

AGENDA DE INNOVACIÓN DE SONORA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.4 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN: AUTOMOTRIZ

Índice

1.	Introducción a las áreas de especialización seleccionadas por la agenda.....	6
1.1.	Introducción a criterios de priorización utilizados	6
1.2.	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	7
1.3.	Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda.....	7
2.	Caracterización del área de especialización en el estado y en el contexto nacional	9
2.1.	Breve descripción del área de especialización	9
2.2.	Distribución del área de especialización en México.....	15
2.3.	Posicionamiento del estado en el área de especialización	25
2.4.	Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial	30
2.4.1	Eficiencia de fabricación y explotación	30
2.4.2	Desarrollo de soluciones innovadoras	31
2.4.3	Seguridad	32
2.4.4	Sostenibilidad (CO ₂).....	32
2.4.5	Tendencias tecnológicas por sistemas	34
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación para el área de especialización	41
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	42
3.2.	Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación	43
3.2.1	Instituciones de Educación Superior	43
3.2.2	Centros de investigación	44
3.3.	Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización	47

3.4.	Evolución de apoyos del área de especialización	48
4.	Análisis del FODA del área de especialización	49
4.1.	Fortalezas.....	49
4.2.	Oportunidades	49
4.3.	Debilidades	50
4.4.	Amenazas.....	51
5.	Marco estratégico y objetivos del área de especialización	51
6.	Nichos de especialización.....	51
6.1.	Diseño de procesos automatizados.....	57
6.2.	Diseño y mantenimiento de troqueles, matrices y herramientas de conformado 58	
6.3.	Desarrollo de proveeduría local.....	58
7.	Caracterización de proyectos singulares y plan de proyectos.....	59
7.1.	Descripción de proyectos.....	59
7.1.1	Creación de un centro especializado en automatización para la Industria Automotriz.	59
7.1.2	Creación de un centro de desarrollo de troqueles, matrices y procesos de manufactura para la industria automotriz.....	62
7.2.	Proyectos Complementarios.....	64
7.3.	Matriz de proyectos.....	65
8.	Referencias.....	66

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Sectores seleccionados por el Grupo Consultivo del estado de Sonora para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2 Histórico de producción de los principales países fabricantes de vehículos en el mundo <i>Fuente: desarrollado a partir de datos de (OICA, 2014)</i>	12
Ilustración 3. Áreas geográficas de mayor crecimiento industrial automotriz en los últimos cinco años.	12
Ilustración 4. Posición de exportaciones (izquierda) e importaciones (derecha) a nivel mundial en el sector automotriz y de autopartes.	13
Ilustración 5 Valor de la producción de materias primas y auxiliares en la industria automotriz por rama y clase de actividad.	16
Ilustración 6 Izquierda: porcentaje del Personal ocupado en la industria automotriz por rama y clase de actividad. Derecha: porcentaje de Inversión total de la industria automotriz por rama y clase de actividad	17
Ilustración 7. Localización de las plantas de vehículos ligeros.	18
Ilustración 8. Localización de las plantas de vehículos pesados	18
Ilustración 9 Volumen de la producción de automóviles por empresa entre de 2000 y 2012	20
Ilustración 10 Volumen de la producción automotriz por mercado y tipo de vehículo Serie anual de 2005 a 2010.....	21
Ilustración 11. Localización de centros de diseño y pistas de pruebas en México	22
Ilustración 12. Producción bruta total promedio en miles de pesos.	26
Ilustración 13. Comparativo de la evolución de las principales variables económicas del Sector Automotriz entre 1998 y 2008.	27
Ilustración 14. Empresas representantes del Sector Automotriz en Sonora.	29
Ilustración 15 Ecosistema de innovación, área de especialización Automotriz - Sonora ...	42
Ilustración 16. Mapa de ruta. Centro especializado en automatización para la industria automotriz.	61

Ilustración 17. Mapa de Ruta Centro de desarrollo de troqueles, matrices y procesos para la industria automotriz. 63

Índice de tablas

Tabla 1 Procesos de Manufactura de Autopartes 10

Tabla 2. Distribución de armadoras y productos fabricados en México..... 19

Tabla 3. Algunas de las principales empresas del sector automotriz en Sonora y su localización por municipio. 28

Tabla 4. Escuelas de Educación Superior responsables del desarrollo de capital humano para el sector automotriz en Sonora. 43

Tabla 5 Entidades del gobierno estatal y federal que apoyan el desarrollo de las empresas en el área de especialización industria automotriz..... 46

Tabla 6. Empresas sonorenses del sector automotriz con RENIECYT vigente. 47

Tabla 7. Programas y apoyos estatales de fomento a la innovación y la vinculación entre las empresas del sector..... 48

Tabla 8. Matriz de proyectos 65

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 Sonora** tiene por objetivo identificar las principales áreas estratégicas en materia de innovación, para ser desarrolladas en los próximos años. El documento se integra por las **Agendas Sectoriales de Innovación**, correspondientes a cada *Área de Especialización* (sector económico), definida para el estado, en función del desarrollo de capacidades que fomenten el mejoramiento de las condiciones económicas, políticas, educativas, sociales y ambientales de la población.

A su vez, las **Agendas Sectoriales de Innovación** desarrollan las líneas de innovación para fortalecer cada *Área de Especialización* (sector económico) e impulsar los *Nichos* identificados, mediante la propuesta de proyectos específicos, apoyada en los recursos de la entidad.

La **Agenda Sectorial de Innovación en Automotriz de Sonora** tiene por objetivo identificar 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 en Automotriz fue seleccionada por líderes de opinión y representantes del sector empresarial, académico y gubernamental que integran el Grupo Consultivo del estado, quienes basados en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado identificaron al sector minero como un área que potencializa a

sub-sectores económicos importantes para Sonora como son: diseño de procesos automatizados, diseño y mantenimiento de troqueles, matrices y herramientas de conformado y proveeduría local.

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 Grupo Consultivo.

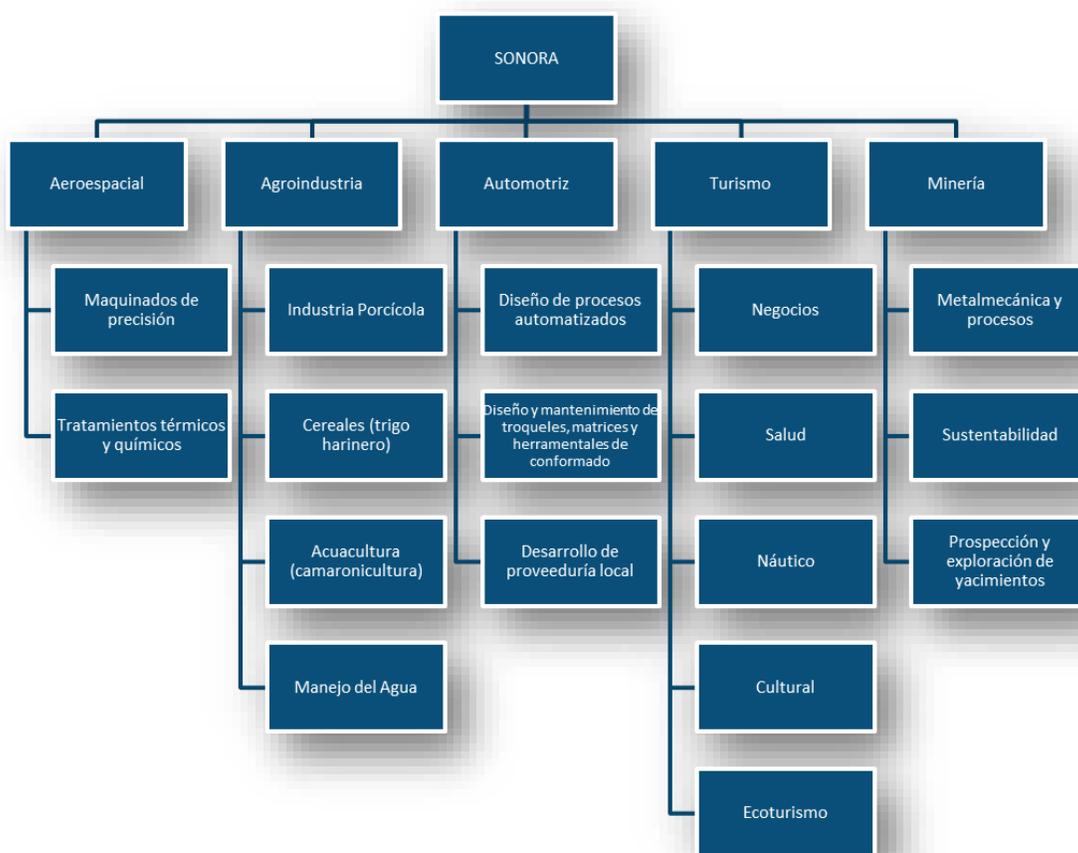
1.3. Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda

A través de la Agenda Estatal de Innovación, con cada uno de los sectores se busca hacer recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a cerrar las brechas de desventajas en cada uno de los sectores. Así como promover un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación, un crecimiento

sustentable, promoviendo una economía verde, eficiente y competitiva y un crecimiento incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica, social y territorial.

Las áreas y nichos de especialización seleccionados por el Comité de Gestión y el Grupo Consultivo del estado de Sonora para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación se muestran en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Áreas y Nichos de Especialización para la Agenda Estatal de Innovación de Sonora.



Fuente: CambioTec, 2014

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

2.1. Breve descripción del área de especialización

La industria automotriz engloba bienes de consumo final ensamblados en la industria armadora y productos del mercado de remplazo o refacciones para automóviles usados. Una proporción importante del valor de las exportaciones, del empleo generado y del Producto Interno Bruto (PIB) de los países productores de autos a nivel mundial depende de esta industria. En los países desarrollados entre el 7% (Estados Unidos) y el 20% (Japón) de las exportaciones dependen del sector automotriz, en cuanto al empleo total que ofrece el sector se encuentra entre el 0.6% (Reino Unido) y el 2.1% (Alemania) del empleo total (Valdenebro, 2014).

La industria terminal está conformada por el **diseño, desarrollo y manufactura** de automóviles, vehículos ligeros y pesados definiéndose éstos de acuerdo a la siguiente clasificación (OICA, 2014):

Vehículos ligeros (automóviles para pasajeros): son vehículos de motor utilizados para el transporte de pasajeros, siempre y cuando no contengan más de ocho asientos (incluido el conductor).

Vehículos pesados: también conocidos como vehículos comerciales, incluyen a los vehículos comerciales para transporte de productos y personas, en esta categoría se encuentran las *pick ups*, *SUV*, *minivan* y camiones panel, camiones pesados (vehículos utilizados para el transporte de mercancías, peso mayor al de 7 toneladas) y autobuses (vehículos utilizados para el transporte de más de ocho pasajeros con una capacidad de más de 7 toneladas).

La industria de autopartes (en donde recae el mercado de reemplazo) suele estructurar de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales de México¹ en la siguiente clasificación (PROMÉXICO, 2013), (INEGI, 2013):

- Motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices.
- Equipo eléctrico y electrónico para vehículos automotrices (sistema de iluminación, cableado, conectores, multimedia, etc.)
- Partes del sistema de transmisión (embrague, flecha, cardan, etc.)
- Partes de sistemas de dirección y de suspensión para vehículos automotrices.
- Partes de sistemas de frenos para vehículos automotrices.
- Asientos para vehículos automotores.
- Piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices (toldos, costados, puertas, pisos, accesorios, ventanillas, etc.)
- Fabricación de llantas y cámaras
- Fabricación de bandas y mangueras de hule y de plástico
- Otras partes y accesorios para vehículos automotrices

De manera resumida los procesos de manufactura de autopartes son los a continuación descritos.

Tabla 1 Procesos de Manufactura de Autopartes

Sistemas de suspensión	Carrocería	Sistemas de freno
Maquinado	Troquelado	Maquinado
Forja	Laminado	Troquelado
Soldadura	Pintura electrostática	Forja
Inyección a presión	Tratamiento Superficial	Soldadura
Tratamiento	Plásticos	Sinterización

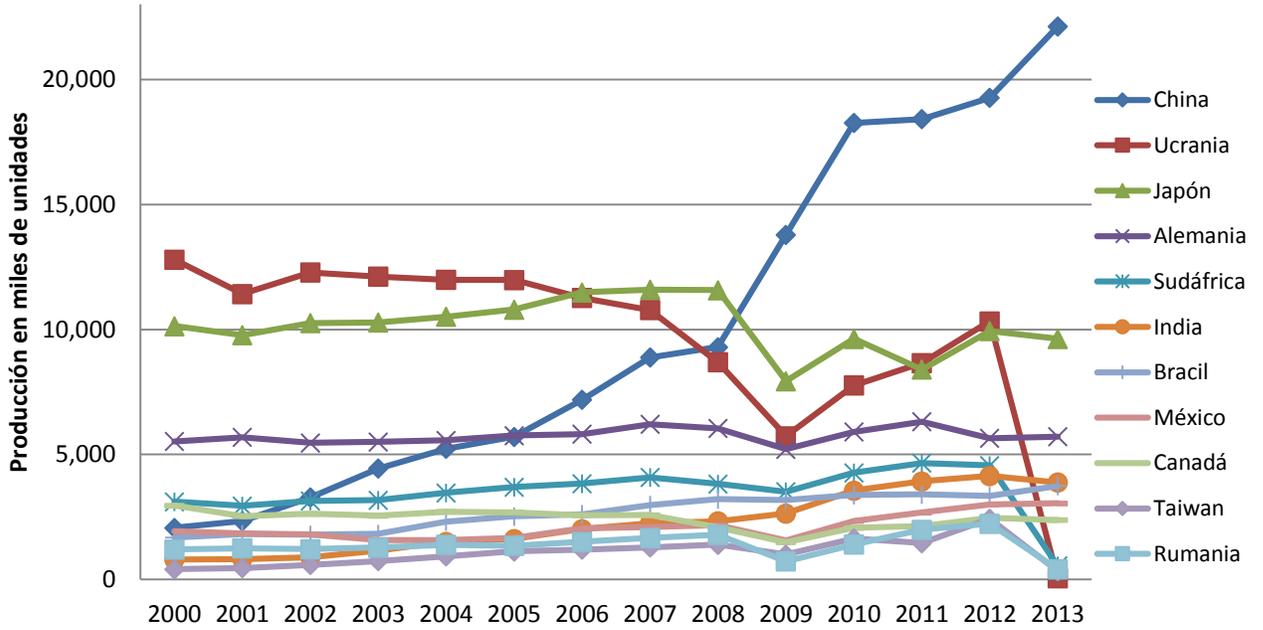
¹ Esquema de organización para el conocimiento de la información estadística sobre aspectos macroeconómicos del país: la producción, el consumo, el ahorro, la inversión por sectores de actividad económica y las distribuciones primarias y secundarias del ingreso, entre otros. El sistema es desarrollado y administrado por el INEGI.

