



AGENDA DE INNOVACIÓN DE CHIHUAHUA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.3. MANUFACTURA AVANZADA

Índice

1.	Introducción a las áreas de especialización seleccionadas por la agenda	3
1.1.	Introducción a criterios de priorización utilizados	3
1.2.	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	3
1.3.	Áreas de especialización y gráfico representativo de la Agenda	4
2.	Caracterización del Área de Manufactura Avanzada en el estado y en el contexto nacional	6
2.1.	Breve descripción de la Manufactura Avanzada	6
2.2.	Distribución del área de Manufactura Avanzada en México y posicionamiento del Estado	7
2.2.1.	Relevancia económica, social y política del área Manufactura Avanzada en Chihuahua	10
2.2.2.	Cadena de suministro y valor del área de Manufactura Avanzada.....	19
2.3.	Principales tendencias de la innovación en el área de Manufactura Avanzada a nivel mundial.....	22
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación.....	33
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	33
3.2.	Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación	33
3.2.1.	Centros de investigación	36
3.3.	Asociaciones que agrupan a las empresas del sector	36
3.4.	Entidades gubernamentales federales y estatales de apoyo al sector	42
4.	Análisis FODA del Área de especialización	45
5.	Marco estratégico y objetivos sectoriales.....	46
6.	Nichos	51
7.	Caracterización de proyectos y plan de proyectos	52
7.1.	Metal mecánica -Automotriz.....	52
7.2.	Aeroespacial	53
7.3.	Metalmecánica	54
8.	Referencias	56

1. INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN SELECCIONADAS POR LA AGENDA

1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados

La **Agenda Estatal de Innovación de Chihuahua**, tiene por objetivo identificar las principales áreas estratégicas en materia de innovación, para ser desarrolladas en los próximos años. La Agenda Estatal está a su vez integrada por las **Agendas Sectoriales de Innovación**, correspondientes a cada *Área de Especialización* (sector económico), definida por el Estado, en función del desarrollo de capacidades que fomenten el mejoramiento de las condiciones económicas, políticas, educativas, sociales y ambientales de la población.

En las **Agendas Sectoriales de Innovación** se identifican los nichos de especialización que deben impulsarse mediante la propuesta de proyectos específicos con base en las capacidades de la entidad.

La **Agenda Sectorial de Innovación de Manufactura Avanzada de Chihuahua**, identifica los ejes estratégicos de acción para detonar actividades de innovación. Para ello, se toma en cuenta la vocación del Estado y las oportunidades de mercado que se vislumbran. Como resultado, se proponen **tres Nichos de Especialización** y proyectos específicos acordes con las fortalezas detectadas en materia de infraestructura, recurso humano, localización geográfica y capacidades tecnológicas para promover la innovación empresarial y la diversificación productiva con una perspectiva de mediano y largo plazo.

El **Área de Especialización de Manufactura Avanzada** en Chihuahua, fue seleccionada por líderes de opinión y representantes del sector empresarial, académico y gubernamental que integran el Consejo Consultivo del Estado; quienes basados en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado identificaron al sector como un área que potencializa actividades económicas importantes para el desarrollo económico del Estado, como son las industrias aeroespacial, metal mecánica y automotriz.

1.2. Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización

El punto de partida fue el reconocimiento de problemas y oportunidades para el desarrollo competitivo del Estado para, en función de éstos, priorizar la generación y

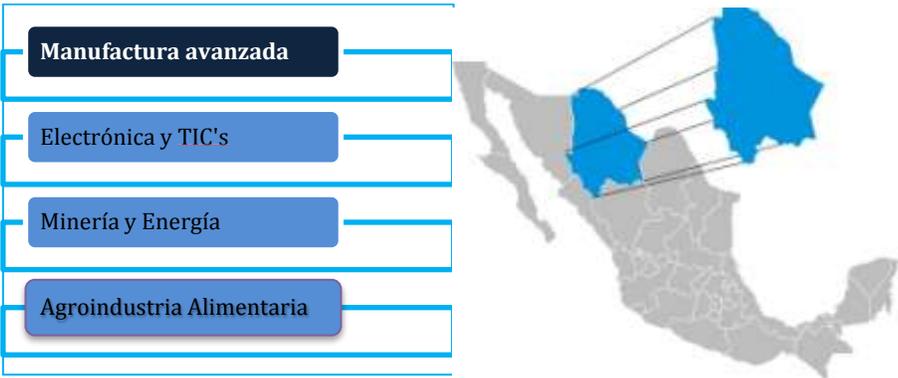
aplicación de conocimiento en plataformas tecnológicas dentro de áreas de especialización que pudieran impactar la solución de problemas críticos del área, así como en el aprovechamiento de las oportunidades percibidas y jerarquizadas por los actores del ecosistema de innovación.

Para la selección de Áreas de especialización se usó un modelo de priorización basado en indicadores económicos, sociales, de oportunidad de mercado y de desarrollo tecnológico (capacidades físicas y humanas, así como la experiencia y vocación del estado). En las ocasiones en las que la valoración era eminentemente cualitativa, la decisión se tomó mediante un análisis específico del Comité de Gestión en función de la pertinencia para el estado y dicha decisión fue validada por el Consejo Consultivo.

1.3. Áreas de especialización y gráfico representativo de la Agenda

En la **Figura 1** se ilustran las Áreas de especialización seleccionadas por el Comité de Gestión y validadas por el Consejo Consultivo para la Agenda Estatal de Innovación en Chihuahua.

Figura 1. Áreas de especialización en Chihuahua.

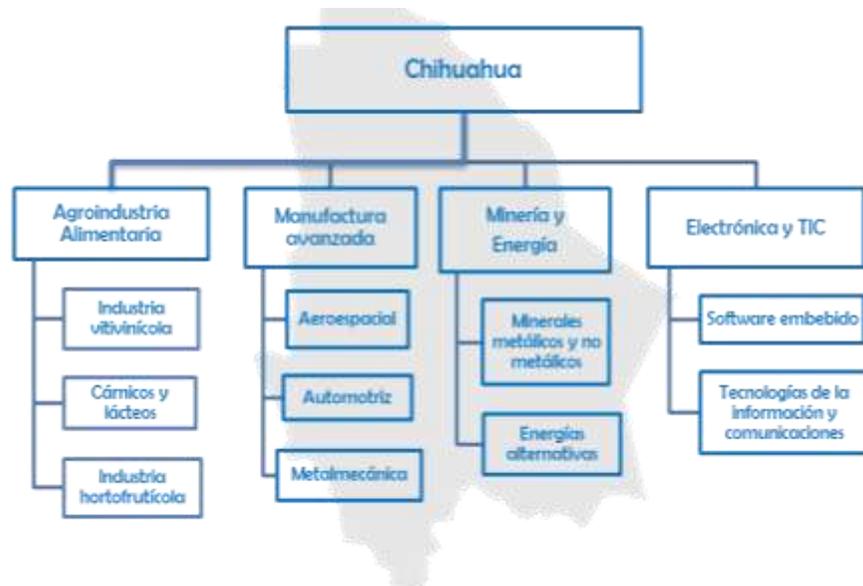


Para cada área de especialización se hacen recomendaciones de proyectos estratégicos de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a reducir las eventuales desventajas, así como aprovechar las oportunidades del entorno. Se busca promover un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación que sustenten una economía

competitiva, e incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica, social y territorial.

Los Nichos seleccionados para cada Área de Especialización se muestran en la **Figura 2**.

Figura 2. Esquema sobre Áreas y Nichos de Especialización para la Agenda Estatal de Innovación en Chihuahua.



2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA AVANZADA EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

2.1. Breve descripción de la Manufactura Avanzada

El concepto de manufactura se aplica en términos industriales a la actividad de transformar, mediante la participación de trabajo humano y tecnología, insumos o materias primas en un nuevo componente o producto.

Por lo general, cuando se habla de manufactura, el término se asocia a grandes volúmenes de producción; sin embargo, ésta también se puede identificar con una modalidad de baja escala. En este concepto, se incluyen industrias que pueden ir desde la fabricación de productos alimenticios hasta la elaboración de automóviles y aviones.

Por **manufactura avanzada (MA)** se entiende el área de la manufactura que depende del uso coordinado de información, automatización, computación, software, sensores y redes de colaboración, todos estos elementos trabajando asociados para un mismo fin, y que hace uso de materiales de vanguardia y capacidades obtenidas a lo largo del estudio de ciencias físicas y biológicas como nanotecnología, química, electrónica, mecánica y biología, por mencionar algunas. (PCAST, 2011).

La **MA** comprende gran variedad de procesos y operaciones aplicables a diferentes industrias tales como la automotriz y de autopartes, la minería, la electrónica, la aeroespacial y la metalmecánica, entre otras.

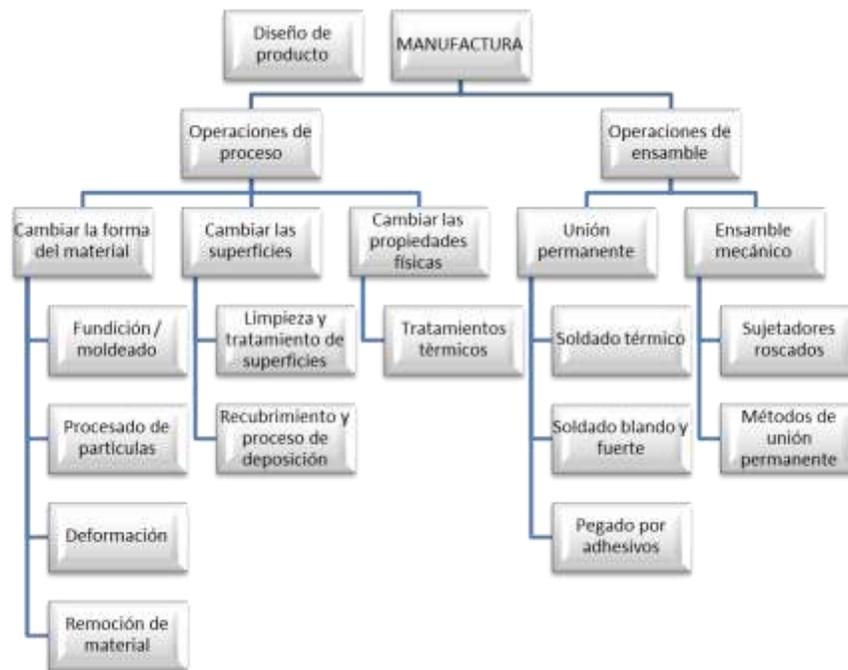
A diferencia de la manufactura simple, la **MA** se identifica como una actividad económica con alto valor agregado, que requiere de capacidades y habilidades especializadas y que implica el uso de tecnologías complejas.

Para su estudio, los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos:

- 1) Operaciones de proceso: transformar un material de trabajo al cambiar la geometría, las propiedades o su apariencia.
- 2) Operaciones de ensamble: unión de dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble.

A su vez, estos se subdividen en una gran variedad de procesos y operaciones, mismos que se muestran en la **Figura 3**.

Figura 3. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura.



Fuente: Kalpakjian, 2008

2.2. Distribución del área de Manufactura Avanzada en México y posicionamiento del Estado

En Chihuahua se distingue una presencia significativa de la **MA**, cuya actividad se encuentra estrechamente relacionada con la **Industria Manufacturera de Exportación (IME)** -conocida comúnmente como industria maquiladora-.

El arranque de la IME en la entidad se puede ubicar en el año 1965, cuando se aprobó oficialmente el impulso de la industrialización de la frontera mediante el Programa de Industrialización Fronteriza (PIF), que consistió básicamente en la instalación de fragmentos de los procesos productivos de empresas industriales estadounidenses que requerían de uso intensivo de mano de obra.

Durante la década de los setentas, el crecimiento de la IME aumentó considerablemente, con la llegada de empresas del ramo eléctrico y electrónico como por ejemplo Convertors, Sylvania, Centralab, AMF y Ampex.

Ya para 1978 la IME inició un nuevo periodo de crecimiento que resultó en una nueva composición de las ramas de la industria. Para ese año se habían abierto 16 nuevas plantas, iniciando sus operaciones las primeras empresas de autopartes; mientras en Chihuahua se instalaba la planta de motores FORD, en Juárez, el 12 de diciembre de 1978 se instaló una filial de la General Motors, la empresa Compañía Armadora. Casi al mismo tiempo la Chrysler de México también puso a funcionar una ensambladora de arneses eléctricos (Santiago, 2007). En el año 1988 existían en el estado 46 plantas del giro automotriz.

Como una forma de impulso al modelo de industrialización de la IME, el gobierno del estado otorgó como principal apoyo a la industria maquiladora la creación de parques industriales y la dotación de servicios públicos. Para 1980 existían ya en Ciudad Juárez cuatro parques industriales: Antonio J. Bermúdez, que alojaba 26 plantas, P.I. Juárez con 14; Befer con 7 maquiladoras; y Río Bravo con 5 plantas (Santiago, 2007).

Con la instalación en Ciudad Juárez de la empresa Telecom, y con la utilización de equipos computarizados para la producción de piezas de teléfonos y conmutadores, se puede decir que se inició una reconversión industrial de las maquiladoras ya establecidas, emergiendo el nuevo área de especialización de electrónica y telecomunicaciones, que con el paso del tiempo se convertiría en el conglomerado de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC's) que conocemos actualmente.

En la ciudad de Chihuahua, la primera maquiladora, con la cual comenzaron las operaciones en el parque industrial Las Américas fue Honeywell, que se instaló en el año 1976 y dos años más tarde, se inauguraría la planta de motores FORD. Tan sólo cuatro años después, ya existían en esta ciudad 15 plantas maquiladoras, generadoras de cerca de 5,300 empleos, 13 de ellas en el parque Las Américas. Al mismo tiempo, se instalaron empresas especializadas que para su momento ocupaban maquinaria y equipo de alta tecnología. Entre ellas destacaron Control Data, Data General, Digital, IBM y Packard Electric.

