

## Presentación

El presente Reporte de Investigación titulado; Importancia de la Industria Aeroespacial en el Estado de Querétaro, es un avance del Proyecto de Investigación ¿Existe la Responsabilidad Social en las MiPymes de la industria Aeroespacial del Estado de Querétaro, México? En el cual las maestras **Maricela López Galindo y Silvia Ofelia Pérez Rueda**, integrantes del Grupo de Investigación: Gestión del Cambio y Desarrollo Humano, presentan un estudio sobre el sector aeronáutico en México, y en particular del estado de Querétaro, ya que en los últimos años se ha visto como una alternativa para que países sin experiencia en este tipo de actividades productivas logren un escalamiento industrial que les permita alcanzar el desarrollo, y México cuenta con un potencial estratégico importante que deberá ser aprovechado como punta de lanza para el crecimiento de un nuevo sector de la economía nacional y Querétaro, por su ubicación geográfica, concreta un modelo de desarrollo que ha favorecido al estado como un sitio de unión de la actividad económica, por tanto, cuenta con la mejor infraestructura y equipamiento, la existencia de un clúster aeroespacial y la presencia de diversos centros de investigación, escuelas, institutos y universidades que dan soporte al sector aeroespacial.

*Silvia Ofelia Pérez Rueda*

Mtra. Silvia Ofelia Pérez Rueda

Coordinadora del Grupo de Investigación:  
Gestión del Cambio y Desarrollo Humano

# **REPORTE DE INVESTIGACIÓN**

## **IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL EN EL ESTADO DE QUERÉTARO,**

**MARICELA LÓPEZ GALINDO<sup>1</sup>**

**SILVIA OFELIA PÉREZ RUEDA<sup>2</sup>**

### **INTRODUCCIÓN**

Los antecedentes de la industria aeroespacial en México son previos a la Segunda Guerra Mundial y para hablar de la historia de la industria aeroespacial es necesario identificar que esta es el resultado conjunto de las industrias aeronáutica y espacial: la primera tiene su campo de estudio en la troposfera –la primera capa de la atmosfera– donde se llevan a cabo la mayor parte de los vuelos de las aeronaves , y la segunda va más allá de la termosfera , incluso en el espacio exterior, y su principal campo son las comunicaciones con los satélites (Nava, 2016) no obstante, la instalación de las primeras empresas extranjeras pertenecientes a la industria surge en la época del modelo de sustitución de importaciones y fue en 2004 cuando alcanzó una velocidad supersónica (ProMéxico, 2010), a partir de entonces, el desarrollo de la industria aeroespacial en México ha sido considerado estratégico con la fabricación y montaje, con un 72%, ingeniería y diseño, con 11%, revisión (MRO), mantenimiento y reparación con 13% (Tovar, 2016), incluyendo el montaje completo de

---

<sup>1</sup> Profesora Investigadora del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, correo electrónico: [lgmaricela@hotmail.com](mailto:lgmaricela@hotmail.com)

<sup>2</sup> Profesora Investigadora del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, correo electrónico: [sopr\\_57@hotmail.com](mailto:sopr_57@hotmail.com)

aeronaves; y el 4% restante se destina a actividades académicas y de investigación, donde el conocimiento y la innovación forman parte esencial en la industria (ProMéxico, 2017).

El surgimiento de sectores industriales de manufactura compleja como el sector aeronáutico se ha visto como una alternativa para que países sin experiencia en este tipo de actividades productivas logren un escalamiento industrial que les permita alcanzar el desarrollo (Salinas, 2012).

La industria aeroespacial mexicana (IAM) tiene su origen en diversos factores, de los cuales destacan: 1) los propios a la dinámica del sector (constante necesidad por parte de las compañías pertenecientes a la industria de reducir sus costos de producción para mantenerse competitivas a nivel internacional, como salarios bajos, promoción gubernamental y una mano de obra cada vez más sofisticados); 2) localización geográfica un acuerdo de seguridad con los EE.UU y; 3) la existencia de capacidades productivas nacionales relacionadas con las necesidades del sector (obtenidas a partir de la experiencia nacional en los sectores automotriz, metalmecánico y electrónico). En la industria aeroespacial, México cuenta con un potencial estratégico importante que deberá ser aprovechado como punta de lanza para el crecimiento de un nuevo sector de la economía nacional (Romero, Marmolejo, & Chávez, 2012). La cadena de valor de la industria aeroespacial se apoya actualmente en dos pilares primordiales: La descentralización de las actividades productivas e investigación y desarrollo y, la intensificación de asociaciones para compartir los riesgos entre las empresas integradoras y sus principales integradores, en el caso de pequeñas y medianas empresas (Morissete, Barré, Lévesque, Solar-Pelletier, & Silveira, 2013).

Así, es posible observar que en los años sesenta, en Baja California, arribaron las empresas Rockwell Collins y Switch Luz (Carrillo & Hualde, 2013); posteriormente, en Querétaro, se instaló una empresa dedicada al mantenimiento de partes y fabricación de piezas de avión

(Villavicencio, Hernández, & Souza, 2013) en 1999, el centro de diseño de General Electric (GE); de las grandes empresas del sector en el estado y que forman parte de la cadena generadora de valor aeronáutica destacan Bombardier, Safran, ET y ME (Domínguez-Villalobos & Brown-Grossman, 2013): en Sonora, se instaló la empresa Smith West, primera del giro aeroespacial en la entidad (Bracamonte & Contreras, 2008). El objetivo del presente reporte de investigación es presentar información sobre la situación de la industria Aeroespacial en el Estado de Querétaro, como un avance del Proyecto de Investigación ¿Existe la Responsabilidad Social en las MiPymes de la industria Aeroespacial del Estado de Querétaro, México? registrado ante el Consejo Divisional de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAM Azcapotzalco, con el No. 990, presentando en un primer apartado la situación actual de la Industria en México, para después tratar este sector, particularmente en el estado de Querétaro.

## **LA INDUSTRIA AEROESPACIAL EN MÉXICO**

Para hablar de la industria aeroespacial es necesario identificar que ésta es el resultado conjunto de las industrias aeronáutica y aeroespacial, A decir de Carrincazeaux y Frigant (2007) en (Carrillo & Hualde, 2009) la industria aeroespacial se ocupa de “actividades productivas destinadas al diseño y construcción de aeroplanos, helicópteros, launchers, misiles naves espaciales y satélites; así como el equipo del que dependen éstos, además de los motores y los equipos electrónicos utilizados a bordo,” La industria aeroespacial (AI) se considera estratégica no sólo por motivos de seguridad nacional sino también por razones económicas. Su implementación en un país puede generar beneficios, como inversiones iniciales y creación de empleo, y beneficios a largo

plazo, vinculados a los flujos de conocimiento establecidos entre las Empresas, (Flores & Villarreal, 2017), y se denomina como un todo (Niosi & Zhegu, 2005); (Sammarra & Biggiero, 2008) y se pueden ver algunas diferencias entre ellas, pero también existen similitudes (Broekel & Boschma, 2010) (ver cuadro 1).

**Cuadro 1**  
**Diferencias y Similitudes**

| INDUSTRIA    | DIFERENCIAS  | SIMILITUDES  |
|--------------|--|--|
| AERONÁUTICA  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las empresas dedicadas a esta industria incursionan en los dos sectores y comparten actividades de alto riesgo sujetas a una intensa competencia comercial.</li> <li>• La producción en serie es más grande en la aeronáutica que en la aeroespacial.</li> <li>• La aeronáutica se orienta más hacia conocimientos de ingeniería y nuevos materiales, por la necesidad de producción tecnológica y la reducción de costos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En ambas, el núcleo tecnológico está centrado a la aerodinámica, la propulsión, la electrónica, la navegación y los materiales.</li> <li>• Se ubican en pocos conglomerados (Clúster) regionales, que atraen la participación de múltiples agentes integrados por el control de la originalidad <i>equipment manufacturer</i> (OEM)</li> <li>• La estructura industrial en ambos sectores adquiere una configuración de ruedas y rayos con grandes empresas integradoras en el centro.</li> </ul> |
| AEROESPACIAL | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control gubernamental y militar.</li> <li>• La industria aeroespacial está más ligada a conocimientos basados en la ciencia.</li> </ul>   |  |

Fuente: Elaboración propia con base a (Casalet, 2013, pág. 9) y (Broekel & Boschma, 2010).

El sector aeroespacial mexicano está conformado por empresas dedicadas a la manufactura, servicios de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO), ingeniería y diseño, y

servicios auxiliares (aerolíneas, laboratorios de pruebas y centros de capacitación, entre otros) para aeronaves de tipo comercial y militar. México se ha consolidado como uno de los líderes globales en el sector aeroespacial. Compañías importantes, como Bombardier, Grupo Safran, General Electric (GE), Honeywell y Eurocopter, han encontrado en el país las condiciones para desarrollar centros de diseño e ingeniería, laboratorios y líneas de producción (ProMéxico, 2017).

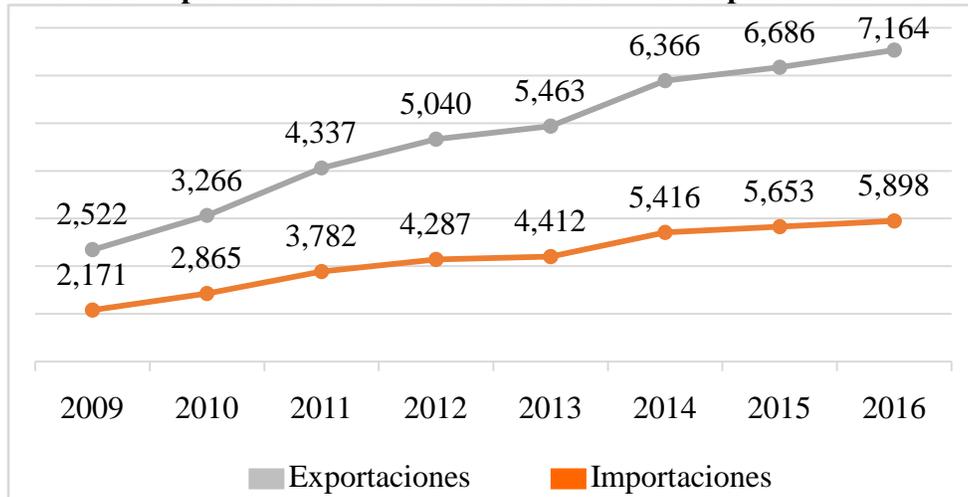
La industria aeroespacial representa hoy en día una de las industrias de mayor dinamismo a nivel mundial, su mercado se ha estimado del orden de los de 450 mil millones de dólares. Así lo planteó el Director General de Femia, Luis Lizcano (Soria & Ortiz, 2017), con empresas registradas ante el Sistema de Información Empresarial Mexicano, que requieren incrementar sus capacidades para adoptar nuevas tecnologías y elevar el valor agregado que generan (Secretaría de Economía, 2015), y hoy, se está convirtiendo en una turbina que impulsa el crecimiento económico, y una ventana que proyecta un México moderno y en transformación, declaró E. Peña Nieto, Presidente de la República (Secretaría de Economía, 2017). Este sector se encuentra estrechamente vinculado a la continua innovación y al desarrollo de nuevas tecnologías y materiales de vanguardia, contribuyendo de manera relevante en el desarrollo económico y social de los países con alta participación y además se caracteriza por demandar altos niveles de calidad, tecnología y seguridad en todas sus actividades (Secretaría de Economía, 2011).

Las razones que explican la creciente actividad del sector aeronáutico son las ventajas que ofrece México:

1. Localización geográfica, estar cerca del mercado más importante, lo que actualmente implica reducir costos de producción principalmente de las compañías que realizan operaciones en Europa.
2. La experiencia y nivel de competitividad alcanzado en otros sectores como el automotriz y electrónico, que permite contar con una base de personal y empresas que pueden orientarse al sector aeronáutico.
3. Diversos tratados de libre comercio que permiten el acceso en condiciones preferenciales a 43 mercados (Secretaría de Economía, 2011).

El sector aeroespacial ha crecido de manera acelerada, durante el periodo 2004-2016, pasaron de 2,522 a 7,164 mdd y se espera que para 2017 crezca un 8% (Robles, 2016), estimándose que al cierre de 2017 estén llegando alrededor de los 8 mil millones de dólares (Redacción: Mundo Ejecutivo, 2017), mientras que las importaciones subieron de 2,171 a 5,898 mdd (ver gráfica 1), por otro lado, I. Guajardo (2015), titular de la Secretaría de Economía, destacó que anualmente, las exportaciones de esta industria crecen 5 por ciento y, hacia 2020 se busca duplicarlas, a 12 mil millones de dólares, mientras que las importaciones totalizaron más de 5,898 millones de dólares (Tovar, 2016), siendo Estados Unidos el principal país de destino de los productos de la industria aeronáutica, generando ingresos por 204 mil millones de dólares, el 45.3% del total, seguida de Francia, Reino Unido y Alemania que son los socios principales de la compañía Airbus, posteriormente Canadá que se ubica en la 5ª posición con ingresos de 22 mil millones de dólares. Brasil se encuentra en el 10º lugar, todos ellos son los países de origen de las principales empresas fabricantes de aviones y motores en el mundo. México se encuentra ubicado en el 15º lugar mundial.

**Gráfica 1**  
**Exportaciones e Importaciones mexicanas del sector Aeroespacial 2009–2016 en mdd**



Fuente: Elaboración propia con datos de la DGATIP y (Secretaría de Economía, 2015)

El incremento de empresas de la industria aeroespacial nacional es otro indicador del éxito; en 2013 se contabilizaron alrededor de 287 empresas establecidas, en comparación con las 20 que existían en el año 2000, y al año 2016 sumaron 330 empresas. En cuanto a la generación de empleo, en 2016 se reportaron cerca de 53 000, muchos de ellos altamente calificados, y se espera que a finales de 2017 el sector cuente con cerca de 60 mil empleos, (Juárez, 2017) la industria aeroespacial es otro nicho de actividad que tendrá un crecimiento explosivo (Robles, 2016).

De acuerdo con el INEGI, 2012 a 2013, el personal dedicado a la industria aeroespacial creció un 9,3%, y del 2013 al 2015 creció un 18.79%, llegando a 53 000 empleos (ver tabla 1), lo que representa un 0.6% del total de la industria manufacturera del país (INEGI, 2015). El desarrollo centros de formación de especialización en el país ha sido clave para este éxito, puesto que México se está moviendo hacia la consolidación de una industria aeroespacial para el futuro al convertirse en uno de los productores más competitivos en el

sector aeroespacial. Esta industria es de las más dinámicas y con mayores oportunidades de crecimiento en el país (González Díaz, 2017).

**Tabla 1**  
**Total de empleos y empresas de la industria aeroespacial en México.**

| <b>Año</b> | <b>Empleos</b> | <b>Empresas</b> |
|------------|----------------|-----------------|
| 2004       | 12,500         | 65              |
| 2007       | 16,500         | 150             |
| 2010       | 30,000         | 240             |
| 2011       | 33,000         | 260             |
| 2013/p     | 37,000         | 287             |
| 2014/p     | 43,000         | 302             |
| 2015/p     | 42,000         | 350             |
| 2016/p     | 53,000         | 350             |

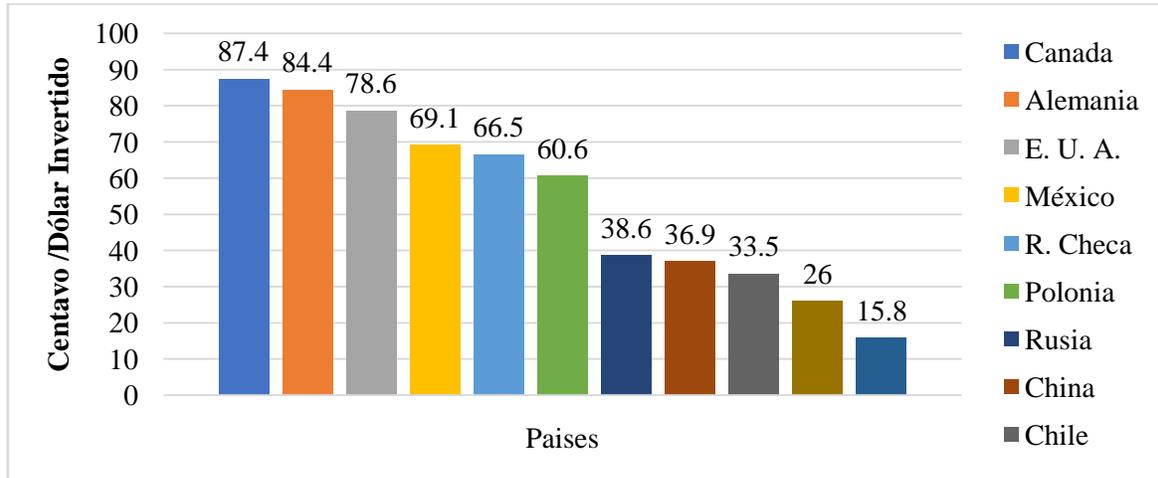
Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Carrillo & Hualde, 2013) y (FEMIA, 2016)

La competitividad y el excelente negocio que representa esta industria son factores que han permitido que, de 2008 a la fecha, ProMéxico haya atraído 38 proyectos multianuales en el sector aeroespacial, cuya inversión extranjera supera los 1,780 millones de dólares, De acuerdo con la consultora AeroStrategy, en los últimos diez años, México fue el mayor receptor de proyectos de inversión de las grandes empresas de fabricación en el sector aeroespacial, por encima de países como los Estados Unidos, China, Rusia y Japón. (Secretaría de Economía, 2009). Está claro, México se ha convertido en un centro de fabricación aeroespacial de clase mundial, y también es un gran receptor de inversión en proyectos de ingeniería y diseño. Los servicios de ingeniería son cada vez más una de las ventajas más atractivas de México para la industria aeroespacial.