Térmico	Soldadura	Tratamiento térmico
Tratamiento Superficial		Tratamiento Superficial
Sistema de transmisión	Sistema de tracción	Sistema de enfriamiento
Maquinado	Maquinado	Maquinado
Forja	Forja	Troquelado
Troquelado	Troquelado	Laminado
Inyección a presión	Soldadura	Soldadura
Sinterización	Inyección a presión	Ensamble mecánico
Ensamble mecánico	Ensamble mecánico	Tratamiento térmico
Tratamiento Térmico	Tratamiento térmico	Tratamiento Superficial
	Tratamiento Superficial	Plásticos
Sistema de dirección	Sistema de seguridad	Comp. eléctricos/electrónicos
Inyección a presión	Maquinado	Maquinado
Ensamble mecánico	Troquelado	Troquelado
Tratamiento superficial	Ensamble mecánico	Soldadura
	Tratamiento Térmico	Ensamble mecánico
		Plásticos
Sistema de escape	Ruedas y neumáticos	Alimentación de combustible
Maquinado	Maquinado	Maquinado
Troquelado	Troquelado	Extrusión
Soldadura	Laminado	Laminado
Inyección a presión	Tratamiento Superficial	Soldadura
Ensamble mecánico	Tratamiento Térmico	Tratamiento superficial
Tratamiento Térmico		Plásticos
Tratamiento superficial		Troquelado
		Estampado

Fuente: CambioTec, 2014

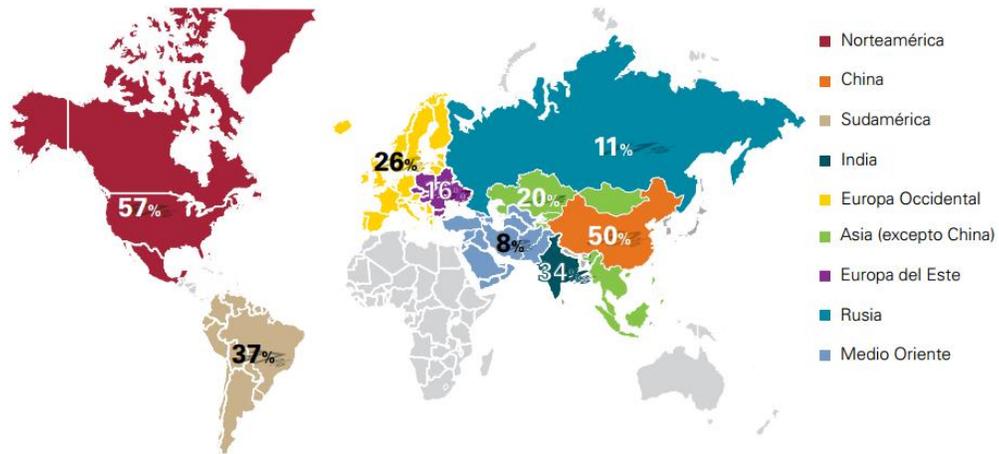
Desde 2009, China se ha posicionado como el mayor productor de vehículos en el mundo, fabricando más del doble de automóviles que Ucrania o Japón que corresponden al segundo y tercer lugar entre los países de mayor producción de autos (OICA, 2014).

Ilustración 2 Histórico de producción de los principales países fabricantes de vehículos en el mundo



Fuente: desarrollado a partir de datos de (OICA, 2014)

Ilustración 3. Áreas geográficas de mayor crecimiento industrial automotriz en los últimos cinco años.

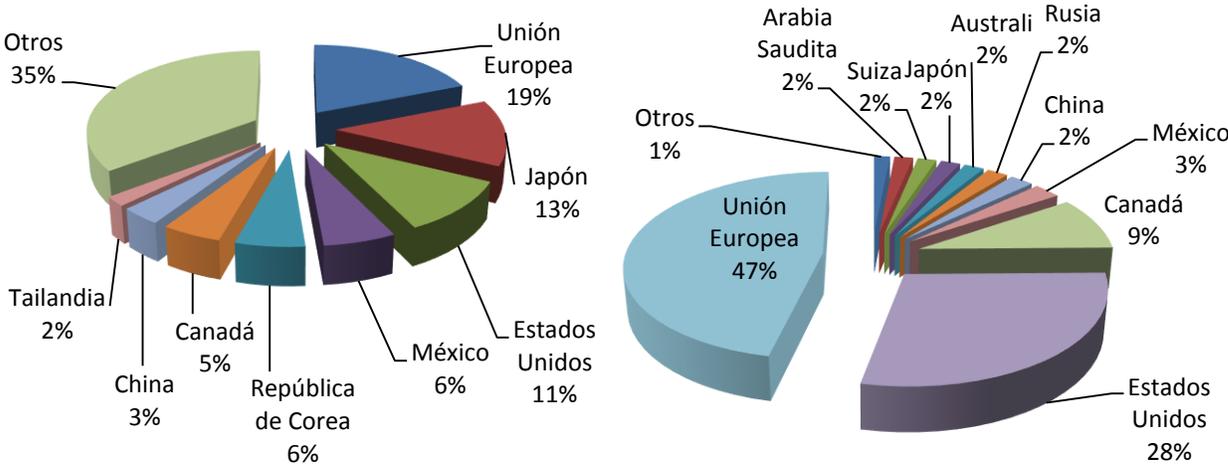


Fuente: (KPMG LLP, 2011)

Si bien China se ha posicionado como potencia en el sector automotriz y de autopartes, debido a la gran demanda de su mercado interno la mayoría de su producción se queda en el país; a diferencia de ellos, la Unión Europea en su conjunto es el mayor exportador del

sector automotriz (19% del total de exportaciones en 2012), seguido por Japón (13%) y Estados Unidos (11%). Para diciembre de 2012, México reportó 5,826.4 millones de dólares en productos exportados del sector, éste valor ha aumentado con una tasa promedio de crecimiento anual de 29% en los últimos tres años (WTO, 2014). En 2012, las exportaciones mexicanas de productos del sector automotriz representaron el 6% de las exportaciones mundiales (es el cuarto mayor exportador mundial), mientras que las importaciones al territorio nacional representaron 2.6% de las importaciones mundiales(WTO, 2014).

Ilustración 4. Posición de exportaciones (izquierda) e importaciones (derecha) a nivel mundial en el sector automotriz y de autopartes.



Fuente: CambioTec, 2014 a partir de (WTO, 2014).

La articulación de esta industria comprende “hacia delante” una red manufactura extensa compuesta por cientos de proveedores de primer, segundo y tercer nivel, redes de distribución y venta de vehículos que emplean a miles de trabajadores, así como una extensa red de talleres de mantenimiento de autos, al igual que un subsector de investigación y desarrollo tecnológico. “Hacia atrás” la industria se integra por una extensa red de industrias de bienes de consumo intermedios, como las industrias de la siderúrgica, metalurgia, hule, vidrio, construcción, comunicaciones y energética. De manera resumida,

la industria automotriz se encuentra organizada en tres niveles de proveeduría (PROMÉXICO, 2013):

- Empresas armadoras o terminales
- Tier 1: Proveedores directos de las empresas armadoras a quienes les abastecen de sistemas y módulos pre-armados. Entre los componentes que desarrollan se encuentran partes del motor, sistemas de dirección y suspensión, sistemas de aire acondicionado, componentes electrónicos, entre otros.
- Tier 2: Abarca a las empresas proveedoras de los Tier 1. Estas manufacturan equipos y productos que son utilizados en los componentes de especialidad. Entre los productos se encuentran: partes forjadas, partes estampadas, partes de inyección de aluminio, partes fundidas, partes plásticas, partes maquinadas, entre otras.
- Tier 3: Son empresas proveedoras de insumos de los Tier 2, que cumplen los requerimientos de calidad necesarios que demanda la industria automotriz.

Las empresas armadoras mantienen relaciones comerciales solamente con los proveedores de “primer nivel”, dejando en manos de estos proveedores la organización de la cadena de proveeduría, el diseño y ensamble de los subsistemas. Los contratos de compra suelen ser de largo plazo en los que se establecen los compromisos por aumentar eficiencias, reducir costos y precios, y las penalidades específicas por falta de cumplimiento (sobre todo con proveedores de módulos y los de justo a tiempo). Esta contratación, de cinco a seis años de duración, les permite a los proveedores amortizar la inversión que hacen en el desarrollo de la pieza.

No obstante, esta cooperación en la relación proveedor-empresa, no se repite en el caso de las empresas Tier 2 y Tier 3, las actividades de cooperación y apoyo más importantes que reciben los proveedores del segundo nivel de los del primer anillo son la información sobre cambios tecnológicos, actividades de control de calidad y el desarrollo de productos.

El sector automotriz a nivel mundial se ha caracterizado por un constante proceso de reestructuración, sobre todo durante las últimas décadas con lo que se ha convertido en una de las industrias más dinámicas de la era moderna. La reestructuración del sector automotriz mundial camina en tres líneas: innovación tecnológica, localización de sus procesos productivos en el mundo y la reconfiguración del mercado. Con respecto a la relocalización geográfica del armado de vehículos, ésta responde a la necesidad de disminuir costos de producción y de acercar sus productos al mercado de consumo; en este sentido se busca relocalización de actividades de producción principalmente manufactureras a diferentes países para aprovechar ventajas en los costos de mano de obra, materias primas y recursos naturales, así como por la cercanía con los mercados de interés. Con nuevas inversiones, las firmas tratan de repetir la estructura de la cadena de suministro, representando este hecho una enorme oportunidad para países como México (Suárez, 2010).

2.2. Distribución del área de especialización en México

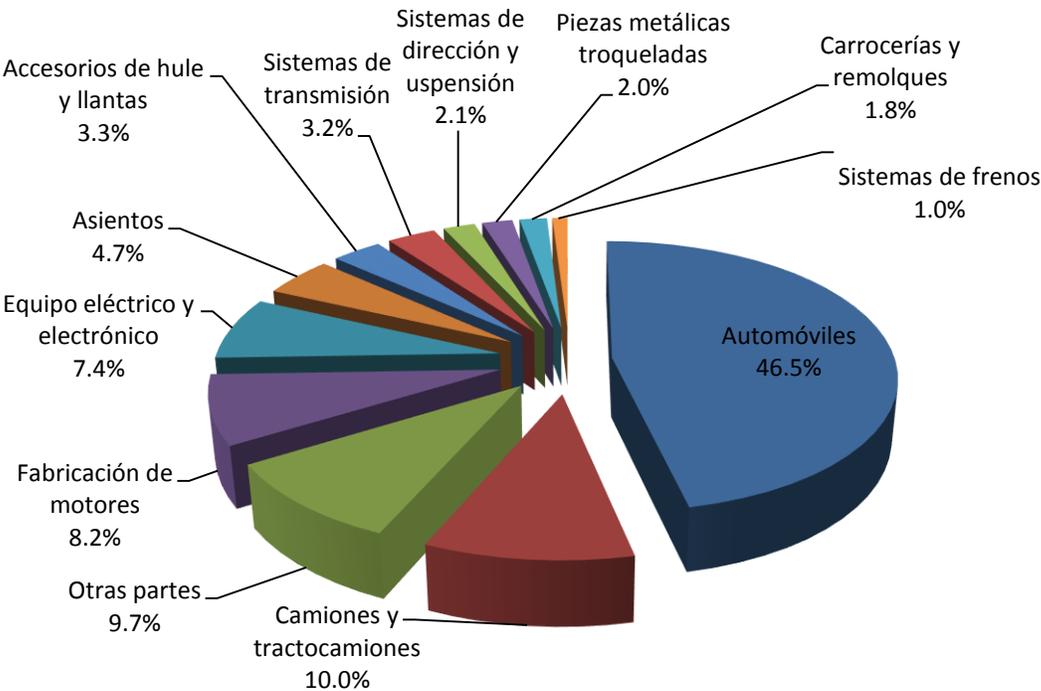
En México, el sector automotriz es un pilar estratégico de la economía en virtud de los diferentes beneficios como la generación de empleos a gran escala, la recaudación fiscal derivado de las operaciones comerciales de la industria, la capacitación de personal, el desarrollo de proveedores locales, y la modernización tecnológica relacionada (Miranda, 2007).

En materia de exportaciones, el sector automotriz es la industria más importante y de mayor relevancia para México, superando incluso al sector petrolero. En 2011, la industria automotriz exportó el 22.5% del valor de las exportaciones totales. En el mismo año, y de acuerdo al ranking de 40 países generado por la Organización Internacional de Productores de Vehículos Automotores (OICA, por sus siglas en francés), México se ubicó en el octavo lugar entre los principales productores a nivel mundial en el 2011. Al primer trimestre del

2012, México se ubicó en la posición número 4 como exportador de vehículos automotores en el mundo.

En 2013 la producción de autos en México batió por cuarto año consecutivo su propio récord de manufactura, pasando a ser la industria generadora de divisas más importante aportando 23.5% de las exportaciones totales y representando el 31% del total manufacturero, valor por encima de las del petróleo, turismo y remesas internacionales (Valdenebro, 2014). La industria de automóviles terminados creció 5.2%, mientras que el subsector de autopartes lo hizo en 9.6% (SE, 2012), (Valdenebro, 2014). De acuerdo con el estudio La industria Automotriz en México 2013 del INEGI, del total de la producción de materias primas y auxiliares en el sector automotriz y de autopartes, el 47% del valor corresponde a la fabricación de automóviles, 9.7% a la fabricación de camiones y 8.2% la fabricación de motores.

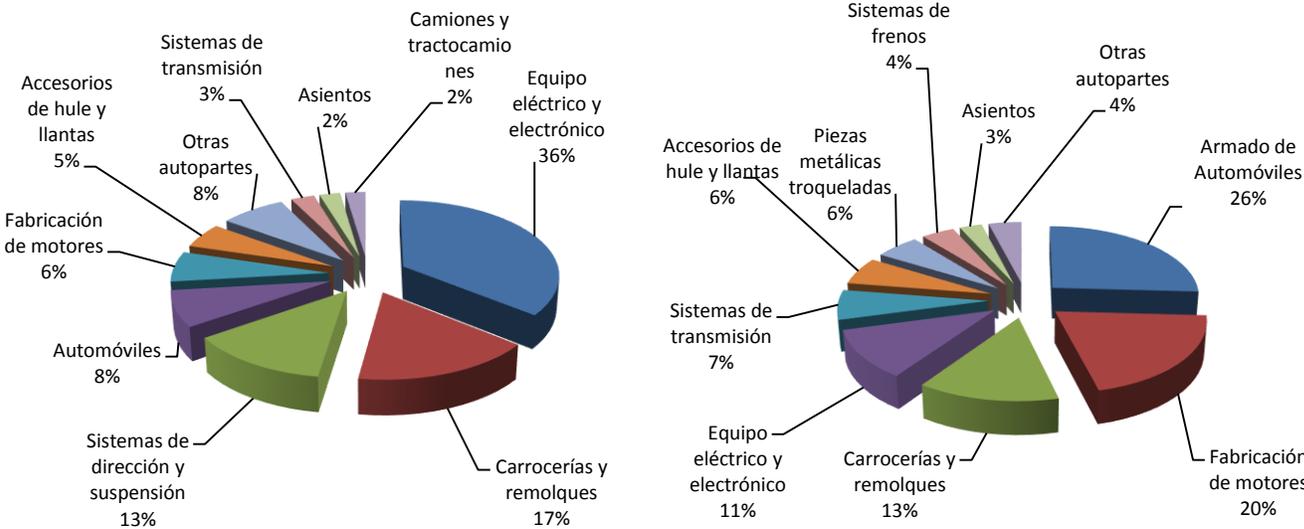
Ilustración 5 Valor de la producción de materias primas y auxiliares en la industria automotriz por rama y clase de actividad.