En la actualidad, existen un total de 161 establecimientos asociados al nicho automotriz, que incluyen plantas de manufactura y centros de ingeniería y diseño. En los establecimientos manufactureros se elaboran arneses, rines, asientos, volantes, bombas

de gasolina, motores, sensores, y muchos otros elaboran las partes que componen estos productos.

Con esta diversificación industrial que incluye a la industria automotriz, electrónica, telecomunicaciones y otras, la ocupación en la IME creció exponencialmente y con ello la masa de trabajadores habituados a una cultura industrial con estándares internacionales de calidad, documentación de procesos y maquinaria moderna, lo que permitió que se mejorara el perfil de las empresas establecidas, comenzando a instalarse empresas de Manufactura Avanzada como el Centro de Diseño Delphi, lo que provocó que industrias manufactureras no tradicionales, como las asociadas al área de especialización aeroespacial, vieran a Chihuahua como un destino atractivo para su establecimiento.

La presencia en Chihuahua, durante los últimos 40 años, de la industria automotriz y de autopartes fue determinante no solamente para el desarrollo del Estado, sino también para el establecimiento de la industria aeroespacial, la cual data de hace aproximadamente unos 30 años cuando se inició la fabricación de arneses para los sistemas de radar del avión de combate F-16. En los años posteriores se continuó con la fabricación de cables para el resto de la aeronave.

En este momento, las características de la planta industrial instalada en el estado de Chihuahua, en sus principales emplazamientos, permiten identificar empresas representativas de la Manufactura Avanzada en las vertientes de los nichos Automotriz, Aeroespacio y Metal-mecánica, abordados en la Agenda, ya sea como empresas proveedoras de insumos productivos o bien como proveedoras de servicios de diseño, herramientas y automatización.

Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo tecnológico no se ha observado una mejora sustantiva, ya que como se afirma en el documento Mapa de Ruta del Área de especialización Aeroespacial en Chihuahua *“...este modelo de desarrollo, si bien ha logrado mantener a México en una posición competitiva respecto al volumen de exportaciones, no ha generado una base de proveedores significativa, capaz de aportar innovación endógena y propiedad intelectual con registro nacional, que sumada a la inversión extranjera, pudiera elevar el valor agregado de los bienes producidos y la posición estratégica”* (PROMÉXICO, 2011).

Frente a este escenario, en apariencia pesimista, han surgido empresas locales que se han formado aprovechando este mercado, que adquirieron conocimientos de procesos de calidad, de ingeniería, de necesidades y nichos de mercado específicos, y los han desarrollado hasta convertirse en empresas de **MA**, lo que les ha servido no sólo para

incluirse como proveedores de esta industria, sino también para incursionar en mercados globales y diversificar a sus clientes. No es casualidad que algunas de ellas hayan sido creadas por ex-empleados de la IME.

En este entorno, algunas de las empresas locales han desarrollado capacidades para mantenerse en el mercado, basando su competitividad en procesos de innovación, desarrollando productos y procesos a la medida de sus clientes, lo que las ha llevado a la especialización en el diseño y en el desarrollo de software embebido¹.

2.2.1. Relevancia económica, social y política del área Manufactura Avanzada en Chihuahua

De acuerdo con datos del registro de asegurados en el IMSS, al mes de mayo del 2014 Chihuahua contaba con 738,783 empleados registrados. Al mismo tiempo, en la actividad económica de transformación, entendida por el IMSS como sinónimo de manufactura, se registraron 369,490 empleos, es decir el 50% del total, mientras que una primera estimación muy moderada², con base en los datos nacionales, ubicaría a 73,898 personas laborando en el segmento de Manufactura Avanzada (Gráfica 1).

¹ Este término se refiere a los programas de cómputo realizados a la medida, que se incluyen en un sistema, equipo o producto. Tal es el caso de los programas para el control de maquinaria, vehículos, equipos electrónicos, aparatos de medición, etc.

² Estimación realizada con base en datos de alcance nacional, publicados en el documento: Oportunidades de TI en Manufactura Avanzada en México, SELECT, 2012.

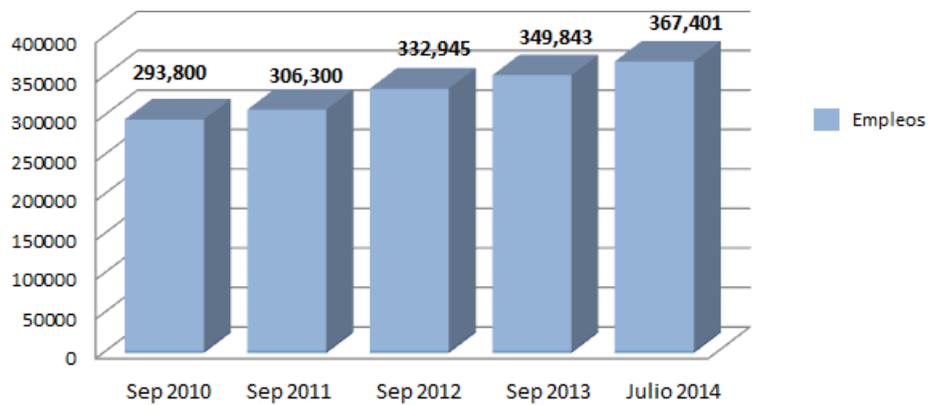
Gráfica 1. Empleo Total, Manufactura y Manufactura Avanzada en Chihuahua, Mayo 2014.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Centro de Información Económica y Social (Asegurados en el IMMS) mayo 2014.

Cabe mencionar que durante los últimos 5 años, la **manufactura** en Chihuahua registró una tendencia incremental en la generación de empleos anuales, alcanzando un porcentaje de crecimiento de 20% para el periodo 2010 - 2014 (Gráfica 2).

Gráfica 2. Crecimiento de empleos en el sector en Chihuahua



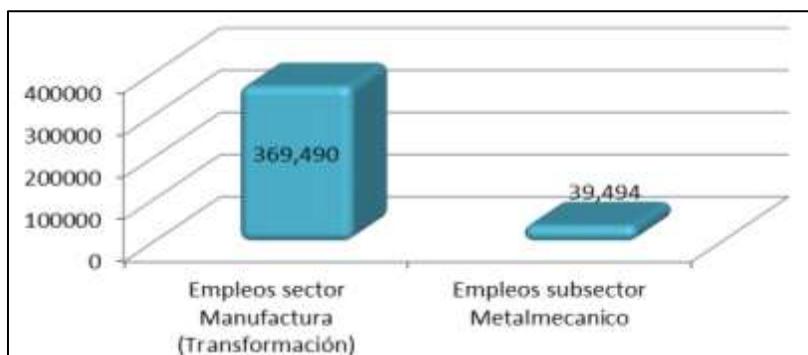
Fuente: Elaboración propia con base en datos de Centro de Información Económica y Social (Asegurados en el IMMS) mayo 2014.

Nicho de la Industria Metalmeccánica.

El nicho metalmeccánico es de gran importancia en el Estado, debido a su impacto en otros sectores económicos. Recientemente se ha desarrollado el clúster metalmeccánico, mismo que tuvo su etapa de diagnóstico y dinamización entre octubre de 2009 y junio de 2010. Entre las empresas que componen el nicho, se encuentran empresas con un fuerte desarrollo en el área de diseño de sistemas de producción, partes, mecanismos y equipos, en donde se integra software embebido; mismas que han incursionado en la protección de sus innovaciones mediante títulos de propiedad intelectual, y tienen presencia en mercados internacionales y relaciones comerciales con empresas mundiales que permiten clasificarlas como innovadoras. Existe otro segmento de empresas en el clúster que cuentan también con capacidad para realizar diseños de herramientas, maquinaria o partes, a petición de sus clientes; sin embargo, no han formalizado el proceso de diseño y no cuentan con documentación ni protección intelectual de sus diseños.

De acuerdo a datos del clúster, la industria metalmeccánica tuvo una producción con valor de 1,514 millones de dólares para el año 2013, tan sólo en la región Chihuahua-Centro (Aldama, Aquiles Serdán, Chihuahua y Santa Isabel) y generó 23,718 empleos directos en cerca de 500 empresas. Lo que representó el 60% del empleo total registrado en el IMSS por el nicho (Gráfica 3).

Gráfica 3. Empleos formales en el sector manufactura y subsector metalmeccánico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Centro de Información Económica y Social (Asegurados en el IMSS) mayo 2014.

Una de las prioridades del clúster metal - mecánico es la integración y desarrollo de las cadenas de valor de la industria metalmecánica y la industria de exportación. El nicho tiene la capacidad de desarrollar productos propios de alto valor, innovadores y altamente competitivos, con propiedad intelectual, altos márgenes de utilidad, capacidad de distribución y desarrollo de mercados. En este nicho se identificaron durante el estudio 8 empresas nacionales de alto nivel de **MA** sobresalientes en términos de valor de producción y exportaciones, así como en el uso intensivo de conocimientos y diseño.

En este segmento la inversión extranjera directa no es tan significativa como en el caso de automotriz y aeroespacial, lo que habla de una fuerte presencia nacional (**Tabla 1**).

Tabla 1. Inversión extranjera directa en Chihuahua por rama de actividad metalmecánica.

INVERSION EXTRANJERA DIRECTA POR RAMA DE ACTIVIDAD METALMECANICA, CHIHUAHUA. Millones de dólares.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fabricación de otros productos de hierro y acero	0	0	0	1.5	0.1	0	0
Industria básica del aluminio	3.1	0	0	0	0	0	0
Moldeo por fundición de piezas de hierro y acero	1.3	2	1.5	3.9	3.7	6.1	1.1
Fabricación de herrajes y cerraduras	0	0	0	0	0	0.3	0
Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes	28.7	7.2	5.9	15.4	7.6	12.1	3.4
Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	0.5	0.9	0	0	0	0	0
Recubrimientos y terminados metálicos	0	0.9	0	0	0	0	0
Fabricación de válvulas metálicas	18.5	15	29.2	25.6	23.3	37.5	8.8
Fabricación de otros productos metálicos	1.7	1.8	1.2	1.2	1.5	2.8	0.3
Total general	53.8	27.7	37.8	47.6	36.2	58.7	13.6

Fuente: Elaboración propia según a base de datos de la Dirección de Inversión Extranjera Directa de la Secretaría de Economía Federal.

Nicho Automotriz.

El nicho automotriz en Chihuahua cuenta con poco más de 161 establecimientos (97 de ellos con más de 100 empleados) productivos, que incluyen 76 plantas de fabricación y cinco centros de ingeniería y diseño (Secretaría Estatal de Economía, 2014).

De acuerdo con la Secretaría Estatal de Economía, el Estado de Chihuahua es líder a nivel nacional en el nicho, considerando que posee el primer lugar en personal ocupado de la

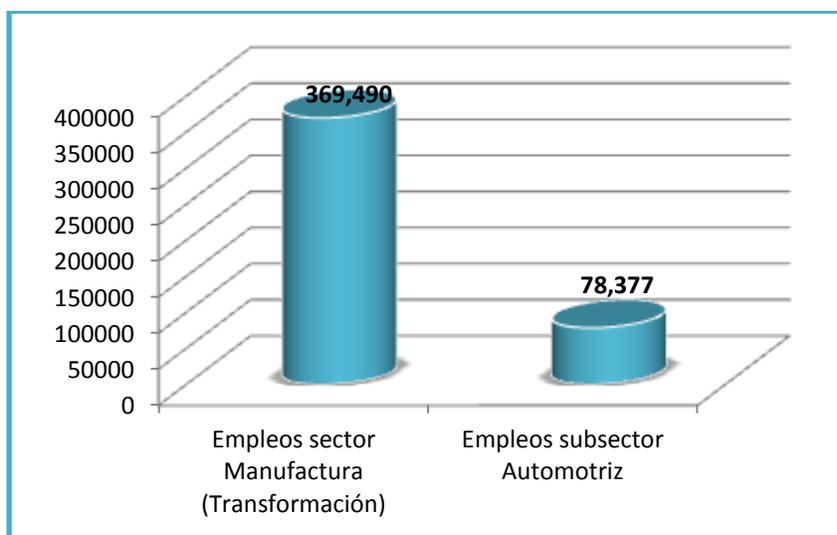
IME con 280 mil plazas laborales, de los cuales el 18 por ciento son del área de especialización automotriz.

Chihuahua también fue el segundo lugar en atracción de Inversión Extranjera Directa (IED) en manufactura durante el 2012 con más de 900 millones de dólares, de los cuales, el 49 por ciento se registraron en el área de especialización automotriz.

Entre los productos que se elaboran en la entidad en el área de especialización automotriz, se encuentran los motores a gasolina y diésel, vehículos todo terreno, camiones y grúas, rines de aluminio, así como partes y componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos; arneses, sensores, volantes y suspensiones, entre otros.

De acuerdo a datos del registro de asegurados en el IMSS, en el nicho automotriz había 78,377 personas ocupadas (a mayo de 2014), lo que lo convierte en el nicho con mayor peso en la entidad, dentro de la manufactura (**Gráfica 4**).