El crecimiento que se ha venido dando en el sector obedece a diversos factores que permiten a México mantenerse como un fuerte destino de inversión (Secretaría de

Economía, 2011), al respecto González Díaz (2017) dijo: “Esta situación ha hecho que muchas empresas extranjeras vean a México como el destino más atractivo de la industria aeronáutica y se hayan establecido en estados como Querétaro, Chihuahua, Sonora y Baja California”, lo anterior coloca al país como un punto estratégico y de liderazgo para atraer inversiones, logrando así, un crecimiento de inversión, y de empresas, tanto nuevas como de las ya establecidas en las tres ramas de la industria: ingeniería y diseño, manufactura, así como mantenimiento y reparación. De enero a diciembre de 2014, México registró 22,568.4 millones de dólares (mdd), cantidad 35.9% menor a la cifra preliminar del mismo periodo de 2013 (35,188.4 mdd). Este flujo de IED fue reportado por 4,310 sociedades mexicanas con IED en su capital social. Los principales sectores receptores de IED fueron: manufacturas, 12,869.9 mdd; servicios financieros, 5,556.6 mdd; minería, 2,215.2 mdd; comercio, 1,954.3 mdd y construcción, 872.6 mdd (Secretaría de Economía, 2015), y actualmente, han llegado a México alrededor de 33 mil millones de dólares de inversión en esta industria, y entre las entidades que más inversión en el sector aeroespacial han captado se cuentan Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Querétaro y Sonora”, puntualizó (Lizcano, 2017), Para 2017, se esperan 22,490 mdd y para 2018, 25,480 mdd de IED (Banco de México, 2017), además la tasa de recuperación de la inversión en términos generales, relacionada con el cierre de un negocio en México es de 69.1 centavos por dólar, 35.6 centavos por arriba de países como Chile y cerca de 53.3 centavos por arriba de Brasil, (Ver gráfica2) (ProMéxico, 2017), lo cual hace aún más atractivo invertir en México. El objetivo del país, expresado en el programa estratégico Pro-Aéreo, es convertirse en uno de los principales proveedores de la industria aeroespacial y llegar a 12 mil millones de dólares en las exportaciones para 2020 (ProMéxico, 2017).

**Gráfica 2**  
**Tasa de Recuperación de la Inversión (Centavo/Dólar invertido)**



Fuente: The World Bank, Doing Business 2017 en (ProMéxico, 2017)

Movido por pronósticos que indican que en los próximos 20 años el tráfico aéreo crecerá 4.7% anual y se demandarán 29,000 nuevos aviones, México quiere colocarse hacia 2020 entre los diez mayores proveedores de la industria y duplicar las exportaciones, con 50% de contenido nacional, y gracias a este auge, México está clasificado como el sexto proveedor para el mercado aeroespacial de Estados Unidos y el sexto para la Unión Europea (UE) y décimo cuarto a nivel mundial (Torres Rojas, 2014), es el tercer destino de atracción de proyectos de Inversión Extranjera Directa aeroespacial, tan sólo por debajo de Estados Unidos y el Reino Unido (Secretaría de Economía, 2017). Pero entrar a este ramo industrial no es fácil, las empresas locales que aspiran a abastecer a otros proveedores más grandes o a los fabricantes de aeronaves, tienen que pasar por estrictos y costosos procesos de certificación, debido a que cualquier problema de calidad en los aditamentos de los aviones se agrava por el hecho de estar en el aire, señala Luis Lizcano, director de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) (Torres Rojas, 2014). Con la creación de

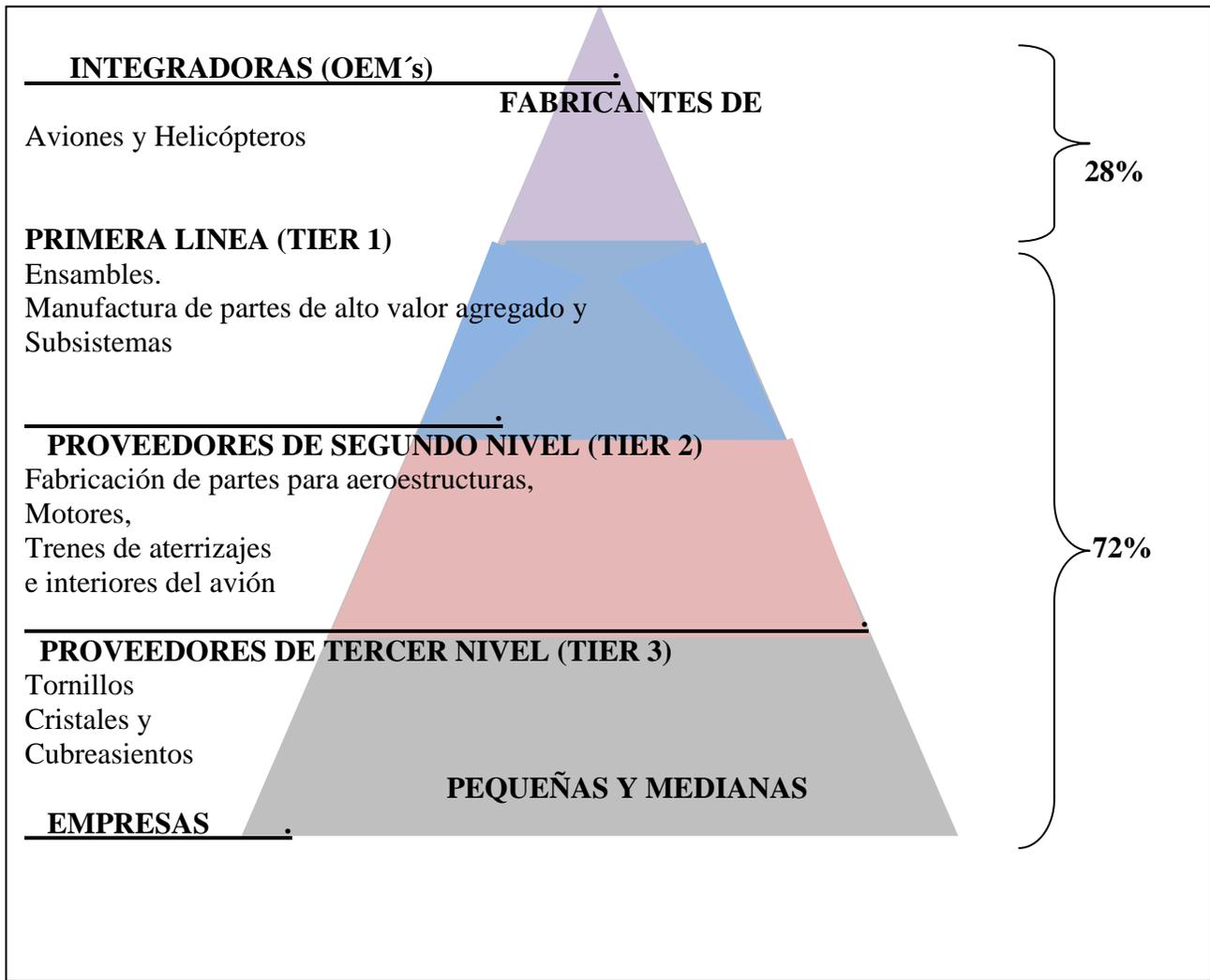
la Agencia Espacial Mexicana en 2010, se abrió –para el país– una nueva coyuntura para desarrollar y consolidar una industria aeroespacial. Se abrieron, a su vez, áreas de oportunidad en electrónica, aviónica, telecomunicaciones, entre otras, con metas como la fabricación de satélites con mano de obra y tecnología mexicana, convirtiéndose esta agencia de la administración pública federal en un vinculador e impulsor del sector (Agencia Espacial Mexicana, 2015) (Nava, 2016). En Sonora se han desarrollado, en los últimos, años varias industrias como son la electrónica, aeronáutica y automotriz. Actualmente se encuentran instaladas 45 empresas del ramo aeroespacial, constituyendo el clúster aeroespacial mecanizado más importante e integral del país, de acuerdo con información de la Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Sonora se espera que esa situación continúe fortaleciéndose, en vista de que el mercado global para esta industria se prevé que crezca a una tasa del 3.3% anual hasta 2022 (Secretaría de Economía de Sonora, s/f).

La industria aeroespacial se clasifica en compañías armadoras (OEMS, como Boeing y Airbus), proveedoras de primera línea o Tier 1; de segunda línea o Tier 2 y Tier 3. Las firmas de capital mexicano representan 22% de las suministradoras y abastecen, sobre todo, a las Tier 3. Esto ha ayudado a atraer a un gran número de empresas del sector aeroespacial interesado en tomar ventaja del talento mexicano para desarrollar una amplia variedad de proyectos.

Desde el punto de vista de las empresas productoras, y de los productos o segmentos de productos que fabrican dentro de las cadenas productivas de la industria aeronáutica se pueden distinguir cuatro niveles de empresas, (Barajas, 2014):

- **Empresas integradoras (OEMs):** En la parte final de la cadena productiva de la industria aeronáutica se encuentran las empresas que realizan el ensamble final de aviones o helicópteros, conocidos también como OEM's, cuya actividad principal es la integración de las aeronaves, la fabricación de algunas partes y componentes, el diseño y desarrollo de los nuevos modelos de avión, así como la venta al cliente final. En un mismo nivel que los OEM's de aeronaves, aunque como fabricantes de las partes esenciales de un avión, se encuentran los productores de motores.
- **Fabricantes de primera línea (TIER 1):** proveen directamente a las OEMs, participan en actividades de ensamble, manufacturan partes de alto valor agregado y de algunos subsistemas. Algunas de las partes son: Aeroestructuras, sistemas de aviónica, motores, interiores del avión, tren de aterrizaje y actuadores; entre otros.
- **Proveedores de segundo nivel (TIER 2):** Se trata de empresas especializadas en montajes de subensambles en la fabricación de partes para Aeroestructuras, para motores, para trenes de aterrizaje y para interiores del avión.
- **Proveedores de tercer nivel (TIER 3):** Son pequeñas empresas especializadas en el diseño y/o fabricación de partes y componentes elementales, tales como tornillos, cristales, cubreasientos, etc.
- **Otros Proveedores:** Se integra por compañías que brindan servicios de ingeniería de diseño, así como por empresas especializadas en la producción de determinados componentes y procesos específico (ver Figura 1).

**Figura 1**  
**Niveles de empresas de la Industria Aeroespacial**



Fuente: Elaboración propia

Como ya se mencionó, en la actualidad la Industria Aeroespacial está representada por 350 empresas que ofrecen más de 53 000 empleos en 18 entidades, principalmente del centro y norte del país (ProMéxico, 2013), de las cuales están localizadas principalmente en seis estados del país: Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Querétaro y Jalisco, por concentrar 76% del total de las empresas del sector. Estos estados han logrado plantear una estrategia conjunta de *tripe hélice* con los sectores: gobierno, privado y educativo para que trabajen juntos, y formar clúster especializados, los que, a su vez, han fomentado el

desarrollo de la industria a nivel regional, han elaborado una agenda de temas como la atracción y la consolidación de nuevas inversiones, formación especializada para los procesos de certificación en Investigación y desarrollo (Cortés, 2017).

En septiembre de 2013, Lufthansa anunció que había hecho un pedido de 59 aviones de largo recorrido a Boeing y Airbus, en un contrato valuado en 19,000 millones de dólares (mdd) que recibirá a partir de 2016 y participará una empresa mexicana. En el Plan Nacional de Vuelo estas entidades son señaladas como las “regiones” más importantes de la industria aeroespacial en el país, se considera que tanto sus capacidades como su especificidad y nichos industriales, lo que constituye su vocación productiva emergente, pueden favorecer el desarrollo del sector en territorio nacional; destacan las posibilidades de la manufactura de maquinados de precisión en Chihuahua; el desarrollo de sistemas de fuselaje y plantas de poder, así como los servicios basados en conocimiento de alto valor (KPO) en Baja California; la manufactura de turbinas para Sonora; ingeniería para el diseño de turbinas, ensamble de partes complejas del fuselaje y mantenimiento especializado para Querétaro y actividades de soporte de metalmecánica y de manufactura en Nuevo León (ProMéxico, 2013).

Por otro lado, las empresas se enfrentan, entre otras cosas, al hecho de la escasez de técnicos especializados, a la necesidad de capacitar al personal con que se cuenta para que se mantenga actualizado y al reto de mantener en la empresa al personal que han capacitado, pues la piratería ahora existe a través de una guerra por el talento humano una adecuada gestión de éste se vuelve primordial, entre las estrategias fundamentales del Programa Estratégico Nacional de la Industria Aeroespacial 2012-2020 (Pro-Aéreo) se encuentra el desarrollo del capital humano, debemos trabajar muy intensivamente en capacitación para el recurso humano, refirió Gritzewsky, presidente de Femia, además el

sector cuenta con universidades y centros de investigación en el tema de manufactura avanzada y materiales. donde anualmente se gradúan 110.000 estudiantes de ingeniería, manufactura y construcción (Modern Machine Shop, 2015), según datos de ProMéxico, existen 21 instituciones educativas del país ofreciendo 52 programas en el sector de educación aeroespacial, incluyendo cursos básicos, cursos técnicos, cursos técnicos-universitarios avanzados, -sobre todo aeronáutica y aeroespacial- y varios programas de maestría.

### **Cadena productiva y de valor**

Particularmente, en México se han desarrollado acciones cuyo objetivo es el fortalecimiento de las cadenas de valor a través del establecimiento de relaciones interempresariales del tipo cliente-proveedor entre empresas grandes, se busca integrar y desarrollar ideas innovadoras de nuevas pymes y para las ya existentes, se apostará por hacer crecer sus capacidades e incrementar su participación en la industria aeroespacial (Vuela , 2014).

Algunos de los aspectos que las empresas aeronáuticas deben tomar en cuenta en sus procesos productivos son:

- Criterios económicos en la selección de procesos de fabricación.
- Relación entre diseño y mantenimiento programado.
- Proceso de fabricación avanzada.
- Proceso de fundición, tratamientos térmicos.
- Operaciones de torneado, fresado, roscado, prensado, etc.

- Herramientas de corte, sujeción de piezas, etc. ⌘ Tipos de soldaduras. ⌘ Tensión y deformaciones durante la soldadura. ⌘ Soldadura en distintos materiales ⌘ Gestión de la calidad y normas (Secretaría de Economía, 2011).

## **Regulación y Certificación para la Industria Aeroespacial**

La seguridad es el factor que rige todas las actividades que tengan relación con el objetivo final de que las aeronaves puedan volar en las mejores condiciones posibles ya que a diferencia de otras industrias relacionadas con el transporte, una falla en la operación de un avión, por mínima que ésta sea, puede implicar consecuencias fatales. Es por ello que se requiere garantizar su operación mediante el ensamble y manufactura de partes y sistemas, así como del uso de materiales, que cumplan con las normas de seguridad y calidad más estrictas, al igual que sus procesos, por lo que las empresas que realicen estas actividades deben estar certificadas por las autoridades aeronáuticas que las regulan, por organismos de certificación y/o a través de la propia compañía de la cual son proveedores. La seguridad en la industria aeronáutica incluye también en su concepto más amplio aquella que implica propiedad intelectual, secreto militar o secreto empresarial, por lo que aquellos países que brinden condiciones para garantizarla cuentan con mayor ventaja para desarrollar esta industria.

**Certificación en el sector aeroespacial**

La complejidad en la producción de una aeronave y las expectativas de buen desempeño de las partes empleadas en su fabricación son tan altas que el aseguramiento de la calidad en este sector industrial se vuelve un elemento clave. El estándar aceptado mundialmente por la industria aeronáutica es la Serie 9100 y su implementación es de gran importancia para las empresas que deseen convertirse en proveedores de partes y componentes para aeronaves. La Serie

9100 es un modelo para sistemas de administración de la calidad en el sector aeronáutico basado en norma estándar ISO 9001:2000, cuya aplicación general está a cargo de la International Aerospace Quality Group (IAQG) y cuya entidad responsable es la Society of Automotive Engineers (SAE). Esta norma es aplicada por los principales fabricantes aeronáuticos y se ha convertido en el principal requisito que exigen los fabricantes de primer nivel a sus proveedores. La certificación AS9100 hace hincapié en la calidad, seguridad y tecnología de todas las etapas de la cadena de suministro y es de aplicación en todos los ámbitos, tanto civil como militar (Ver cuadro 2), (Secretaría de Economía, 2011).

**Cuadro 2**  
**Normas de Certificación a nivel Mundial**

| Norma     | Ámbito de aplicación   | Agencia responsable de su publicación y seguimiento                               |
|-----------|--|---|
| AS9100    | Estados Unidos y adoptada por empresas en América, es la norma internacional reconocida del sistema de calidad específico en el sector aeronáutico | Society of Automotive Engineers (SAE) en América                                  |
| EN9100    | Europa   | Association Europeene des Constructeurs de Materiel Aerospatial (AECMA) en Europa |
| JISQ 9100 | Japón y adoptada en Asia y el Pacífico.  | Japan Institute for Standard Quality (JISQ) en Asia/Pacífico                      |

Fuente: (Secretaría de Economía, 2011)

Puesto que las 3 versiones son técnicamente equivalentes, la implementación de cualquiera de ellas es aceptada por las empresas aeronáuticas en las tres regiones del mundo. La AS9100 contiene los requerimientos del ISO 9001:2000, con la adición de otros 80 requerimientos críticos para la calidad en la industria aeroespacial, entre ellos: Inspección de primer artículo. El objetivo es garantizar que las partes pueden ser fabricadas de manera continua, eficientemente y siguiendo las especificaciones con un mínimo de variación. Este proceso se aplica a todos los niveles, desde las piezas fundidas y forjadas hasta

componentes completos. Manejo de la variación de las características esenciales. Este proceso requiere tener planificadas todas las etapas de producción, con procedimientos específicos para controlar las situaciones en las que una característica esencial presenta variaciones fuera de los rangos especificados. Control de diseño y desarrollo. AS9100 incluye diversos anexos a lo largo de todo el proceso de diseño y producción y establece requerimientos para verificar la documentación y validar las pruebas y resultados. Manejo de proveedores. Uno de los puntos cruciales en la industria aeronáutica es el adecuado manejo de proveedores: La cadena de abastecimiento es muy larga y, particularmente en la base de la cadena, muchos proveedores atienden a diferentes industrias. Entre los requerimientos del AS9100 se encuentra la “aprobación de proveedores”, es decir, cada proveedor es responsable de manejar y acreditar a sus proveedores, a los que se denominan “Tier” y a los proveedores de estos “Sub-Tier”. De esta manera, una actividad prioritaria para las empresas que buscan un lugar en el sector aeronáutico es la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad orientados a alcanzar una certificación 9100. No contar con estos sistemas representa una importante desventaja competitiva. NADCAP (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program) NADCAP es un programa de certificación de procesos especiales gestionado por el Performance Review Institute (PRI) con el cual se aprueban procesos especiales y productos, además de proveer mejora continua en industrias como la automotriz y aeroespacial. En el caso del sector aeroespacial, la certificación NADCAP es requerida por los principales fabricantes de motor y avión para toda su red de suministradores (Ver cuadro 3). Su obtención exime a la empresa certificada de otras auditorias por parte de los propios fabricantes del sector ya que la reconocen como una certificación suficiente. A continuación, se dan a conocer algunas de las principales entidades reconocidas a nivel mundial dedicadas a la

certificación de empresas que producen partes y componentes destinados al sector aeronáutico (Secretaría de Economía, 2011).