Fuente (INEGI, 2013)

En cuanto al personal ocupado por rama y clase de actividad en el sector automotriz y de autopartes, del total de empleos directos que ofrece el sector, las empresas que fabrican equipo eléctrico y electrónico para vehículos automotrices son quienes ofrecen la mayor número de empleo con el 36%, seguidos por las empresas fabricantes de carrocerías y remolques 17%. Finalmente, en cuanto a inversión total de la industria automotriz por rama y clase de actividad, son las armadoras de automóviles y las fabricantes de motores las de mayor inversión.

Ilustración 6 Izquierda: porcentaje del Personal ocupado en la industria automotriz por rama y clase de actividad. Derecha: porcentaje de Inversión total de la industria automotriz por rama y clase de actividad



Fuente: (INEGI, 2013)

El sector automotriz y de autopartes en México, ha sido impulsado por la presencia productiva de las principales 10 empresas armadoras de vehículos (ligeros y pesados) en el mundo, tales como: General Motors, Ford, Chrysler-Fiat, Volkswagen, Nissan Honda, BMW, Toyota, Volvo y Mercedes-Benz. En el área de vehículos comerciales, México cuenta con la presencia productiva de compañías como: Daimler, Kenworth, Hino, Isuzu, Mercedes-Benz, Volvo, Man, entre otros. (PROMEXICO, 2013).

Ilustración 7. Localización de las plantas de vehículos ligeros.



Fuente: (PROMEXICO, 2013)

Ilustración 8. Localización de las plantas de vehículos pesados



Fuente: (PROMEXICO, 2013)

La industria terminal mexicana la integran las 16 armadoras que fabrican o realizan el ensamble final de los vehículos ligeros, nueve productoras de vehículos pesados o comerciales y dos fabricantes de motores diésel. En vehículos ligeros las empresas han creado 14 complejos industriales distribuidos en 12 estados, en los que se realizan actividades de estampado, fundición y ensamble de autos y motores. La distribución de productos y armadoras de vehículos ligeros fabricados en México, se presenta en la Tabla 2.

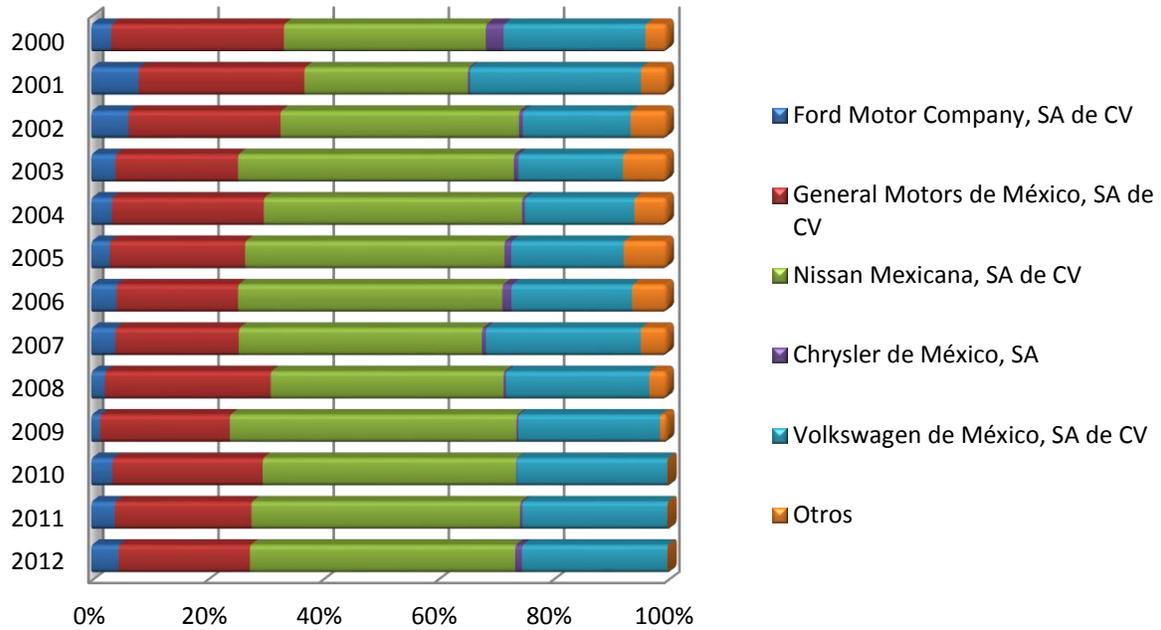
Tabla 2. Distribución de armadoras y productos fabricados en México.

Empresa	Estado	Ciudad	Producto
Chrysler	Coahuila	Saltillo	Motores
			Camiones Ram
			Promaster
	México	Toluca	Journey y Fiat 500
Ford Motor	México	Cuautitlán	Ford Fiesta
	Sonora	Hermosillo	Ford Fusion y Lincoln MKZ, así como sus versiones híbridas.
	Chihuahua	Chihuahua	Motores y fundición
General Motors	Coahuila	Ramos Arizpe	Chevrolet Sonic, Chevrolet Captiva Sport y Cadillac SRX
			Motores y transmisiones
	Guanajuato	Silao	Chevrolet Cheyenne, Chevrolet Silverado y GMC Sierra, en versiones cabina regular y crew cab
			Motores y transmisiones
	México	Toluca	Motores
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Chevrolet Aveo y Chevrolet Trax	
		Transmisiones	
Mazda	Guanajuato	Salamanca	Mazda 3
Honda	Jalisco	El Salto	CR- V
	Guanajuato	Celaya	Fit
Nissan	Morelos	Civac	Camiones pick up, Frontier L4, Tsuru, Tiida, Tiida HB, NV200, New YorkTAXI, Versa.
	Aguascalientes	Aguasc. 1	March, Versa, Sentra, Note
			Motores 4 cilindros
	Aguascalientes	Aguasc. 2	Sentra
Toyota	Baja C. Norte	Tecate	Tacoma
Volkswagen	Puebla	Puebla	Beetle, Clasico, Clasico TDI, Nuevo Jetta y Golf.
	Guanajuato	Guanajuato Puerto Interior	Motores de alta tecnología

Fuente: (AMIA, 2014)

De acuerdo con datos del INEGI, de 2000 a 2012, la estructura del volumen de la producción de automóviles por empresa se compone de acuerdo con la siguiente ilustración.

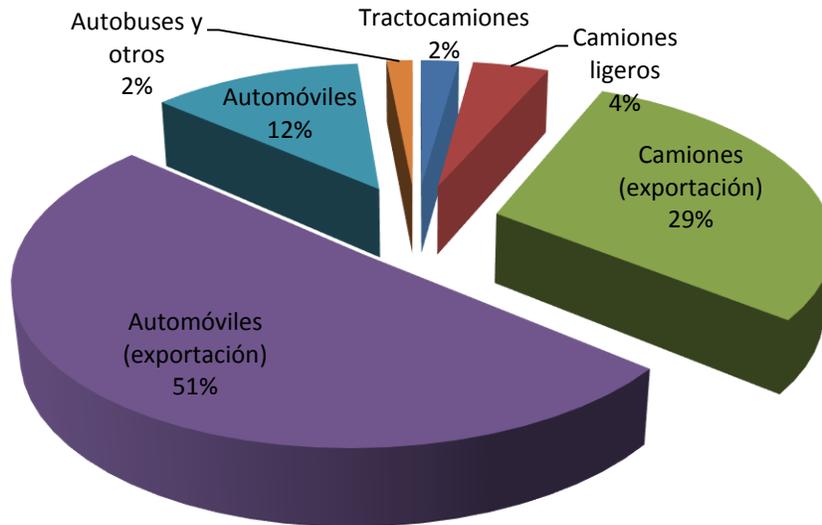
Ilustración 9 Volumen de la producción de automóviles por empresa entre de 2000 y 2012



Fuente: INEGI, 2013

El volumen de la producción automotriz por mercado y tipo de vehículo Serie anual de 2005 a 2010 se distribuye de acuerdo a la siguiente ilustración.

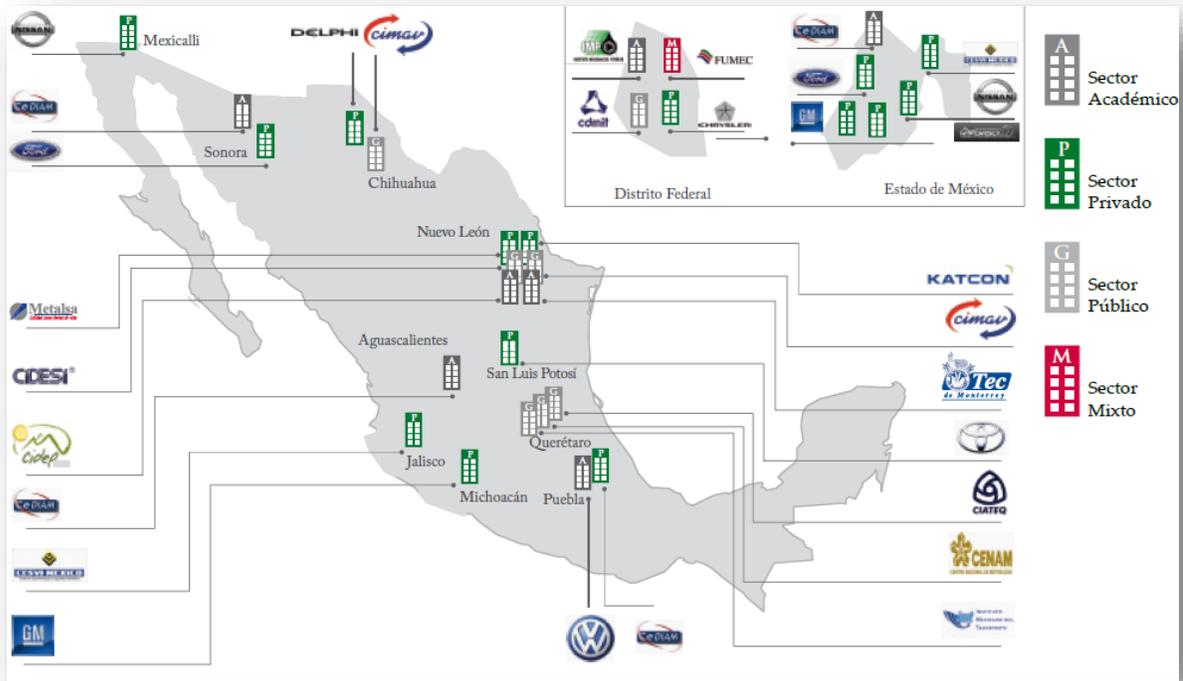
Ilustración 10 Volumen de la producción automotriz por mercado y tipo de vehículo Serie anual de 2005 a 2010



Fuente: INEGI, 2013

En cuanto al campo de desarrollo tecnológico, el establecimiento de centros de ingeniería y diseño automotriz en el país se localizan en las zonas centro, bajío y norte de México; zonas geográficas coincidentes con los clústeres automotrices. De acuerdo con el reporte del Inventario de Capacidades Nacionales para el Desarrollo Tecnológico Automotriz 2014 de la consultora *ATKearney*, en su conjunto, los centros de diseño cubren todos los sistemas automotrices, tanto en la industria como en la academia, es decir: chasis, electrónica, interiores, exteriores, materiales, carrocería y tren motriz (*ATKearney*, 2014).

Ilustración 11. Localización de centros de diseño y pistas de pruebas en México



Fuente: (PROMEXICO, 2013)

A nivel mundial, las armadoras han adoptado estrategias globales en sus actividades de manufactura basándose en los principios de producción flexible y esbelta, a través de alianzas, fusiones y adquisiciones para obtener rápidamente capacidades y acceso a nuevos mercados; incursionando en actividades financieras que les permiten mayores rangos de utilidad y transfiriendo muchas de sus actividades de manufactura a niveles más bajos de la cadena productiva mediante la subcontratación.

En este escenario, existe una tendencia a que las armadoras se involucren cada vez más en atender los servicios relacionados con la post-venta y el financiamiento del automóvil y estén delegando a sus proveedores la responsabilidad de la manufactura y del ensamblado del mismo. Además, la administración de la cadena productiva se ha vuelto una “capacidad” fundamental, debido a esto se ha tratado de replicar las estructuras de las

cadena de proveedores de los países en donde se encuentra ubicado el corporativo, el cual solicita a éstos a que se establezcan en regiones cercanas a las nuevas plantas.

De acuerdo con la opinión de algunos directivos de las principales armadoras de automóviles en México, la industria mundial estaría envuelta en las siguientes dinámicas²:

- Continuará el desplazamiento de armadoras y proveedores de países desarrollados (USA, Alemania, UK, etc.) hacia países de bajo costo como China, India, México, Brasil, Rusia y Europa Oriental.
- Tenderá a disminuir el número de corporativos automotrices internacionales (OEMs)³ conservando el know-how, el diseño y la propiedad en los países de origen.
- Por medio de fusiones, adquisiciones y reubicaciones, el número de Tier 1⁴ y 2⁵ se reducirá de 800 a 35, y de 10,000 a 800 en 3 a 5 años, presionados por los OEM's para reducir costos. Los proveedores se convertirán en "proveedores con responsabilidad" para ensamblar componentes o sistemas completos, reduciendo los costos.
- Tendencias para volúmenes pequeños por cada modelo y cambios constantes de modelos nuevos cada año.
- Incremento en el número de fabricantes domésticos de autopartes de bajo margen de utilidad, complicando el papel de proveedores globales con mayores costos corporativos.
- Capacidad de manufactura en exceso que provocará mayor competencia en el mercado⁶.

² Consejeros de CeDIAM. 2007 Guide for Automotive Market, Automotive News, JD Power Associates, Pricewaterhouse Coopers Automotive

³ Original Equipment Manufacturer

⁴ Proveedores de la Industria Automotriz Terminal (OEMs) o proveedores de primer nivel.

⁵ Proveedores de los proveedores de la Industria Automotriz Terminal (OEMs).

⁶ Este fenómeno se empezó a identificar antes de la crisis financiera de 2008 el cual tuvo implicaciones económicas importantes para las grandes empresas armadoras al tener activos tecnológicos subutilizados. Este escenario se agudizó durante la crisis, principalmente en el los países de origen de las grandes armadoras.

