the press-formed article on the local coordinate system and the shape data (d) of the press-formed article after mold release are calculated; (3) a step where the difference (a - b) between the stress distributions (a) and (b) is calculated, and using this difference as spring-back effective stress (SB effective stress), an SB effective stress distribution on the entire coordinate system is calculated, and from this SB effective stress distribution, the SB effective stress of a region to be analyzed is modified or removed, a spring-back analysis is performed on the basis of the resulting SB effective stress distribution, and the shape data (c) of the press-formed article after mold release is calculated; and (4) a step where the difference (c - d) between the shape data (c) and shape data (d) is calculated, and a degree of the effect on the entire shape of the region to be analyzed is determined.

Publication Number: [MX2017001574A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: LINE DISPLACEMENT EVALUATION METHOD, LINE DISPLACEMENT EVALUATION DEVICE, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM.

Application Date: 2015-08-06

Standardized Assignee: NIPPON STEEL

Inventor Name: Tohru YOSHIDA | Masahiro SAITO

IPC: B21D22/00 | G01B21/20

Priority Country: WO | JP

INPADOC Family: BR112017002347A2 | CA2956811A1 | CN106662438A | EP3179207A1 | EP3179207A4 | JP6233522B2 | JPWO2016021685A1 | KR1020170029620A | MX2017001574A | US20170227356A1 | WO2016021685A1

Abstract: A line displacement evaluation method that evaluates line displacement that occurs in a press-molded article during press-molding whereby character lines are molded. The line displacement evaluation method is characterized by having: a cross-section profile acquisition step in which a cross-section profile of the press-molded article is obtained, said cross-section profile being measured so as to traverse the character line molded in the press-molded article; a quaternary differential function calculation step in which a quaternary differential function for the obtained cross-section profile is calculated; and a line displacement evaluation step in which line displacement is evaluated on the basis of the calculated quaternary differential function for the cross-section profile.

Publication Number: [MX2015003562A](#)

Legal Status & Events: Granted

Patent Type: Application

Title: METHOD FOR DRILLING CENTER HOLES IN FORGED ROTORS AND SYSTEM FOR DRILLING CENTER HOLES IN FORGED ROTORS.

Application Date: 2013-12-10

Standardized Assignee: MAZDA

Inventor Name: RYOUHEI NAGATA | SHINSUKE KOMATSU | KUNIIHIKO IEHISA

IPC: B23B41/00 | G01M1/38 | B23Q17/20 | B21K1/08 | B21J5/00

Priority Country: JP | WO

INPADOC Family: CN104854438A | CN104854438B | DE112013004473T5 | JP2014113635A | JP5910480B2 | MX2015003562A | MX351372B | US20150231710A1 | US9539651 | WO2014091742A1

Abstract: The present invention improves the manufacturing productivity and reduces the weight of forged rotors. A preliminary center hole is set for sample forged rotors selected from a single forging lot between a mold-shift adjustment and a subsequent adjustment. A virtual final shape for each of said sample forged rotors is simulated on the assumption that the preliminary center hole is drilled, and the rotational-imbalance amounts of said final shapes are computed. The mean rotational-imbalance amount of all of the sample forged rotors from the same forging lot is computed, and center holes are drilled in all of the forged rotors from said forging lot at the center-hole drilling position that makes the aforementioned mean rotational-imbalance amount zero.

Publication Number: [MX2017008271A](#)

Legal Status & Events: Published

Patent Type: Application

Title: LOW-PRESSURE CASTING DEVICE AND LOW-PRESSURE CASTING METHOD.

Application Date: 2014-12-24

Standardized Assignee: NISSAN

Inventor Name: Kenji HAYASHI | Tatsuya MASUTA | Shinichi TSUCHIYA

IPC: B22D18/08

Priority Country: WO

INPADOC Family: BR112017013832A2 | CN107107181A | EP3238858A1 | EP3238858A4 | JPWO2016103369A1 | KR1020170098274A | MX2017008271A | PH12017501116A1 | US20170348767A1 | WO2016103369A1

Abstract: In the present invention, a molten-metal surface sensor is provided in a stoke, and a molten-metal surface in the stoke is maintained at a position higher than the molten-metal surface in a holding furnace, whereby the amount of movement of the molten metal is minimized, new oxidation of the molten metal due to disturbance of the molten metal surface is prevented, and sediment in the holding furnace is prevented from being churned up.