**Cuadro 3**  
**Entidades Certificadoras**

| <b>Entidad Certificadora</b>  | <b>Objetivos</b>   | <b>No. De Afiliados</b>       | <b>Normatividad</b>  |
|---|--|-------------------------------|--|
| <b>International Aerospace Quality Group (IAQG)</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar iniciativas relevantes en materia de calidad.</li> <li>• Impulsar iniciativas en materia de reducción de costos</li> </ul>  | 80 miembros                   | Serie 9100 (AS9100, EN9100 y JISQ 9100)  |
| <b>Performance Review Institute (PRI). Organismo no lucrativo.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer a nivel internacional, de manera imparcial e independiente, servicios de evaluación y certificación de manufactura y de productos. Reducir costos y facilitar la relación entre ensambladoras finales y proveedores.</li> </ul>   | No disponible                 | NADCAP (National Aerospace & Defense Contractors Accreditation Program.  |
| <b>Society of Automotive Engineers (SAE)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar información técnica referente a diferentes vehículos la cual involucra estándares para algunos materiales de consumo o de procesos de fabricación y de operación.</li> <li>• El principal producto de SAE son los estándares aeroespaciales.</li> </ul>   | 90,000 miembros de 97 países. | ISO 9001:2000  |
| <b>Federal Aviation Association (FAA). Organismo dependiente del U.S. Department of Transportation (DOT).</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar las acciones necesarias para formar un sistema nacional de control, monitoreo, regulación y modernización de todo lo relacionado a la aviación en el espacio aéreo de los Estados Unidos.</li> <li>• Generar y publicar las normas y regulaciones aplicables a la industria, a través de la Federal Aviation Regulation (FAR).</li> </ul> | No disponible                 | Code of Federal Regulations. (Title 14 Aeronautics and Space. Subchapter C-Aircraft).  |
| <b>European Aviation Safety Agency (EASA)</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover los más altos estándares de seguridad y de protección al medio ambiente en la aviación civil.</li> <li>• Certificar los productos aeronáuticos y las organizaciones que participan en el diseño, producción y mantenimiento de</li> </ul>  | 31 países.                    | European Community law: Regulation (EC) N° 1592/2002; Decision of the Management board amending and replacing Decision 7-03. |

|   |   |            |  |
|---|---|------------|--|
|   | dichos productos.   |            |  |
| <b>Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Organismo especializado de la ONU, con personalidad jurídica internacional.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar los principios establecidos en el “Convenio sobre aviación civil internacional”.</li> <li>• Fijar las normas sobre seguridad operacional y de aviación, así como parámetros de eficiencia y regulaciones.</li> </ul> | 188 países | Convenio sobre aviación civil internacional y Anexos 1 a 18. |

Fuente: (Secretaría de Economía, 2011)

### **Certificación en México**

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), es la dependencia mexicana encargada de otorgar permisos para el establecimiento de fábricas de aeronaves, motores, partes y componentes, así como para llevar su control y vigilancia. Asimismo, tiene la facultad de certificar, convalidar y autorizar, dentro del marco de sus atribuciones, los programas de mantenimiento y los proyectos de construcción o modificación de las aeronaves y sus partes y productos utilizados en la aviación, así como opinar sobre la importación de los mismos. Según la Secretaría de Economía (SE), cerca de la mitad de las empresas aeroespaciales en México cuenta con el ISO-9001 y poco menos de un tercio tiene la certificación especializada AS9100.

Mediante la “Carta de Política No. CP AV-05/05 R1”, de fecha 15 de septiembre de 2006, la DGAC estableció los procedimientos que deberán seguir las empresas que deseen obtener la certificación de productos aeronáuticos diseñados y/o fabricados en México, así como para la certificación de aprobación para producción. Los estándares aceptados por la DGAC, para la Certificación de Aprobación para Producción de artículos aeronáuticos diseñados y/o fabricados en México son:

- Certificación de Tipo de aeronave, motor o hélice.

- Certificación de Aprobación para Producción.
- Certificación de Aeronavegabilidad de Productos Aeronáuticos relacionados.
- Programa de Evaluación de los Sistemas de Certificación de Aeronaves.
- Procedimientos para el uso del certificado de aprobación de aeronavegabilidad de los productos aeronáuticos. Otras formas de obtener la Certificación para productos aeronáuticos son: 1.- Que la autoridad de cada país viaje a la planta industrial mexicana para certificar el producto aeronáutico, lo que trae costos adicionales para las empresas y; 2.- Que los productos aeronáuticos se envíen al país de destino para ser certificados por la autoridad de dicho país, acción poco conveniente cuando se trata de grandes volúmenes de fabricación.

### **Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA)**

El 18 de septiembre de 2007 el entonces Secretario de Comunicaciones y Transporte de México y su homólogo estadounidense suscribieron en la Ciudad de Montreal, Canadá, el Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA). Dicho Acuerdo tiene por objeto el reconocimiento mutuo entre las autoridades de aeronáutica civil mexicanas y norteamericanas en materia de capacidad de certificación de piezas y componentes aeroespaciales conforme a parámetros internacionales, que promuevan la seguridad en la aviación y la calidad ambiental. En el caso de Estados Unidos, la autoridad responsable de la certificación es la FAA (Federal Aviation Administration), mientras que por el lado mexicano es la Dirección General de Aeronáutica Civil, dependiente de la SCT.

Actualmente, las piezas y componentes fabricados en México tienen que ser enviados a Estados Unidos para su certificación de seguridad, o que un certificador estadounidense tenga que desplazarse a México para realizar esa tarea, lo cual implica costos adicionales

para las empresas. Con la implementación del BASA se pretende reducir el tiempo y los costos de certificación para las empresas y se facilitan sus operaciones de proveeduría de partes, tanto hacia las compañías fabricantes de aviones como al resto de sus clientes, ya que la certificación la realizaría la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT, con un costo menor. A este respecto, la SCT destaca que la certificación de componentes y partes aeroespaciales por parte de la Autoridad Aeronáutica Mexicana, sólo se dará en el caso de que los productos sean diseñados y manufacturados en México. (Secretaría de Economía, 2011)

### **Beneficios del BASA**

- Aceptación por cada país de lo realizado por el otro, respecto a aprobaciones de aeronavegabilidad, pruebas ambientales, autorización de productos aeronáuticos civiles y evaluaciones de calificación de simuladores de vuelo.
- Facilita las operaciones de proveeduría de partes tanto hacia las empresas fabricantes de aviones (OEM) como al resto de sus clientes, toda vez que los fabricantes podrán exportar los productos de manera directa a sus mercados finales, ya con una liberación de aeronavegabilidad extendida por la autoridad de seguridad aérea mexicana.
- Facilita la aceptación de las autorizaciones y monitoreo de las instalaciones de mantenimiento e instalaciones de alteración o modificación, personal de mantenimiento, tripulación de vuelo, centros de capacitación en aviación y operaciones de vuelo del otro país.
- Reconocimiento a la calidad de los productos aeronáuticos fabricados en el país y por lo tanto se pueden abrir oportunidades de negocio.

- Se anulan tareas repetitivas y redundantes, lográndose reducciones en los costos de producción (Secretaría de Economía, 2011).

### **Estatus del BASA**

Se firmó el 18 de septiembre de 2007 y fue aprobado por la Cámara de Senadores del Honorable Congreso de la Unión de México el 8 de octubre de 2009, y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de ese mismo año. El 23 de febrero de 2010, la Secretaría de Relaciones Exteriores publicó en el citado órgano informativo el “Decreto Promulgatorio del Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América para el Fomento de la Seguridad en la Aviación, firmado en Montreal, el dieciocho de septiembre de dos mil siete.” Cabe señalar, que de acuerdo con el Cuarto Informe de Labores de la SCT publicado en agosto de 2010, en el mes de octubre de 2009, la empresa mexicana ITR, dedicada a la reparación de turbinas de aeronaves, certificó el primer producto en México bajo el Acuerdo BASA, obteniendo la Carta de Aprobación de Diseño, que le permite exportar su producto a los Estados Unidos de América. Implementación del BASA Actualmente la Dirección General de Aeronáutica Civil dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se encuentra en el proceso final de capacitación del personal que fungirá como Inspector responsable de verificar la fabricación de partes y componentes fabricados en México. Dicha Dependencia informa que se han realizado visitas de inspección a diversas empresas del sector a fin de verificar instalaciones y procesos de producción que les permitan contar con el soporte técnico para enfrentar los requerimientos de las propias empresas en la fabricación y certificación de los productos (Secretaría de Economía, 2011).

Con base en lo anterior, se firmó un convenio de colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), para elevar el grado de integración nacional en la cadena de valor del sector aeroespacial, mediante la selección de proveedores estratégicos que deberán obtener 40 certificaciones en procesos NADCAP (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program), o que deberán obtener certificados específicos para la industria clasificados dentro de la categoría Aerospace Standards SAE- AS9100 (Society of Automotive Engineers – AeroSpace), o cualquier otra acreditación en la materia que permita los estándares industriales necesarios para integrar cadenas productivas y de valor en los procesos especiales y de manufactura de piezas y partes para las ensambladoras de naves aeroespaciales. Desde que inició el proyecto en 2009, el PNUD apoya al gobierno mexicano y a la industria aeroespacial en su esfuerzo por contar con una base de proveeduría confiable y competitiva que permita incrementar las compras de suministros fabricados en territorio nacional. Este convenio está dirigido específicamente a Pymes mexicanas y permitirá el establecimiento de un modelo de transferencia tecnológica entre los organismos certificadores y la Femia para facilitar el acceso a los esquemas de certificación. Este programa fortalecerá el intercambio comercial entre México y la Unión Europea en un sector de gran potencial, a través del fortalecimiento de capacidades de suministros de Pymes mexicanas y de la transferencia de prácticas operativas de empresas globales del sector, especialmente europeas. instaladas en territorio nacional obtengan las certificaciones(ver cuadro 4) AS9100, AC7118 y/o PRI-NADCAP para sus procesos específicos y, con éstas, formar parte de la cadena de suministro de los grandes jugadores internacionales instalados en el país. El proyecto fue financiado con fondos del Programa Integral de Apoyo para las Pymes (PIAPYME), operado por el Centro Empresarial

México-Unión Europea (CEMUE), en un 70%, mientras que el 30% restante fueron aportados por las empresas beneficiarias. El monto total del proyecto fue de \$2,187,976 de dólares, los cuales fueron depositados a la cuenta de PNUD México. Cabe mencionar que el sector aeroespacial en México ha entrado en una nueva fase de desarrollo y ofrece un potencial importante para las Pymes mexicanas (PNUD México, 2016).

### **FORTALEZAS DEL SECTOR AEROESPACIAL EN MÉXICO (FEMIA, 2016)**

- Eje logístico.** Entre los principales factores internos que han propiciado el crecimiento de las actividades de manufactura, ingeniería y mantenimiento aeroespacial y el asentamiento de empresas aeroespaciales líderes a nivel mundial en México, es su localización geográfica, por ser el lugar en el que confluyen los 2 corredores de manufactura aeroespacial más importantes de mundo: 1) Norteamérica, siendo Estados Unidos el mercado más grande del mundo y a donde se dirige el 74.3% de las exportaciones aeroespaciales de México, por lo que los antecedentes de negocio y encadenamiento de manufactura que existen con dicho país brindan ventajas y oportunidades para seguir fortaleciendo la industria aeroespacial. 2) Acceso a los océanos Pacífico y Atlántico, la ventaja geográfica que ofrece México le permite ser considerado como punto estratégico que facilita el acceso de insumos o mercancías tanto de Europa como de Asia, lo que combinado con la cercanía al mercado estadounidense hace atractiva la realización de actividades aeroespaciales, posicionando a México como el centro logístico y de manufactura aeroespacial de las Américas.
- Experiencia.** La experiencia y éxito de México en el desarrollo de sectores como el automotriz y el eléctrico-electrónico aportan una plataforma de manufactura

avanzada e infraestructura, favoreciendo el desarrollo de la industria aeroespacial en el país y permitiendo la optimización de las cadenas de suministro, programas de apoyo comunes y ventajas sinérgicas.

- Confiabledad.** A diferencia de otros países que compiten con México por la atracción de inversiones del sector aeroespacial principalmente por ventajas en los costos de producción, México ofrece un aspecto que es fundamental en esta industria, la seguridad en el manejo de información confidencial y de propiedad intelectual, situación reconocida por las propias empresas que realizan operaciones en México, considerado como un destino confiable para la integración de tecnologías sensibles.

- Costos Competitivos.** Según un estudio de KPMG realizado en 2008, México es más competitivo en costos, en comparación a Estados Unidos. las compañías aeroespaciales establecidas en México pueden ahorrar hasta el 30% en costos de operación.

- Innovación.** La gran cantidad de universidades y centros de investigación en el tema de manufactura avanzada y materiales favorecen el desarrollo de proyectos de innovación en el sector y dada la ubicación de México junto a Estados Unidos y Canadá, dos de los principales países productores y desarrolladores de tecnología aeroespacial, abre oportunidades para la integración tanto industrial como tecnológica aprovechando la vinculación con los polos aeroespaciales como Quebec y Seattle.

- Talento.** México no solo ofrece mano de obra de bajo costo, sino calificada y con experiencia en otros sectores industriales con importante presencia en México como el automotriz y el electrónico. Asimismo, la capacidad de los trabajadores

mexicanos en muchos de los casos ha sobrepasado las expectativas de las compañías aeroespaciales que inician proyectos en México, lo que justifica buscar estrategias que permitan minimizar las debilidades y potenciar esta fortaleza. De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), anualmente se gradúan 115 mil estudiantes de ingeniería, manufactura y construcción.

- **Calidad Certificada.** México es uno de los pocos países que cuenta con un acuerdo bilateral de reconocimiento mutuo de los sistemas de certificación aeronáutica-BASA (Bilateral Aviation Safety Agreement) con la Federal Aviation Administration (FAA). Por su parte, las empresas han certificado sus procesos conforme a los estándares de la industria, ISO – 9001, AS 9100, y NADCAP (FEMIA, 2016).

## **DEBILIDADES DEL SECTOR AEROESPACIAL EN MÉXICO**

Entre las debilidades que inciden sobre el sector aeroespacial en México, que limitan el aprovechar las oportunidades o llevan a exponer al sector a posibles amenazas, se encuentran las siguientes:

- **Cadena de suministro débil** y baja integración de proveeduría nacional. Si bien México ofrece ventajas para la atracción de inversiones y proyectos aeroespaciales de importantes compañías OEM y de primer nivel, el grado de integración de proveedores nacionales aún es bajo, por lo que el reto es poder propiciar el fortalecimiento de las capacidades de manufactura y diseño de posibles proveedores nacionales.

- **Falta de capital humano con experiencia** en tecnología aeroespacial y a nivel gerencial. Opiniones de varias empresas y de estudios como el de las Necesidades de Capital Humano de la Industria Aeroespacial realizado por Salieri y Santibañez (2010), coinciden en señalar que se requiere capital humano con capacidades orientadas a la especialización aeroespacial, mientras que en niveles gerenciales y de ingeniería, se requiere reforzar las capacidades administrativas y básicas como el idioma inglés, calidad de los nuevos programas de ingeniería aeroespacial, no existe un sistema de estándares ocupacionales y de competencias para el sector, lo cual dificulta el desarrollo de programas (especialmente vocacionales) relevantes para la industria.
- **Falta de certificaciones.** Un aspecto que distingue a la industria aeroespacial sobre otras industrias son los elevados estándares de calidad y seguridad que se requieren. En este sentido, aún existe un rezago en el número de empresas mexicanas que cuentan con certificación, de acuerdo con encuesta aplicada por ProMéxico, menos de la mitad de las empresas aeroespaciales han obtenido las certificaciones AS9100, NADCAP o ISO 9001:2008.
- **Necesidad de mejorar la organización** y efectividad en planes gobierno-industria-academia. Para lograr la efectividad de cualquier política industrial es necesaria la coordinación entre los diferentes actores, en este sentido, la definición de objetivos y estrategias de manera conjunta es un primer paso que se debe ver reflejado en instrumentos como el propio programa.
- **Baja incorporación de tecnología a procesos de manufactura.** De las empresas del sector aeroespacial establecidas en México, 70% se dedican a realizar

actividades de manufactura de partes. El reto es incursionar en la manufactura de sistemas que impliquen mayor valor agregado y contenido tecnológico, buscando la participación en las primeras etapas de desarrollo de nuevos productos, lo que implicaría mayores actividades de diseño, ingeniería y tecnología.