Actualmente, la internacionalización de los mercados, con pocos proveedores y centros únicos de manufactura especializados comercializando en el mercado internacional, define la tendencia mundial de la industria automotriz. Las principales características de esta industria son las siguientes:

- a) Evolución hacia un alto grado de automatización de los sistemas de producción flexible, lo que hace necesaria la mano de obra calificada.
- b) Proveedores de autopartes con una actitud más proactiva en el diseño, ingeniería e innovación, es decir, existe una tendencia a una mayor cooperación con las armadoras.
- c) Instalación de fabricantes de autopartes en lugares cercanos a los centros de ensamble, creando parques industriales automotrices y fortaleciendo el vínculo proveedor-manufacturero.
- d) Subcontratación de actividades, *outsourcing*, por parte de la armadora, concentrándose en el ensamblado y comercialización de vehículos.
- e) Eliminación de barreras intrarregionales de los bloques comerciales de Norteamérica, Europa y Asia-Pacífico.
- f) Participación creciente de los gobiernos en la industria automotriz, apoyando los programas de reconversión industrial por la importancia que representa esa industria para la economía

Con la firma del TLC en 1994, en México se propiciaron cambios en la localización de las plantas automotrices hacia los estados de la frontera norte, con objeto de integrar la producción con las empresas localizadas en Estados Unidos y abastecer al mercado externo. Las plantas terminales y de autopartes se adaptaron al nuevo sistema de producción flexible integrándose al mercado global.

En la frontera norte se localizaba la industria maquiladora de autopartes la cual se adaptó a los cambios en el mercado mundial. Algunas empresas de autopartes que se localizaban en la Ciudad de México y Querétaro se trasladaron hacia la frontera norte y debido a los

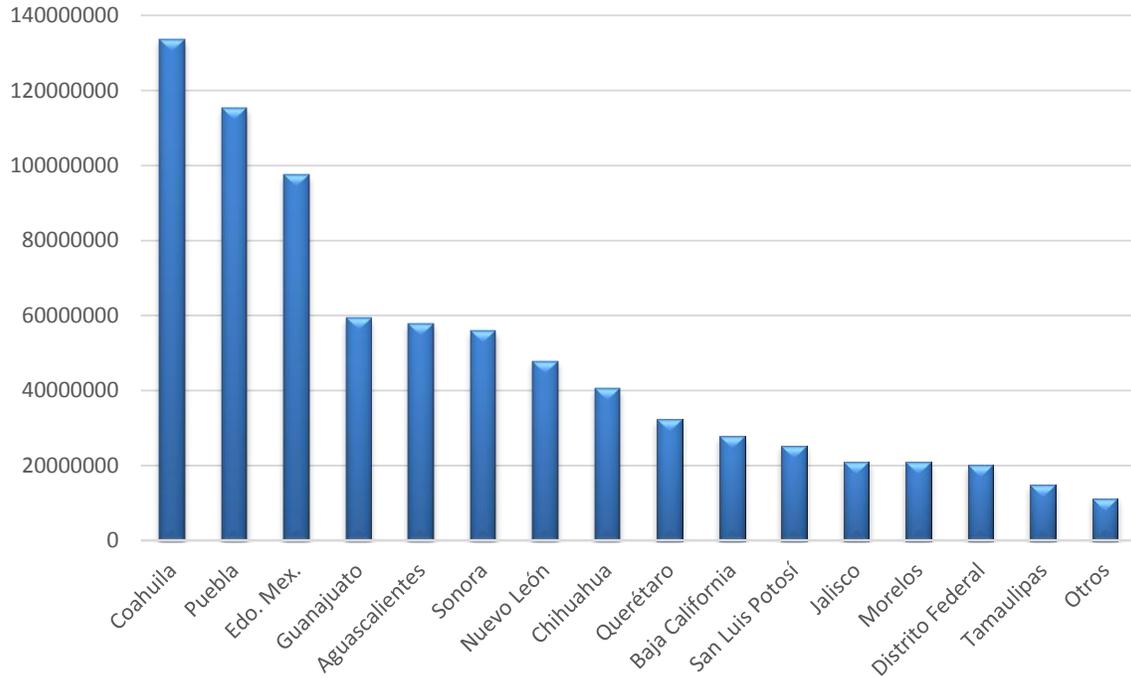
cambios en la legislación referente a la ubicación de las industrias maquiladoras, algunas maquiladoras empezaron a instalarse en otros estados de la República como Tlaxcala y Chiapas, buscando reducir los costos de producción. Por otra parte, algunas empresas terminales como la General Motors se trasladaron de la ciudad de México a otros estados como es el caso de Silao, Guanajuato y también se establecieron nuevas plantas de automóviles, camiones y camionetas en los estados de la frontera norte, especialmente en Coahuila y Nuevo León donde se siguió la estrategia de conformar conglomerados o clústers de empresas en la rama automotriz y de autopartes.

Las ventajas que presentan los estados fronterizos radican en que se reducen los costos de producción, porque se dispone de mano de obra abundante y barata, con poca experiencia sindical. Además de que existen ventajas de localización por su ubicación geográfica como son: la menor distancia a los Estados Unidos, el menor tiempo y costo de traslado de los productos terminados y otras ventajas que proporcionan los gobiernos estatales y municipales, como son la exención de impuestos, la capacitación de la mano de obra, la reducción del tiempo para realizar trámites burocráticos, entre otros (Villarreal, 2008).

2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización

En 1986 en la ciudad de Hermosillo, Sonora se instaló la planta de estampado y ensamble propiedad de Ford Motor Company (FMC), como respuesta a la estrategia de crecimiento de la transnacional y a la política de fomento del sector automotriz del Gobierno Mexicano. Desde entonces el sector en el estado se ha desarrollado. De acuerdo con el informe 2013 de la Industria Automotriz en México emitido por el INEGI, Sonora es la sexta entidad con mayor producción bruta total en el sector (7.1% del total nacional), es el octavo estado con mayor personal ocupado en el sector (6.1 % del total nacional) y es el décimo estado con mayor activo fijo automotriz instalado (2.5% del total nacional).

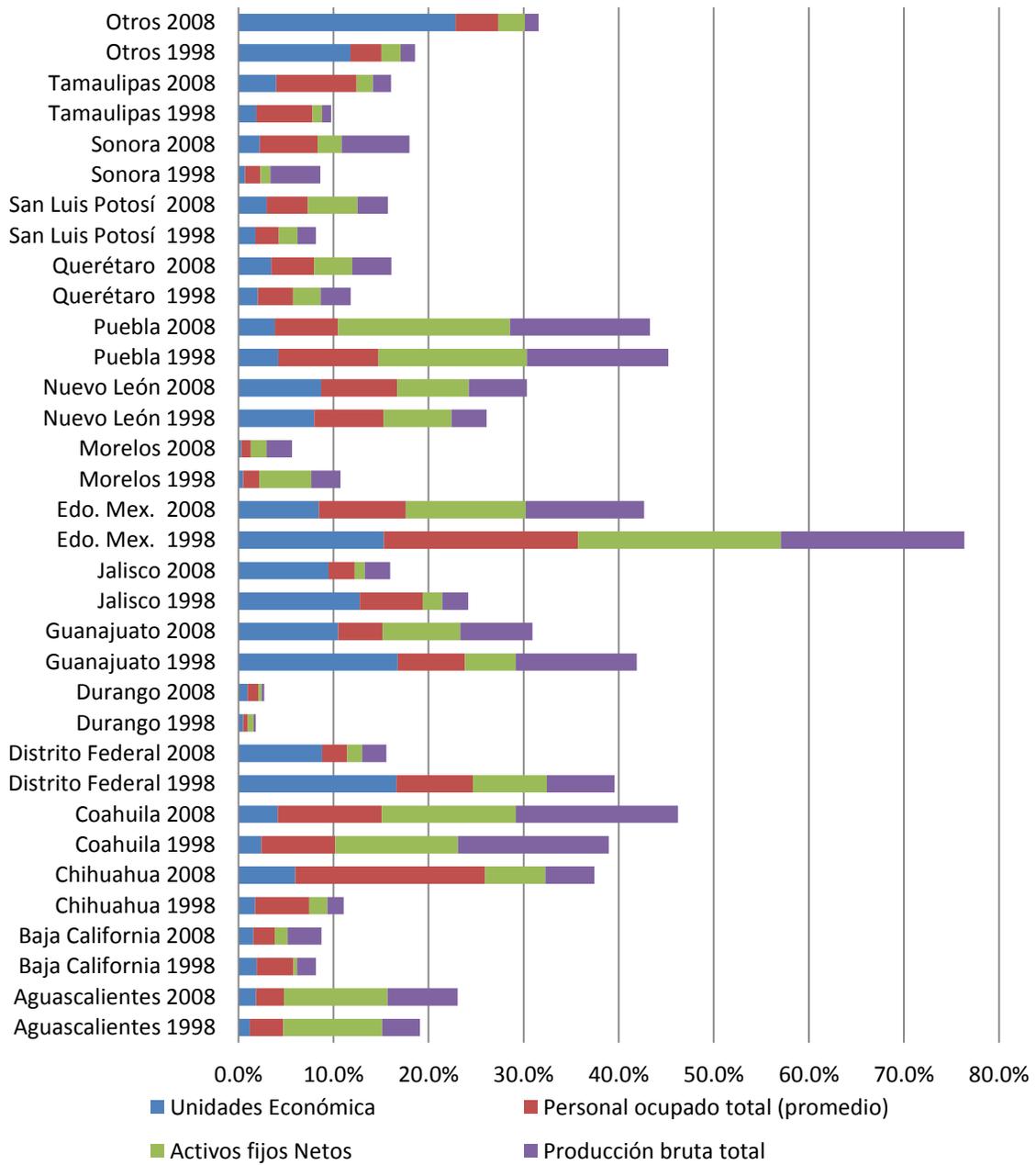
Ilustración 12. Producción bruta total promedio en miles de pesos.



Fuente: (INEGI, 2013)

Haciendo un breve análisis del desarrollo de variables económicas del sector automotriz de Sonora en comparación con el desempeño de dichas variables del sector en otras entidades de la república, se identifica que la mayor fortaleza del estado ha sido el incremento del personal ocupado total en el sector (que incrementó de 3,748 a 33,665 en sólo 10 años) así como la Producción Bruta total del sector (que pasó de 14 mil millones a 55 mil millones en 10 años); no obstante, es importante resaltar que a pesar de éste desarrollo, Sonora se encuentra distante de Coahuila, Puebla o el Estado de México, entidades que lideran el sector a nivel nacional como se puede apreciar en la Ilustración 13.

Ilustración 13. Comparativo de la evolución de las principales variables económicas del Sector Automotriz entre 1998 y 2008.



Fuente: (INEGI, 2013)

En Sonora actualmente se producen vehículos *Ford Fusión* y *Lincoln MKZ*⁷, así como las versiones híbridas de ambos modelos. La producción actual es de alrededor de 300,000 vehículos al año (COPRESON, 2012). Dentro del estado el sector se conforma por aproximadamente 88 empresas, las cuales aportan al mercado laboral poco más de 33 mil empleos directos y generan más de 14 mil millones de pesos. La industria automotriz se concentra preponderantemente en los municipios de Hermosillo, Ciudad Obregón, Nogales y Guaymas.

En el Estado se ubican empresas proveedoras de primer y segundo nivel, tales como: *Collins and Aikman*, *Faurecia*, *Martinrea*, *Flex and Gate*, *Hella Bher Plastic Omnium (HBPO)*, *Delphi – Carlisle*, *Magna*, *Decoma*, *Seglo*, *TWB*, *Benteler*, *Lear*, *Thyssenkrupp Budd*, *Metokote* entre otras; en su mayoría empresas transnacionales y que forman parte de la cadena de suministro de *Ford*.

Tabla 3. Algunas de las principales empresas del sector automotriz en Sonora y su localización por municipio.

Empresa	Ubicación	Empresa	Ubicación
TAKATA	Agua Prieta, Sonora	SUMITOMO	Hermosillo, Sonora
IGB	Agua Prieta, Sonora	GLOBAL INSIGHT	Hermosillo, Sonora
HFI	Cd. Obregon, Sonora	METOKOTE CORPORATION	Hermosillo, Sonora
C&M CORPORATION	Empalme, Sonora	HBPO	Hermosillo, Sonora
COOPER STANDARD	Empalme, Sonora	FLEX N GATE	Hermosillo, Sonora
JYCO SEALING TECHNOLOGIES	Guaymas, Sonora	FAURECIA	Hermosillo, Sonora
ST. CLAIR TECHNOLOGIES	Guaymas, Sonora	GEAR INDUSTRIAL SERVICE	Hermosillo, Sonora
FORD	Hermosillo, Sonora	GRUPO ANTOLIN	Hermosillo, Sonora
MAGNA ASSEMBLY SYSTEMS DE MEXICO, SA DE CV	Hermosillo, Sonora	BENTELER	Hermosillo, Sonora
MARTINREA AUTOMOTIVE STRUCTURES	Hermosillo, Sonora	IAC INTERNATIONAL AUTOMOTIVE COMPONENTS	Hermosillo, Sonora

⁷ Derivado de la crisis industrial automotriz de 2008-2009, surgió el reto de las OEM de disminuir las ineficiencias ocasionadas por la menor producción de unidades plataforma, por lo cual iniciaron con el proceso de reproducción del número de plataformas alcanzando mayor diversidad de modelos por cada una de ellas. En este caso en Ford con su plataforma CD4, que es la columna vertebral de su línea global, el modelo *Fusion* es el primero que comparte chasis basado en Mondeo, seguido por Taurus, el nuevo concepto de Lincoln MKZ y otros modelos.

LEAR CORPORATIONS	Hermosillo, Sonora	EDS MANUFACTURING, INC.	Nogales, Sonora
DELPHI	Hermosillo, Sonora	ITT INDUSTRIES	Nogales, Sonora
LEONI WIRING SYSTEMS MEXICANA, SA DE CV	Hermosillo, Sonora	CONTINENTAL	Nogales, Sonora

Fuente: CambioTec, 2014

Ilustración 14. Empresas representantes del Sector Automotriz en Sonora.



Fuente: INEGI, 2013

En este contexto, resalta la importancia de *Ford* en Hermosillo que integra 19 empresas Tier 1 instaladas en el **Parque Industrial Dynatech** para abastecer a la armadora de los componentes requeridos para la producción de los distintos modelos en donde alrededor del 72% de los componentes es de origen nacional, de los cuales 60% son de origen local. Recientemente diferentes sectores industriales buscan integrarse a la cadena productiva de *Ford*, sin embargo, esta es una actividad nueva, ya que históricamente el sector empresarial del estado no se había interesado en integrarse a la cadena de valor automotriz, situación que puede explicarse en la falta de articulación entre ellas, más que en su tamaño (Ruiz, 2007) (CIIAAS, 2008).