Publication Number: [MX2016001839A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: BLOW MOLDER CONTROL SYSTEMS SNAD METHODS.

Application Date: 2014-08-12

Standardized Assignee: AGR INT

Inventor Name: GEORG V. WOLFE | JEFF SCHNEIDER | WILLIAM E. SCHMIDT

IPC: B29K67/00 | B29C49/78

Priority Country: WO | US

INPADOC Family: CA2920885A1 | CA2920885C | EP3033215A2 | EP3033215B1 | JP2016529139A | JP2017213898A | MX2016001839A | US20160151957A1 | US20170080627A1 | US20180200941A1 | US9539756 | US9868247 | WO2015023673A2 | WO2015023673A3 | WO2015023673A8

Abstract: Systems and methods for controlling the operation of a blow molder are disclosed. An indication of a crystallinity of at least one container produced by the blow molder may be received along with a material distribution of the at least one container. A model may be executed, where the model relates a plurality of blow molder input parameters to the indication of crystallinity and the material distribution and where a result of the model comprises changes to at least one of the plurality of blow molder input parameters to move the material distribution towards a baseline material distribution and the crystallinity towards a baseline crystallinity. The changes to the at least one of the plurality of blow molder input parameters may be implemented.

Publication Number: [MX2014014206A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: LAMINATED FOAM PRODUCT AND METHODS FOR MAKING LAMINATED FOAM PRODUCTS.

Application Date: 2013-05-22

Standardized Assignee: OWENS CORNING INTELLECTUAL CAPITAL

Inventor Name: NIKOI ANNAN | ROLAND R. LOH | JOHN F. BUDINCAK JR. | JEFFREY J. VAN SLOUN | RODGER D. LIGHTLE | NEIL ROBERT HETTLER | WEIGANG QI | WILLIAM ANTHONY KUNKLER

IPC: B29C65/02 | B32B5/32 | B32B3/26

Priority Country: WO | US

INPADOC Family: BR112014029267A2 | CA2874498A1 | CN104487239A | CN105643698A | MX2014014206A | US20130316143A1 | US20160303663A1 | WO2013177271A2 | WO2013177271A3

Abstract: Thermally laminated foam boards, methods for making thermally laminated foam boards, apparatus for making thermally laminated foam boards, smaller foam pieces made from thermally laminated foam boards, methods for making smaller foam pieces from thermally laminated foam boards, parts made from thermally laminated foam boards, methods for making parts from thermally laminated foam boards, and tools for making parts from thermally laminated foam boards are disclosed. The thermally laminated foam boards are made by thermally bonding at least two polystyrene boards together.

Publication Number: [MX2013013614A](#)

Legal Status & Events: Granted

Patent Type: Application

Title: MOLD MONITORING.

Application Date: 2012-05-14

Standardized Assignee: PROGRESSIVE COMPONENTS INT

Inventor Name: GLENN STARKEY

IPC: B29C45/17 | B29C45/76

Priority Country: WO | US | US

INPADOC Family: BR112013030221A2 | BR112014006750A2 | BRPI1014026A2 | CA2764843A1 | CA2764843C | CA2833552A1 | CA2833552C | CA2843779A1 | CN102458794A | CN103687709A | CN103687709B | CN103814393A | CN105313270A | CN105313270B | DE202010018048U1 | EP2442959A2 | EP2442959A4 | EP2442959B1 | EP2714365A1 | EP2714365A4 | EP2714365B1 | EP2766867A1 | EP2766867A4 | HK1218901A | JP2012530620A | JP2014519999A | JP2014528861A | JP5551243B2 | JP5837682B2 | JP6352189B2 | KR101402461B1 | KR101775494B1 | KR1020130101086A | KR1020130124328A | KR1020150027311A | KR1020170103992A | MX2013013614A | MX2014001610A | MX340317B | PT2442959E | RU2013157535A | RU2014118752A | RU2587094C2 | RU2607992C2 | US20100320632A1 | US20110316180A1 | US20130103794A1 | US20140225292A1 | US20150151472A1 | US8883054 | US8899955 | US9555570 | WO2010148278A2 | WO2010148278A3 | WO2012162014A1 | WO2013055801A1

Abstract: A monitor for maintaining a mold cycle count and other mold operation data and a corresponding system that generates a first remote record of the mold cycle data and a second remote record of the mold cycle data, the second remote record comprising a lesser, different and/or non-confidential version of the first remote record. The first remote record and the second remote record may then be coordinated among an OEM manufacturer, a moldmaker and a molder.