- **Falta de reglas claras y continuidad para la obtención de recursos que promuevan el desarrollo tecnológico.** Conforme la opinión de representantes de algunas empresas se requiere que en los programas de apoyo orientados al desarrollo tecnológico se establezcan reglas de operación más claras y minimizar las posibles modificaciones de tal forma que se brinde certeza a las empresas participantes.
- **Infraestructura tecnológica inadecuada.** Una característica de los principales países con industria aeroespacial es la orientación de recursos públicos y privados hacia actividades de innovación y desarrollo tecnológico. En este sentido, un rubro importante es contar con la infraestructura necesaria que permita la realización de estas actividades, en particular, aquellas relacionadas con sectores estratégicos como lo es el aeroespacial (FEMIA, 2016).

## **OPORTUNIDADES**

En términos de factores externos que potencialmente representan oportunidades que pueden ser aprovechadas en la medida que se establezcan mecanismos para ello, se identifican los siguientes:

- **Reemplazo de flota aérea y compras de SEDENA y SEMAR.** De acuerdo con datos del Atlas de Seguridad y Defensa de México 2009 se refleja una necesidad de

renovación de la flota aérea de las fuerzas armadas dada la antigüedad de algunos tipos de aeronaves y la cantidad que se requiere, como ejemplo está el caso de los aviones de entrenamiento cuya flota actual es de 143 unidades y la edad promedio es de 26 años. SEDENA y SEMAR en los últimos 6 años destinaron un presupuesto promedio anual de 1,490 millones de pesos a sus compras de aeronaves, compras que al no estar cubiertas por los tratados de libre comercio en su contratación es posible buscar mecanismos de compensación (offsets) que beneficien a la industria.

- **Bono demográfico.** La base de jóvenes en edad de trabajar en México constituye una ventaja respecto a países donde gran parte de la población es de mayor edad, por lo que carecen de la capacidad para reemplazar su fuerza laboral, convirtiéndose en una oportunidad para la atracción de actividades aeroespaciales a México.
- **Gasto militar en los Estados Unidos.** El gasto destinado por los Estados Unidos al desarrollo y manufactura de equipo militar es de los más elevados a nivel mundial, por lo que considerando la tendencia mundial que se presenta en la industria aeroespacial hacia la globalización de actividades y la especialización horizontal, así como la fortaleza de México en términos de la seguridad en el manejo de propiedad intelectual, este factor es un nicho de oportunidad para la industria aeroespacial en México (FEMIA, 2016)

## **AMENAZAS**

La principal amenaza que se identifica es la competencia internacional por la atracción de inversiones y proyectos de la industria aeroespacial que es particularmente agresiva con

países emergentes como China, Brasil y Rusia, países con los que tradicionalmente se compite en costos, pero que cuentan con antecedentes de manufactura y desarrollo de aviones, es el caso de Brasil y Rusia, o están realizando fuertes inversiones en el desarrollo de proyectos de fabricación de aviones, como lo es China. Es por ello, que México deberá crear las condiciones que permitan diferenciarse de estos países no solo en términos de costo, sino también en sus capacidades para el desarrollo tecnológico. (FEMIA, 2016)

### **Certificaciones y estándares de competencia laboral en la industria aeroespacial**

En México, no existen certificaciones de competencias de recursos humanos nacionalmente reconocidas o sistemas de acreditación de programas de capacitación en competencias técnicas enfocados al sector. La única excepción es la reglamentación que impone la Dirección General de Aeronáutica Civil sobre la capacitación y las certificaciones otorgadas a ingenieros y técnicos de MRO necesarias para autorizar el uso de aviones o partes después de ser reparadas. Esta reglamentación se percibe como algo funcional hasta el momento (Salieri & Santibañez , 2010).

La introducción de certificaciones reconocidas por todas las empresas del sector tendría varias ventajas, entre otras:

1. Permitiría a las instituciones educativas entender cuáles son las capacidades necesitadas por las empresas, y por lo tanto facilitaría el desarrollo de programas relevantes y de interés común para la industria.
2. Facilitaría la comprensión por parte de aquellos individuos interesados en trabajar para la industria de las capacidades necesitadas por las empresas del sector.
3. Permitiría a las empresas tener mayor claridad sobre las capacidades reales de los candidatos al empleo, y por lo tanto facilitaría las tareas de selección del personal.

4. Facilitaría las posibilidades de movilidad laboral (Salieri & Santibañez , 2010).

Recientemente, el sector y la comunidad académica han empezado a actuar para impulsar la creación de programas de capacitación enfocados al sector; los primeros resultados significativos fueron la creación del Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial (COMEA), que actúa como interlocutor y representante de todas de las instituciones de educación media superior, técnica y universitaria con programas relacionados al sector. La COMEA ha contribuido ya en el diseño y la apertura de varios programas universitarios y técnicos enfocados al sector. A pesar de estos esfuerzos, existen todavía brechas entre las necesidades del sector y la oferta de recursos humanos (Salieri & Santibañez , 2010).

**Riesgos y oportunidades percibidos por ejecutivos y expertos del sector en materia de competencia laboral** (Salieri & Santibañez , 2010)

1. Los egresados de programas de ingeniería son percibidos como profesionistas que carecen de capacidades gerenciales – en particular, de comunicación, trabajo de equipo, análisis y resolución de problemas, consciencia del impacto económico de sus actividades. Se sugiere por lo tanto impulsar la integración en los planes de estudio de los programas de ingeniería, cursos y experiencias enfocadas a desarrollar estas habilidades; con el mismo propósito, se sugiere evaluar la eficacia de las intervenciones que se han hecho ya en algunas instituciones, como en el Instituto Politécnico Nacional.
2. Con pocas excepciones (en particular, fueron mencionados el ITESM y el CETYS) el nivel de inglés promedio entre los egresados de las facultades de ingeniería del país es percibido como insuficiente. Se sugiere impulsar un mayor dominio del idioma,

posiblemente analizando y replicando las metodologías de enseñanza utilizadas en el ITESM y en el CETYS. Además, los entrevistados aconsejaron poner mayor enfoque en la redacción y comprensión de textos de tipo técnico.

3. A pesar de que en los últimos tres años se han creado varios programas de ingeniería aeronáutica y aeroespacial, quedan dudas sobre si el nivel de los profesores y las inversiones en laboratorios van a ser suficientes para garantizar un alto nivel de calidad en la educación ofrecida. Podría tener sentido concentrar las inversiones en el desarrollo de un menor número de programas, ubicados en los estados de mayor desarrollo del sector (ej. Baja California y Querétaro) – especialmente en consideración de la demanda aún limitada, aunque en crecimiento, de recursos con esta especialidad. Con respecto al alto costo de las instalaciones, se sugiere también considerar la posibilidad de utilizarlas para ofrecer programas de diferentes niveles (universitarios y técnicos), como se está experimentando en la UNAQ.
4. El reducido número de programas de posgrado en México crea dificultades para entrenar personal en materias altamente especializadas. Se sugiere desarrollar programas de especialización en materiales, sistemas eléctricos de potencia, análisis estructural, diseño, mecánica y cálculo de fluidos, y MRO.
5. Los softwares de diseño que se utilizan en la mayoría de los cursos de ingeniería que imparten las universidades son percibidos como obsoletos (ej. AutoCAD) mientras que falta capacitación en paquetes actualmente utilizados por la industria – en particular, CATIA. Se sugiere evaluar la posibilidad de invertir en la compra de licencias y capacitación de paquetes de software más recientes en las escuelas, especialmente si estos son también utilizados en otros sectores además del

aeroespacial.<sup>33</sup> Algunas empresas del sector han manifestado su disposición en considerar la posibilidad de contribuir financieramente a las inversiones necesarias.

6. Aunque las empresas del norte del país no parecen exigir, por el momento, altos niveles de capacitación a los candidatos para posiciones de técnicos (con excepción de los maquinistas), la falta de programas para la capacitación de recursos técnicos en esa región podría constituir una importante barrera a la transición hacia segmentos de mayor valor agregado. Se sugiere por lo tanto elaborar una estrategia que impulse los programas de reciente creación (ej. los del CENALTEC y del ITSON) así como la incorporación de nuevos, en estrecha vinculación con la industria. En particular, se señala la necesidad, mencionada por varios entrevistados, de programas de capacitación en CNC.
7. Al fin de facilitar el desarrollo de programas técnicos y cursos de capacitación relevantes y de común interés para la industria, se sugiere impulsar el desarrollo, en colaboración con la industria, de un sistema de definición de las principales ocupaciones y capacidades necesitadas por el sector, así como de los estándares mínimos de entrenamiento necesitados para alcanzarlas. Para esto, puede ser útil el análisis de experiencias de otros países donde el sector ya está más desarrollado – en particular, en este documento se presentaron algunas informaciones relativas a la de Canadá.
8. Existe desconfianza sobre la capacidad de la DGAC de actuar con prontitud y eficacia en respuesta a las necesidades del sector, y sugirieron el fortalecimiento de dicha institución; entre otros, expresaron preocupación respecto a si el número y el nivel de capacitación de los inspectores que se están entrenando para certificar el cumplimiento de normas de calidad en la manufactura aeroespacial establecidas en el

acuerdo BASA, sean suficientes. Una falta de recursos en este sentido podría constituir una significativa barrera para el desarrollo del sector, y en particular del área de I&D.

### **Los Clústeres Industriales como Estrategia de Desarrollo de la Industria Aeroespacial**

El papel de las políticas públicas federales y estatales es relevante para el fomento del agrupamiento aeroespacial en México mediante la atracción de empresas líderes del sector a través de la instrumentación de diversos incentivos, entre los que destacan los relacionados con la localización de empresas anclas dentro de diversos parques industriales (Casalet, 2013)

Los sistemas productivos locales se pueden definir como empresas, generalmente micro o pequeñas, que pertenecen al mismo sector y muchas veces producen el mismo bien o servicio. Estos surgen de la necesidad de promocionar el desarrollo económico local, con el fin de hacer que las empresas cobren fuerza dentro de la dinámica productiva de una determinada localidad, generando fuentes de empleo y una serie de externalidades positivas. (Plascencia & Malacara, 2015), (Porter, 1991), señala que normalmente los sectores más exitosos de una nación suelen estar vinculados mediante relaciones verticales (comprador / proveedor) u horizontales (clientes, tecnologías).

Debido a las características del sector y su contribución a la economía mexicana en términos de empleo, en el año 2003 la SE anunció el interés del gobierno federal por desarrollar al sector mediante la atracción de empresas líderes internacionales que fungieran como anclas productivas y puntos de atracción para otras empresas relacionadas; con la finalidad de generar aglomeraciones industriales o clústeres. La instalación en México de diversas empresas de clase mundial como lo son Honeywell, Bombardier,

Grupo Safran, EADS, ITR, ha permitido la formación de importantes conglomerados industriales en diversas regiones del país, principalmente en el norte y centro (Ver cuadro 4), (Secretaría de Economía, 2011).

**Cuadro 4**  
**Los principales clústeres en México son:**

| Región   | Estados   | Especialización  |
|----------|---|--|
| Noroeste | Baja California, Sonora, Chihuahua.                                       | Fabricación y/o ensamble de quipo eléctrico y electrónico para aeronaves, partes para motor, ensamble de interiores y asientos, instrumentos de control y navegación, diseño y prueba de sistemas eléctricos.                                |
| Noreste  | Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila.   | Maquinado de piezas, sistemas de seguridad, tratamiento térmico de metales, servicios de ingeniería para la industria aeronáutica y de alta tecnología, conectores y arneses.  |
| Centro   | Querétaro, Distrito Federal, San Luís Potosí, Edo. De México, Guanajuato. | Fuselaje, tren de aterrizaje, estabilizadores, estructuras, aislantes, arneses eléctricos, componentes para turbina, diseño de turbo máquinas, reparación de materiales compuestos, servicios de mantenimiento, ensamble de aviones ligeros. |

Fuente: (ProMéxico, 2015)

Las empresas locales pertenecientes a estos sectores que deseen incorporarse en la cadena de proveeduría de la industria deben atravesar un proceso previo de programas de capacitación dentro y fuera de sus instalaciones, cursos de control de calidad y de actualización técnica para instrumentar nueva maquinaria o procedimientos, con el objeto de obtener certificados laborales, de maquinaria, equipo y herramienta. Estas acciones permiten la incorporación de empresas de sectores relacionados en la Industria Aeroespacial, suponiéndoles un movimiento horizontal hacia un nuevo sector que les exige la realización de actividades productivas, no desarrolladas hasta entonces, mediante un proceso previo de transferencia tecnológica realizado a través de vínculos interempresariales del tipo cliente-proveedor (Villarreal, Flores, & Flores, 2016).

En España en el art. 3 de la Orden IET/1444/2014 se define la Agrupación Empresarial Innovadora (AEI) como la combinación, en un espacio geográfico o sector productivo, de empresas y centros de investigación y de formación públicos o privados, involucrados en un proceso de intercambio colaborativo dirigido a obtener ventajas y/o beneficios derivados de la ejecución de proyectos conjuntos de carácter innovador. La actividad de la AEI se debe organizar en torno a una rama o sector científico o tecnológico y/o a un mercado o segmento de mercado objetivo (Agencia Empresarial Innovadora, 2015).

Con base en lo anterior un clúster se puede definir como una aglomeración territorial de empresas estrechamente relacionadas entre sí, y en su mayoría nacen debido a una coincidencia histórica (Plascencia & Malacara, 2015), el primer patrón observado resulta característico en la industria aeroespacial, muestra cómo las unidades económicas del sector tienden a instalarse en torno a otras pertenecientes al mismo sector, lo que origina los clúster aeroespaciales que concentran una o varias empresas integradoras, rodeadas de otras empresas que proveen componentes, sub-componentes y partes especializadas (ver cuadro 5), (Villarreal, Flores, & Flores, 2016).

**Cuadro 5**  
**Actividades Aeroespaciales**

| <i>Fabricación</i>                           |  |                                | <i>Reconstrucción</i>                    |
|--|--|--------------------------------|--|
| Motores de combustión interna para aeronaves | Estabilizadores para equipo aeroespacial | Bombas de motor para aeronaves | Estabilizadores para equipo aeroespacial |
| Motores de pistón para aeronaves             | Estatorreactores para aeronaves          | Aeroplanos                     | Avionetas                                |
| Motores de reacción para aeronaves           | Frenos de aeronaves                      | Alas de aeronaves              | Equipo aeroespacial                      |
| Planeadores                                  | Frenos hidráulicos para aeronaves        | Avionetas                      | Aeronaves                                |
| Pulsorreactores                              | Fuselajes de aeronaves                   | Aeronaves                      | Fuselajes de aeronaves                   |
| Rotores para aeronaves                       | Globos aéreos                            | Cohetes espaciales             | Helicópteros                             |

|                                       |                                   |                                      |                       |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Sistemas de escape para aeronaves     | Hélices de aeronaves              | Cápsulas espaciales                  | Motores de aeronaves  |
| Turbohélices                          | Helicópteros                      | Turborreactores                      | Turbinas de aeronaves |
| Trenes de aterrizaje                  | Juntas universales para aeronaves | Dirigibles aeroespaciales            |                       |
| Turbinas de aeronaves                 | Misiles dirigibles                | Equipo aeroespacial                  |                       |
| Tanques de combustible para aeronaves | Turbopropulsores                  | Cámaras de combustión para aeronaves |                       |

Fuente: (INEGI, 2014)

Un clúster se puede definir como una aglomeración territorial de empresas estrechamente relacionadas entre sí, y en su mayoría nacen debido a una coincidencia histórica (Plascencia & Malacara, 2015), los clústeres incluyen, por ejemplo, a proveedores de insumos críticos como componentes, maquinarias y servicios y a proveedores de infraestructura especializada; además, con frecuencia también se extienden aguas abajo hasta canales y clientes; y lateralmente hasta fabricantes de productos complementarios y empresas que operan en industrias relacionadas por sus habilidades, tecnología o insumos comunes (Valle, 2016). Porter (2005) define a un clúster como: Concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas, que actúan en determinado campo.

Niosi (2000), en (Fregoso, 2004) menciona las siguientes características comunes en la mayoría de las definiciones de los clústeres:

- Tienen elementos geográficos, que con frecuencia toman la forma de una aglomeración urbana, mientras que otros se extienden más allá del área urbana y/o región, algunas veces se dispersa sobre las fronteras nacionales.
- Están concentrados en organizaciones con lazos formales o informales entre ellos y de otras instituciones tales como Universidades locales, laboratorios de desarrollo

dependientes del gobierno y otras unidades de soporte tecnológico o infraestructura de negocio.

- Entre más extenso es el clúster, es más factible proveer sus propias demandas.

Todos estos elementos pueden ser importantes para el desempeño de los clústeres, pero muchos de ellos, sin embargo, son imposibles o muy difíciles de medir (p. ej. valores, confianza, flujos de información), y por ello no se prestan para una definición operacional de clúster. Por lo tanto, aquí (Fregoso, 2004) propone la siguiente definición basada en variables cuantificables: Un clúster es una aglomeración de un número significativo de empresas en un área geográfica delimitada que tiene un claro perfil de especialización y en el cual el grado de división del trabajo y de interacción entre las empresas es elevado.