2.4. Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial

En el corto plazo, el común denominador de los nuevos desarrollos tecnológicos es buscar altos niveles de productividad para ofrecer una industria competitiva en el mercado mundial, sin embargo, en el mediano y largo plazo, se aprecia una tendencia al desarrollo de servicios altamente especializados en conjunto con tecnologías que se enfocan al llamado “Concepto Cero” con cero emisiones, cero accidentes, cero muertes, cero defectos y cero violaciones de la seguridad. En el mediano plazo las empresas evolucionarán a un enfoque en el desarrollo de productos hacia las tecnologías que generen "innovación al concepto Cero” (OPTI, 2005), (Frost & Sullivan, 2012), (Frost & Sullivan, 2012).. A partir de esta tendencia general, las líneas tecnológicas que se aprecian son las siguientes:

2.4.1 Eficiencia de fabricación y explotación

Actualmente, se está dando prioridad a la innovación relacionada con tecnologías que buscan mejorar la competitividad y productividad en la industria para no perder participación en mercados globales. Los objetivos son la reducción en tiempos de desarrollo, flexibilidad, disminución de consumo de energía e intensidad de capital humano, actividades que repercuten en la reducción de costos y maximización de tiempo. Tecnologías con este enfoque son por ejemplo:

- Desarrollo de productos con materiales no metálicos (principalmente nuevos polímeros con nano partículas) para obtener altas prestaciones y bajo coste.
- Nuevas tecnologías de unión de componentes como adhesivos estructurales.
- Tecnologías avanzadas de fabricación en materiales compuestos.

- Estructuras y materiales inteligentes para un conformado que requiera menor consumo energético.
- Nuevos materiales más eficientes y tolerantes al daño (corrosión-desgaste-fricción, tecnologías de protección).
- Conformado superplástico.
- Modelización, simulación de productos y procesos.
- Tecnologías de nuevos materiales y operaciones de diseño.
- Métodos de predicción y ensayo de estructuras primarias.
- Nuevas formas de maquinado y procesos de fabricación (normalización de componentes).
- Uniones compuesto-metal.

En particular, las fundiciones, forja y aceros son factores sensibles debido a su importancia en la estructura de costos de los vehículos, así como la relativa brecha que existe en México en cuanto a la disponibilidad de éstos insumos respecto a los competidores (SE, 2007).

2.4.2 Desarrollo de soluciones innovadoras

Tecnologías que buscan aumentar el atractivo de la oferta a partir de productos innovadores que otorguen beneficios significativos a los usuarios del sector o del producto terminal.

- Tecnologías de e-movilidad.
- Sistemas interiores con alto valor agregado, versátiles e innovadores usando por ejemplo sistemas de pantalla de estado sólido, audio y entretenimiento, asientos electrónicos y con calefacción.
- Uso de nuevos materiales en interiores y nuevas dinámicas de diseño.

2.4.3 Seguridad

Gran número de tecnologías en desarrollo se enfocan a desarrollar medidas para reducir significativamente el número de accidentes y evitar los daños a usuarios de automóviles involucrados en accidentes, varias de las tecnologías refuerzan la seguridad con sistema que garanticen la integridad de los ocupantes ante choques frontales y laterales. Algunas de las tecnologías identificadas son:

- Nuevos diseños y materiales con capacidad de absorción de energía en percances automovilísticos
- Altas prestaciones y aligeramiento de vehículos.
- Protección y baja agresividad para ocupantes y peatones.
- Resistencia al fuego, baja toxicidad de humos.
- Materiales inteligentes.
- Sensores electrónicos avanzados para prevención de colisiones de baja velocidad para una mayor seguridad y protección de peatones.
- Materiales con elevada tolerancia al daño.

En cuanto al chasis, la tendencia por alcanzar un mejor desempeño y estabilidad del auto potenciará tecnologías de suspensión electrónica asistida (*semi and full-active*).

2.4.4 Sostenibilidad (CO₂)

Se busca dar respuesta a problemas derivados de la emisión de contaminantes en motores de combustión interna (principalmente CO₂, CO, NO_x, compuestos orgánicos volátiles y partículas metálicas), se buscan alternativas de independencia de combustibles fósiles (tecnologías a partir de fuentes de energías renovables) y el reciclado de los vehículos.

- Tecnologías de propulsión avanzada:
 - Aligeramiento: sustituir el acero por aleaciones de aluminio (vehículos más ligeros que contribuyan a incrementar la eficiencia del gasto de combustibles).
 - Altas temperaturas en motores, y reactores.
 - Baja fricción y desgaste.
 - Reducción de pérdidas: térmicas (aislamiento, intercambiadores eficientes – turbocompresor–) y mecánicas (recuperación y almacenamiento de energía).
 - Reducción de emisiones gaseosas y acústicas.
 - Debido a un aumento en la rigidez de la regulación ambiental, aumentará la demanda de sistemas de control de emisiones con nuevas tecnologías de convertidores catalíticos y trampas de partículas.
 - Instalación de sensores “inteligentes” que proporcionen un ahorro energético y de eficiencia.

- Tecnologías de propulsión alternativa:
 - Baterías avanzadas y otros sistemas de almacenamiento de energía.
 - Células de combustible: membranas, catalizadores y conductores iónicos.
 - Almacenamiento, distribución y uso de H₂
 - Sistemas de bajo peso y bajo costo.

- Tecnologías para análisis de ciclo de vida:
 - Reciclado, reutilización, revalorización.
 - Materiales biodegradables.
 - Tecnologías de diagnóstico de vida residual.

2.4.5 Tendencias tecnológicas por sistemas

Algunas de las expectativas del sector y/o soluciones innovadoras futuras organizadas por tipo de sistema automotriz son las siguientes:

SISTEMA: TREN MOTRIZ

Eficiencia de fabricación y explotación

- Desarrollo de materiales y lubricantes avanzados para la reducción de pérdidas por fricción.
- Implementación de la tecnología de transmisión variable continua (CVT, por su siglas en inglés) en vehículos de bajo torque debido a un menor consumo de combustible.
- Turbocompresor.

Sostenibilidad

- Tecnologías de vehículos cero emisiones (eléctricos, fuentes de hidrógeno).
- Vehículos eléctricos con celdas de combustibles de alta eficiencia en conversión de energía.
- Vehículos con combustión más eficientes con menos emisiones de contaminantes.
- Tecnologías de tratamiento de gases de escape.
- Sistema de arranque y parada total del motor para sitios con tráfico frecuentes.
- Desarrollo de catalizadores y filtros de partículas.

SISTEMA: CHASIS

Mayor eficiencia de fabricación y explotación

- Tecnologías avanzadas de automatización en procesos de fabricación.

Seguridad

- Nuevos materiales absorbentes de energía, ligeros y de bajo costo.

- Materiales de alta resistencia al impacto.

Sostenibilidad

- Desarrollo de materiales más ligeros (Al, Mg) y con propiedades físicas mejoradas respecto a materiales convencionales.

SISTEMA: CARROCERIA

Eficiencia de fabricación y explotación

- Desarrollo de nuevos sistemas de unión.
- Nuevos materiales más resistentes y tolerantes al daño.

Seguridad

- Balanceo de cargas en la carrocería con materiales más ligeros y de alta resistencia para mayor seguridad.
- Nuevas tecnologías de frenado.

Sostenibilidad

- El uso del aluminio y el plástico está aumentando en las carrocerías y se espera que esta tendencia se mantenga. Una de las causas de la disminución de acero en la carrocería, es que no es un material apto para formas muy complejas en comparación con el aluminio o el plástico. El acero se seguirá usando en los vehículos, pero existe la tendencia hacia los aceros de alta especialidad (materiales más económicos y livianos para carrocerías con el objetivo de reducir costos y aumentar la eficiencia del combustible).

SISTEMA INTERIORES

Soluciones innovadoras

- Sistemas interiores con un valor agregado alto (asientos electrónicos con calefacción y funciones de confort personalizadas).
- Ocupante *Sensing System*.
- Avanzada interfaz de voz HMI (*Human machine interface*).
- Implementación de materiales absorbentes de sonido para mejorar la acústica del automóvil.

Seguridad

- Materiales de resistencia a inflamabilidad, toxicidad y emisión de humos.

SISTEMA EXTERIORES

Soluciones innovadoras

- Tecnologías para la reducción de mantenimiento.

Seguridad

- Nuevos materiales de alto desempeño y resistentes a condiciones difíciles.
- Luces de alta intensidad.

SISTEMA ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

Eficiencia de fabricación y explotación

- Desarrollo de procesos de producción de autopartes con TIC y sistema de diseño flexible para disminuir tiempo de desarrollo.
- Intelligent vehicles (*3G/Wi-Fi connectivity*, Internet radio, V2V, V2X)
- Desarrollo de herramientas inteligentes de apoyo a la fabricación y producción

Soluciones innovadoras

- Desarrollo de sistemas amigables de comunicación e información con el conductor.
- Tecnologías de reconocimiento de voz.
- Sistemas de estacionado automático.

Seguridad

- Sistemas avanzados de protección y retención.
- Sistemas de control automático de velocidad.
- Actuadores y sensores para aplicaciones de seguridad.
- Tecnologías de análisis de riesgos, fiabilidad y soporte.
- Frenado híbrido.
- Nuevas estructuras de motor con accionamientos eléctricos como estrategia de reducción de peso.
- Sistema DAS (*Driver Alert Support*) controla parámetros como los movimientos del volante y de los pedales.
- Sistema LKS (*Lane Keeping Support*) supervisa la posición de auto en la carretera. El sistema avisa al conductor si el vehículo se desvía de su carril o al invadir un carril del sentido contrario.
- Sistema LCS (*Lane Changing Support*) vigila el ángulo muerto de la parte trasera del lado del acompañante que los retrovisores no cubren.
- Sistema ESP (*Electronic Stability Program*) favorece una acción de frenado segura y estable redistribuyendo la fuerza de frenado entre las ruedas según sea necesario.
- Programador ACC (*Adaptive Cruise Control*) es un sistema de control activo que facilita la perfecta integración del vehículo dentro del flujo de tráfico y el mantenimiento de una distancia segura con respecto al vehículo que circula delante.

- Frenos de disco EBS (*Electronically controlled Brake System*) ofrecen una sensación de frenado bien equilibrada y definida, combinada con una instalación de disco resistente al calor y un mantenimiento sencillo.

SISTEMA: PRUEBAS VEHICULARES (DISEÑO)

Eficiencia de fabricación y explotación

- Normalización de grandes componentes de vehículos.

Soluciones innovadoras

- Reducción de costos de mantenimiento.

Seguridad

- Diseño avanzado de arquitectura de vehículo y simulación atendiendo a criterios de seguridad del pasajero.
- Materiales de mejor resistencia al impacto.
- Sistemas de protección contra el latigazo cervical.
- Sistemas de frenado *by-wire*.

Sostenibilidad

- Diseño económico y reciclable.
- Herramientas avanzadas de diseño y cálculo para simular y optimizar la reducción de peso de estructuras, carrocerías, para autos más compactos y de menor peso.
- Sistemas de recuperación de energía.

NUEVOS MATERIALES: las características de los nuevos materiales automotrices estarán basadas en las siguientes premisas:

- **Seguridad:** Desarrollo de materiales que incrementen la seguridad del pasajero mediante una mayor absorción de energía en caso de impacto

- **Sustentabilidad:** Vehículos cada vez más eficientes, lo que significa desarrollar materiales que además de cumplir con los requerimientos, sean más livianos, entre ellos:
 - El uso de aluminio en el tren motriz y la carrocería para reducir peso.
 - El desarrollo de nuevos plásticos con capacidades de resistencia similares al acero que permitan la sustitución de piezas en interior y exterior.

Entendiendo esta necesidad y conociendo la infinita variedad de materiales que existen o que se pueden desarrollar, resulta evidente que existe, una valiosa oportunidad de contribuir al desarrollo del sector automotriz, a través del desarrollo de nuevos materiales siguiendo las tendencias observadas en los aspectos de: seguridad y sostenibilidad, así como en la eficacia de fabricación y explotación.

En el ámbito tecnológico se reconoce en primera instancia la necesidad de enfocar las acciones en dos ejes:

- Formación de recursos humanos especializados, ya que los ingenieros actuales por ejemplo, no cumplen con el perfil requerido a decir del sector. El personal actual está concentrado en manufactura (52%) y ensamble (21%) y solo el 6% en diseño.

- Desarrollo de capacidades tecnológicas para:
 - ✓ Diseño y desarrollo de nuevos materiales (metálicos, polímeros, cerámicos, compuestos, etc.). No existen centros de diseño de materiales y pocos laboratorios certificados.

- ✓ Diseño de nuevos procesos de manufactura orientados a la innovación, ya que el diseño actual está orientado a manufactura, no a innovación. (ATKEARNEY, 2011).

La firma consultora *ATKearney*, en un proyecto financiado por el Programa para el Desarrollo Tecnológico de la Industria (PRODIAT) de la Secretaría de Economía, y en el que participaron la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA), la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), la Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT) y el Instituto Nacional de Autopartes (INA); se efectuó un estudio para determinar la situación actual del desarrollo tecnológico en México y del capital humano en el sector automotriz, a fin de analizar implicaciones para políticas públicas. Los resultados del estudio arrojaron los datos sobre el sector (ATKearney, 2014):

- Sólo una tercera parte del desarrollo tecnológico en México se enfoca en diseño de innovación.
- A pesar de ser menos organizaciones, las empresas Tier1 y armadoras reportan el mayor número de empleados en el área de investigación y desarrollo.
- Se cuenta con un nivel de experiencia alto a lo largo del sector, particularmente en los centros de diseño y laboratorios de pruebas.
- Se reportó un bajo número de patentes y productos/procesos innovadores como resultado de las acciones de propiedad intelectual.
- Existe oportunidad de incrementar el nivel de certificación en laboratorios, principalmente en la Academia y Centros de Investigación.
- Ejemplos de laboratorios faltantes en México son: validación en electromagnetismo (EMC), pruebas estáticas para bolsa de aire (seguridad pasiva), pruebas dinámicas y estáticas en vehículos, caracterización de materiales compuestos, pruebas de materiales y subsistemas, inyección de plásticos, metrológicos, microscopia electrónica, pruebas de impacto destructivos en componentes y en vehículos,

laboratorios de pruebas de choques en vehículos, túnel de viento, laboratorios reológicos, de combustión controlada, simulación, moldes y troqueles.