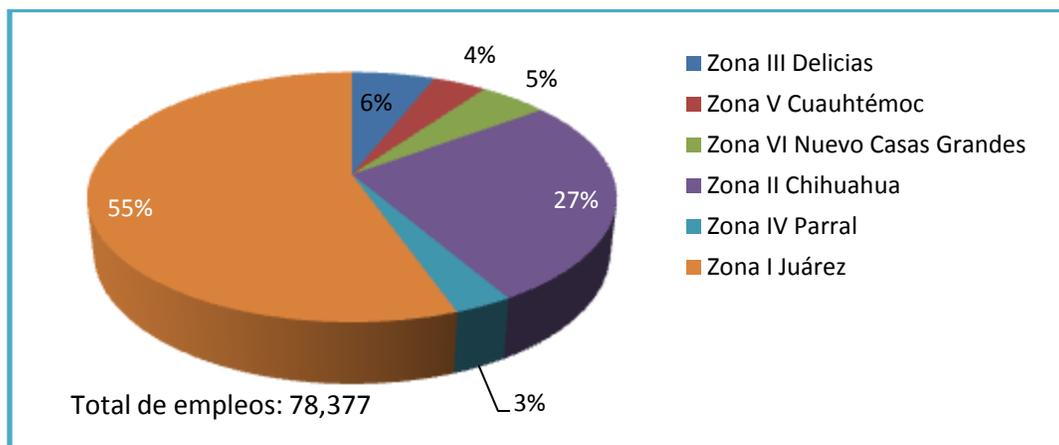
Gráfica 4. Empleos formales en sector manufactura y subsector automotriz.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Centro de Información Económica y Social (Asegurados en el IMMS) mayo 2014

De acuerdo a su distribución geográfica, el nicho automotriz se encuentra ubicado principalmente en Juárez (59%) y Chihuahua (27%), aunque también tiene presencia en Delicias, Nuevo Casas Grandes, Cuauhtémoc y Parral (**Gráfica 5**).

Gráfica 5. Empleos formales del subsector automotriz distribuidos en las distintas zonas del estado.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Centro de Información Económica y Social (Asegurados en el IMMS) mayo 2014.

En el caso del nicho automotriz es evidente su vínculo con la IME establecida en el Estado, la cual a su vez está fuertemente conectada con la industria automotriz de los Estados Unidos, lo que resulta evidente al revisar la inversión extranjera directa anual de la entidad (**Tabla 2**).

Tabla 2: Inversión extranjera directa en el subsector automotriz de Chihuahua. 2008 – 2014.

INVERSION EXTRANJERA DIRECTA POR RAMA DE ACTIVIDAD AUTOMOTRIZ, CHIHUAHUA. Millones de dólares.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	0	0	0	0	3.2	5.5	0
Fabricación de maquinaria y equipo agrícola	5.4	3.1	5.1	2	3.3	4.8	1.1
Fabricación de maquinaria y equipo para la construcción	0	1.1	1.2	0	0	0	0
Fabricación de maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras	7.6	3.9	1.3	1.1	2.1	6.2	1
Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	5.7	6	11.1	8.4	12.1	10.6	0.6
Fabricación de automóviles y camionetas	3.1	6.6	4.2	4	-54.8	497.5	0.6
Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores	264.8	237.9	656.8	196.1	282.9	257.3	62.6
Fabricación de partes de sistemas de dirección y de suspensión para vehículos automotrices	0	0	0	0	21.3	6.8	-0.3
Fabricación de partes de sistemas de frenos para vehículos automotrices	3.6	3.7	412.4	6.1	5.2	52.9	0.5
Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores	15.9	7.2	11.5	20.2	31	46	6.7
Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	173.6	90.4	-44.2	122.8	169	145.8	31.4
Fabricación de motocicletas	0.1	0	0	0	0	0	0
Total general	479.9	359.8	1059.4	360.7	475.4	1033.6	104.2

Nicho Industria Aeroespacial.

La industria aeroespacial en México ha experimentado en los últimos ocho años un crecimiento anual cercano al 20 por ciento, registrando actualmente más de 300 empresas instaladas en el país que emplean a más de 40 mil personas. Con siete mil millones de dólares en exportaciones, la industria aeroespacial está ganando cada vez más importancia.

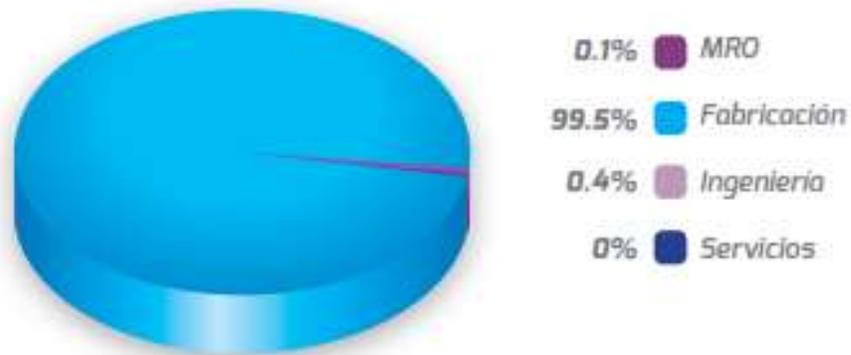
Cabe destacar que de acuerdo a cifras de PROMÉXICO (año de la fuente), se observa una tendencia incremental del valor agregado de estas exportaciones, las cuales han crecido un 38 por ciento entre 2010 y 2013.

De acuerdo con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA,2012) las empresas que se encuentran establecidas a lo largo del país realizan tareas de manufactura, ingeniería de diseño y mantenimiento; éstas se distribuyen en 17 entidades federativas, aunque la mayor parte de esta actividad se concentra en los estados del norte (Baja California con 53 empresas; Chihuahua con 40 empresas; Sonora con 33 empresas y Nuevo León con 24).

El valor de la producción en México de este nicho se estimó en 7 mil millones de dólares para el 2015 y la generación de 30 a 40 mil empleos de alta remuneración. (PROMÉXICO, 2012).

En el caso específico de Chihuahua, las empresas instaladas ocupan a más de 10 mil personas y se dedican casi de forma exclusiva a la fabricación de diversos componentes; sin embargo al momento del desarrollo de esta Agenda se identificó un proyecto para la instalación de una empresa dedicada al mantenimiento reparación (MRO, por sus siglas en inglés), misma que a la brevedad iniciará operaciones (**Gráfica 6**).

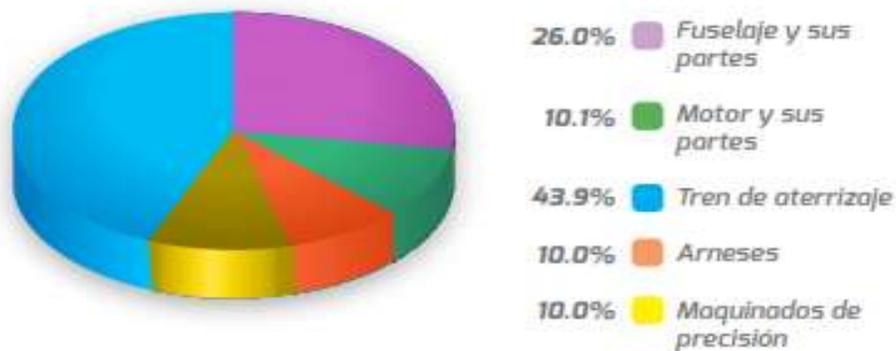
Gráfica 6. Composición de la industria aeroespacial en Chihuahua.



Fuente: Industria Aeroespacial de México, Mapa de ruta Chihuahua PROMEXICO 2012

De acuerdo al tipo de procesos y productos que se elaboran, la composición de la industria aeroespacial de Chihuahua indica una participación importante en la fabricación de trenes de aterrizaje, seguida de fuselajes y sus partes, y en menor medida y de forma proporcional, la elaboración de motores, arneses y maquinados de precisión (**Gráfica 7**).

Gráfica 7. Composición de la manufactura aeroespacial en Chihuahua, por tipo de proceso y producto.



Fuente: Industria Aeroespacial de México, Mapa de ruta Chihuahua PROMEXICO 2012.

El tejido empresarial de la industria aeroespacial en Chihuahua se encuentra compuesto principalmente por medianas y pequeñas empresas. Respecto a las grandes empresas, éstas son, en su mayoría, de capital extranjero y tienen grandes capacidades tecnológicas. De las 40 empresas de este giro ubicadas en el Estado de Chihuahua, 36 son de nacionalidad extranjera y 4 mexicanas (**Tabla 3**).

Tabla 3. Empresas del sector aeroespacial en Chihuahua, 2014.

Empresa	Ubicación	Tamaño
Arnprior Aerospace México	Chihuahua	Grande
Textron Aviation. Beechcraft	Chihuahua	Grande
Textron Aviation .CESSNA	Chihuahua	Grande
Air Interior Limited	Chihuahua	Grande
Honeywell Aerospace	Chihuahua	Grande
Safran Labinal Power System	Chihuahua	Grande
Safran Engineering Services	Chihuahua	Grande
SOISA	Chihuahua. Mexicana	Grande
Textron International México	Chihuahua	Grande
Zodiac Aerosafety Evacuation System	Chihuahua	Grande
Zodiac Seats US	Chihuahua	Grande
CAV Aerosspace	Chihuahua	Mediana
Foccker Aerostructures	Chihuahua	Mediana
Nordam	Chihuahua	Mediana
Souriau	Chihuahua	Mediana
Tightco	Chihuahua	Mediana
Zodiac Seat Actuation	Chihuahua	Mediana
Zodiac Interconnect Technologies America	Chihuahua	Mediana
Zodiac Lighting Solutions	Chihuahua	Mediana
Cambrian Industries	Cd Juárez	Mediana
Capsonic Automotive Aerospace	Cd Juarez	Mediana
Croni	Cd Juarez.Mexicana	Mediana
SGI de México	Cd Juarez	Mediana
SIPPICAN de México	Cd Juarez	Mediana
A.E. PETCHE	Chihuahua	Micro
Altaser Aerospace	Chihuahua. Mexicana	Pequeña
Atlas Aerospace Chihuahua	Chihuahua	Pequeña
Btec	Chihuahua. Mexicana	Pequeña
Be Aerospace	Chihuahua	Pequeña
Chandler Aerospace	Chihuahua	Pequeña
HT-MX	Chihuahua. Mexicana	Pequeña
Kaman Aerostructures	Chihuahua	Pequeña

Manoir Industries	Chihuahua	Pequeña
Metal Finishinc Company	Chihuahua	Pequeña
Wesco Aircraft	Chihuahua	Pequeña
Zodiac Seat Shells	Chihuahua	Pequeña
Zodiac Water and Waste Systems	Chihuahua	Pequeña
Zodiac Electrical Power Sistem	Chihuahua	Pequeña
Zodiac In-flight Innovations	Chihuahua	Pequeña
JB Aerotech	Cd Juarez	Pequeña

Fuente: Cluster Aeroespacial Chihuahua.

2.2.2. Cadena de suministro y valor del área de Manufactura Avanzada

El universo de procesos utilizados por la IME hace complejo describirlos en su totalidad; sin embargo, para fines del análisis del área de **Manufactura Avanzada**, se puede decir que en general los productos elaborados por la IME se caracterizan por una baja agregación de valor sustentada en mano de obra de baja especialización; solo unas cuantas empresas se han especializado en servicios de diseño e ingeniería de soporte hacia el resto de la manufactura establecida. Este grupo de empresas apuntan a su fortalecimiento bajo la premisa de [*“...un cambio de paradigma del “Hecho en México” al “Diseñado y manufacturado en México”.*] (PROMÉXICO, 2011).

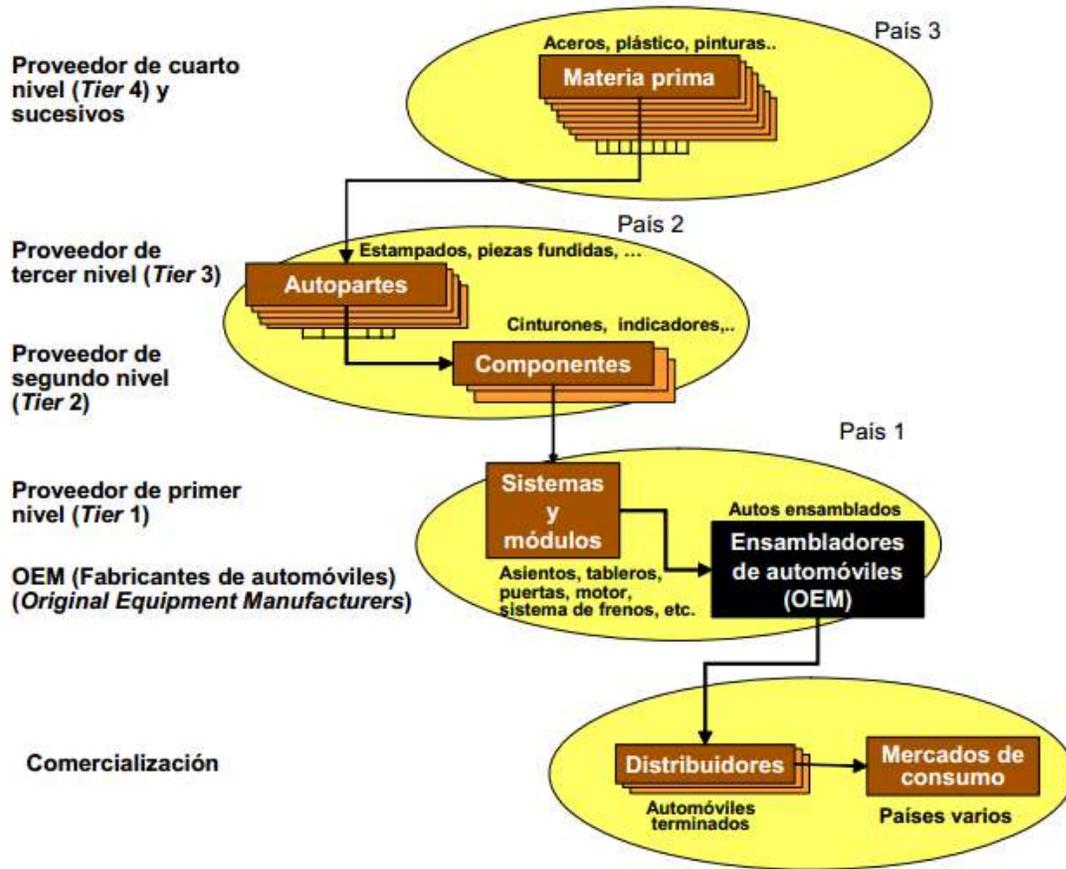
La cadena de suministro en las industrias aeroespacial y automotriz es sumamente compleja, controlada y altamente exigente. Los proveedores se clasifican en función de su distancia con el OEM, quien es responsable de poner el producto en el mercado. Se les conoce como TIER 1 a los proveedores directos de las OEM y son estrictamente vigilados en materia de la calidad, tiempo y costos de todos sus componentes y partes de sub - ensambles. En este orden, TIER 2, son las compañías que surten de componentes a las TIER 1 y así sucesivamente con los TIER 3, que proveen a los TIER 2 (**Figuras 4, 5 y 6**).