El aspecto que hace más interesante estudiar los clústeres es su capacidad de crear nuevas ventajas competitivas y estabilizarlas mediante procesos continuos de innovación tecnológica. Muchos estudios se limitan a describir los clústeres como sistemas de producción, midiendo por ejemplo las vinculaciones hacia adelante y atrás. Lo que define el desempeño competitivo de un clúster no es la cantidad de vinculaciones productivas o acciones conjuntas, sino la dinámica de aprendizaje tecnológico. Los clústeres son representantes a menudo de un nuevo modelo de organización industrial flexible que se apoya en una combinación de mecanismos que favorecen a la cooperación y las relaciones de confianza entre las empresas; y que aparecen como una alternativa de modelo de la gran firma verticalmente integrada, basada en principios del modelo productivo Taylorista-Fordista (Casalet, 2013), para facilitar el desarrollo de tecnologías y capacitación de personal profesional en la industria aeroespacial dado que ésta se posicionó en los últimos años como un clúster estratégico para el desarrollo económico del país, y esta fue la razón que llevó a las industrias en Querétaro, Nuevo León, Sonora (Guaymas) y Baja California

(Mexicali y Tijuana), entre otros, a crear verdaderos clústeres industriales con el fin de vincular la industria con el sector académico. Recordemos que un clúster es un grupo de empresas e instituciones que están geográficamente cerca y que comparten un mismo ámbito de competencia que los vuelve cada vez más diversificados. Los conglomerados se componen de una amalgama de medianas y pequeñas empresas (pymes) y de firmas multinacionales (Christopherson & Clark, 2009); (Niosi & Zhegu, 2005). Esta diferenciación interna se conjuga una mayor integración de la economía mundial. Los establecimientos que conforman un conglomerado se insertan incrementalmente en cadenas de valor transfronterizas y se aprovisionan esternalmente de materiales y productos, nuevas tecnologías y prácticas de gestión. De este modo, los conglomerados industriales aparecen como cada vez menos autosuficientes, los conglomerados industriales y las instituciones integradas ahí evolucionan transformando las configuraciones estructurales, cognitivas e institucionales, lo que genera nuevas externalidades para el conglomerado (Casalet, 2013).

### **Sucesos importantes en los Clústeres en México**

Algunos de los acontecimientos destacados para la industria aeroespacial en los estados que conforman los principales clústeres de México son:

- La inversión en el sector aeroespacial de México fue de más de 1,100 millones de dólares durante 2015, incluyendo a empresas como Safran, con dos plantas en Querétaro y Chihuahua; Spectrum, que construye de un jet de negocios en Mexicali; la ampliación de la planta de UTC en Mexicali; así como las inversiones de las empresas Dishon en Querétaro y Craft Avia en Guadalajara.
- Para 2021 Chihuahua buscará reducir su dependencia en las importaciones de moldes, herramientas y servicios especializados en un 50% del actual.

- En 2020 Baja California busca ser el principal *hub* de exportación de servicios, basado en conocimiento de alto valor (KPO), para la industria de A+D en el país y para el 2025 busca coordinar acciones para que México se convierta en el líder de América Latina de KPO para sistemas de fuselaje y plantas de poder.
- En Sonora se invertirán 40 millones de pesos para desarrollar una escuela de aeronáutica en el Instituto Tecnológico de Hermosillo.
- En Baja California se invertirán 300 millones de dólares (gobierno local con la firma Spectrum) para la construcción de un avión tipo Learjet comercial; asimismo, las empresas Esterline y Hutchinson Aerospace anunciaron inversiones en conjunto por 75 millones de dólares.
- En Nuevo León las empresas Airbus, Embraer y MD Helicopters desarrollan centros de diseño y capacitación.
- En Chihuahua, de acuerdo con información del gobierno del estado, hay negociaciones con varias empresas del sector cuyos montos de inversión superarían los 400 millones de dólares y la creación de 3,000 nuevos empleos. (Modern Machine Shop, 2015)

## **LA INDUSTRIA AEROESPACIAL EN QUERÉTARO**

México, como gran parte del mundo, ha vivido en las últimas décadas un proceso de urbanización, distinguido por la concentración en lugares de características metropolitanas. En fecha más reciente, también en casi todos los ámbitos urbanos del planeta, impera otra tendencia en el crecimiento de las metrópolis, la constitución de centros urbanos menores en torno a las ciudades, que se han convertido en receptores de población y de inversiones económicas diversas (Serna, 2010).

Querétaro, ubicado en el centro de la república mexicana, y cuya capital está a 250 kilómetros de la Ciudad de México, concreta un modelo de desarrollo que ha favorecido a la ciudad como sitio de unión de la actividad económica, por tanto, cuenta con la mejor infraestructura y equipamiento. Respecto a la infraestructura con la que cuenta la entidad, se destaca la existencia de un clúster aeroespacial en la ciudad de Querétaro, 3 385 kilómetros de carreteras que unen a la entidad con el Distrito Federal y el resto del país, así como un aeropuerto internacional en la capital del estado. A esto se suma la presencia de diversos centros de investigación, escuelas, institutos y universidades de soporte al sector (Villavicencio, Hernández, & Souza, 2013).

En este sentido, la estrategia productiva mexicana relativa al sector plantea como objetivo adquirir las capacidades suficientes para atender el ciclo completo de una aeronave, con la finalidad de que las exportaciones de la industria cuenten con un contenido nacional de 50% (ProMéxico, 2013). Para ello se plantea superar la etapa de manufactura de ensamblajes simples, la fabricación de Aero partes, así como consolidar las capacidades industriales para, posteriormente, ser capaces de realizar manufactura de fuselajes y bienes más complejos; con el objeto de que a mediano plazo se efectúe el ensamble de aviones, su diseño y se desarrollen procesos de innovación

Esta condición, si bien tuvo una línea más endógena en los años cuarenta y cincuenta, fue reforzada después por instrumentos de la administración pública, de los que destaca el esfuerzo por desconcentrar las zonas metropolitanas principales del país en la década de 1970 (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey) por medio de los decretos de descentralización industrial emitidos en 1971 y 1972, que ofrecían incentivos fiscales a las industrias que se instalaran fuera de dichas zonas (Miranda, 2005) y cuya meta era

disminuir la centralización de las actividades económicas en la urbe, orientando el crecimiento hacia las entidades del centro, entre ellas Querétaro (Garza, 2003).

Su crecimiento económico sostenido es el resultado de programas pertinentes de atracción de inversiones, generación de empleos y de mejoramiento de la infraestructura y vías de comunicación; sin embargo, es primordial seguir afianzando las políticas públicas y planes estratégicos a futuro que consoliden a la región como el principal polo aeroespacial del país (ProMéxico, 2015).

Desde los años ochenta, el crecimiento de la entidad fue expansivo y rebasó sus límites; en la década siguiente, llevó a constituir lo que oficialmente se reconoció como la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro, integrada por las cabeceras de Corregidora, El Marqués, Querétaro y el norte del municipio de Huimilpan, aunado también al corredor industrial Querétaro–San Juan del Río constituyéndose así como un área de influencia importante en el sur y el poniente del estado, y por otra parte ha influido en las manifestaciones urbanas de otros ámbitos territoriales, en concreto en los municipios de Colón, Ezequiel Montes, Cadereyta y Tequisquiapan.

Desde 2005, está aplicándose un proyecto que constituirá un centro especializado en aeronáutica, reconocido de manera oficial como clúster o corredor de la aeronáutica, que arrancó con la instalación de la empresa canadiense Bombardier Aerospace. Dicho proyecto está apoyado con la formación de expertos en instituciones educativas de la entidad, y contará con un centro de educación aeroespacial y proveedoras especializadas en un parque construido ex profeso en los terrenos del aeropuerto en el Márquez (Bombardier Aerospace Oficial Thread, 2007).

La industria aeroespacial en Querétaro ha tenido el crecimiento más significativo en el país, consolidándose como un punto estratégico para la industria aeroespacial global. Esto se ha debido en parte a la captación de importantes inversiones durante los últimos años.

“En el caso de Querétaro se tiene una participación muy importante en el número de empresas aeronáuticas y en el nivel de exportaciones, ya que se cuenta con varios productores de equipo original y varias empresas de nivel 1, que ejecutan las exportaciones dentro de la cadena de proveeduría”, dijo Lizcano, director de FEMIA (Liñán, 2014), por su parte el Secretario de Desarrollo Sustentable del Estado, (periodo 2013-2015), Marcelo López Sánchez, mencionó que al cierre del 2014, el valor de la producción del sector aeronáutico crecerá entre 5% y 7% para llegar a más de 1,000 millones de dólares. Explicó que el crecimiento que se espera para Querétaro se debe a la consolidación y al desarrollo de capacidades de empresas como: Safran, Bombardier, Aernnova y Aeroméxico. Agregó que se encuentra la empresa de Industria de Turbo Propulsores (ITP), la cual incrementó su producción en el área de tubos, y finalmente Aeroméxico, que alcanzó una plantilla de mil 200 jóvenes (Liñán, 2014). Sus principales factores de atracción son la inversión extranjera directa (IED, educación enfocada en competencias e internacionalización, desarrollo de proveeduría local, joint ventures y fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico. A continuación, se muestran cifras relevantes que soportan lo anterior:

- La inversión extranjera directa acumulada asciende a 1,300 millones de dólares. Es la región con el más alto índice de IED en el país en este sector.
- Querétaro es líder en exportaciones aeronáuticas en los últimos 5 años.
- La ciudad de Querétaro se ubicó en el primer lugar del ranking de las Ciudades Americanas del Futuro, amigables para hacer negocios 2015/16, considerando

factores como el número total de compañías en el sector de manufactura avanzada, así como el total de número de compañías del sector de la investigación y desarrollo, la proporción de compañías de alta tecnología, número de empleos en base a la inversión extranjera directa en el periodo 2010-2014, entre otros factores, y por otra parte, la ciudad de Querétaro fue colocada en la posición número 8 del ranking Ciudades Latinoamericanas del Futuro 2015/16 (Aguilar, 2015).

- De acuerdo con registros de la SEDESU, existen 80 empresas y/o unidades económicas relacionadas con el sector, de las cuales el 50% forman parte del Aero clúster de Querétaro.
- Los primeros parques industriales dedicados al sector en México se desarrollaron en Querétaro.
- Algunos de los jugadores más importantes del sector a nivel mundial están en Querétaro, tales como: Bombardier, Airbus, GE, Safran, ITP, PCC Aerostructures, etc.
- Se cuenta con la primera, y única hasta este momento, universidad temática del sector en el país.
- Se han formado más de 5,000 técnicos especializados a partir del 2006 a la fecha.
- El sector aeroespacial ha estado liderando el incremento económico del estado durante los últimos 5 años, con un crecimiento promedio de 17 % por año.
- En los últimos 3 años, el 50 % de los fondos públicos de innovación para el sector se recibió en el Estado (ProMéxico, 2015).
- De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo por parte del INEGI correspondiente al segundo trimestre del año 2017, se reveló que la entidad queretana

conseguirá en el segundo semestre del 2017, mejores cifras en materia de ocupación tanto en la industria como en el sector servicios, puesto que en el segundo trimestre del año, Querétaro tuvo una tasa de desocupación de 4.9 por ciento, lo que la ubicó como una de las tres entidades con la tasa más alta (Código Informativo, 2017).

Y en 2016 la inversión extranjera directa (IED) en la fabricación de equipo aeroespacial en Querétaro registró un incremento anualizado de 171 por ciento, pasó de 3.2 millones de dólares en 2015 a 8.7 millones de dólares durante 2016, y suma 989.7 millones de dólares en el periodo 1999 – 2016, según la información de la Secretaría de Economía (Almanza, 2017).

En el 2013 y parte del 2014, la empresa Bombardier y Safran ampliaron su plantilla de trabajadores, creciendo en términos de ingeniería y Aernnova por su parte, está creciendo en su segunda planta localizada en el Parque Industrial Querétaro, (Liñán, 2014) mientras que Safran para 2017 planea instalar su séptima planta (Conde, 2017), la empresa aeroespacial Spirit AeroSystems, originaria de Wichita, en Estados Unidos, tiene a Querétaro en la mira para invertir en 2017 (Ruíz, 2017), de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía, de 2005 a 2017, Querétaro registró el ingreso de 980.4 millones de dólares entre las empresas dedicadas a la fabricación de equipo aeroespacial en lo que va del año se han concretado seis proyectos del sector aeroespacial, que representan una inversión total de 933.45 millones de pesos, provenientes principalmente de países como Canadá, Francia y Estados Unidos (Luengas, 2017).

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2015- 2018 es un documento pilar del gobierno que presenta de manera articulada el conjunto de acciones relevantes y estratégicas que, con base en las demandas y necesidades de la ciudadanía, delinea propuestas y alternativas de cara a los grandes retos de un entorno dinámico y complejo, con problemáticas que requieren de respuestas eficaces y socialmente pertinentes (Aguilar Vega, 2016), y en los últimos tres o cuatro años, el gobierno estatal ha estado promoviendo el sector aeroespacial mediante la organización de ferias, eventos y misiones comerciales, ofreciendo tasas bajas de impuestos, el comercio y los incentivos estratégicos.

Además, en la gran mayoría de los estudiosos, ya sea explícita o implícitamente, se señala la importancia de las instituciones (centro de investigación, universidades, asociaciones de negocios, comités sectoriales) que participen en el desarrollo y en éxito de los conglomerados industriales, la transferencia de conocimientos entre universidades y los actores económicos son altamente personalizados y, como resultado, a menudo muy localizada, lo que subraya la importancia de proximidad a la fuente de la investigación es importante para el proceso de transferencia de conocimiento, el cuál es generado en el laboratorio de investigación para ser transferido a empresas para la explotación comercial (Bramwell & Wolfe, 2008); (Casalet, 2013).

Querétaro cuenta con especialistas en áreas como materiales avanzados, así como programas académicos en el campo aeronáutico y áreas afines, que pueden incorporarse en el sector espacial con un ajuste de enfoque. En Querétaro las industrias automotriz y aeroespacial han alcanzado un nivel de madurez importante, lo que constituye una plataforma adecuada para el desarrollo del sector espacial, está ubicado en el centro de la

República Mexicana y cuya capital está a 250 kilómetros de la Ciudad de México y con los puertos más importantes del país representa una ventaja estratégica (ProMéxico, 2017), y concreta un modelo de desarrollo que ha privilegiado a la ciudad como sitio de aglutinación de la actividad económica, por tanto cuenta con la mejor infraestructura y equipamiento del estado. Esta condición, si bien tuvo una línea más endógena en los años cuarenta y cincuenta, fue reforzada después por instrumentos de la administración pública, de los que destaca el esfuerzo por desconcentrar las zonas metropolitanas principales del país en la década de 1970 (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey) por medio de los decretos de descentralización industrial emitidos en 1971 y 1972, que ofrecían incentivos fiscales a las industrias que se instalaron fuera de dichas zonas (Miranda, 2005). La estrategia fue completada por una perspectiva regional a través de la postulación de bases y lineamientos para la política económica regional y programas de inversión pública a mediados de los años setenta, que en cada estado llevo a establecer zonas prioritarias para la industrialización y el desarrollo fuera de las urbes centrales. En el decenio siguiente, la concentración en las ciudades grandes y medias continuo, sobre todo en los centros de los subsistemas urbanos de la Ciudad de México, y fue cuando se estableció el Programa de desarrollo de la Zona Metropolitana de la Cuidad de México y la Región Centro, cuya meta era disminuir la centralización de las actividades económicas en la urbe, orientando el crecimiento hacia las entidades del centro, entre ellas Querétaro (Garza, 2003).

Mecanismos de apoyo que han detonado proyectos estratégicos:

- En México se tiene un egreso de aproximadamente 100 mil ingenieros al año, y el perfil que las empresas requieren son muy especializados; por un lado, está el diseño, para el que se necesitan ingenieros altamente calificados en software para realizar dibujos de componentes; para manufactura o fabricación se necesitan técnicos

superiores universitarios, técnicos de manufactura básica como soldadores certificados, ensambladores de infraestructura que sepan colocar pernos, tornillos y remaches. Hemos detectado que se necesita personal para materiales compuestos como fibra de vidrio o carbono (Martínez, 2017), y la Universidad Aeronáutica en Querétaro –UNAQ- ha tenido la vocación de formar capital humano para este sector industrial, y es la pieza clave para generar el recurso humano especializado y su vinculación con las empresas, lo que les ha permitido diseñar programas de estudios de acuerdo con las necesidades. La UNAQ ofrece cuatro niveles educativos: técnico básico técnico superior (384), ingeniería (411) y posgrados (40). Desde 2006 se han graduado 2,851 estudiantes y se espera que aumente a 6,500 alumnos para 2016, actualmente se tiene un proyecto de incubación de empresas aeroespaciales con la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), y se espera en breve el inicio de operación del Centro Nacional de Tecnología Aeronáutica (Centa) (Almanza, 2017).

El Centro para el Desarrollo de la Industria Aeronáutica del ITESM en Querétaro, ayuda a tener la vinculación entre la industria y la academia. “Contamos con un Consejo Consultivo con los directores de Bombardier, Airbus, presidente de Femia, presidente del Clúster de Querétaro, por medio de los cuales nos retroalimentamos, para saber cómo debemos alinear los programas de estudio. En el caso de la industria, todavía hace unos años nos estaban solicitando que tuviéramos la carrera de ingeniero aeronáutico, sin embargo, la posición que hemos tomado es ofrecer egresados de alta calidad en Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Industrial, empeñándonos en áreas de manufactura tanto para la industria de Aeropartes como en otras. Buscamos dar conocimientos profundos en la ingeniería de manufactura o mecánica, dando la especialización aeronáutica, dado que se manejan altos estándares

y regulaciones muy cerradas”, detalla Sergio Barrera, director del Centro para el Desarrollo de la Industria Aeronáutica del Tecnológico de Monterrey en Querétaro, por otro lado, Alejandro Bravo, socio líder del sector aeroespacial de KPMG México, coincide en que el camino es seguir invirtiendo en la capacitación de los técnicos e ingenieros. Afortunadamente ya hay universidades y centros enfocados a dar formación aeroespacial, y aunque se va avanzando, es importante seguir creciendo en este aspecto. En cuanto a la mano de obra, detalla que ha habido un crecimiento palpable: en 2013 se generaron 41 mil empleos; en 2014, 45 mil puestos de trabajo; y en 2015, 50 mil (Martínez, 2017).