- Existe duplicación en varios equipos, llevando a pensar que existe una falta de vinculación en la definición de prioridades.
- Menos del 25% de los proyectos están enfocados en innovación y desarrollo de productos.
- Existe oportunidad de impulsar a los proyectos de investigación y desarrollo que actualmente se ubican en niveles de impacto medio (pruebas vehiculares, chasis, materiales, interiores, eléctrico/electrónico).
- Existe oportunidad de incrementar la coordinación del sector para el impulso de investigación y desarrollo.
- Los sistemas de tren motriz, eléctrico/electrónico y materiales cuentan con las mayores capacidades y actividad en desarrollo tecnológico

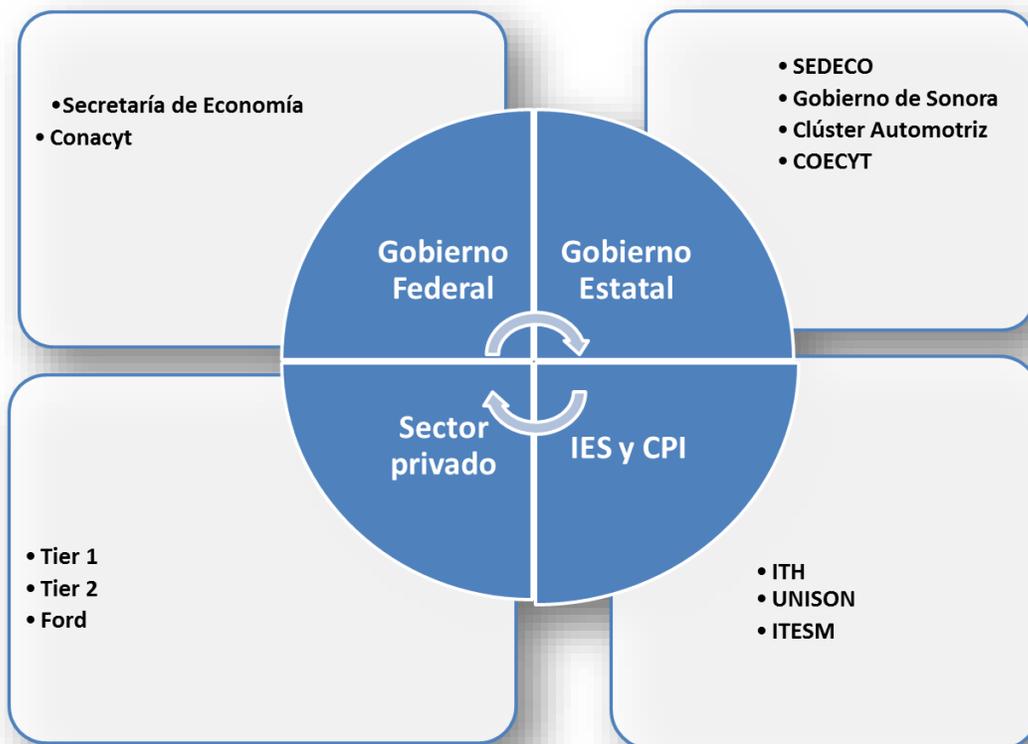
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

El ecosistema de innovación del área automotriz en México se integra por el gobierno, mediante sus distintas dependencias, programas e instrumentos de política (convenios con organismos internacionales); las empresas de los diversos subsectores; las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI).

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

Ford Motor Company y sus proveedores locales en Hermosillo han experimentado diversos procesos de ampliación y reorganización, ellos son considerados como el clúster automotriz de Sonora, mismo que forman una pieza clave en el ecosistema de innovación.

Ilustración 15 Ecosistema de innovación del área Automotriz en Sonora



Fuente: CambioTec, 2014

En Sonora se puede hablar de un clúster incipiente, el Parque Industrial Dynatech en donde se integra una estructura de red cuya empresa tractora focal es la planta armadora *Ford*.

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

3.2.1 Instituciones de Educación Superior

El estado de Sonora cuenta con 44 Instituciones de Educación Superior (IES) incorporadas a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en cuatro de ellas se llevan a cabo actividades de investigación aplicada para la modernización de las empresas de la región: en la Universidad de Sonora opera un Programa Institucional de Transferencia de Tecnología, el Instituto Tecnológico de Cajeme ha establecido un Centro de Tecnología Avanzada, la Universidad Tecnológica de Hermosillo cuenta con un Centro de Incubación de Empresas de Base Tecnológica y el ITESM ha creado un Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico.

Las Escuelas de Educación Superior responsables del desarrollo de capital humano para el sector automotriz en el estado se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Escuelas de Educación Superior responsables del desarrollo de capital humano para el sector automotriz en Sonora.

INSTITUCIÓN	CARRERA
CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL ESTADO DE SONORA	Ingeniería Ambiental Industrial
	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Industrial en Electrónica
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUA PRIETA	Ingeniería Electrónica
	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería Industrial
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO	Ingeniería en Electrónica
	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Mecánica
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUATABAMPO	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Mecánica
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOGALES	Ingeniería Electrónica
	Ingeniería en Mecatrónica

	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Mecatrónica
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA	Ingeniería Electromecánico
	Ingeniería en Electrónica
	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería Industrial
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CAJEME	Ingeniería Electrónica
	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Mecánica
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CANANEA	Ingeniería Electromecánica
	Ingeniería en Electromecánica
	Ingeniería Industrial
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE PUERTO PEÑASCO	Ingeniería Industrial
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	Ingeniería en Mecatrónica
UNIVERSIDAD DE LA SIERRA – SONORA	Ingeniería Industrial en Productividad Y Calidad
UNIVERSIDAD DE SONORA	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería en Tecnología en Electrónica
UNIVERSIDAD DEL NOROESTE, A. C.	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería Industrial
UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE GUAYMAS	Ingeniería Industrial en Producción
UNIVERSIDAD KINO, A. C.	Ingeniería en Mecatrónica
UNIVERSIDAD LA SALLE A.C.	Ingeniería en Diseño Industrial
	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería Industrial en Calidad
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE HERMOSILLO	Ingeniería en Mecatrónica
	Ingeniería en Metal Mecánica
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE NOGALES	Ingeniería en Mecatrónica
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL SUR DE SONORA	Ingeniería en Tecnologías De Automatización
	Ingeniería en Tecnologías De La Producción
UNIVERSIDAD UNILIDER S.C.	Ingeniería Industrial
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL SUR DE SONORA	Ingeniería Industrial

Fuente: (ANUES, 2014)

3.2.2 Centros de investigación

Los centros de investigación relacionados con el sector automotriz en el estado son limitados, se podría decir que son prácticamente los situados en las instituciones de educación superior. Adicionales a los antes mencionados, se encuentran el Centro de

Tecnología Aplicada (CETA) ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme en Sonora, mismo que fue creado en el 2003 como un polo para la generación, adquisición y difusión del conocimiento a través del impulso de la investigación básica y aplicada de alto nivel y cuenta con reconocimiento nacional e internacional. Otra institución de apoyo que recientemente se ha extinguido en el estado pero que tuvo como objeto de creación el apoyo al sector fue el Centro de Integración para la Industria Automotriz y Aeronáutica de Sonora (CIIAAS), entidad que nació en octubre de 2007, bajo la iniciativa de 8 empresas con diversas especialidades en la industria automotriz y de CANACINTRA Hermosillo. El CIIAAS tenía como finalidad apoyar a las empresas de la región que buscaban integrarse a las cadenas productivas automotriz y/o aeronáutica, con énfasis en las siguientes áreas:

- Sistemas de aseguramiento de la calidad. Acompañamiento, diagnósticos y programas para la implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad.
- Desarrollo Tecnológico. Asesoría para la elaboración de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. Vinculación con Centros de Investigación y Desarrollo.
- Formación de capital humano. Promoción de oferta educativa y de entrenamiento. Vinculación con instituciones de educación.
- Inteligencia Tecnológica. Mapeo de proveedores, evaluación de nuevas tecnologías, diagnósticos de capacidades técnicas.

Además de los Centros de Investigación, el sector cuenta con el apoyo de entidades del gobierno estatal y federal que apoyan el desarrollo de las empresas de manera directa e indirecta a través de programas, fondos y vinculación, estas entidades son las siguientes.

Tabla 5 Entidades del gobierno estatal y federal que apoyan el desarrollo de las empresas en el área de especialización industria automotriz

Nombre	Participación
<p>Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT)</p>	<p>Organismo público descentralizado de la administración pública estatal, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Cuenta con un órgano superior de gobierno que establece las directrices generales para el eficaz funcionamiento de sus recursos, además de regular los proyectos y actividades que emprenda el Consejo.</p> <p>Principales áreas en las que se trabaja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover el desarrollo del capital humano, intelectual, social y de infraestructura científica y tecnológica del estado para robustecer la cantidad y calidad de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, coadyuvando a la solución de problemáticas de la entidad. • Facilitar el trabajo colaborativo a través de la formación de redes multidisciplinarias e interinstitucionales orientadas a la atención de necesidades prioritarias para el estado. • Divulgar los trabajos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, así como sus logros e impactos en los sectores de la sociedad. • Fomentar el entendimiento y apropiación de la ciencia y la tecnología en la sociedad, para que ésta comprenda su importancia en la vida cotidiana.
<p>Secretaría de Economía de Sonora</p>	<p>Entidad encargada de establecer la estrategia de desarrollo económico y el esquema de vocaciones productivas para el estado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Define estímulos e incentivos para atraer inversiones productivas. • Fortalece el emprendimiento y la consolidación de empresas. • Ofrece apoyos para la capacitación y asistencia técnica empresarial.
<p>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)</p>	<p>Organismo público descentralizado del gobierno federal mexicano dedicado a promover y estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Tiene la responsabilidad oficial para elaborar las políticas de ciencia y tecnología nacionales.</p> <p>Conacyt administra una serie de fondos financieros de estímulo como el Programa Estímulos a la Innovación, a través del cual se ofrece financiamiento a proyectos de alto desarrollo técnico y tecnológico.</p>

Fuente: CambioTec, 2014

3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización

En 2013 el estado ocupó el octavo lugar a nivel nacional con mayor número de empresas que cuentan con Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas vigente (201 empresas), además cuenta con 20 registros de Instituciones de Educación Superior y 2 registros de Centros de Investigación entre otros. Dentro del estado, en el sector automotriz las organizaciones con RENIECYT vigente a 2013 son las siguientes (SIICYT, 2014)

Tabla 6. Empresas sonorenses del sector automotriz con RENIECYT vigente.

NOBRE EMPRESA	ACTIVIDAD	TAMAÑO
L Y M DE MEXICO S.A. DE C.V.	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	Pequeña
JIRA INDUSTRIAL S.A. DE C.V.	Fabricación de estructuras metálicas	Mediana
MANUFACTURA Y SERVICIO SOGO HERMOSILLO, S.A. DE C.V.	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	Pequeña
GABINETES Y PUNZONADOS METALICOS, S.A. DE C.V.	Fabricación de otros productos metálicos	Pequeña
LEONI WIRING SYSTEMS DE HERMOSILLO S.A. DE C.V.	Fabricación de componentes electrónicos	Grande
SOLUCIONES EN METAL SA DE CV	Fabricación de estructuras metálicas	Pequeña
LEONI WIRING SYSTEMS MEXICANA SA DE CV	Fabricación de equipo eléctrico y electrónico para vehículos automotores	Ninguna
PELVEZ S DE RL DE CV	Fabricación de equipo eléctrico y electrónico para vehículos automotores	Pequeña
MARTINREA AUTOMOTIVE STRUCTURES S DE RL DE CV	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	Grande
ACEROS MANUFACTURAS E IMPORTACIONES DE SONORA S.A. DE C.V.	Fabricación de estructuras metálicas	Mediana
INDITE INVESTIGACION, DESARROLLO E INTEGRACION DE TECNOLOGIAS ESPECIALIZADAS SA DE CV	Fabricación de componentes electrónicos	Micro
AUTOMOTIVE R & D MEXICO SA DE CV	Fabricación de equipo eléctrico y electrónico para vehículos automotores	Pequeña
NECONTECH DE MEXICO S DE RL DE CV	Fabricación de componentes electrónicos	Pequeña
METAL INNOVATIONS SA DE CV	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	Micro
MET PAC SA DE CV	Fabricación de otros productos metálicos	Mediana
MIDITEC S.A. DE C.V.	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	Pequeña
HIGHWAY SIGNS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados	Mediana
MECATRONICA DE MEXICO SA DE CV	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	Pequeña
LDM SA DE CV	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo para la industria manufacturera	Grande

Fuente (SIICYT, 2014)

3.4. Evolución de apoyos del área de especialización

En cuanto a los programas y apoyos estatales de fomento a la innovación y la vinculación entre las empresas del sector, se identifican los siguientes:

Tabla 7. Programas y apoyos estatales de fomento a la innovación y la vinculación entre las empresas del sector.

Dependencia responsable	Objetivo del fondo	Sujetos de Apoyo	Página web
Conacyt-Gobierno del estado de Sonora	<ul style="list-style-type: none"> • Apoya proyectos que generen el conocimiento necesario para atender los problemas, necesidades u oportunidades del estado de Sonora. • A la formación de recursos humanos de alto nivel. • A consolidar los grupos de investigación y de tecnología que fortalezcan la competitividad científica y tecnológica del sector académico y productivo de la entidad, para lograr un mayor desarrollo, armónico y equilibrado. 	Instituciones, universidades públicas y particulares, CI, empresas, laboratorios y personas físicas y morales que se encuentren inscritas en el RENIECyT.	http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-mixtos-constituidos/item/sonora
Secretaría de Economía del estado de Sonora	<p>IncurSION en nuevos mercados Desarrollo de ventajas competitivas, con innovación y valor agregado a los productos <i>commodities</i>, desde la ingeniería hasta su introducción en cadenas comerciales, para lograr diferenciación y posicionamiento, a través de servicios tales como desarrollo de diseño, ingeniería de producto, inteligencia comercial, mercadotecnia y fortalecimiento de las cadenas de suministros.</p>	Empresas	http://www.1economiasonora.gob.mx/pymes/comercializacion/110-direccion-desarrollo-comercialial
Secretaría de Economía del estado de Sonora	<p>Reingeniería del producto Desarrollar ventajas competitivas, con innovación y valor agregado a los productos, desde la ingeniería hasta su introducción al mercado moderno para lograr diferenciación.</p>	Empresas	http://www.1economiasonora.gob.mx/pymes/comercializacion/110-direccion-desarrollo-comercial
Secretaría de Economía del estado de Sonora	<p>Incubación de Empresas Impulsar el desarrollo de habilidades, actitudes y aptitudes en los emprendedores y empresarios de Sonora, para generar mejores empresas y empleos a través de una Política Estatal de Incubación Empresarial.</p>	Emprendedores y personas físicas con actividad empresarial	http://www.1economiasonora.gob.mx/pymes/formacion-empresarial/29-1-incubacion-empresarial

Secretaría de Economía del estado de Sonora	Fondo Nuevo Sonora Sistema Integral que permite a los emprendedores y empresarios del estado de Sonora el acceso al financiamiento ofreciendo distintos programas acordes a las necesidades de segmentos, sectores y regiones, además contribuye al desarrollo empresarial en el estado de Sonora.	Emprendedores y personas físicas con actividad empresarial	http://fns.sonora.gob.mx/sitiopublico/
--	--	--	---

Fuente: CambioTec, 2014

4. ANÁLISIS DEL FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

4.1. Fortalezas

- Experiencia en producción, troquelado y ensamble.
- Presencia de una armadora importante y empresas proveedoras.
- Mano de obra eficiente.
- Conocimiento del mercado.
- Ubicación geográfica privilegiada, por la cercanía al mercado norteamericano.
- Número creciente de ingenieros (capital humano para la industria).
- Matrícula significativa de estudiantes de ingeniería que se traduce en capacidad para preparar especialistas en áreas como mecatrónica, mecánica, electrónica.