Publication Number: [MX2016001685A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: AUTOMATIC PROCESS CONTROL OF ADDITIVE MANUFACTURING DEVICE.

Application Date: 2014-08-04

Standardized Assignee: MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Inventor Name: ALFONSO ALEXANDER PEREZ | CHRISTOPHER MICHAEL HAID | FORREST W. PIEPER | MATEO PENA DOLL

IPC: G06N99/00 | B29C67/00

Priority Country: WO | US | US

INPADOC Family: AU2014306218A1 | AU2014306223A1 | AU2014306223B2 | AU2017265050A1 | CA2919508A1 | CA2919511A1 | CN105555508A | CN105555509A | CN105555509B | CN108357106A | EP3030400A1 | EP3030401A1 | JP2016529136A | JP2016533925A | JP6153668B2 | MX2016001684A | MX2016001685A | US20150045928A1 | US20150086668A1 | US20180079125A1 | US20180166727A1 | US9855698 | US9912001 | WO2015020939A1 | WO2015020944A1

Abstract: Automatic process control of additive manufacturing. The system includes an additive manufacturing device for making an object (16) and a local network computer controlling the 5 device. At least one camera (10) is provided with a view of a manufacturing volume of the device to generate network accessible images of the object (16). The computer is programmed to stop the manufacturing process when the object (16) is defective based on the images of the object (16).

Publication Number: [MX2012014375A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING AND OPTIMIZING INJECTION MOLDING PROCESSES.

Application Date: 2011-06-07

Standardized Assignee: ULRICH SEUTHE

Inventor Name: ULRICH SEUTHE

IPC: G01F1/66 | B29C45/56 | G01N29/14 | B29C45/76

Priority Country: DE | WO

INPADOC Family: BR112012031331A2 | CA2804234A1 | CN103153576A | CN107901371A | DE202010007655U1 | DK2576179T3 | EP2576179A1 | EP2576179B1 | EP2576179B8 | ES2611477T3 | HUE031456T2 | JP2013529148A | JP5848340B2 | KR1020130140600A |

MX2012014375A | PL2576179T3 | PT2576179T | RU2012157730A | RU2597926C2 | SI2576179T1 | US20130167653A1 | US8955389 | WO2011154123A1

Abstract: The invention relates to a method and a device for monitoring and/or optimizing flow processes, in particular injection molding processes. Vibrations caused by a flow of a material are detected and analyzed, wherein a vibration spectrum is detected at different times or in a (virtually) continuous manner and subjected to a multidimensional analysis.

Publication Number: [MX2016000714A](#)

Legal Status & Events: -

Patent Type: Application

Title: IMMERSION DEVICE FOR AN OPTICAL FIBER FOR MEASURING THE TEMPERATURE OF A MELT.