- Laboratorio de pruebas y Tecnologías Aeronáuticas (LABTA): Proyecto único en América Latina, conformado por tres centros de investigación, que unen sus especialidades para presentar una oferta integral de pruebas y servicios de laboratorio que fortalecerá el desarrollo de la cadena de proveeduría. La capacidad instalada del LABTA permitirá evaluar la durabilidad que deben de tener los componentes y materiales que se utilizan en una aeronave mediante pruebas que reproduzcan sus condiciones de funcionamiento en el vuelo.
- La Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado (Sedesu) realiza, junto con representantes del sector, un mapa de la industria aeroespacial en la entidad, con el fin de identificar los procesos de este segmento que se desarrollan localmente, y que pueden atender la demanda nacional y del exterior, comentó el actual titular de la dependencia (periodo 2015-2021), Marco Antonio del Prete Tercero dijo que el

proyecto que parte del mapa de ruta que se presentó a inicios de 2016, podría estar terminado hacia finales de este año (Ampip, 2017).

“Lo que estamos haciendo es un mapa de la industria, es decir, ver qué procesos se hacen en Querétaro, qué empresas tienen la capacidad de desarrollar ciertos productos o cuál es la capacidad de proveeduría de la industria en el estado, para de esa forma poder incidir en lo que es necesario que se desarrolle”. “Ese recurso se inició a principios de 2017 y el mapeo toma un año, el cual contribuye a la detección de necesidades para proveedores del sector”, agregó.

En marzo de 2016 se dio a conocer el mapa de ruta de la industria aeroespacial del estado, desarrollado por el Clúster Aeroespacial de Querétaro y la industria en general instalada en la entidad. El proyecto considera cuatro hitos que albergan 15 proyectos estratégicos de desarrollo y fomento al sector en el estado, en materia de investigación, desarrollo y diseño de productos, procesos y servicios de la industria; así como en la fabricación de aeronaves pequeñas, entre otros.

Del Prete mencionó que, en el caso del mapa de ruta, los representantes del clúster aeroespacial le están dando seguimiento al programa para atender sus objetivos. (Ampip, 2017), Querétaro aspira a tener un nuevo parque industrial de alta tecnología que permitirá al estado ofrecer más empleos, y bien remunerados, en las inmediaciones de Aeropuerto Intercontinental de Querétaro (AIQ), a través de un fideicomiso que podrá suscribir el Poder Ejecutivo con la empresa Advance Real Estate 2, quien tiene presencia en el estado con nueve parques industriales bajo su administración (Quino, 2017).

**Aeroclúster de Querétaro:** Su objetivo es contribuir al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades del sector, mismo que está conformado por: treinta empresas de

manufactura y proveedores de estructuras, partes componentes, tres empresas de MRO, cinco centros de diseño e ingeniería, tres centros de innovación y desarrollo, cinco compañías de servicios, tres instituciones educativas y una red de innovación e investigación. Al término del 2017 el municipio de El Marqués sumará 20 de los parques industriales existentes en la entidad, toda vez que están próximos a concretarse 5 nuevos, reveló el alcalde (periodo 2012-2018), Mario Calzada Mercado, quien detalló que al inicio de la administración sólo existían 14.

“Hay cinco en proceso y uno que ya solicitó también sus trámites, a la altura de la comunidad de Tierra Blanca; la mayoría de los parques sí son de desarrolladores nacionales”, sostuvo, se trata de inversiones en procesos o por concretarse, pero que todas destacan por ser inversiones que respeten el medio ambiente, además de apegarse al Código Urbano.

“Alrededor de 20 parques industriales, entre los que había y los que han llegado, los nuevos que están en proceso de arranque... tenemos algunos permisos en proceso, tanto de cambios de uso de suelo (como otros)”.

Respecto a las plazas comerciales, indicó, alrededor de dos se planean a la altura de la carretera 57, otra en la zona de La Pradera, otra en la de Los Héroes y otra en la carretera 500.

En otro orden de ideas, indicó que carece de pormenores respecto al Parque Industrial que se instalará en las inmediaciones del Parque Intercontinental de Querétaro, que contará con 103.74 hectáreas y 41 lotes industriales. Sobre el tema, apuntó que sabe que se solicitará el cambio de uso suelo, resaltó que Gobierno del estado ya trabaja en la ampliación de la

carretera 200, para que corresponda a las crecientes necesidades viales de la zona (Ampip, 2017).

Las principales exportaciones de Querétaro se concentran en mercancías para el ensamble o fabricación de aeronaves o aeropartes, turborreactores de empuje trenes de aterrizaje y sus partes y mercancías destinadas a la reparación o mantenimiento de naves aéreas o aeropartes, registrando exportaciones de 693 millones de dólares.

El sector aeroespacial en Querétaro se compone principalmente de las siguientes empresas Bombardier, Grupo Safran (Messier- Bugatti-Dowty y Snecma), Eurocopter, Brovedani Reme, Elimco Pretti Aerospace, Galnik, GE Infraestructure, Crio, NDT Export México e TP, las cuales en su mayoría han obtenido certificaciones AS 9001, ISO 9001, ISO 14001 Y NADCAP.

El dinamismo de la industria aeroespacial en el estado de Querétaro sigue atrayendo la inversión de empresas extranjeras, pues en 2014 en total, el gasto llegó a los 394 millones de dólares, y la creación de 427 empleos directos, con empresas como la española Aeroprocess TTT, con una inversión de 67 millones 142 mil pesos; Regent Aerospace, de Estados Unidos, con una inversión de 17 millones 290 mil pesos; la canadiense Techfab, con 24 millones de pesos; la mexicana Indumet, con 26 millones de pesos; y la canadiense Dishon, con un presupuesto de 260 millones de pesos, instalándose cerca del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro y en el Parque Aeroespacial, consolidando a Querétaro como el principal clúster del país (Cantera, 2014).

En 2017 la empresa francesa Duqueine dedicada a la fabricación de componentes de la industria aeronáutica, invirtió 50 millones de dólares en sus instalaciones del Parque Aeroespacial de Querétaro. El presidente municipal de Colón, Alejandro Ochoa, informó que la compañía, dedicada a la producción de componentes de la industria aeronáutica, invirtió en sus instalaciones 50 millones de dólares. Asimismo, lleva a cabo un proceso de contratación de ingenieros y técnicos egresados de la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ).

Además, indicó el alcalde, en 2017 iniciará operaciones la empresa Nachi Technology en el Aerotech Industrial Park. La compañía invierte alrededor de 180 millones de dólares en diferentes etapas. “Este año va a ser uno de los más prolíferos en materia de inversión para Colón, estaremos duplicando la inversión que el año pasado captó el municipio, que fue de 500 millones de dólares”. (Contreras, 2017)

El secretario de Desarrollo Sustentable (Sedesu) de Querétaro, Marco Antonio del Prete Tercero, destacó la importancia de impulsar hoy en día, el desarrollo de cadenas de proveeduría en la industria aeroespacial, fortaleciendo la participación de micro y pequeñas empresas locales, considerando que luego de la instalación de grandes empresas, actualmente se abre el escenario para generar las cadenas de valor en la industria, al tener la demanda por parte de estas firmas tractoras y el capital humano especializado en el estado para atender los procesos. “Algo muy interesante es el desarrollo de micro y pequeñas empresas aeroespaciales, y ahí es necesario generar un programa para impulsar a estas pequeñas compañías”. (Almanza, 2017)

## **ANÁLISIS FODA, MAPA CAUSAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO (ProMéxico, 2015)**

Resultados del análisis FODA, resumidas en el cuadro 7 conforme al análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), realizado por el grupo de ProMéxico, la región de Querétaro muestra una sólida base social, demográfica, geográfica, política y económica para la generación y el desarrollo de negocios en el ramo, sin embargo, es necesario seguir trabajando, entre otros temas, en:

- a) Atracción de nuevas empresas y nuevos proyectos,
- b) En el fortalecimiento de la cadena de proveeduría,
- c) Difusión y promoción permanente de una cultura aeroespacial y
- d) En la generación de capital humano altamente competente y especializado.

Todo ello redundará en la consolidación de la cadena productiva y posicionamiento del sector en la región y el país.

### **FORTALEZAS:**

- Seguridad, paz social y bienestar en el estado de Querétaro.
- Capital humano técnicamente calificado
- Oferta de programas de formación orientada al Sector.
- Estado del País con el mayor número de centros de investigación públicos y privados.
- Presencia y liderazgo de OEM y Tier 1, cubriendo un alto porcentaje de integración de aeronaves, p.e. aeroestructuras, motores y sistemas diversos.
- Parques industriales dedicados al sector.

- Voluntad política y continuidad para el desarrollo del sector en las altas esferas políticas del Estado.
- El Aero clúster de Querétaro es maduro y dinámico. Comunicación permanente y efectiva entre representantes de la triple hélice.

#### **OPORTUNIDADES:**

- Crecimiento dinámico del sector a nivel mundial.
- Localización geográfica estratégica.
- Tendencia de empresas internacionales para relocalizarse en regiones más competitivas y con estabilidad económica y social como Querétaro
- Mayor involucramiento de la industria y academia en Querétaro y con tendencia a la continuidad.
- Potencial participación en offsets en las compras de material aéreo del gobierno mexicano.
- Oferta universitaria reconocida a nivel internacional con doble formación, ingeniería-negocios en temas generales.
- Envejecimiento de flota mundial y déficit global de aeronaves comerciales de mayor demanda estimada.
- Déficit de oferta de servicios de MRO a nivel global.
- Crecimiento del mercado, en cuanto a desarrollo de sistemas aéreos no tripulados y aplicaciones satelitales en tierra y espacio, representa nuevos subsectores y tecnologías por desarrollar.
- Bono demográfico mexicano.

- Envejecimiento y retiro de personal especializado de la industria en EUA que pudiera ser captado como asesor temporal.
- Necesidad de empresas europeas de operar dentro de la zona dólar a costos reducidos.
- Coadyuvar al desarrollo de la reglamentación de sistemas no tripulados junto a la autoridad aeronáutica.
- Sinergias con clústeres de otros estados y otras disciplinas.

#### **DEBILIDADES:**

- Cadena de suministro desarticulada y limitada.
- Falta de proveedores conocedores de la industria aeronáutica.
- Cultura incipiente del sector y escasa difusión del mismo.
- Carencia de personal calificado a nivel gerencial – técnico.
- Existen huecos de personal especializado en ciertas disciplinas operacionales y de investigación.
- Falta de empresas certificadoras de material aeronáutico, procesos especiales y sistemas de gestión de calidad de la industria aeronáutica instaladas en México.
- Escasa oferta de consultores especializados en procesos de certificación AS serie 9000, NADCAP, etc.
- Necesidad de reforzar la estructura y operación actual de la autoridad aeronáutica mexicana en materia de auditoría y certificación aeronáutica.
- Nula promoción oficial y/o introducción del concepto y aprovechamiento de offsets en las compras “llave en mano” del Gobierno.

- Información estratégica estadística y económica diversa y no precisa para la toma de decisiones.
- Acceso limitado a información y proyectos de investigación y desarrollo con OEM y Tier 1.
- Baja apropiación de conocimiento e infraestructura en procesos de manufactura avanzados y pruebas no destructivas.
- Conexiones aéreas insuficientes para logística

#### **AMENAZAS:**

- Signos de inestabilidad económica - volatilidad en la paridad peso – dólar/euro.
- Alto grado de competencia nacional e internacional para atracción de inversiones.
- Crecimiento de otras industrias con mayor demanda laboral.
- Fuga de talento mexicano hacia EUA y Europa principalmente.
- Discontinuidad o carencia de políticas públicas relacionadas con el desarrollo integral de la industria aeroespacial.
- Políticas de inversión, desarrollo y manufactura más agresivas y sólidas en países emergentes como: Turquía, India, China, Brasil, Colombia, etc.
- Incremento de políticas fiscales más costosas para las empresas.
- Cancelación y/o disminución drástica de programas de fondeo a la industria.

**Cuadro 6  
Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)**

| Fortalezas   | Debilidades   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cercanía al mercado más grande del mundo (USA)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cadena de suministro débil y baja integración de proveeduría nacional</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acceso a los océanos Atlántico y Pacífico</li> <li>▪ Disponibilidad de Capital Humano (capacitable, joven y de bajo costo)</li> <li>▪ Cercanía a centros de tecnología</li> <li>▪ Seguridad en manejo de propiedad intelectual</li> <li>▪ Una base empresarial importante</li> <li>▪ Ventajas en costos</li> <li>▪ Existencia de centros universitarios de enseñanza aeroespacial</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de capital humano con experiencia en tecnología aeroespacial y a nivel gerencial.</li> <li>▪ Falta de certificaciones</li> <li>▪ Necesidad de mejorar la organización y efectividad en planes gobierno-industria-academia</li> <li>▪ Baja incorporación de tecnología a procesos de manufactura.</li> <li>▪ Falta de reglas claras y continuidad para la obtención de recursos que promuevan el desarrollo tecnológico.</li> <li>▪ Infraestructura tecnológica inadecuada.</li> </ul> |
| <b>Oportunidades</b>  | <b>Amenazas</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reemplazo de flota aérea y compras de SEDENA y SEMAR</li> <li>▪ Bono demográfico</li> <li>▪ Gasto militar en USA motivara a buscar opciones que combinen bajo costo, seguridad y buena posición geopolítica.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La competencia internacional</li> </ul>   |

Fuente: (ProMéxico, 2015)

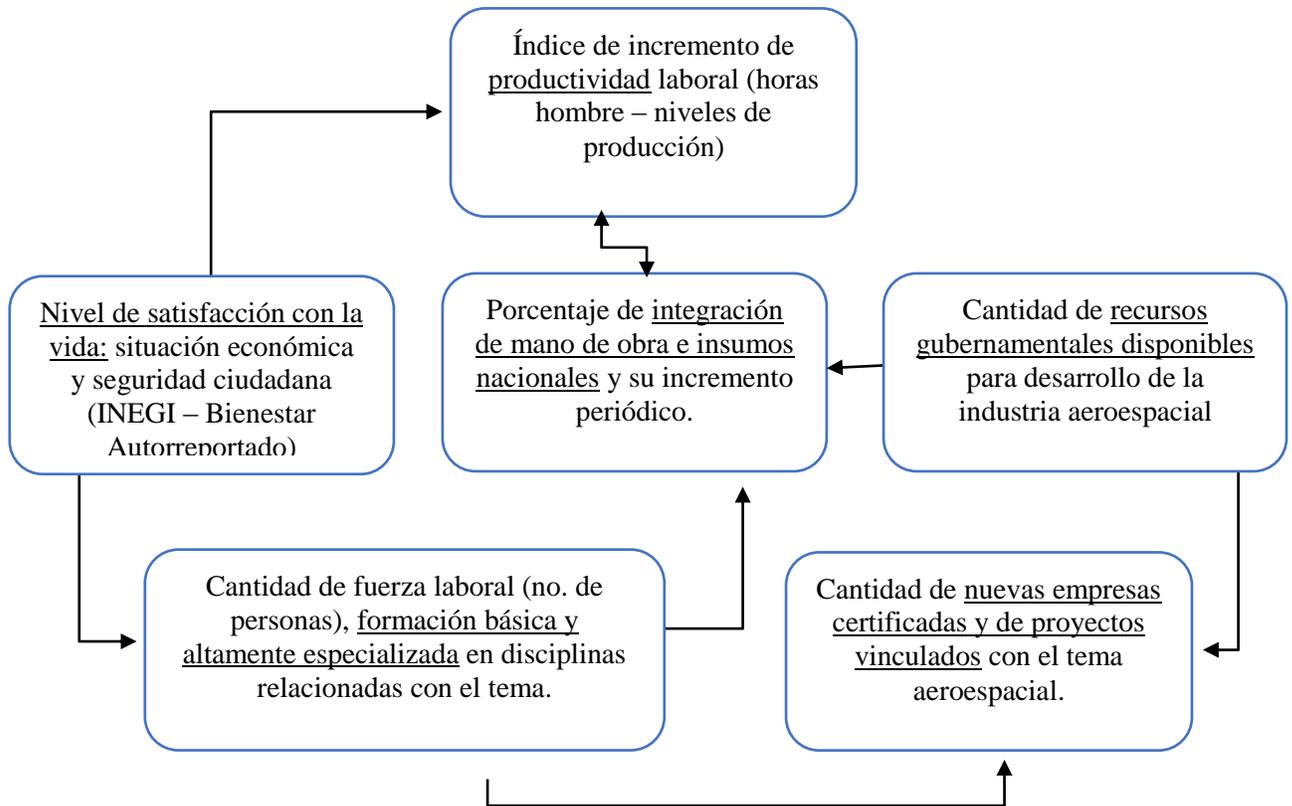
### Mapa causal

Con base en los factores críticos de desarrollo, en el análisis FODA y en la situación actual de la región, a continuación, se describen algunas variables/indicadores básicos a considerar para mantener el desarrollo sostenido del estado de Querétaro (Ver figura 3):

- Nivel de satisfacción con la vida: situación económica y seguridad ciudadana (INEGI - Bienestar Autorreportado, BIARE).
- Índice de incremento de productividad laboral (horas hombre – niveles de producción) - Porcentaje de integración de mano de obra e insumos nacionales y su incremento periódico.
- Cantidad de recursos gubernamentales disponibles para desarrollo de la industria aeroespacial.
- Cantidad de fuerza laboral (no. de personas), con formación básica y altamente especializada en disciplinas relacionadas con el tema aeroespacial.

- Cantidad de nuevas empresas y proyectos vinculados con el tema aeroespacial.

**Figura 3**  
**Relación entre las variables/indicadores:**



Fuente: (ProMéxico, 2015)

El sentido de las flechas indica la manera en que cada una de estas variables influye, interviene o sirve de insumo entre sí. En la medida que se conozcan y se monitoreen periódicamente los índices de relación entre éstas, el nivel de integración de estrategias rendirá mejores frutos en beneficio de la industria.