4.2. Oportunidades

- Traslado de empresas armadoras a México.
- Expansión de la plataforma educativa en el sector Automotriz.
- La promoción de la creación de centros I+D+i en áreas especializadas de la Industria Automotriz.
- Incremento de las relaciones industriales entre las empresas, lo cual puede traducirse en alianzas para innovación.

- Aumento del mercado de la industria de fabricación transversal de herramental en industrias para estampado.
- Demanda de empresas Tier 1 por servicios de mantenimiento especializados (electromecánica, reparaciones de prensas mecánicas, neumáticas, entre otros).
- Aumento de los recursos federales para investigación e innovación.
- Promoción de la industria por parte de organismos federales y estatales.

4.3. Debilidades

- Carencia de un plan de desarrollo tecnológico específico para este sector en el estado.
- Baja capacidad para el diseño de procesos productivos en empresas Tier 1 y 2.
- Escasez de inversión en investigación y desarrollo por las empresas del sector.
- Insuficiencia de incentivos a la innovación.
- Mínima vinculación entre industrias o entre academia e industria para el desarrollo de proyectos tecnológicos.
- Escasez de oferta técnica especializada para el manejo de equipos y procesos (estampado en el área de carrocería).
- Exclusión del estado en la toma de decisiones de las empresas tractoras.
- Poca disponibilidad de ingenieros de alto nivel de especialización.
- Falta de técnicos especializados en diseño de procesos para la manufactura automotriz.
- Provisión basada en mucho material y poco valor agregado.
- Falta de cumplimiento de certificaciones por parte de pequeñas y medianas empresas.

4.4. Amenazas

- Alta competitividad de los países asiáticos.
- Aparición de nuevos competidores.
- Competencia de otros estados por atraer inversiones y proyectos de innovación.
- Velocidad del cambio tecnológico.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

En Sonora, debido al balance actual de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en el área de especialización en la industria automotriz, se plantea como objetivo:

Generar capacidades para impulsar la innovación en la cadena de productiva del sector automotriz en el estado aprovechando la demanda de productos e infraestructura humana y física existente, a fin de ofrecer productos y servicios de mayor especialización y valor agregado, teniendo mayor énfasis en el proceso productivo de estampado, diseño de procesos para la manufactura automotriz y procesos secundarios como electropulido, procesos electrolíticos, tratamiento de superficies, endurecimientos de materiales entre otros.

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

El sector presenta diferentes áreas de oportunidad para el crecimiento de sus empresas a partir de proyectos de desarrollos tecnológicos e innovación. Cada una de las áreas de especialización no es independiente, sino que se encuentran enlazadas con fenómenos

sociales y económicos combinados con demandas globales en materia de competitividad, calidad y sustentabilidad del sector. Como parte de la metodología utilizada para el desarrollo de la Agenda de Innovación en el estado, se efectuaron diferentes entrevistas a profundidad y talleres de consulta con representantes líderes de opinión de los sectores empresarial, académico y gubernamental. El punto de partida para estas actividades fue el reconocimiento de problemas y oportunidades para el desarrollo competitivo del sector.

Como resultado de los talleres y entrevistas, se identifica que en la actualidad *Ford Motor Company* es el pilar del sector automotriz del estado, gran parte de las empresas Tier 1 y Tier 2 tienen su razón de existir debido a la proveeduría de autopartes a *Ford*; en este sentido es esta compañía quien tiene una fuerza privilegiada como empresa tractora para el crecimiento en innovación hacia el interior del estado. Las problemáticas y áreas de oportunidad de mayor relevancia expresadas por el ecosistema de innovación dentro de la cadena de valor del sector son:

- **Desarrollo de capacidades para el diseño de procesos productivos de nuevos productos en empresas Tier 1.**

Las Tier 1 cuentan con gran fortaleza en el control de líneas de producción y calidad, sin embargo presentan deficiencias en el desarrollo y diseño de proceso para nuevos productos. Cuando el cliente efectúa solicitudes de nuevas piezas (indicando características dimensionales, acabado, propiedades mecánica y sugerencia de materiales), las Tier 1 son las encargadas de analizar, diseñar, probar y poner en marcha el proceso de fabricación de las piezas a partir del equipo humano e infraestructura con que cuentan (diseño de celdas de manufactura automatizadas, acomodo óptimo, balance de línea, velocidades de proceso en cada sección de la línea de trabajo, modificación de maquinaria para procesos particulares, etc.).

En este sentido, la Tier 1 se enfrenta ante el reto del diseño total del proceso productivo de nuevos productos y, con frecuencia carecen de personal altamente especializado para llevar a cabo estas tareas de manera eficiente, flexible, al menor

costo y con máxima calidad. Se requieren técnicos especializados en diseño de procesos para la manufactura automotriz.

En este sentido, es deseable el apoyo de centros especializados en automatización para la industria automotriz con infraestructura tecnológica, con variedad de software especializado para el sector, con licencias y asesores de amplia experiencia en el diseño que ofrezca apoyo a proyectos específicos y capacitación integral al equipo técnico de las Tier 1 y Tier 2.

Una área de oportunidad (que surge a partir de la problemática descrita) se localiza en el ofrecimiento de servicios de apoyo en el diseño de procesos de manufactura o en el desarrollo de modificaciones a procesos, por ejemplo disminuir tiempos de ciclo en operación, mejora de producción eliminando procesos o la mejora de productos de manera local con la consecuente reducción de costos. Éste es un mercado de gran potencial que puede ser aprovechado por firmas de ingeniería especializadas (que actualmente no existen en el estado).

- **Desarrollo de proveedores de valor agregado para Tier 1.**

El desarrollo de proveeduría en empresas pequeñas y medianas del sector automotriz en Sonora, ha sido principalmente de servicios o de servicios colaterales (transporte, uniformes, alimentación) sin embargo, introducirse como proveedor directamente en la cadena de valor, ha resultado muy difícil para las MIPyME (se requiere gran inversión física y en capital humano para dar todos los servicios que en su momento requiere la industria). En éste sentido para las MIPyME, un área de oportunidad es el *“insourcing”* de servicios de mantenimiento especializados, por ejemplo electromecánica, reparaciones de prensas mecánicas, neumática, entre otros (los procesos de maquinado está muy competido pero en los procesos secundarios hay mucha oportunidad: electropulidos, procesos electrolíticos,

tratamiento de superficies, endurecimientos de materiales, etc.), desafortunadamente en la actualidad pocas empresas cuentan con la infraestructura técnica y humana para ofrecer estos servicios.

Gran cantidad de las piezas actuales que se proveen a las Tier 1 en el estado contienen mucho material y poco valor agregado, motivo por el cual se suele competir por “precio bajo” de la materia prima. Un fenómeno recurrente expresado por los empresarios entrevistados radica en que si *Ford* requiere una solución urgente, suele buscar en el mercado nacional, pero cuando se trata de grandes proyectos siempre voltean a los Estados Unidos. En este sentido, en Sonora existe una guerra de precios entre las PYME en donde el cliente pone las condiciones de pago, crédito y entrega; factores que influyen negativamente en el sector. En el caso de los proveedores más importantes de *Ford*, los más grandes son de capital extranjero, sus principales ventajas son el ofrecer una capacidad de producción amplia para proveer de manera constante (gran capital de trabajo), con una rápida capacidad de respuesta, con *stock* suficiente para hacer entregas rápidas. El catálogo de clientes de la industria automotriz de la armadora del estado se compone de 60% de productos extranjeros y 40% nacionales.

- **Especialización de capital humano**

Para algunos equipos y procesos se requiere de una mayor especialización, en donde la oferta de técnicos mexicanos actualmente no es suficiente, no existen en el mercado local (estampado en el área de carrocería). El sector en Sonora demanda técnicos de gran especialización en áreas concretas como:

- Reparadores y desarrolladores de herramientas (preponderantemente en el área de estampado y control numérico)⁸.
- Programadores de equipo de automatización.
- Mantenimiento y reparación especializada a equipo mecánico y electrónico.
- Técnico especializado experto en aceros para la industria automotriz, mismo que son de importación (en México no se fabrica acero automotriz).

Este capital humano no sólo debe formarse en las universidades, es deseable tener un programa de capacitación para ingenieros y técnicos actuales en el sector (el tutor debe ser un ingeniero diseñador del producto *Ford* u otra armadora).

- **Fomento a la certificación especializada en procesos dentro del sector**

Una limitante para el desarrollo de empresas medianas y pequeñas para posicionarse como proveedoras en el sector, es la falta de cumplimiento de certificaciones, misma que están limitadas para las Tier 1 (las principales certificaciones son ISO 9000 y TS19649). El costo de contar con sistemas de calidad implementados y certificados es sumamente elevado por lo que solo las Tier 1 lo pueden hacer. Algunas Tier 2 cuentan con certificación ISO, pero en maquinados especiales o pruebas destructivas y no destructivas, sin embargo, no pueden competir por rastreabilidad de piezas, manejo de datos de producción, entre otras características.

Adicional a los problemas antes expuestos, se presenta una desarticulación entre actores del ecosistema de innovación. Durante la ejecución de entrevistas y talleres, es recurrente

⁸ Durante las entrevistas a detalle y desarrollo de talleres en el sector, se recabó el dato de la inversión anual promedio en herramientas, mantenimiento, mejoras de proceso y accesorios de las empresas Tier 1, mismo que los empresarios del sector estiman en 200 millones de dólares.

la mención a que han existido apoyos en sexenios pasado y se han creado proyectos para el impulso de la industria, sin embargo, estos no han detonado por falta de conocimientos y continuidad.

Algunas otras situaciones identificadas que participan en detrimento del desarrollo tecnológico del sector en el estado son:

- Los industriales actuales no presentan gran interés en proyectos de desarrollo tecnológico debido a que no se han presentado casos de éxitos previos en el pasado.
- No existe cultura de vinculación entre las PYME para participar en proyectos de desarrollo tecnológico.
- En necesario mejorar la mano de obra especializada y las capacidades técnicas y financieras (la industria local no tiene las materias primas disponibles para manufacturar en volumen suficiente por falta de capital).
- Falta de vinculación con el sector automotriz en otras latitudes del planeta.
- La cadena de abastecimiento local es un poco limitada, ya que no se encuentran aceros para algunos procesos del sector automotriz.

Finalmente es importante hacer mención que en Sonora la industria manufacturera es amplia, pero carece de oferta de firmas de ingeniería. Un área de oportunidad es la vinculación con universidades que trabajen en proyectos de mejora de equipo para hacerlos más eficientes, darle mantenimiento a equipos especializados de manera local.

Para aumentar la producción del sector en el estado, es de gran importancia poner atención al desarrollo de capacidades en el área de matrices y diseño de procesos de manufactura avanzada, en este sentido se requiere de políticas públicas de apoyo al trabajo en conjunto de la academia con diferentes industrias del sector (en toda la cadena de valor) para la especialización en las siguientes nichos prioritarios:

6.1. Diseño de procesos automatizados

- En vinculación con el sector metalmecánico y de manufactura de las Tier 1 y Tier 2, promover la especialización en el diseño de procesos automatizados (diseño de celdas de manufactura automatizadas, acomodo óptimo, balancear la línea, velocidades de proceso en cada sección de la línea de trabajo, modificación de maquinaria para procesos particulares, etc.) y desarrollo tecnológico de herramientas adaptados específicamente a la demanda del mercado en la región. La especialización puede ser a través de un centro de automatización para la industria automotriz con infraestructura tecnológica que ofrezca apoyo a proyectos específicos y capacitación integral al equipo técnico de las Tier 1 y Tier 2. El centro deberá contar con capacidades para el diseño de celdas de producción, recurso humano para diseños eficientes de procesos de manufactura en las Tier 1 en la fabricación de nuevos desarrollos, diseño de proceso y puesta en marcha de proceso de fabricación de las piezas a partir del capital humano en universidades y empresas, y haciendo uso de la infraestructura con que cuenta el estado.

El nicho de especialización debe de incluir no sólo mejorar la productividad, sino tener en cuenta el cuidado al ambiente. La especialización en automatización permitirá la optimización del capital intelectual del estado, efecto que se transmitirá en las diferentes áreas de la industria de transformación de Sonora.

6.2. Diseño y mantenimiento de troqueles, matrices y herramientas de conformado

- Apoyándose en el capital académico del estado y la infraestructura industrial instalada en la región, fomentar el desarrollo de capacidades para el diseño de conformado en lámina metálica en matrices duras (estampado, embutido) con el dominio del análisis en rozamiento entre herramientas y lámina (punzón-lámina, lamina-matriz y pisador-lámina), desgaste por superficie de contacto con herramental, desplazamientos y deformaciones elasto-plásticas.

El nicho de especialización podría estar a cargo de un centro de desarrollo de troqueles, matrices y procesos para la industria automotriz. El centro deberá contar con asesoría empresarial especializada, formación empresarial y desarrollo de una cultura enfocada a sistemas de calidad (planeación empresarial). Deberá incluir un área de monitoreo de oportunidades puntuales de desarrollo de negocio en el sector.

6.3. Desarrollo de proveeduría local

A partir de las demandas de productos de diferentes industrias dentro y fuera del sector automotriz, promover como nicho de especialización el ofrecimiento de servicios de mantenimiento especializados en procesos secundarios por ejemplo maquinado de precisión electrolítica, tratamiento de superficies, endurecimiento de materiales, entre otros. Para este fin es necesario el desarrollo de capacidades para la industria automotriz en el servicio de mantenimiento especializado a Tier 1, así como impulsar la capacidad de diseño a mayor disponibilidad y calidad de recursos humanos.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS SINGULARES Y PLAN DE PROYECTOS.

7.1. Descripción de proyectos

7.1.1 Creación de un centro especializado en automatización para la Industria Automotriz.

Justificación.

Por su ubicación geográfica, vocación y experiencia de su sector empresarial, Sonora cuenta con una importante área de oportunidad para impulsar el desarrollo de la automatización industrial enfocada al sector Automotriz. Para aumentar la producción del sector a nivel estatal, es fundamental poner atención al desarrollo de capacidades en instrumentación y control de procesos. En este sentido, se requiere fortalecer el trabajo conjunto de la academia con diferentes industrias del sector (en toda la cadena de valor), tanto en la formación de recursos humanos como en investigación y desarrollo tecnológico. Una de las formas de promover la especialización es a través de un centro de automatización para la Industria Automotriz que cuente con la infraestructura tecnológica adecuada para ofrecer apoyo a proyectos específicos y brindar capacitación integral al equipo técnico de las empresas Tier 1 y Tier 2.

Objetivo.