Figura 4. Integración de la cadena de suministro en las empresas aeroespaciales de Chihuahua



Fuente: Industria Aeroespacial de México, Mapa de Ruta Chihuahua, PROMÉXICO, 2012.

Figura 5. Estructura de proveedores en la cadena de suministro automotriz.



Fuente: Jiménez, 2006. Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes.

Figura 6. Cadena de valor de la industria metalmecánica



Fuente: Observatorio del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, año

2.3. Principales tendencias de la innovación en el área de Manufactura Avanzada a nivel mundial.

En este apartado se identifican las principales tendencias tecnológicas en la manufactura avanzada con el propósito de ubicar a la industria mexicana en el entorno mundial.

Tecnologías de proceso

Procesos para la obtención de productos multimaterial: Las tecnologías multi-material (co-inyección, bi-inyección, deposición metálica, etc.) están experimentando una considerable expansión, debido a los numerosos beneficios y desempeño que ofrecen. Estas tecnologías incrementan las posibilidades de diseño y transformación de producto, haciendo posible la realización de procesos y piezas impensables desde el punto de vista convencional.

Integración CAD/CAM/CAE

CAD (Computer Aided Design): Los sistemas CAD son paquetes de graficación por computadora, que permiten analizar las especificaciones de diseño de un producto o servicio, con el objeto de verificar la calidad de dicho producto o servicio, así como

generar los requerimientos de materiales y/o procesos. Por ejemplo, existen sistemas CAD para analizar las dimensiones de una pieza de un equipo o para evaluar y diseñar la disposición de los talleres en una planta de manufactura o la disposición de los centros de atención de una oficina en donde se presta un servicio.

CAM (Computer Aided Manufacturing): Es el control computarizado del proceso de manufactura haciendo uso de aplicaciones de software de control numérico para crear instrucciones detalladas que conducen las máquinas herramienta para manufactura controladas numéricamente por computadora (CNC).

CAE (Computer Aided Engineering): Conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con la computadora, para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo así como los costos de fabricación y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

Sistemas flexibles de manufactura (Flexible Manufacturing System FMS).

Sistema de manufactura que puede realizar varios procesos simultáneamente (se manufacturan piezas distintas utilizando las mismas máquinas), bajo el control de una computadora. Un FMS, por lo general, está constituido por máquinas con control numérico, unidas mediante dispositivos automáticos de transporte o robots, y una computadora que controla el proceso, y en particular, el flujo de las diferentes piezas en proceso a través de las diferentes máquinas. Desde hace varias décadas, diferentes industrias manufactureras en México han instalado FMS automatizados y están en capacidad de producir una gran gama de productos. Con sistemas flexibles de manufactura, las empresas buscan mejorar su competitividad y rentabilidad a través de un proceso de fabricación eficiente y un manejo eficaz de los recursos en los procesos de manufactura (Capuz, 2001).

CIM (Computer Integrated Manufacturing)

Se refiere a la integración de CAD, CAM y FMS para controlar automáticamente todos los procesos productivos: diseño, manufactura y administración.

Robótica

Uso de robots controlados numéricamente, a través de un programa de movimientos sin manejo manual del operario; en nichos muy selectos se están introduciendo “robots con

inteligencia artificial” que pueden entender e interactuar con cambios en el medio ambiente.

Procesos de manufactura usando láser.

La utilización del láser ha estado muy extendida en las aplicaciones de corte, soldadura y perforado, y en otras aplicaciones tales como el marcado en cerámicos y textil. Esta herramienta sigue siendo estudiada para aplicarse en nuevos usos por ejemplo en el tratamiento de superficies y procesado de materiales no metálicos.

Corte con láser: es ampliamente usado en la industria aeroespacial (para corte de aleaciones de titanio, aluminio y acero inoxidable), fibra de vidrio (elimina polvo generado por cortes tradicionales así como grietas en los bordes) e incluso material kevlar (polímero muy utilizado por su ligereza y resistencia, por ejemplo en los chalecos antibalas, el láser es de las pocas técnicas que permiten su corte).

Soldadura con láser: segunda aplicación más extendida, permite el control de parámetros como, focalización de soldadura, diferentes configuraciones geométricas de unión, alta calidad de cordón que no requiere un post-proceso.

Perforación y taladrado: fuentes láser pulsadas que permiten perforaciones de gran precisión y calidad, en especial la ausencia de rebabas, siendo innecesario un post-procesamiento o tratamiento de acabado.

Sistemas de visión en manufactura.

El control de calidad es un requisito fundamental de los procesos de manufactura, existen muchas pruebas del control de calidad que se basan en inspección visual de productos y que continuamente se automatizan con ayuda de sensores, los cuales han permitido unificar el proceso de inspección en etapas intermedias de los procesos productivos, permitiendo eliminar piezas defectuosas en dichas etapas con el correspondiente ahorro de costos y oportunidad de reciclar el material (Groover, 1997; MANUFACTURAMX, 2013).

Recubrimientos avanzados.

Los procesos de recubrimiento de última generación en manufactura permiten alargar la vida de piezas y herramientas, así como realizar geometrías de herramientas e insertos altamente especializados. Los nuevos recubrimientos (primordialmente pinturas) eliminan la necesidad de pre-tratamiento para metales con mayor protección anticorrosiva debido a la optimización en la adherencia de la pintura al sustrato metálico (García, 2001).

Tecnologías de ensamble.

Nuevos procedimientos y técnicas de incrementación de la calidad de ensamblaje aplicadas a procesos tradicionales de ensamble como remachado radial CNC, remachado con múltiples ejes y ajustes en prensado y estampado.

Métodos de prototipado y manufactura rápidos.

Sistema de prototipado rápido mediante el sinterizado láser selectivo de materiales metálicos y no metálicos. Es una familia de procesos de fabricación singulares, desarrollados para hacer prototipos de ingeniería en el menor tiempo posible. Los métodos más utilizados son la estereolitografía (obtención de un modelo sólido de polímero fotosensible endurecido por un rayo láser mediante un sistema gráfico computarizado), sinterizado selectivo (polvos que se comprime por efecto de un rayo láser hasta formar capas que van a formar la pieza) y modelado por deposición fundida (con ayuda de un rayo láser se da forma a un material similar a la cera).

Digitalización 3D para ingeniería inversa.

Proceso de captura de información digital sobre la forma/geometría de un objeto con un equipo que utiliza un láser o luz para medir la distancia entre el escáner y el objeto. El escaneo 3D puede capturar los datos de los objetos muy pequeños hasta los aviones de gran tamaño y/o edificios. Se puede utilizar para la ingeniería inversa, inspección asistida por computadora, o simplemente documentar la forma del objeto para su uso futuro.

Método de elemento finito para el diseño y desarrollo de productos.

Método numérico que permite resolver ecuaciones diferenciales asociadas a un problema físico sobre geometrías complicadas. Se usa en diversos software de diseño para optimizar y validar geometrías, así como para simulaciones y calcular desplazamientos, deformaciones y tensiones de los componentes internos y externos.

Análisis de prospectiva tecnológica del área de especialización.

En el entendido de que las empresas tienen como objetivo principal la obtención de utilidades, la tecnología utilizada en los procesos productivos constituye uno de los caminos más viables para reducir inversión y maximizar la producción, lo que da como consecuencia un mayor margen de utilidad.

Por otra parte, en el camino de la competitividad, vital hoy en día para las empresas, la tecnología se erige como una alternativa para el desarrollo de ventajas competitivas mediante la diferenciación de calidad y valor agregado contenido en los productos y servicios. Estas tendencias en la MA se manifiestan en tres vertientes principales:

1. Obtención de nuevos productos de máxima calidad a un costo razonable
 - Materiales de propiedades físicas diferenciadas que permiten generar nuevos productos de alta especialización
 - Nuevos recubrimientos y tratamientos térmicos que permiten alargar la vida de productos
 - Nuevas tecnologías de diseño de producto y proceso
 - Nuevas técnicas de Diseño

2. Maximizar la productividad y competitividad con nuevos proceso rápidos, flexibles y de alta calidad
 - Maquinaria para procesos de máxima versatilidad o de alta especialización
 - Nuevas tecnologías de Proceso
 - Uso de información como herramienta fundamental de trabajo (revolución de la sociedad de la información)

3. Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable
 - Nuevos materiales
 - Uso de materiales y energía limitados
 - Reciclado de materiales

En las **Tablas 4, 5 y 6** se proporcionan ejemplos de las tecnologías que conforman cada una de las tendencias antes mencionadas, así como el beneficio técnico que se busca.

Tabla 4. Obtención de nuevos productos de máxima calidad a un costo razonable.

TENDENCIA	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS	OBJETIVO DE MEJORA
Obtención de un nuevo producto de máxima calidad a un coste razonable	Materiales de propiedades físicas diferenciadas que permiten generar nuevos productos de alta especialización <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades mecánicas mejoradas (tecnologías de materiales nanoestructurados y aceros sinterizados) - Ultra baja densidad (tecnologías de aluminio, magnesio modificadas con elementos lantánidos) - Mejor resistencia a la corrosión (tecnologías de magnesio modificadas con elementos lantánidos) - Memoria de forma (tecnologías de nanoporos y aleaciones de níquel-manganeso-galio) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejores diseños / calidad / nuevas aplicaciones - Mejores diseños / calidad / fácil operación / nuevas aplicaciones - Vida útil / calidad / nuevas aplicaciones - Mejores diseños / nuevas aplicaciones
	Nuevos recubrimientos y tratamientos térmicos que permiten alargar la vida de productos <ul style="list-style-type: none"> - Recubrimientos de durabilidad mejorada (tecnologías de nanoparticulas) - Recubrimientos inteligentes (respuesta bactericida y fungicida, sensibilidad óptica, térmica) - Tratamientos térmicos que incrementan dureza (refuerzo local por láser en aceros) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vida útil / nuevas aplicaciones / calidad - M. diseños / nuevas aplicaciones - M. diseños / vida útil / nuevas aplicaciones
	Tecnologías de diseño de producto <ul style="list-style-type: none"> - Software de diseño y fabricación colaborativa - Maquinaria que permite obtener productos con nuevas propiedades y estructuras (tecnologías de fabricación aditiva) - Maquinaria capaz de fabricar con tolerancia micropiezas de gran precisión (microtecnologías) - Tecnologías multimaterial (co-inyección, bi-inyección, deposición metálica, etc). 	<ul style="list-style-type: none"> - M. diseños / reducción de tiempo de diseño - Mejores diseños / nuevas aplicaciones - Nuevas aplicaciones / calidad - Flexibilidad de diseño
	Técnicas de Diseño <ul style="list-style-type: none"> - Estudio del ciclo de vida íntegro de un producto - Retroalimentación continua durante la ciclo de vida de un producto (fabricación concurrente) - Demanda de nuevos productos micrométricos (microtecnologías) - Personal especializado capaces de adaptarse a condiciones cambiantes (especialización de diseñadores) 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidad de diseño - Mejores diseños / flexibilidad de diseño / calidad - Nuevas aplicaciones / calidad - Mejores diseños / calidad

Fuente: Cambiotec, 2014.

Tabla 5. Maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos rápidos, flexibles y fiables.

TENDENCIAS	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS	OBJETIVO DE MEJORA
Maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos rápidos, flexibles y alta calidad	Maquinaria para procesos de máxima versatilidad o de alta especialización <ul style="list-style-type: none"> - Equipos modulares de alta flexibilidad de producción y con arquitecturas de controles abiertos - Equipos con nuevas tecnologías de alta velocidad y precisión (por ejemplo tecnologías de pulido automático por láser) - Equipos con nuevas combinaciones de proceso para materiales distintos en un mismo equipo (tecnologías de sintonización asistida por corriente de plasma pulsada) - Equipos para proceso especializados de alta eficiencia (nuevas tecnologías de texturizado y micro-maquinado) - Combinación de herramientas para mecanizado de súper aleaciones metálicas (fresado por agua, mecanizado flexible de precisión en materiales duros) - Eficiencia de herramientas y mejora en su vida útil (tecnologías de sistemas de micro-enfriamiento de herramienta, análisis de señales sónicas mediante ondas) - Equipos para obtención de productos multilateral (sinterizado) 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidad de proceso - Velocidad de proceso / confiabilidad / calidad - Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso - Calidad / Aplicabilidad del proceso - Velocidad de proceso / generación de residuos / aplicabilidad - Vida útil / velocidad de proceso - Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso
	Innovaciones de Procesos <ul style="list-style-type: none"> - Procesos para microtecnologías - Técnicas de optimización de materia prima y mano de obra - Técnicas avanzadas de unión para eliminar ensambles (soldadura con láser de gran potencia y adhesivos estructurales de gran tenacidad) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicabilidad del proceso / calidad - Reducción de complejidad de proceso / requerimiento de personal - Reducir número de componentes / reducir complejidad de proceso
	Uso de información como herramienta fundamental de trabajo (revolución de la sociedad de la información) <ul style="list-style-type: none"> - Teleasistencia: Atención al cliente en cuanto a diagnóstico y mantenimiento correctivo y preventivo a las máquinas en tiempo real y a distancia - Nuevas interfaces humano-máquina aumentando el número de tareas complejas a realizar - Monitorización digital: diagnóstico y control de la producción - Inteligencia artificial - Software para capturar conocimiento de un producto y proceso de manera integrada, facilitando la especificación de diseño y fabricación de nuevos productos 	<ul style="list-style-type: none"> - Confiabilidad / requerimiento de personal - Confiabilidad / requerimiento de personal - Confiabilidad / requerimiento de personal / calidad - Requerimiento de personal - Confiabilidad

Fuente: Cambiotec, 2014.