### **Análisis de tendencias del mercado aeronáutico mundial y que involucra al Estado de Querétaro**

El presente análisis de tendencias de la industria aeronáutica (ProMéxico, 2015) se fundamenta en los pronósticos a 2030 de los principales fabricantes de la industria

aeroespacial a nivel mundial (por ej. Boeing, Airbus, Bombardier, Embraer, etc.), y se complementa con la información proporcionada por el grupo de ProMéxico que participó en el desarrollo del mapa de ruta. El análisis da una visión en el corto, mediano y largo plazo en aspectos sociales, tecnológicos, económicos, ambientales y político-legales, que muestran distintos escenarios y oportunidades que la región puede aprovechar.

Algunas tendencias de interés para la región a resaltar son:

**En el ámbito social:**

- Bono demográfico - Incremento de oferta de capital humano especializado en las áreas técnicas.
- Mejoramiento de la infraestructura local (vías de comunicación, tecnologías de información, etc.) incluyendo el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro (AIQ).

**En el ámbito tecnológico:**

- Crecimiento de la demanda de fabricación y reemplazo de aeronaves en más del doble de la flota actual para el año 2030, que asegura trabajo por los siguientes 15 años.
- Incremento en el uso de materiales compuestos-inteligentes en estructuras y componentes aeronáuticos en diversos sistemas de las aeronaves.
- Crecimiento de la demanda en aeronaves ligeras y no tripuladas.
- Investigación y desarrollo en sistemas eléctricos para aviones y motores eléctricos – more electric airplane, more electric engine.

**En el ámbito económico:**

- Crecimiento del mercado al año 2030 \$4.4 trillones de dólares, particularmente en países emergentes.

- Inversiones crecientes en nuevas plantas productivas y atracción de nuevos proyectos a la región, por ejemplo, la 5ª planta de Safran en la zona del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro (AIQ).

**En el tema ambiental:**

- Desarrollo de tecnologías que contribuyan a disminuir la contaminación generada por las aeronaves (CO2, NOx, ruido, rutas de vuelo optimizadas, etc.)
- Uso de combustibles alternativos certificados de origen orgánico y desarrollo de tecnologías y materiales para auto suministro de energía (p.e. solar, eólica, etc.).

**En el ámbito político y legal:**

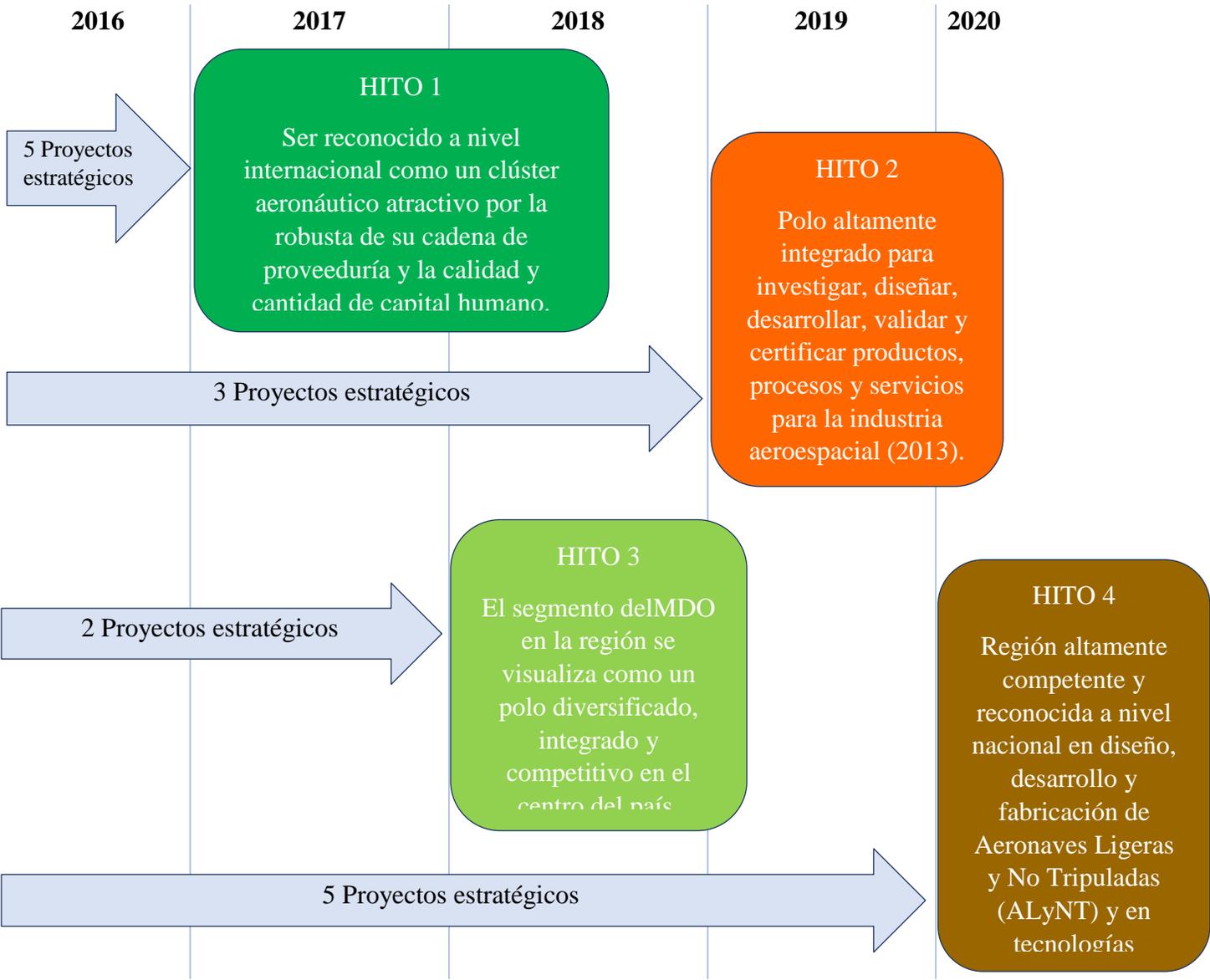
- Desarrollo de reglamentación y de esquemas de certificación de vehículos aéreos no tripulados.
- Desarrollo de proyectos en el marco del Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica (TTP por sus siglas en inglés).
- Acuerdo tipo Bilateral Aviation Safety Agreement (BASA) con Canadá.

**Mapa de ruta de la región de Querétaro**

El mapa de ruta comprende la definición de cuatro hitos estratégicos con sus respectivos proyectos, objetivos y planes de acción, y son el resultado de las aportaciones y el consenso entre el grupo de confianza que participó en los talleres derivados del presente mapa de ruta; de igual forma están en línea con las tendencias y los planes y programas estratégicos nacionales del sector. El siguiente esquema muestra de manera general los cuatro hitos estratégicos, los años estimados de cumplimiento y la cantidad de proyectos estratégicos

que comprenden cada uno de los mismos. La descripción en detalle se incluye en el siguiente apartado. (Ver Figura 4)

**Figura 4**  
**Mapa de Ruta 2016- 2020**



Fuente: (ProMéxico, 2015)

De acuerdo con datos deSedesu, en el clúster aeroespacial del estado en 2014 se tenían instaladas 30 industrias manufactureras o proveedoras, tres centros de investigación y

desarrollo, cinco empresas de servicio, tres instituciones educativas, una red de investigación e innovación., y uno de los retos de la industria nacional mexicana y de los clústeres regionales es cómo integrar en la cadena de proveeduría a las empresas locales para hacerlas más competitivas. En los últimos años se han integrado más de 20 empresas locales a la producción, ingeniería y diseño de la industria aeronáutica” (Flores Hernández, 2014).

En 2013, el estado recibió inversiones por 930 millones de dólares provenientes de 45 nuevas empresas que se instalaron en la entidad, se generan 4,800 empleos directos, lo que posiciona al clúster como el primero en inversión extranjera directa aeroespacial en el país, con 36% de la producción nacional, y para 2014 se prevé cerrar con inversiones de entre 500 y 700 millones de dólares con la instalación de 35 a 45 empresas. Y en 2016 al cumplir 10 años en la industria aeroespacial, se ha consolidado y alcanzado un liderazgo que le permite atraer más IED, logrando captar 45 % de ésta. El principal reto de las empresas mexicanas es salir del estigma de proveedor y pasar a ser empresas líderes.

El gobierno mexicano ha puesto en marcha una serie de programas para impulsar actividades de comercio internacional, eliminando o la reducción de los cuellos de botella, y contribuyendo así a la integración eficiente de los locales y las cadenas de suministro globales.

El emplazamiento de la actividad manufacturera y comercial hacia este corredor es signo de un ordenamiento territorial nuevo en Querétaro, en el que las manifestaciones están tendiendo a constituir nuevas y diferentes debido al tipo de industrias y de procesos económicos que están sugiriendo, aunque sin duda no ajenas a las actividades de los grandes centros urbanos.

La presencia de los corredores económicos como una expresión del orden territorial, a través del análisis de Ezequiel Montes, Cadereyta, Colón y Tequisquiapan; los cuales, por lo que representan sus procesos económicos, constituyen sitios de actividad primaria importante que, en conjunto con otras empresas manufactureras ligadas al agro y al trabajo de maquila, han configurado un corredor agropecuario e industrial, que en un contexto más amplio ha sido resultado de la división espacial del trabajo establecido en el estado por las circunstancias nuevas de lo urbano, así como por el ritmo creciente de la actividad económica de los municipios mencionados y de las ventajas de su localización.

Desde los años ochenta, el crecimiento de la entidad fue expansivo y rebasó sus límites; en la década siguiente, llegó a constituir lo que oficialmente se reconoció como la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro, integrada por las cabeceras de Corregidora, El Marqués, Querétaro, entre otros. Esta expresión, más la de correo industrial Querétaro-San Juan del Río son reflejo de una urbanización creciente que ha constituido un área de influencia importante en el sur y el poniente del estado, y por otra parte ha influido en las manifestaciones urbanas de otro ámbito territorial, Hay 69,022 establecimientos en Querétaro, 1.6% del total del país y 458,691 personas ocupadas en el sector privado y paraestatal, en concreto en los municipios de Colón, Ezequiel Montes, Cadereyta y Tequisquiapan. El municipio de Querétaro obtuvo el primer lugar en unidades económicas (55.9%), personal ocupado total (61.3%), remuneraciones (64.0%) y producción bruta total (56.3%). En porcentaje de unidades económicas, San Juan del Río y Corregidora se posicionaron en segundo y tercer sitio con 14.8 y 6.6%, respectivamente. De los municipios presentados en este cuadro, Colón fue el que presentó el menor porcentaje de unidades económicas, pues reportó 1.0 por ciento (ver cuadros 7 y 8), (INEGI, 2014).

**Cuadro 7**  
**Composición Económica del Estado de Querétaro por municipios**

| Municipios                 | Unidades económicas | Personal ocupado total | Remuneraciones | Producción bruta total |
|----------------------------|---------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| <b>Total Querétaro</b>     | 100.0               | 100.0                  | 100.0          | 100.0                  |
| <b>Querétaro</b>           | 55.9                | 61.3                   | 64.0           | 56.3                   |
| <b>El Marqués</b>          | 3.4                 | 10.0                   | 13.9           | 17.3                   |
| <b>San Juan del Río</b>    | 14.8                | 13.4                   | 11.9           | 16.2                   |
| <b>Corregidora</b>         | 6.6                 | 6.0                    | 5.4            | 6.3                    |
| <b>Colón</b>               | 1.0                 | 1.2                    | 1.6            | 1.2                    |
| <b>Pedro Escobedo</b>      | 2.8                 | 1.2                    | 0.4            | 0.9                    |
| <b>Ezequiel Montes</b>     | 3.1                 | 1.4                    | 0.5            | 0.6                    |
| <b>Tequisquiapan</b>       | 5.0                 | 2.0                    | 0.7            | 0.4                    |
| <b>Cadereyta de Montes</b> | 2.1                 | 1.1                    | 0.5            | 0.3                    |
| <b>Amealco de Bonfil</b>   | 1.6                 | 0.7                    | 0.7            | 0.2                    |
| <b>Resto de municipios</b> | 3.8                 | 1.6                    | 0.5            | 0.3                    |

Fuente: (INEGI, 2014)

**Cuadro 8**  
**Composición Económica total del Estado de Querétaro**

| Actividad Económica                      | Unidades económicas | Personal ocupado total | Personal ocupado no dependiente | Remuneraciones | Gastos Totales | Ingresos Totales | Producción bruta total |
|--|---------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------------|
|  |                     |                        |                                 |                |                |                  |                        |
| <b>Total, Querétaro</b>                  | 62,022              | 458,691                | 91,857                          | 31,602,639     | 338,897,921    | 444,076,661      | 334,841,811            |
| <b>Industrias manufactureras</b>         | 6,673               | 164,185                | 50,294                          | 14,795,063     | 187,708,789    | 241,841,354      | 235,028,151            |
| <b>Comercio</b>                          | 32,718              | 114,674                | 20,141                          | 4,891,790      | 110,0804,874   | 132,372,884      | 32,998,067             |
| <b>Servicios privados no financieros</b> | 28,178              | 145,477                | 17,010                          | 8,397,952      | 28,961,182     | 48,436,482       | 46,178,000             |
| <b>Resto de actividades</b>              | 1,453               | 34,355                 | 4,412                           | 3,512,834      | 11,423,081     | 21,425,941       | 20,637,593             |

Fuente: (INEGI, 2014)

En el Marqués, está funcionando un aeropuerto internacional nuevo, que se agrega a la práctica de relocalización y desconcentración de la zona metropolitana hacia la periferia, y que podría inducir un cambio de su perfil económico, pues además de ofrecer servicio de transporte para personas, mercancías e insumos industriales, desde 2005, está aplicándose un proyecto que constituirá un centro especializado en aeronáutica, reconocido de manera oficial como clúster o corredor de la aeronáutica, que arrancó con la instalación de la empresa canadiense Bombardier Aerospace. Dicho proyecto está apoyado con la formación de expertos en instituciones educativas de la entidad, y contará con un centro de educación aeroespacial y proveedoras especializadas en un parque construido ex profeso en los terrenos del aeropuerto (Bombardier Aerospace Oficial Thread, 2007)

En diversos ámbitos, Querétaro es reconocido como un estado próspero, que genera las oportunidades, la política de atracción de inversión productiva ha sido una estrategia exitosa, lo demuestra un estudio realizado en 2017 por The World's Most Competitive Cities, donde la ciudad de Querétaro se ubica dentro de las 5 más importantes de Latinoamérica y el Caribe en cuanto a facilidades para invertir en la industria aeroespacial con 50 millones de dólares y 600 empleos generados entre 2015 y 2017, solamente en 2015 tuvo un crecimiento de 6.6 por ciento en personal, y acumulado a 2017 creció a 8.000 trabajadores (WMCC, 2017), Respecto a proyectos de inversión extranjera directa a nivel nacional, 51 proyectos de inversión aeroespacial de un total de 44 compañías en el período 2011-2015, lo que representa un monto de seis billones de dólares y que en un futuro próximo rendirán sus beneficios. (Mundo Ejecutivo, 2016).

Dentro del último estudio de la firma KPMG "Perspectivas de Alta Dirección en México 2017", Querétaro figuró como el destino predilecto de las empresas para expandir sus operaciones en el presente año. Lo anterior, se desprende de una encuesta realizada a 868

directivos de las empresas más importantes del país en rubros como el sector aeroespacial, industria de plásticos, metalmecánica y otros (Olvera, 2017)

## **Conclusiones**

El Programa Aeroespacial Estratégico 2012-2020 (Pro-Aéreo) establece cuatro objetivos prioritarios: (ProMéxico, 2017)

1. La posición de México como uno de los diez países más importantes del mundo en términos del valor de su industria aeroespacial.
2. El valor de las exportaciones, exportar más de 12 mil millones de dólares de bienes al año en el sector aeroespacial.
3. Crear más de 100,000 empleos (30% -35%) de los cuales son ingeniería avanzada y
4. Aumentar 50%el contenido nacional de bienes fabricados por la industria aeroespacial..

La presencia de la IA en la entidad se relaciona con:

1. La existencia de capacidades productivas, tecnológicas y empresariales, principalmente de empresas fabricantes de partes y piezas metálicas, eléctricos y electrónicas, de la industria química, ensamble de productos y el reconocimiento de proveedores que cumplen con ciertas capacidades aún no utilizadas en la IA, pero capaces de integrarse a la cadena de proveeduría (proveedores de partes metálicas estampadas, maquinadas y fabricadas para la industria automotriz, sector consolidado en la entidad o pertenecientes a la industria electrodoméstica);
2. Disponibilidad de capital humano calificado, con una matrícula de estudiantes en ingeniería aeronáutica y aeroespacial de 239 alumnos para el periodo 2011-2012, lo

que sitúa a la entidad en el sexto lugar a nivel nacional (KPMG, 2012), concentrados en la Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro. Asimismo, destaca la presencia de importantes empresas pertenecientes a la industria, así como la existencia de instituciones de educación superior y centros de investigación (Villavicencio, Hernández, & Souza, 2013).

### **El escenario próximo**

De acuerdo con la Inversión Extranjera Directa (IED) que México ha recibido (de 6,363 millones de dólares) en los últimos 10 años, la Secretaría de Economía detalla que el 80% proviene de Estados Unidos y Canadá, en tanto que el 20% restante proviene de Europa (principalmente España, Francia y Luxemburgo).

Asimismo, los principales estados con IED en el sector son: Querétaro con el 46.6%, Baja California con el 13.6% y Chihuahua con el 12.1%. De igual manera, la inversión se destina para la fabricación de aeronaves civiles y de negocios, con 28%; la fabricación de otros componentes, con 9%; la fabricación de cables y componentes eléctricos, con 8%, y el resto con 55%.