En virtud de lo anterior, tal centro promoverá la especialización en el diseño de procesos automatizados y el desarrollo tecnológico de herramientas adaptados específicamente a la demanda del mercado en la región. Además, fomentará la interacción entre miembros del ecosistema de innovación al colaborar en proyectos de desarrollo de procesos de

ingeniería, diseño mecánico, robótica y automatización industrial, sistemas de producción y optimización, así como de sustentabilidad y energías renovables.

Descripción.

En el centro interactuarán estudiantes de posgrado en electrónica, mecatrónica, mecánica y sistemas computacionales del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Tecnológico de Nogales, la Universidad de Sonora y la Universidad Tecnológica de Hermosillo, entre otras instituciones que cuentan con programas de posgrado de interés para el desarrollo de proyectos en el centro de automatización.

La propuesta de laboratorios con que deberá contar el centro son:

- Laboratorio de Robótica y Automatización Industrial
- Laboratorio de Diseño Mecánico
- Laboratorio de Optimización y Sistemas de Producción
- Laboratorio de Informática Especializada y Redes
- Laboratorio de Animación y Diseño Digital Interactivo
- Laboratorio de Energías Alternas y Sustentabilidad

Es deseable que se impartan cursos especializados para el personal de empresas Tier 1 y 2 y que se atienda a empresas del sector Metalmeccánico de la región (aunque no formen parte de la cadena de abastecimiento automotriz).

Entre los cursos básicos que se considera necesario ofrecer destacan:

- Lenguajes de programación y *software* de simulación
- Robótica industrial avanzada
- Técnicas de control
- Técnicas de automatización industrial
- Técnicas de supervisión y mantenimiento de líneas de producción
- Diseño y manufactura asistidos por computadora
- Optimización de procesos

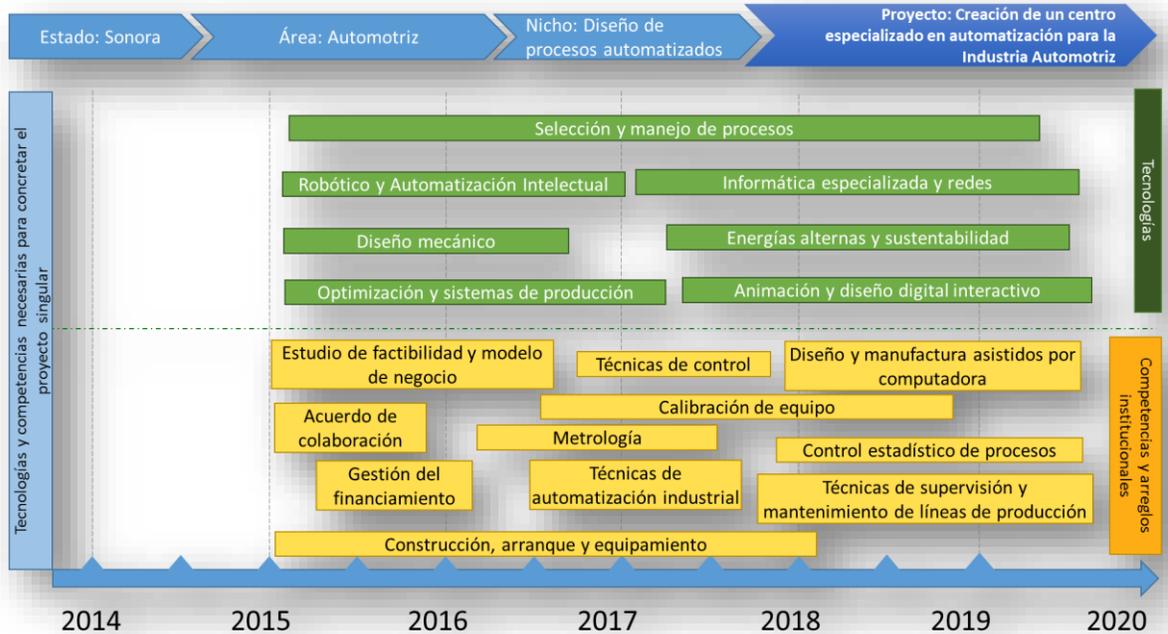
El centro debe ofrecer también los servicios de préstamo de laboratorio y equipo de pruebas para la Industria Automotriz. En el corto plazo se esperaría iniciar solamente con el

desarrollo de pruebas estáticas (metrología, masa, volumen, dimensiones y seguridad pasiva) y en el mediano y largo plazo ofrecer servicios de mayor especialización, entre ellos:

- Pruebas dinámicas y estáticas en vehículos
- Pruebas de materiales y subsistemas
- Pruebas de impacto destructivo en componentes y en vehículos
- Pruebas de combustión controlada
- Simulación de moldes y troqueles

Entre los factores críticos para el éxito de este centro se puede mencionar la promoción de la identificación de áreas tecnológicas prioritarias dentro del sector, los programas de apoyo al riesgo tecnológico por parte del sector empresarial, la cultura de trabajo vinculado entre la industria y centros de investigación, la formación de técnicos y profesionistas (con enfoque hacia la calidad) y la integración con el sector gubernamental.

Ilustración 16. Mapa de ruta. Centro especializado en automatización para la industria automotriz.



Fuente: CambioTec, 2014

7.1.2 Creación de un centro de desarrollo de troqueles, matrices y procesos de manufactura para la industria automotriz.

Justificación.

Un perfil difícil de encontrar en el mercado laboral es el Mecánico Matricero con certificación de clase mundial, importante para el desarrollo del área en el estado.

Objetivo.

En este sentido, el centro preparará capital humano y efectuará asesorías y desarrollo tecnológico en materia de diseño de troqueles, matrices, estampado de carrocerías y otro herramental relevante.

Descripción.

El centro apoyará además con las labores de diseño de productos y procesos ajustados a las características y necesidades del sector Automotriz e Industrial del estado. También deberá ofrecer asesoría especializada, formación empresarial y desarrollo de una cultura enfocada a sistemas de calidad y certificación de procesos de manufactura (principalmente de estampado). Asimismo, incluirá un área de monitoreo de avances tecnológicos y oportunidades de desarrollo de negocios para proveedores de piezas y herramientas.

La coordinación del proyecto puede estar a cargo del *cluster* en colaboración con el COEcyT, como organismos dinámicos ligados con el sector productivo y las instituciones de investigación con un programa de visión a largo plazo. Además, deberá contar con una planeación y seguimiento de cada una de las acciones a emprender.

Las áreas de especialización consideradas son:

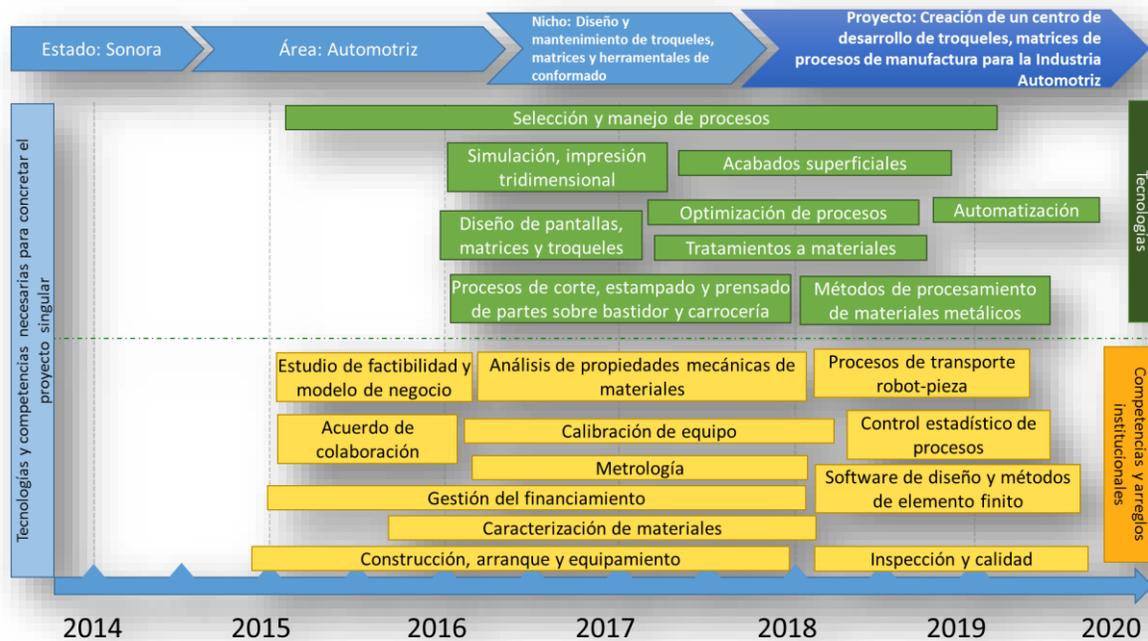
- Moldes, troqueles y herramientas.
- Análisis, diseño de procesos y desarrollo de troqueles.

- *Software* de elemento finito para diseño de troqueles y matrices, análisis de comportamiento de la lámina durante el conformado e influencia que sobre éste ejercen las condiciones del proceso.

Los factores críticos de éxito para el funcionamiento del proyecto son:

- Contar con apoyo del sector público/privado.
- Reforzar la interacción industria-academia-centros de investigación, enfocada a proyectos de innovación.
- Simplificar el otorgamiento de fondos para el desarrollo tecnológico de la industria.
- Impulsar el desarrollo científico y tecnológico del sector de Manufactura de moldes, troqueles y herramientas.

Ilustración 17. Mapa de Ruta Centro de desarrollo de troqueles, matrices y procesos para la industria automotriz.



Fuente: CambioTec, 2014

7.2. Proyectos Complementarios

Programa integral de desarrollo de proveedores

Este proyecto deberá promover el crecimiento de las PYME en el sector por medio de la capacitación en temas como calidad, procesos de certificación y modelos de negocio para proveedores calificados. Lo anterior es importante para favorecer la entrada de nuevas empresas a la cadena productiva automotriz, fortaleciendo así las capacidades y la gestión de los procesos.

Se propone la puesta en marcha de un programa de fomento al desarrollo de proveedores que inicie en segmentos con necesidades bien definidas, en donde se requiere proveedores especializados capaces de cubrir expectativas específicas. En este sentido, un área de oportunidad es el *insourcing* de servicios de reparación y mantenimiento de componentes especializados, en nichos como maquinado de precisión y electro-mecánica, entre otros.

Además, se percibe una gran oportunidad en cuanto a procesos de manufactura no tradicional como tratamiento de superficies, endurecimientos de materiales, procesos electrolíticos, entre otros.

7.3. Matriz de proyectos

Tabla 8. Matriz de proyectos

Proyecto/Tipo de proyecto	Nicho	Descripción
Creación de un centro especializado en automatización para la Industria Automotriz	Estratégico Diseño de procesos automatizados	Promover la especialización en el diseño de procesos automatizado y el desarrollo tecnológico de herramientas adaptados específicamente a la demanda del mercado en la región, además de promover la interacción entre miembros del ecosistema de innovación para el desarrollo de procesos de ingeniería, diseño mecánico, robótica y automatización industrial, sistemas de producción y optimización, así como promover la sustentabilidad y las energías alternativas.
Creación de un centro de desarrollo de troqueles, matrices y procesos de manufactura para la Industria Automotriz	Estratégico Diseño y mantenimiento de troqueles, matrices y herramientas de conformado	Contar con una instancia que integre las funciones de desarrollo de proyectos, servicios especializados y la formación de recursos humanos de alto nivel, enfocadas a consolidar la proveeduría en el área de troquelado, diseño y mantenimiento de herramientas.
Programa integral de desarrollo de proveedores	Complementario Proveeduría	Crear un programa de apoyo a empresas para integrarse a la cadena productiva, mediante procesos certificados.

Fuente: CambioTec, 2014

8. REFERENCIAS

- AMIA. (2014). *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz A.C.* Recuperado el 2014, de <http://www.amia.com.mx/expregion.html>
- ANUES. (2014). *Instituciones de Educación Superior*. DF: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior .
- ATKearney. (2014). *Inventario de capacidades nacionales para el desarrollo tecnológico automotriz*. Distrito Federal: ATKearney.
- ATKearney. (2014). *Inventario de capacidades nacionales para el desarrollo tecnológico automotriz*.
- COPRESON. (2012). *Consejo para la promoción económica en Sonora*. Retrieved 2014 йил 06-Marzo from COPRESON: <http://es.sonora.org.mx/index.php/index.php>
- Economía, S. d. (2012). *PROGRAMA ESTRATÉGICO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ 2012-2020*.
- Frost & Sullivan. (2012). *2020 Vision of the Global Automotive Industry*. EU: Frost and Sullivan.
- Gobierno del Estado de Coahuila. (2012). *Programa Estatal de Desarrollo Económico 2011-2017*. Obtenido de <http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20ECONOMICO.pdf>
- INEGI. (2013). *La industria Automotriz en México*. México: Serie Estadísticas Sectoriales.
- Miranda, A. V. (2007). *La industria automotriz en México, antecedentes, situación actual y perspectivas*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.

- OICA. (2014). *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA)*. Recuperado el Mayo de 2014, de The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers: <http://www.oica.net/h1-2013-production-statistics/>
- OPTI. (2005). *Transporte, Tendencias Tecnológicas a Medio y Largo Plazo*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, España, Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. Madrid: OPTI.
- PROMÉXICO. (2013). *Industria de Autopartes*. PROMÉXICO, Unidad de Inteligencia de Negocios. Ciudad de México: PROMÉXICO.
- PROMEXICO. (2013). *Industria Terminal Automotriz*. Unidad de Inteligencia de Negocios. DF: PROMEXICO.
- SE. (2007). *Estudio de Prospectiva Tecnológica de la Industria Automotriz en México*. México, DF.: SE.
- SE Sonora. (2014). *Secretaría de Economía del Estado de Sonora*. Recuperado el Julio de 2014, de <http://www.1economiasonora.gob.mx/sectores/automotriz>
- SIICYT. (2014). *Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas*. Recuperado el Julio de 2014, de <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/reniecyt/inicio.do?pSel=>
- Valdenebro, A. C. (2014). *Explosión de la Industria Automotriz en México: De sus encantamientos actuales a su potencial transformador*. México.: Friedrich Eberto Stiftung, México.
- WTO. (2014). *World Trade Organization (WTO)*. Recuperado el Junio de 2014, de http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/its2013_e/its13_merch_trade_produc_t_e.htm

ATKearney. (2014). Inventario de capacidades nacionales para el desarrollo tecnológico automotriz. Distrito Federal: ATKearney.

CIIAAS. (2008). Boletín. Sonora: CIAAS.

KPMG LLP. (2011). Business Pulse Survey United States. 2011. Eu: KPMG.

Ruiz, M. V. (2007). Industrialización sonorenses. Hermosillo, Sonora.

Suárez, C. (enero-junio de 2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. Paradigma económico, 2, 24 - 52.

Villarreal. (2008). Cambios en la Localización de la Industria Automotriz en México. Obtenido de <http://dcsh.xoc.uam.mx/produccioneconomica/eventos/pdf/articulos/cambiosenlalocalizaciondelaindustria.pdf>