Application Date: 2016-01-18

Standardized Assignee: HERAEUS ELECTRO NITE INT

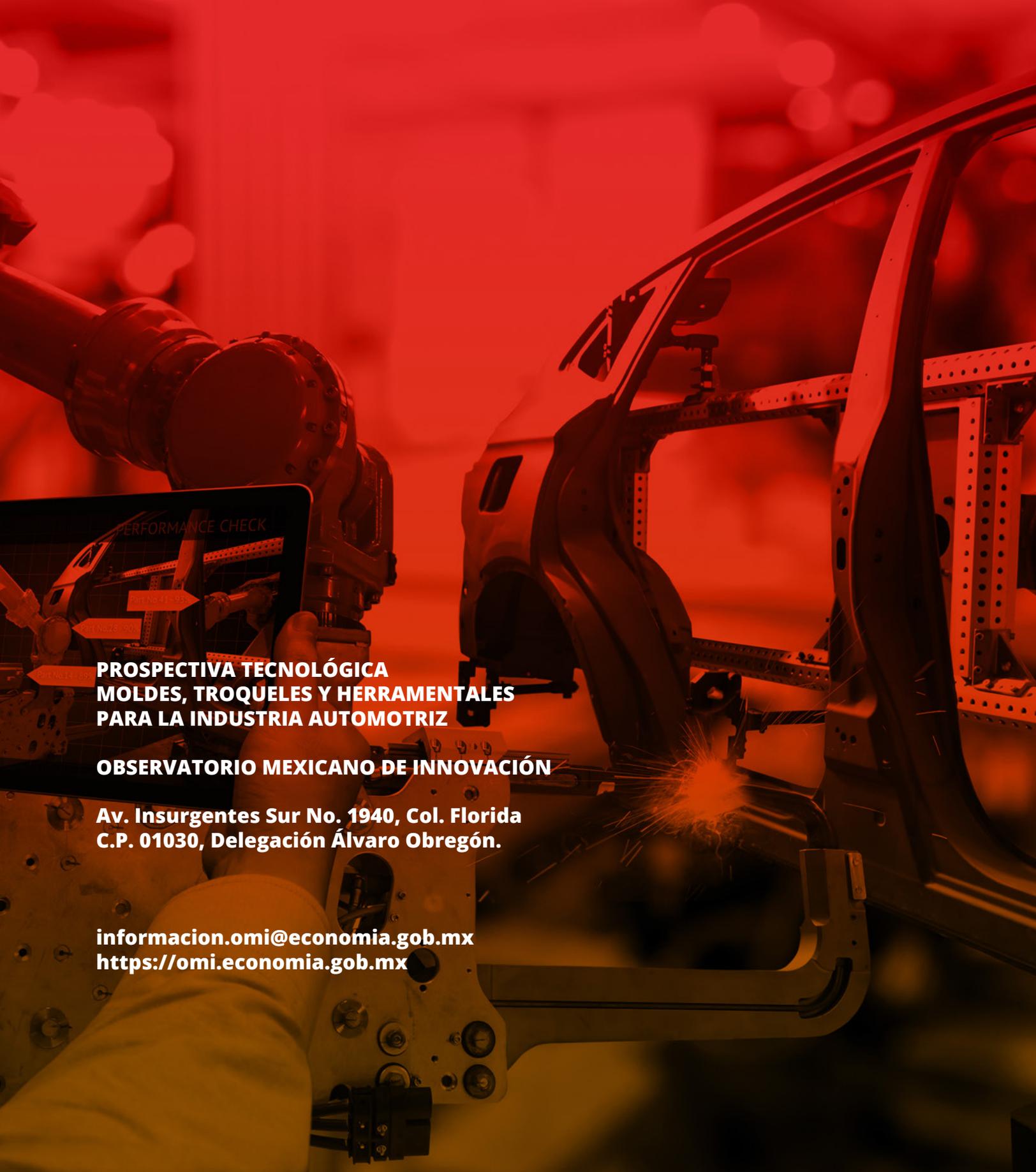
Inventor Name: GUIDO JACOBUS NEYENS | MICHEL THYS | FRANK STEVENS

IPC: B22D2/00 | G01J5/08 | G01J5/00

Priority Country: EP

INPADOC Family: AU2015268610A1 | BR102016001438A2 | CA2913347A1 | CN105817591A | EP3051263A1 | JP2016138887A | JP6092436B2 | KR101799178B1 | KR1020160092921A | MX2016000714A | RU2016102639A | TW201629447A | US20160216160A1 | US9989419

Abstract: The invention relates to an immersion device for disposable guide tubes of a robotic immersion device for measuring the temperature in a metallurgical vessel. The invention also relates to a robotic immersion device for measuring the temperature of a melt, particularly of a molten metal, for example molten steel, with an optical fiber. Subsequent to the measurement of a temperature, it is necessary to provide an additional disposable guide tube for an additional temperature measurement. Therefore the object of the invention is to present an immersion device for providing disposable guide tubes. The object of the invention is solved by means of an immersion device for disposable guide tubes of a robotic immersion device comprising a stack for the disposable guide tubes, a feeding channel for feeding an optical fiber towards the guide tube disposable and for feeding the disposable guide tube together with the optical fiber into a melt and comprising a transfer mechanism for transferring a disposable guide tube from the stack into the channel.



**PROSPECTIVA TECNOLÓGICA
MOLDES, TROQUELES Y HERRAMIENTALES
PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

OBSERVATORIO MEXICANO DE INNOVACIÓN

**Av. Insurgentes Sur No. 1940, Col. Florida
C.P. 01030, Delegación Álvaro Obregón.**

**informacion.omi@economia.gob.mx
<https://omi.economia.gob.mx>**