En este sentido, de acuerdo con Alejandro Bravo, Socio Líder del sector aeroespacial de KPMG, en México la industria aeroespacial crecerá a doble dígito en 2016, al ser un sector globalizado y con tendencia al alza. Mantener el modelo de negocio de la industria aeroespacial en niveles competitivos es el mayor reto del sector aeroespacial y de defensa, considera 38 por ciento de los directivos del mercado. Los mercados maduros continúan estancados, y el sector está bajo una gran presión para cumplir las promesas hechas a los

inversionistas y accionistas de alcanzar el crecimiento en nuevas áreas y mercados emergentes”, señaló el ejecutivo (Cuevas, 2015).

“Aquellos que esperan entrar a nuevos mercados geográficos o adaptar los productos existentes en mercados adyacentes, deben trabajar estrechamente tanto con los socios tradicionales como con los nuevos para aprovechar su experiencia local. En este sentido, las nuevas relaciones a menudo tienden a convertir las cadenas de suministro en operaciones cada vez más complejas y llegan a convertirse en un obstáculo para la agilidad y competitividad”, y en un entorno cambiante, la industria aeroespacial se enfrenta a nuevas amenazas y competidores que surgen día con día, indicó Bravo (Cuevas, 2015).

Por su parte, Eduardo Morán, Líder del sector aeroespacial de Deloitte México, señaló que, “La Industria Aeroespacial en México ha tenido un crecimiento muy importante en los últimos cinco años, lo que le ha permitido figurar como uno de los nuevos actores en el contexto internacional, en México existen varios clúster como el de Baja California, Chihuahua, Sonora, Querétaro y Nuevo León, si bien la industria aeroespacial en México ha tenido este crecimiento, requiere que se tomen en cuenta las propuestas que en materia fiscal se han hecho públicas por cámaras industriales y organizaciones y que tienen un impacto significativo en la misma. Una de las Reformas más importantes en 2014 y que tiene que ver con el talento, fue la limitación a la deducción de los pagos realizados a los trabajadores y que para ellos se consideren como ingresos exentos de dicho impuesto. Este limitante es del 47% y hasta 53%, en caso de que las prestaciones exentas que se paguen a los trabajadores no disminuyan de un año a otro, como el caso de vales de despensa, fondo de ahorro, horas extras, aguinaldos, etc. Estas prestaciones son obligatorias para los patrones de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo o en caso de que se establezcan en los contratos individuales o colectivos de trabajo”, refirió. (Morán, 2015)

## **Fortalezas del sector aeroespacial**

Para ProMéxico las principales fortalezas del sector se componen de: Eje logístico; experiencia en sectores como el automotriz y el eléctrico-electrónico; un sistema de control de exportaciones mexicano puesto bajo evaluación por parte de los países pertenecientes al Acuerdo Wassenaar; costos competitivos en comparación con Estados Unidos; innovación fomentada por una gran cantidad de universidades y centros de investigación en el tema de manufactura avanzada y materiales; talento humano, al graduarse anualmente 110,000 estudiantes de ingeniería, manufactura y construcción; así como calidad certificada, donde México es uno de los pocos países que cuenta con un acuerdo bilateral de reconocimiento mutuo de los sistemas de certificación aeronáutica-BASA (Bilateral Aviation Safety Agreement) con la Federal Aviation Administration (FAA).

En este sentido, FEMIA señala que los detonadores de este crecimiento serán las mejoras en la cadena de suministro de las empresas, el desarrollo de acciones junto con el gobierno federal y la promoción del país como un *hub* de la manufactura (Tovar, 2016).

México es líder en diseño y manufactura de trenes motrices, cinturones, asientos, suspensiones y chasis; elementos elásticos, partes de metal, arneses e iluminación, entre otros. Concentra noventa de las cien empresas de autopartes más importantes del mundo. Aporta más de una docena de modelos exclusivamente producidos en su territorio (ProMéxico, s/f).

## **Referencias**

Agencia Empresarial Innovadora. (2015). *http://clusters.ipyme.org*. Recuperado el 04 de 2017, de *http://clusters.ipyme.org/es-es/PoliticaClusters/Informacion/Paginas/QueEsCluster.aspx*

Agencia Espacial Mexicana. (2015). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de *http://www.dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=*.

Aguilar Vega, M. (2016). *PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2015 - 2018*. Obtenido de [PMDQRO2015-201823DIC16.pdf](http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PMDQRO2015-201823DIC16.pdf): <http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PMDQRO2015-201823DIC16.pdf>

Aguilar, D. (2015). Querétaro primer lugar de las ciudades más amigables de América para hacer negocios. *Financial Times* .

Almanza, L. (08 de 05 de 2017). Crece 170% la IED de equipo aeroespacial en Querétaro. *El Financiero* .

Ampip. (26 de 07 de 2017). <http://ampip.org.mx>. Recuperado el 05 de 08 de 2017, de Abrirán 5 nuevos parques industriales en El Marqués: <http://ampip.org.mx/es/abriran-5-nuevos-parques-industriales-en-el-marques/>

Ampip. (28 de 07 de 2017). <http://ampip.org.mx>. Recuperado el 05 de 08 de 2017, de Querétaro tendrá mapa de la industria aeroespacial: <http://ampip.org.mx/es/queretaro-tendra-mapa-de-la-industria-aeroespacial-2/>

Banco de México. (2017). *Encuesta sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado*:.

Barajas, F. (12 de 08 de 2014). *La industria aeronáutica en México*. Recuperado el 01 de 2017, de La industria aeronáutica en México: <http://www.dineroenimagen.com/2014-08-12/41749>

Bracamonte, S. A., & Contreras, O. F. (2008). Redes globales de producción y proveedores locales: los empresarios sonorenses frente a la expansión de la industria automotriz. *Estudios fronterizos*, 9(18), 161-194. , 9 (18), 161-194.

Bramwell, A., & Wolfe, D. (2008). Universities and regional economic development: The entrepreneurial. *Research Policy* (37), 1175 - 1187.

Broekel , T., & Boschma, R. (2010). Aviation, Space or Aerospace? Exploring the knowledge networks of two industries in the Netherlands. <http://EconPapers.repec.org/RePEc:pum:wpaper:2010-05> .

Cantera, S. (2014). Crece interés de empresas aeronauticas por Querétaro. *El Universal* .

Carrillo , J., & Hualde, A. (2013). ¿Una maquiladora diferente? Competencias laborales profesionales en la industria aeroespacial en Baja California. En M. Casalet Ravenna, *La Industria Aeroespacial: Complejidad productiva e institucional* (págs. 163-198). México: Flacso México.

Carrillo, J., & Hualde, A. (2009). Potencialidades y limitaciones de sectores dinámicos de alto valor agregado: la industria aeroespacial en México. En J. C. Neffa, E. De La Garza

Toledo, & L. Muñiz Terra, *Trabajo, empleo, calificaciones profesionales, relaciones de trabajo e identidades laborales* (Vol. 1, págs. 373-396). Argentina: CAICyT.

Casalet, R. M. (2013). *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional*. México: Flacso México.

Christopherson, S., & Clark, J. (2009). Remodelación de las economías regionales: poder, trabajo y estrategias firmes en la economía del conocimiento. *Journal of Economic Geography*, 9 (3), 433–435.

Códice Informativo. (16 de 08 de 2017). 15 datos sobre la ocupación en Querétaro.

Conde, C. (2017). Querétaro compite por instalación de séptima planta de Safran. *amquerétaro.com*.

Contreras, A. (24 de 05 de 2017). Inicia producción en Querétaro la francesa Duqueine. *El Financiero*.

Cortés, G. A. (2017). ProMéxico: Inversión y Comercio. (F. Zúñiga Anaya, Ed.) *Negocios* (III-IV), 98.

Cuevas, S. (08 de 2015). Crecerá a doble dígito industria aeroespacial en 2016: KPMG. *El Financiero*.

Domínguez-Villalobos, L., & Brown-Grossman, F. (2013). ¿Tiene la industria aeronáutica mexicana las condiciones para integrarse a la cadena de valor internacional de alto valor agregado? En M. Casalet R., *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional* (págs. 135-162). México: Flacso México.

FEMIA. (2016). Industria Aeroespacial. *Sector Aeroespacial en México*.

Flores Hernández, F. (12 de 02 de 2014). Despega la industria aeronáutica en Querétaro. *El Financiero*.

Flores, S., & Villarreal, A. (2017). Comparative Analysis of the Developmental Strategy of Aerospace Industry in Brazil, Canada, and Mexico: Public-Policy Implications. *Latin American Policy*, 8 (1), 41-62.

Fregoso, J. G. (2004). Los cluster industriales como estrategia de desarrollo. Una forma de competir en los mercados globalizados. 3 (1).

Garza, G. (2003). *La urbanización de México en el siglo XX*. México: El Colegio de México.

González Díaz, F. N. (2017). México: Un País que Vuela Alto en la Industria Aeroespacial. *Revista Comercio Exterior*, 10.

Guajardo, I. (21 de 04 de 2015). México será potencia aeronáutica. (E. Quintana, & N. Ortigoza, Entrevistadores) México: El Financiero.

INEGI. (2014). <http://www.inegi.org.mx>. Recuperado el 20 de 08 de 2017, de Minimonografía. Querétaro. Censos Económicos 2014: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/mqro\\_ce2014.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/mqro_ce2014.pdf)

INEGI. (2015). *Industria Aeroespacial, Situación macroeconómica*.

Juárez, P. (17 de 03 de 2017). Exportaciones de industria aeroespacial superan 7 mil mdd. *A21.com* .

Liñán, M. (2014). Destaca industria aeronáutica de Querétaro. *Somos Industria* .

Lizcano, L. (17 de 07 de 2017). Exportaciones aeroespaciales crecerían 10% en 2017. México: FEMIA.

Luengas, A. (2017). [amqueretaro.com](http://amqueretaro.com). *Industria Aeroespacial crece casi 11 % en México* .

Martínez, Q. C. (21 de 06 de 2017). <https://inmobiliare.com>. Recuperado el 15 de 07 de 2017, de Despega con velocidad la industria aeroespacial en México: <https://inmobiliare.com/despega-con-velocidad-la-industria-aeroespacial-en-mexico/>

Miranda, E. (2005). *Del Querétaro rural al industrial, 1940–1973*. México: Miguel Ángel Porrúa, UAQ, H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura.

*Modern Machine Shop*. (01 de 03 de 2015). Recuperado el 10 de 06 de 2017, de <http://www.mms-mexico.com>: <http://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/industria-aeroespacial-de-mexico-sigue-su-vuelo-alto>

Morán, E. (28 de 09 de 2015). <https://www.deloitte.com>. Recuperado el 29 de 08 de 2016, de La Industria Aeroespacial y la reforma fiscal: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/tax/Aeroespacial-reforma-fiscal.pdf>

Morissete, L., Barré, P., Lévesque, C., Solar-Pelletier, L., & Silveira, M. (2013). El desarrollo de ventajas competitivas institucionales. En M. Casalet, *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional* (págs. 21-48). México: Flacso México.

Mundo Ejecutivo. (2016). México, el 4º con mayor IED en sector aeroespacial. *Mundo Ejecutivo* .

Nava, A. R. (2016). Historia de la industria aeroespacial en México y su vínculo con la aeronáutica. (J. E. Estrada Loyo, Ed.) *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León*. (81), 17-25.

Niosi, J., & Zhegu, M. (2005). Clusters aeroespaciales: ¿Conciencia de conocimiento local o global? <http://econpapers.repec.org> .

Olvera, J. (28 de 03 de 2017). Querétaro número 1 en el país para invertir. *La de Hoy Querétaro* .

Plascencia, C. T., & Malacara, C. A. (2015). Asociación Empresarial mediante Clusters, El Caso Específico de Bahía de Banderas, Nayarit. *European Scientific Journal (ESJ)* , 11 (19).

PNUD México. (2016). *Impulso a la integración de PyMEs en el sector aeroespacial/ El PNUD en México*. Recuperado el 22 de 08 de 2017, de <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/ourwork/povertyreduction/successstories/test-historia-mexico.html>

Porter, M. (1991). *ventaja competitiva*. México: CECSA.

ProMéxico. (2015). <http://aeroclusterqueretaro.mx>. Recuperado el 21 de 06 de 2016, de Mapa de ruta del Sector Aeroespacial para la región de Querétaro: [http://aeroclusterqueretaro.mx/images/PDF/Mapa-de-ruta-del-Sector-Aeroespacial-de-la-Regin-de-Quertaro-c\\_portada-10022016.pdf](http://aeroclusterqueretaro.mx/images/PDF/Mapa-de-ruta-del-Sector-Aeroespacial-de-la-Regin-de-Quertaro-c_portada-10022016.pdf)

ProMéxico. (2017). <http://www.promexico.gob.mx>. Recuperado el 12 de 08 de 2017, de plan-orbita-2.0: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/plan-orbita-2.0.pdf>

ProMéxico. (2010). <http://www.promexico.mx>. Obtenido de Negocios: <http://www.promexico.mx/documentos/revista-negocios/pdf/may-2013.pdf>

ProMéxico. (mayo de 2013). <http://www.promexico.mx>. *Negocios* .

ProMéxico. (marzo-abril de 2017). <http://www.promexico.mx/es/mx/revista-negocios?page=1>. Obtenido de <http://www.promexico.mx/documentos/revista-negocios/pdf/mar-abr-2017.pdf>

ProMéxico. (s/f). *México es un excelente caso de Negocios*. Obtenido de [promexico.mx](http://www.promexico.mx): [http://www.promexico.mx/documentos/pdf/Mexico\\_PMX\\_2015\\_WEB.pdf](http://www.promexico.mx/documentos/pdf/Mexico_PMX_2015_WEB.pdf)

ProMéxico. (2017). *ProMéxico*. Recuperado el 15 de 08 de 2017, de Mapa de Inversión: <http://www.promexico.mx/es/mx/inversion>

Quino, A. (14 de 06 de 2017). <http://amqueretaro.com/>. Recuperado el 05 de 08 de 2017, de Alistan un nuevo parque industrial: <http://amqueretaro.com/noticias/2017/06/15/alistan-un-nuevo-parque-industrial>

Redacción: Mundo Ejecutivo. (17 de 07 de 2017). Sector Aeroespacial Eleva Exportaciones 10% en 2017. *Mundo Ejecutivo* .

Robles, C. (2016). *Crece 8% industria aeroespacial en 2016*. FEMIA, México.

Romero, J. M., Marmolejo, H. K., & Chávez, R. E. (2012). Estudio sobre la cooperación en El acuerdo Global Mexico-Unión Europea. *CEPAL* .

Ruíz, A. (2017). Querétaro podría producir piezas para fuselaje del Dreamliner y del Boeing 737. *amquerétaro.com* .

Salieri , G., & Santibañez , L. (2010). Estudio de las necesidades de capital humano de la Industria aeroespacial en México. *Fundación Idea* .

Salinas, G. R. (2012). Desarrollo industrial y formación profesional. *Educación y Desarrollo* (23).

Sammarra, A., & Biggiero, L. (2008). Heterogeneidad y especificidad de los flujos de conocimiento entre empresas en las redes de innovación. *Journal of Management Studies* , 45, Issue 4, pages 800–829, June 2008 (4), Volume 45.

Secretaría de Economía. (2017). [/www.gob.mx/presidencia/prensa](http://www.gob.mx/presidencia/prensa). Recuperado el 20 de 05 de 2017, de <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/la-industria-aeroespacial-se-esta-convirtiendo-en-una-turbina-que-impulsa-nuestro-crecimiento-economico-enrique-pena-nieto>

Secretaría de Economía de Sonora. (s/f). *Aeronáutico/Aeroespacial* .

Secretaría de Economía. (2011). *DGIPAT*. Recuperado el 15 de 11 de 2016, de [www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx): [http://www.economia.gob.mx/files/Industria\\_Aeronautica\\_Mexico.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/Industria_Aeronautica_Mexico.pdf)

Secretaría de Economía. (2009). <http://www.economia-bruselas.gob.mx>. Recuperado el 25 de 02 de 2017, de [http://www.economia-snci.gob.mx/sic\\_php/pages/bruselas/trade\\_links/esp/octesp2009.pdf](http://www.economia-snci.gob.mx/sic_php/pages/bruselas/trade_links/esp/octesp2009.pdf)

Secretaría de Economía. (2015). *Industria y Comercio /Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología (PROIAT)*. Recuperado el 22 de 08 de 2016, de <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/industria-y-comercio-programa-de-apoyo-para-la-mejora-tecnologica-de-la-industria-de-alta-tecnologia-proiat#documentos>

Secretaría de Economía. (2015). *Inversión Extranjera Directa en México y en el Mundo*. Carpeta de Información Estadística.

Serna, J. A. (2010). Industria y territorio rural: la constitución de un corredor agropecuario e industrial en el estado de Querétaro. *Región y sociedad* , 22 (48), 77-111.

Soria , B., & Ortiz, S. (2017). Exceden ventas a la entrega de aeronaves. *Vanguardia Industrial B2B* .

Torres Rojas, E. (19 de 03 de 2014). La prueba de fuego para la industria aeroespacial. *Forbes* .

Tovar, E. (2016). Industria aeroespacial mexicana: panorama 2016. *Modern Machine Shop México* .

Valle, J. (2016). Tesis Doctoral. *El Cluster de Rafaela y la Internacionalización de sus empresas*. Argentina, Córdoba.

Villarreal, G. A., Flores, S. S., & Flores, S. M. (2016). PATRONES DE CO-LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL EN MÉXICO. *Redalyc Estudios Económicos* , 169-211.

Villavicencio, D., Hernández, J., & Souza, L. (2013). Capacidades y oportunidades para el desarrollo de la industria aeronáutica en Querétaro. En M. Casalet R., *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional* (págs. 49-92). México: Flacso México.

Vuela . (13 de 08 de 2014). *América Vuela - Industria Aeroespacial nuevo-horizonte-para-pymes*. Recuperado el 21 de 05 de 2016, de <http://www.vuela.com.mx/foro/content.php?290-Industria-aeroespacial-nuevo-horizonte-para-pymes>

WMCC. (2017). *2017 The World's Most Competitive Cities*. Recuperado el 20 de 08 de 2017, de <https://siteselection.com/cc/wmcc/2017/>