Tabla 6. Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable.

TENDENCIAS	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS	OBJETIVO DE MEJORA
Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable	Nuevos materiales	Impacto en el entorno / aplicabilidad del proceso Impacto en el entorno / tipo de residuos generados
	- Recubrimientos (recubrimientos base agua con propiedades mejoradas con nanopartículas) - Fluidos de corte (aditivos biopoliméricos en agua para reemplazar lubricantes)	
	Uso de materiales y energía limitados	Requerimiento energético
	Reciclado de materiales	Impacto en el entorno

Fuente: Cambiotec, 2014.

En las **Tablas 7 y 8** se identifican aquellas tecnologías tendrán una mayor influencia, no sólo en el área de especialización de MA sino también en otras áreas de interés para el estado.

Tabla 7. Impacto de los principales procesos de MA en los sectores económicos de interés (primera parte).

Ramo de Manufactura Avanzada	Tendencia	Tecnología	Sectores Estratégicos															
			Servicio	Automóvil y autopartes	Agricultura	Forestal	Alimentaria	Agua	Salud	Energía	Turismo	Servicios	Extracción	Industria	Química			
Operaciones de Proceso	Función, modificación o adición	Fabricación aditiva	OK	OK	OK					OK	OK		OK	OK				
		Nuevas técnicas de fusión LDM	OK	OK	OK					OK	OK		OK	OK				
	Procesado de partículas	Tecnologías de vibración	OK	OK							OK	OK		OK	OK			
		Alta velocidad de corte	OK	OK							OK	OK		OK	OK			
	Cambiar la forma del material	Procesado por agua	OK	OK		OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Combinación de herramientas para mecanizado de piezas y secciones metálicas	OK	OK		OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Combinación de procesos de mecanizado	OK	OK		OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Alta velocidad de corte	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Nuevas tecnologías, herramientas y lubricantes	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Operación de Material (mecanizado)	Aditivos biopoliméricos en agua para reemplazar lubricantes	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK		OK	OK		
Mejoramiento de equip.	Inteligencia Operativa (mecanizado, mantenimiento y fabricación)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Equipos con estructuras de control de peso	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Nuevas tecnologías	Tecnologías de mecanizado de alta velocidad	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Fuente: Cambiotec, 2014.

Tabla 8. Impacto de los principales procesos de MA en los sectores económicos de interés (segunda parte).

Ramo de Manufactura Avanzada		Tendencia	Tecnología	Sectores Estratégicos													
				Aeroespacial	Automóvil	Agricultura	Alimentaria	Automoción	Agua	Química	Electrónica	Textil	Servicios	Electromedicina	Industria		
Operaciones de Proceso	Cambiar la forma del material	Fabricación, modelado 3D on-line	Impresión 3D mediante metal líquido	OK	OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Procesado de perfiles	Nuevas técnicas de fusión SIM	OK	OK	OK				OK	OK		OK	OK			
		Combinación de herramientas para mecanizado asistido por ordenador	Tecnologías de mecanizado	Alargadores motorizados para introducir herramientas en espacios reducidos	OK	OK			OK			OK	OK		OK	OK	
			Procesado por agua	Integración asistida por ordenador de procesos	OK	OK					OK	OK		OK	OK		
		Nuevas tecnologías herramientas y lubricantes	Combinación de herramientas para mecanizado asistido por ordenador	Mecanizado a través de engranajes en zonas reducidas	OK	OK		OK	OK			OK	OK		OK	OK	
			Integración asistida por ordenador de procesos	Integración asistida por ordenador de procesos	OK	OK		OK	OK			OK	OK		OK	OK	
		Mantenimiento de equipos	Análisis de señales vibración para monitorización del estado de herramientas de corte	Análisis de señales vibración para monitorización del estado de herramientas de corte	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK		OK	OK	
			Sistemas de mantenimiento de herramientas	Sistemas de mantenimiento de herramientas	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK		OK	OK	
		Mantenimiento de equipos	Autolubricación con agua para herramientas	Autolubricación con agua para herramientas	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK		OK	OK	
			Inteligencia Operativa (operativa, herramienta propia y tecnológica)	Inteligencia Operativa (operativa, herramienta propia y tecnológica)	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK		OK	OK	
Mantenimiento de equipos	Alargadores con estructuras de control activo	Alargadores con estructuras de control activo	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK		OK	OK			
	Mantenimiento de equipos	Tecnología de mecanizado de precisión		OK							OK		OK				
Mantenimiento de alta calidad	Mantenimiento de alta calidad	Tecnologías avanzadas para mecanizado y protección de alta precisión	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK		OK	OK			

Fuente: Cambiotech, 2014.

Principales empresas a nivel mundial que realizan investigaciones en las áreas tecnológicas identificadas.

Una vez identificadas las tecnologías de vanguardia utilizadas y las de mayor impacto probable en el área de especialización, resulta importante conocer aquellas empresas que a nivel mundial impulsan el desarrollo de las mismas por la importante inversión que realizan en innovación y por lo que son sumamente reconocidas en cada nicho.

De esta forma se ubica las siguientes empresas Metalmecánicas en el mundo que se caracterizan por estar realizando permanentemente innovaciones e investigaciones vanguardistas (SELECT, 2012) (Tabla 9).

Tabla 9. Empresas destacadas y líneas de innovación en metalmecánica.

EMPRESA	LINEAS DE INNOVACIÓN
PRECISION CASTPARTS CORPORATION	castings estructurales, componentes forjados y fundición de la superficie de soporte para los motores aeronáuticos y turbinas de gas industriales. Provee a Airbus, Boeing, GE, Rolls-Royce, y muchos otros fabricantes líderes en fuselajes, motores y equipos de generación de energía. Además trabaja en áreas de medicina y componentes industriales en general.
RATHGIBSON LLC	Tubería de Acero Inoxidable, soldado de precisión, tubos flexibles y rígidos, incluyendo acero inoxidable, níquel y titanio.
OUTO KUMPU OYJ	Fabricación de acero inoxidable en todos sus grados y formas
THYSSEN KRUPP AG.	Innovaciones en acero eléctrico, acero ligero y ultraresistente, componentes clave de turbinas eólicas, reducción de emisiones de CO ₂ en plantas de cemento, reducción de peso en piezas metálicas de autos, equipo para carga de autos eléctricos,

Fuente: Allinfo, 2014

Para los nichos automotriz y aeroespacial, el número de empresas que participan en su cadena de proveeduría y las líneas de innovación que se están siguiendo en cada uno de los componentes que la integran son interminables, por esta razón, podemos resumir que ambas industrias tiene su enfoque de la innovación en cuatro aspectos fundamentales:

1. Materiales más ligeros y resistentes
2. Procesos más ágiles que reduzcan tiempos y costos
3. Procesos, productos y energías amigables con el medio ambiente

Aunque considerando las debidas reservas, en tanto que muchos de los procesos de innovación de ambos nichos se dan en empresas proveedoras y no en las armadoras, se considera que como industria, las armadoras son la punta de lanza de la innovación. Por esta razón, se les ubica como empresas innovadoras. En el caso de las empresas Automotrices, se distinguen las que se describen a continuación (SELECT, 2012):

- FIAT
- FORD MOTORS COMPANY
- GENERAL MOTORS

- HONDA
- HYUNDAI
- NISSAN
- PEUGEOT
- SUZUKI
- TOYOTA
- VOLKSWAGEN

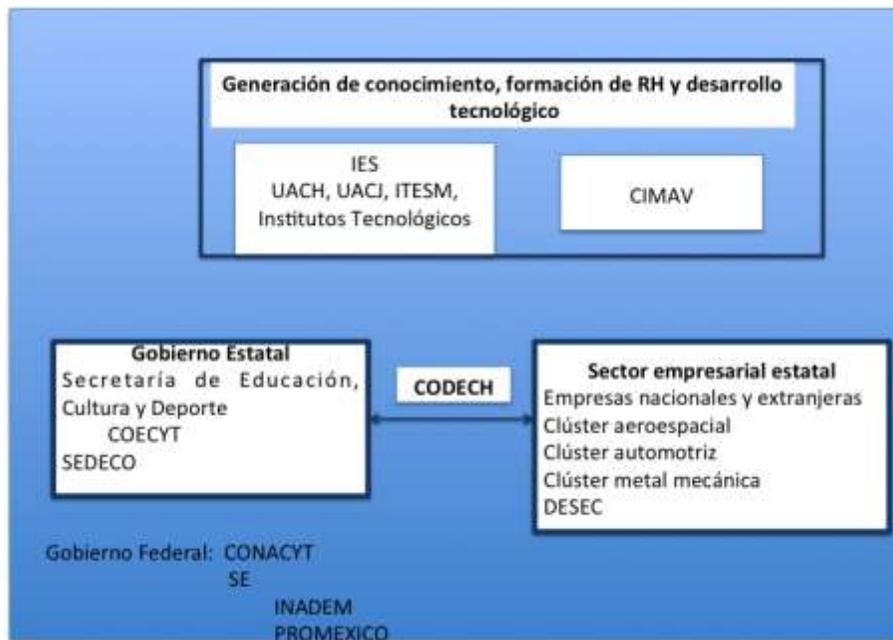
El nicho de Aeroespacio no es la excepción y es posible identificar a las principales empresas aeroespaciales en el mundo que han incorporado a la innovación a sus actividades diarias (SELECT, 2012)

- AIRBUS
- BAE SYSTEMS
- BOEING
- BOMBARDIER
- EADS
- EMBRAER
- GE
- HONEYWELL
- LOCKHEED
- ROLL-ROYCE

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

Figura 7. Principales agentes del sistema de innovación de MA en Chihuahua



3.2. Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación

Chihuahua cuenta una vasta infraestructura educativa en la entidad con muchas instituciones y planes de estudio relacionados con el área de especialización, sin embargo muchas de ellas no han tenido el impacto deseado. Por esta razón, recientemente las Instituciones de Educación Superior (IES) están teniendo acercamientos directos con las empresas para identificar áreas donde sea necesario formar a los estudiantes.

Actualmente, con respecto a la formación de técnicos y profesionistas, Chihuahua cuenta con 33 universidades, en las cuales se imparten 15 licenciaturas en ingeniería, 5 maestrías

y 4 doctorados; 4 escuelas técnicas y 1 Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología, todos enfocados al área de especialización de manufacturas. Chihuahua es el segundo lugar a nivel nacional con la mayor participación de ingenierías enfocadas a este área de especialización, estas ingenierías se especializan principalmente en los siguientes temas (ALLINFO, 2014):

- Maquinados CNC
- Soldadura de alta precisión.
- Manufacturas
- Ensamble
- Ingeniería y diseño: Catia, Solid Works y Unigraphics.
- Materiales.
- Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.
- Control de la calidad

Los Planes de estudios relacionados con el área de especialización de MA en el Estado de Chihuahua.

- Ingeniería mecatrónica y en sistemas de control de procesos
- Ingeniería en electromecánica
- Ingeniería en mecatrónica
- Ingeniero mecánico administrador
- Ingeniería mecánica
- Ingeniería en tecnologías electrónicas
- Ingeniería industrial en electrónica
- Ingeniería en sistemas digitales y comunicaciones
- Ingeniería en electrónica
- Ingeniería en cibernética

- Ingeniería industrial electrónica
- Ingeniería en materiales
- Ingeniería aeroespacial
- Ingeniería en aeronáutica
- Ingeniería en sistemas automotrices

En el terreno de la formación de recursos humanos, destacan los Institutos Tecnológicos de la SEP distribuidos en la entidad, ya que más del 70 por ciento de los líderes de las empresas entrevistadas de **MA** en el Estado, son egresados de estos centros educativos y su perfiles se encuentran en las carreras de Ingeniería Electro-mecánica, Electrónica y Mecánica.

Por otra parte y de acuerdo a información externada por la propia institución, el Instituto Tecnológico de Chihuahua, cuenta entre sus antecedentes con experiencias exitosas de trabajo vinculado con las empresas del sector, desarrollando productos, procesos o conocimientos que se enmarcan como líneas de innovación, entre las que se incluyen:

- Localización satelital
- Diseño electrónico para el control de motores CNC
- Automatización de procesos
- Seguridad informática
- Software embebido
- Desarrollo de mangas cerámicas para cables
- Software de prueba para bombas de gasolina
- Procesamiento de imágenes para detección de cáncer
- Desarrollo de algoritmos y equipo laser para inspección de productos
- Diseño mecánico
- Software, sistema hidráulico y línea de producción para equipos de carga
- Procesos químicos para corregir fallas en pintura electrostática

- Tecnologías de escaneo para reproducir otras tecnologías (ingeniería inversa).

3.2.1. Centros de investigación

Por lo que respecta a las funciones de creación de conocimiento y desarrollo innovador relacionado con la **MA**, destaca el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), centro público de investigación que tiene entre sus funciones la investigación científica, el desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en las áreas de materiales, energía, nanotecnología y medio ambiente.

Actualmente, el CIMAV concentra la mayor parte de los proyectos apoyados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) relacionados con la MA (CONACYT, 2014)).

En el Programa de Estímulos a la Investigación de CONACYT, convocatoria 2013, se aprobaron 36 proyectos a empresas vinculadas con el CIMAV, por un monto total de \$57,402 miles de pesos (CIMAV, 2013)

De acuerdo a su plan estratégico 2014 – 2018, es de sumo interés para el CIMAV mejorar sus capacidades para atender las demandas de la industria aeroespacial, concretamente en los temas de: materiales compuestos, materiales metálicos, superaleaciones, materiales cerámicos de alta temperatura y materiales y procesos de unión (adhesivos y soldaduras). También, se busca la acreditación NADCAP de laboratorios para dar servicio a las empresas del sector. (CIMAV, 2014)

3.3. Asociaciones que agrupan a las empresas del sector

Por otra parte, y en coordinación con las iniciativas del CODECH, destaca el papel estratégico de los Clusters de Metalmecánica, Automotriz y Aeroespacio, los cuales han desarrollado una labor de análisis y planeación de sus respectivos nichos, con la intención de eficientar la aplicación de los recursos públicos y privados para desarrollar incrementar

la productividad y la competitividad de sus empresas, situación que puede considerarse pionera a nivel nacional.

Clúster Metalmecánico.

Con el surgimiento del clúster se pretende la integración y desarrollo de las cadenas de valor de la industria metalmecánica y la industria de exportación.

La limitante en este caso, es el equipamiento con alta tecnología necesaria para realizar prototipos de los productos o procesos requeridos por los demandantes, ya que los costos del equipo hacen prácticamente inviable la adquisición para cada empresa, por lo que para solventar esta situación, una de las iniciativas del clúster desde el surgimiento del mismo, es la creación de una unidad de negocio donde se desarrollen Productos Propios de alto valor, innovadores y altamente competitivos, con propiedad intelectual, altos márgenes, capacidad de distribución y desarrollo de mercados.

En paralelo a esta propuesta, los análisis del cluster concluyen que este nicho metal-mecánico del estado, gracias a su naturaleza transversal con respecto a otras industrias, posee grandes posibilidades de expansión al identificarse una demanda creciente de sus servicios en una gran gama de industrias que van desde la Industria Manufacturera de Exportación en su conjunto, hasta otras áreas de especialización como agroindustria, electrónica, tecnologías de información y comunicaciones, minería y energías.

El Clúster Metalmecánico está compuesto por 55 empresas, de las cuales 13 son microempresas; 27 son pequeñas empresas; 8 son empresas medianas; y 7 son empresas grandes³.

Al interior del nicho metal-mecánico en el estado de Chihuahua, es posible identificar dos estratos principales de empresas. El primero es un grupo de empresas que se pueden catalogar como más evolucionadas, el cual se caracteriza por emplear equipos más complejos en sus labores, como CNC por ejemplo; alto nivel de diseño y fuertes componentes de innovación en sus procesos. Sus procesos de producción normalmente son en serie y este grupo de empresas cuenta con una estructura administrativa más estructurada y completa.

³ La clasificación de tamaño de empresa se hace de acuerdo a lo establecido en INEGI – Censos Económicos 2009: Microempresa de 1 a 10 empleados; Pequeña empresa de 11 a 100 empleados; Mediana empresa de 101 a 250 empleados); empresa Grande más de 251 empleados.

Su vínculo con empresas ancla es sólido y de mucho tiempo y por lo general cuentan con proyectos de diseño y desarrollo que son debidamente gestionados, ya que obedecen a proyectos estratégicos de crecimiento de las empresas, tanto en mercados como en valor agregado.

En este estrato, sobresale el desarrollo de software embebido, lo que podría decirse que caracteriza su nivel de desarrollo; así como la práctica de protección de su conocimiento a través de diversas figuras de propiedad intelectual.

En el segundo estrato se encuentran tanto pequeñas como medianas empresas y en él se presentan oportunidades de innovación, ya que están familiarizados con el desarrollo de la tecnología, la investigación y el emprendedurismo. Sus instalaciones son pequeñas, limpias, ordenadas y tienen algunas máquinas de control numérico, CNC. Sus propietarios fueron empleados de alguna empresa mexicana grande o capacitados en el extranjero y/ o en alguna maquiladora o trasnacional como la FORD.

Otra característica de este estrato, es que todos en general han tenido necesidad de diseñar prototipos y los han desarrollado en forma personal. Al respecto cabe mencionar que algunos han tenido que rechazar pedidos cuando no cuentan con el equipo para desarrollarlo.

Dentro el nicho metalmecánico en Chihuahua, en un estudio reciente (ALLINFO, 2014) se pudieron identificar empresas que al ser entrevistadas contaban con un proceso productivo que implica diseño, desarrollo de software para control, que realizaban actividades de protección intelectual de sus productos o bien, que recibieron, reciben o son candidatos a recibir apoyos de algún fondo enfocado a la innovación:

- IZA DESIGN & MANUFACTURING, SA DE CV
- MANUFACTURERA GOERTZEN Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.
- DELAN
- CHIHUAHUA PACKING, S.A. DE C.V.
- TALLER MECÁNICO INDUSTRIAL
- TORNO SOTELO
- TÉCNICA EN MAQUINADOS
- TALLERES HERNÁNDEZ
- MICROJOIST
- AUTOMATION & INDUSTRIAL DESIGN, S.A. DE C.V.
- CENTRO DE MANUFACTURA OREGON, S. DE R.L. MI

- NEVAREZ INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES METALMECÁNICAS, S.A DE C.V.
- FABRICACIONES Y MANTENIMIENTOS INDUSTRIALES, S. A.
- FAMINSA
- MEXROLL
- IDEA
- INDUSTRIAS KUZZY DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- MECATRÓNICA INDUSTRIAL DE MÉXICO

De estas, se identificaron sus principales servicios o giros de actividad, los cuáles pueden ser considerados líneas de innovación en el ámbito local, los cuáles se agrupan en las siguientes actividades:

1. Diseño y fabricación de soluciones a la medida, en las vertientes de almacenamiento, transporte, automatización y robótica, análisis óptico y sistemas de control, principalmente.
2. Fabricación de impresoras 3D
3. Maquinados especiales de alta precisión para el nicho aeroespacial
4. Manufactura de maquinados automotrices
5. Pintura electrostática, corte de agua, doblado y maquinado CNC
6. Piezas especiales para maquinaria industrial
7. Piezas para maquinaria agroindustrial

Clúster Automotriz.

Este clúster es un grupo liderado por las empresas del nicho, que incluye tanto a proveedores como a los fabricantes de partes para automóviles, agencias gubernamentales e instituciones académicas con el objetivo de unir sus esfuerzos enfocados hacia las iniciativas comunes que fomentan el crecimiento de la industria automotriz en Chihuahua.

Uno de los principales objetivos de este clúster es aumentar la competitividad y sustentabilidad de la industria establecida por más de 40 años en la localidad.

En lo referente al nicho Automotriz de Chihuahua, las opiniones recabadas durante las entrevistas identifican oportunidades de posicionamiento y competitividad del nicho en la mejora de los procesos productivos de bajo costo, ya que en general es un nicho con base en producción de alto volumen y baja mezcla.

Por su parte, el análisis del cluster concluye que la industria automotriz es una industria muy madura, donde las barreras de entrada para nuevos proveedores enfrentan un gran reto y que no existe el espacio ni los recursos adecuados para desarrollar innovación e innovadores bajo las condiciones actuales.

Tabla 10. Principales empresas del sector Automotriz

Alambrados y Circuitos Eléctricos
Arneses de Cd. Juárez
Buenaventura autoparte
Fawn de México
Key Safety Systems de México
Master Road
Superior Industries de México
Alphabet de México
Autopartes y Arneses de México
Delphi Automotive Systems
Harman Becker Automotive
Lear Corporation México
Nichirin Coupler Tec México
TRW Occupant Restraints
ALTEC Electrónica de Chihuahua
Bourns de México

Eaton Moulded Products
Hayes Lemmerz Aluminio
Lear Electrical Systems
North America Divide México
TRW Steering Wheel Systems
FORD

Fuente: consultado en <http://www.Chihuahua.com.mx/nuevodiseno/marco.asp?area=5&id=/Agrupamientos/Agrupamientos.htm>

Clúster Aeroespacial.

En el estado de Chihuahua el clúster Aeroespacial cuenta con una estructura muy sólida y significativa. En éste se han podido impulsar y desarrollar las capacidades de fabricación de diferentes componentes aeronáuticos, como por ejemplo; arneses para sistemas eléctricos, componentes estructurales para fuselajes, alas y cabinas, procesos de laminado, troquelado, formado, remachado, aplicación y curado de compuestos químicos, componentes y ensamble de elementos, de helicópteros, arneses, ensamble eléctrico y mecánico, forjado, ensamble, pruebas de integridad, maquinados de alta precisión CNC multi-eje, tratamientos térmicos y superficiales y pruebas de integridad no destructivas.

El clúster cuenta con la participación de 31 empresas aeroespaciales con 40 plantas o establecimientos.

Una tarea muy importante que ha tratado de realizar el clúster, y tal vez una de las más significativas, es la de integrar y desarrollar una cadena de suministro aeroespacial accesible para todos los miembros de éste. Sin embargo, para lograr esta meta es indispensable lograr las distintas certificaciones exigidas por la industria aeroespacial; por ello, el clúster está interesado en crear las capacidades de certificación necesarias en el Estado, incluyendo la infraestructura física.

El clúster Aeroespacial Chihuahua también funciona como promotor, es decir, trata constantemente de posicionar al estado como una atractiva región en la cual se puede invertir en la industria aeroespacial. Como prueba de la solidez del clúster, se enlistan a continuación algunos de sus indicadores más significativos para el año 2013:

- ✓ \$ 455 Millones de USD en exportaciones anuales.
- ✓ \$ 900 Millones de USD inversión extranjera.
- ✓ 3.000.000 pies cuadrados de suelo industrial.
- ✓ \$ 100 millones de dólares en productos y servicios requeridos por año
- ✓ 8 000 empleos en mano de obra directa, equivalentes a una derrama anual de = \$ 120M USD en salarios
- ✓ \$ 250 Millones de USD destinados a la contribución de diferentes impuestos

Estos indicadores son el resultado del trabajo en equipo de la triple hélice: industria (clúster), academia y el gobierno.

El clúster Aeroespacial ha realizado un análisis detallado de sus capacidades y del mercado lo que le ha permitido consolidar un mapa de ruta local (CHIHUAHUA'S AEROSPACE CLUSTER, 2014) con base en seis iniciativas o proyectos rectores, mismo que se describen a continuación:

1. Educación: Proyecto educativo para alinear talento con requerimientos de la industria aeroespacial. (Teórico – Práctico)
2. Proveeduría: Proyecto de desarrollo de la cadena de suministro local.
3. Certificación: Proyecto de desarrollo de agencia certificadora equivalente a la FAA en Chihuahua.
4. Tecnología: Proyecto de desarrollo de capacidades de manufactura para lograr una línea de mantenimiento (MRO) de aviones y posteriormente ensamble final en Chihuahua.
5. Infraestructura: Proyecto para el desarrollo de infraestructura.
6. Promoción: Proyecto de posicionamiento mundial de la industria aeroespacial.

3.4. Entidades gubernamentales federales y estatales de apoyo al sector

En este entorno, el Instituto de Apoyo al Desarrollo Tecnológico (INADET) del gobierno del estado, representa una fortaleza para el área.

Este organismo depende de la Secretaría de Economía Estatal y apoya al desarrollo de altas capacidades laborales y tecnológicas que impulsan el desarrollo competitivo y vanguardista del sector industrial.

A través de sus Centros de Entrenamiento en Alta Tecnología (CENALTEC) en Chihuahua y Juárez, se ha favorecido enormemente el establecimiento y la operación de empresas de los tres nichos de MA.

El Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología es una institución que ofrece programas y cursos de capacitación y entrenamiento a personal técnico en áreas específicas que demanda la industria.

Con unidades en Juárez y Chihuahua, su objetivo es formar y desarrollar habilidades en personal técnico para el manejo de tecnología de vanguardia con estándares de calidad mundial.

Actualmente en los CENALTEC se imparten cursos de:

- ensamble de aeroestructuras
- fabricación de aeroestructuras
- mantenimiento
- maquinado de alta precisión
- diseño CAD/CAM
- soldadura TIG/MIG
- metrología dimensional
- dimensionado
- instrumentación y controles
- herramientas estadísticas
- seguridad en el trabajo
- moldeo por inyección de plásticos

- moldeo por inyección de hule
- maquinado de alta precisión
- moldeo de plástico
- maquinado CNC
- metrología GD&T
- exámenes roco
- PLC's
- computación (office, vb, project)
- inglés
- hidráulica / neumática
- electricidad
- electrónica
- mecánica industrial
- armado y reparación de computadoras
- refrigeración

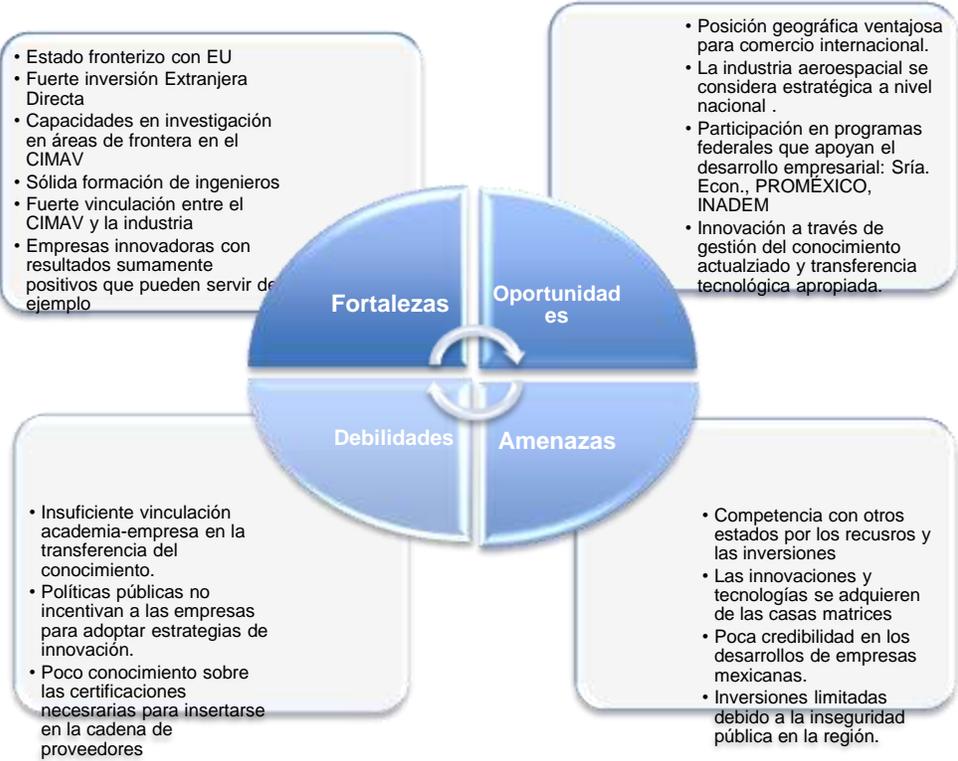
Actualmente el CENALTEC egresa especialistas en las áreas de metalmecánica, soldadura, inyección de plásticos, ensamble de estructuras de avión, entre otras, con certificaciones internacionales.

Por otro lado, en lo referente a las Instituciones de Gobierno, destacan como agentes de impulso al área de especialización de MA: la Secretaría de Economía Estatal, mediante programas de apoyo y financiamiento de proyectos productivos, tema este último en el que recientemente (2013 y 2014) su contraparte federal comienza a tener una presencia significativa vía el INADEM; PROMÉXICO destaca en la facilitación de procesos de exportación, gestión de conocimientos de negocio y certificaciones especializadas, así como el CONACYT, como un agente facilitador de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico.

Además de las instituciones de gobierno, se identificó una importante participación de otros agentes institucionales, más no gubernamentales. En primer término, se destaca la labor del Consejo para el Desarrollo Económico de Chihuahua (CODECH), entidad con participación empresarial, gubernamental y de instituciones educativas, promotora de proyectos e iniciativas para el desarrollo regional y el emprendimiento, así como para impulsar la competitividad en el Estado.

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

Figura 8. Esquema FODA del área de manufactura avanzada de Chihuahua.



Fuente: Cambiotec, 2014.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

La integración de la Agenda Sectorial de Innovación en Manufactura Avanzada de Chihuahua se sustenta en la metodología de Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente “RIS3”, por sus siglas en inglés. La implementación de “RIS3” propone integrar agendas para la transformación económica basada en las características y oportunidades del territorio, siendo preciso que contengan los siguientes elementos (FUMEC, 2014):

1. Se centran en el apoyo de la política y las inversiones en las prioridades, retos y necesidades clave del país o región para el desarrollo basado en el conocimiento.
2. Aprovechan los puntos fuertes, ventajas competitivas y potencial de excelencia de cada país o región.
3. Respaldan la innovación tecnológica, así como la basada en la práctica, y aspiran a fomentar la inversión del sector privado.
4. Involucran por completo a los participantes y fomentan la innovación y la experimentación.
5. Se basan en la evidencia e incluyen sistemas sólidos de supervisión y evaluación. (FUMEC, 2014).

La metodología RIS3 establece las bases para la “especialización inteligente” con base en las llamadas “4 C’s” (FUMEC, 2014), por las siglas en inglés para:

- *Choices*: elección de un número limitado de sectores estratégicos.
- *Competitive advantage*: la ventaja competitiva respecto de las capacidades de I+D+i alineadas a oportunidades de negocio en la región.
- *Connectivity and clusters*: identificar y fomentar la colaboración de sectores.
- *Collaborative*: basado en el concepto de cuádruple hélice.

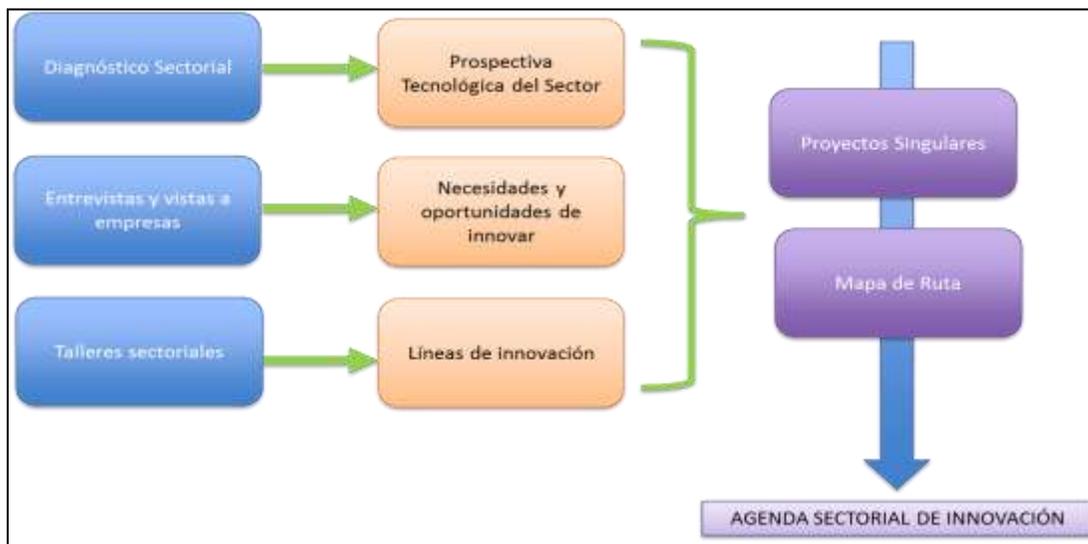
En la construcción de la Agenda Sectorial de Innovación en Manufactura Avanzada de Chihuahua, se aplicaron las “4 C’s para la especialización inteligente”, mediante una estrategia de trabajo que integró investigación documental y análisis de información primaria obtenida a través de la realización de visitas a empresas, entrevistas y talleres con actores sectoriales, representantes de los sectores: gobierno, empresarial y académico.

La información preliminar recabada permitió identificar las necesidades tecnológicas del sector y, a partir de la revisión sobre prospectiva tecnológica de manufactura avanzada en

el mundo, se propusieron las líneas de innovación sobre Nichos de especialización identificados para el área de manufactura avanzada en Chihuahua.

Finalmente, con el análisis de resultados de la información de campo y la priorización de las líneas de innovación, se identificaron proyectos estratégicos para lograr la especialización inteligente en el Área de manufactura avanzada de Chihuahua.

Figura 9. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial.



Fuente: Cambiotec, 2014.

Por otro lado, en lo que se refiere a las técnicas de análisis utilizadas, se trabajó mediante instrumentos de diagnóstico de problemas y sus posibles causas; oportunidades y tendencias de mercado relacionadas con manufactura avanzada, así como la manera de atenderlas mediante innovaciones tecnológicas de procesos o productos.

En el contexto de la construcción de la agenda de innovación en el área de especialización de la MA dentro de las empresas locales se realizaron entrevistas a personas clave de instituciones de educación superior y empresas (**Tabla 11**) con la finalidad de identificar qué acciones adicionales se pueden realizar en materia de innovación.

Tabla 11. Número de entrevistas realizadas en el sector de manufactura avanzada

Expertos/agentes clave	Funcionarios clave	Expertos de las IES y CI	Directores de empresas innovadoras
------------------------	--------------------	--------------------------	------------------------------------

3	2	5	5
---	---	---	---

Así mismo, se realizaron 2 talleres de consulta, uno en la ciudad de Chihuahua el día 12 de junio y otro en Cd. Juárez el día 2 de julio, en donde mediante una dinámica con los participantes se confirmaron y se obtuvieron nuevas ideas de proyectos, líneas de innovación y propuestas de políticas públicas de importancia para el área de especialización.

De esta forma, y con base en los resultados de los talleres, las entrevistas y la información documental recopilada, fue posible construir con los hallazgos un diagnóstico situacional de la MA en el estado, mismo que se sintetiza más adelante.

Es conveniente mencionar que los proyectos detectados y definidos como estratégicos, fueron consensuados como prioritarios por los participantes a los talleres, bajo la consideración de que fueron estos los que resultaron mejor calificados evaluando sus criterios de Relevancia económica para el área de especialización, Relevancia social (impacto en la creación de empleo, sustentabilidad, etc.), Relevancia institucional (alineación con políticas y programas existentes), Relevancia tecnológica (originalidad y reto técnico involucrados) y Factibilidad técnica y económica de implementación de la innovación en un periodo de hasta 3 años.

En seguimiento a la metodología aplicada, se identificaron y priorizaron también los proyectos que los cuatro tipos de asistentes plantearon como respuesta a las problemáticas y a las oportunidades de mercado visibles en el entorno.

Entre las líneas de innovación ligadas a los retos tecnológicos del nicho, destaca en Metalmecánica y Aeroespacial la dificultad para acceder al mercado existente de diseño de productos para una gran variedad de nichos con bajo volumen y baja mezcla, situación que en el nicho automotriz adquiere el enfoque del diseño de procesos enfocados en un alto volumen y baja mezcla.

Por otra parte, los proyectos específicos que se propusieron para resolver problemáticas y aprovechar oportunidades de mercado en cada nicho, comprenden esfuerzos existentes

ya sea dentro de los clusters o bien por algún otro actor del ecosistema de innovación, tal es el caso del FABLAB⁴.

Por otra parte, los proyectos denotan la intención de expandir los beneficios al mayor número posible de empresas nacionales, a quienes la ejecución de los proyectos les permitiría ser más competitivos y consolidar su relación con sus clientes o bien, a identificar, motivar y apoyar el talento innovador que por ineficacia de los modelos actuales de apoyo, no logra cristalizar su capacidad innovadora, con la consecuente imposibilidad para acceder a sus clientes potenciales por los altos costos que representa.

Tabla 12. Líneas de Innovación por Nicho y Proyecto Específicos Propuestos

⁴ Es un Laboratorio de Manufactura Flexible recién inaugurado en Chihuahua, que acerca la tecnología a empresas y emprendedores que no podrían obtenerla por su alto costo. Así, quien tiene ideas innovadoras y quiere desarrollar conceptos y productos para llevarlos al mercado de una manera competitiva, puede acceder a los medios tecnológicos para lograrlo con la alta calidad y precisión que demanda el mercado internacional.

Líneas de innovación por Nicho y Proyectos Específicos Propuestos

NICHOS	LINEAS DE INNOVACIÓN	PROYECTOS ESPECÍFICOS PROPUESTOS
METALMECÁNICA	Desarrollo de métodos de manufactura con elementos finitos	1. Innovación en las TIR3 de herramientas de sujeción en sector metalmeccánico
	Desarrollos y diseños electrónicos para equipos CNC	2. Creación de parque industrial específico para la metalmeccánica
	Desarrollo de equipos de visión con tecnología laser para la inspección y automatización de productos y procesos de manufactura avanzada	3. Incorporación del FABLAB al estado
	Diseño y desarrollo de equipo mecánico agrícola	4. Diseño de un modelo de capacitación y certificación de técnicos locales especializados en mantenimiento de equipos y maquinaria de tecnología avanzada, que se utiliza localmente
	Sistemas hidráulicos para equipos en líneas de producción	5. Desarrollo de Tecnologías de apoyo al diseño y desarrollo de prototipos de productos y procesos
	Desarrollo de tecnologías de corte de materiales industriales	
	Desarrollo y escalamiento de tecnologías de sistemas de refrigeración mediante magnetismo	
	Diseño y producción de herramientas de sujeción	
AUTOMOTRIZ	Desarrollo de mangas cerámicas para cables industriales	1. Impulso a programas de incubación de empresas originadas en las universidades
	Desarrollo de procesos químicos para corregir fallas en pintura electrostática	2. Centro de servicios de manufactura para emprendedores y Mipymes ("Bunker" Manufacturero) 3. Apoyos financieros a la certificación en normas nacionales e internacionales
AEROSPAIAL	Diseño, desarrollo y producción de partes de avión	1. Proyecto educativo para alinear talento con requerimientos de la industria aeroespacial. (Teórico – Práctico)
	Desarrollo de servicios MRO en aeroespacio	2. Proyecto de desarrollo de la cadena de suministro local.
	Desarrollo de proveedores de refacciones en aeroespacio	3. Proyecto de desarrollo de agencia certificadora equivalente a la FAA en Chihuahua.
		4. Proyecto de desarrollo de capacidades de manufactura para lograr una línea de mantenimiento (MRO) de aviones y posteriormente ensamble final en Chihuahua
		5. Proyecto para el desarrollo de infraestructura.
		6. Proyecto de posicionamiento mundial de la industria aeroespacial.

6. NICHOS

Los nichos considerados para atender en el área de especialización de manufactura avanzada son:

- Metal –mecánica
- Aeroespacial
- Automotriz

A continuación se resumen los puntos más relevantes de estos nichos de especialización (el análisis detallado de los nichos se presentó en secciones previas).

Nicho de Metalmecánica

- Presencia importante de empresas de capital mexicano con actividades de diseño e integración de software embebido.
- Valor de la producción 1,514 millones de USD en 2013 (región Chihuahua –centro)
- Generación de 23, 718 empleos en 500 unidades productivas
- El subsector de metal mecánica representa poco más del 10% de los empleos formales del sector manufactura

Nicho Automotriz

- Más de 161 establecimientos productivos (con cinco centros de ingeniería y diseño)
- Es el nicho de especialización con mayor número de personal ocupado en la IME
- Es un nicho muy importante en lo que se refiere a la captación de inversión extranjera directa)
- La industria automotriz incluye una variedad de productos que incluyen: motores, vehículo, rines, partes y componentes eléctricos y mecánicos, arneses, sensores, volantes y suspensiones.
- En materia de empleo, el nicho automotriz tiene el mayor peso dentro del sector de manufactura del estado (21%).
- Las ciudades con mayor presencia son Juárez (59%) y Chihuahua (27%).

Nicho Aeroespacial

- Genera más de 10 mil empleos en el estado, la mayor parte de ellos en el área de fabricación (99.5%), mucho menos en ingeniería (0.4%) y menos aún en MRO.

- Los componentes que se fabrican en el estado comprenden: fuselajes (26%), motores (10%), trenes de aterrizaje (44%), arneses (10%) y maquinados de precisión (10%).
- Presencia de más de 40 empresas, en su mayoría de capital extranjero.
- Cadena de suministro muy compleja
- Clúster aeroespacial del estado sólido con presencia de 31 empresas.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS Y PLAN DE PROYECTOS

Los proyectos estratégicos se caracterizan por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización, atendiendo una demanda estatal o regional. Su ejecución debe vincular a varias instituciones.

A continuación se presenta la descripción de los proyectos estratégicos del área de manufactura avanzada y su correspondiente mapa de ruta para cada uno de los Nichos seleccionados.

7.1. Metal mecánica -Automotriz

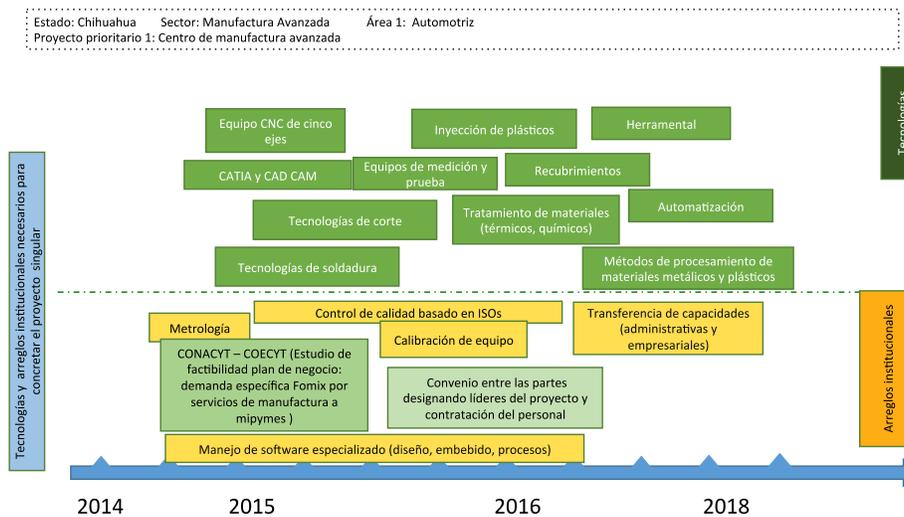
Proyecto: Centro de manufactura Avanzada (primera fase)

Objetivo: Promover el desarrollo de empresas Chihuahuenses de manufactura avanzada, mediante la integración y puesta en marcha de un Centro de Manufactura Avanzada que potencialice el desarrollo y adopción sucesiva, según demanda de proyectos específicos, de tecnologías de innovación en la producción de maquinados, troqueles, componentes electrónicos, inyección de plásticos, inyección de aluminio y forja para la industria nacional e internacional.

Justificación: Este proyecto surgió como una demanda específica de las empresas del clúster de automotriz, como estrategia para ampliar y fortalecer la integración de las empresas chihuahuenses en la red de proveeduría de la industria de manufactura avanzada, preparándolas para su incorporación en la cadena de valor de alta tecnología. El Centro de manufactura avanzada es necesario para desarrollar, validar y mejorar procesos avanzados de manufactura. Es un proyecto que impactará transversalmente a todos los

nichos de actividades industriales de manufactura avanzada. El Centro también proveerá de capacidades para efectuar desarrollos tecnológicos según las tendencias tecnológicas de los nuevos productos de mercado.

Figura 10. Mapa de ruta del proyecto de Automotriz.



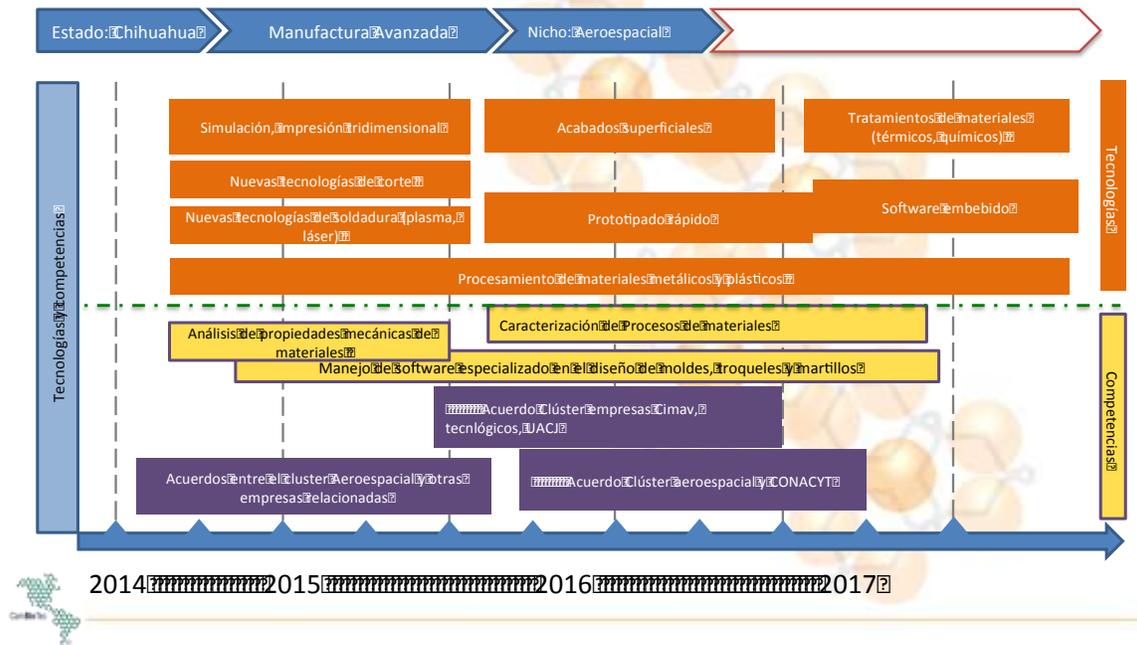
7.2. Aeroespacial

Proyecto: Desarrollo de capacidades para una línea MRO

Objetivo: Integrar en el estado capacidades físicas y humanas para proporcionar servicios de Mantenimiento, Reparación y Operación de aeronaves como base indispensable para avanzar hacia una línea de ensamble completo.

Justificación: Este proyecto surgió como una demanda de los asistentes al taller de manufactura avanzada, concretamente del clúster aeroespacial. En Chihuahua se tienen capacidades relacionadas con fuselajes, partes eléctrico –electrónico, y diseño de interiores, entre otros. Por ello se considera que existe capacidad para integrar una línea MRO con las certificaciones necesarias que en un futuro cercano permita ensamblar aviones completos en el Estado.

Figura 11. Mapa de Ruta del proyecto de Aeroespacial.



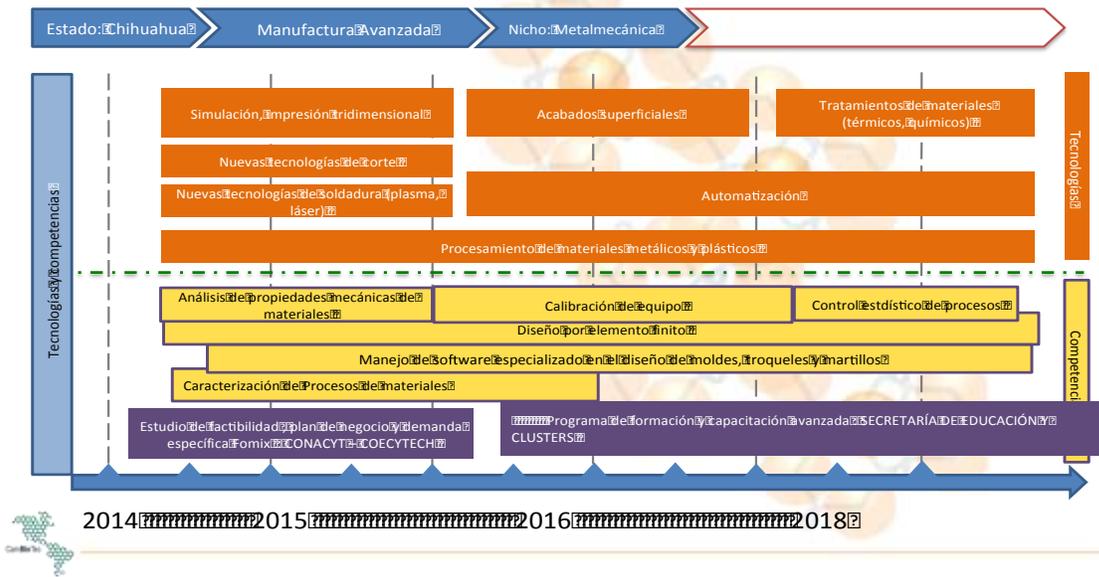
7.3. Metalmecánica

Proyecto: Centro de diseño y desarrollo de prototipos

Objetivo: Dotar a las empresas de capacidades para concretar sus desarrollos tecnológicos a través de infraestructura y competencias compartidas que permitan la generación de prototipos .

Justificación: Este proyecto surgió como una demanda de los asistentes al taller de manufactura avanzada, como mecanismo para impulsar el desarrollo tecnológico en las empresas innovadoras. El Centro de diseño y desarrollo de prototipos es necesario para crear y validar productos y procesos. Es un proyecto que impacta transversalmente al menos a dos de los nichos seleccionados para la manufactura avanzada y cuyo objetivo es dotar a las empresas (principalmente las pequeñas y medianas) de capacidades y competencias que les permitan insertarse con éxito en la cadena de valor de la manufactura avanzada a través de productos que respondan a una necesidad de mercado. El Centro proveerá de capacidades para efectuar desarrollo tecnológico en: forja, inyección de aluminio, estampados, moldes y troqueles, entre otras tecnologías de alta especialización.

Figura 12. Mapa de Ruta del proyecto Metal-mecánica.



8. REFERENCIAS

Basurto, R. Estructura y recomposición de la Industria Automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México.

Cantillo, E. Análisis descriptivo de área de especializaciones metalmecánicas líderes en el mundo para el desarrollo y fortalecimiento del área de especialización.

CEPAL (2000). El paradigma de desarrollo regional basado en la cooperación Público-privada. El caso Chihuahua México. Santiago de Chile.

CEPAL. Las iniciativas de desarrollo económico local .Estudios de caso en México WWW-cepal.org/publicaciones.

Chihuahua Aerospace Clúster. Directorio.

CIMAV, 2013. Informe de Autoevaluación del año 2013. Consultado en <http://www.cimav.edu.mx/data/files/indicadores/Informe%20de%20Autoevaluacion%202013.pdf>

CIMAV, S.F. Plan de Desarrollo de mediano plazo 2014 – 2018. Consultado en <http://cimav.edu.mx/data/files/indicadores/PEMP-2014-2018.pdf>

Clúster aeroespacial Chihuahua. 2013. Ventajas competitivas para la industria Aeroespacial en el mundo.

Desarrollo de la cadena de valor de la industria metalmecánica. Capitulo México, Julio 2011.

Dirección de inteligencia Comercial e Inversiones, 2013. Análisis del Área de especialización Metalmecánico.

Diseñado en México. Mapa de ruta de diseño. Ingeniería y manufactura avanzada. México es oportunidad.

Documentación, Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufactura de Exportación.

El financiero. www.elfinanciero.com.mx /.../México- plaza- competitiva.

García, C., 2005. Área de especialización Metalmecánica: Mercados y sus Posibilidades.

Gobierno del Estado de Chihuahua Plan Estatal de desarrollo 2004-2010.

Gobierno del Estado de Chihuahua Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016.

Gobierno del Estado de Chihuahua. Perfil Estratégico del Área de especialización Aeroespacial en el Edo de Chihuahua. Resumen Ejecutivo.

INEGI. Bases de datos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Proméxico (2012). Industria Aeroespacial de México, Mapa de ruta Chihuahua.

Rodríguez, E. (2011). Oportunidades de TI SELECT, en manufactura avanzada en Mexico.

Secretaría de Desarrollo Industrial. Chihuahua hacia la competitividad, El escalamiento industrial de Chihuahua: el desarrollo de la industria Aeroespacial.

Secretaría de Economía del Edo de Chihuahua. Análisis Económico del área de especialización metalmecánica.

Secretaría de Economía del Estado de Chihuahua. Análisis Económico del área de especialización Automotriz en el Estado de Chihuahua.

Secretaría de Economía. Gobierno del Edo de Chihuahua. 2014. Análisis Económico del Área de especialización Aeroespacial del Estado de chihuahua 2014.

Secretaría de Economía. Programa estratégico de la industria Automotriz 2012-2020.

ZENKOR TRADE SOLUTIONS, Reformas Fiscales 2014.

