

## **Capítulo 5 Higiene, seguridad y ergonomía industrial en el entorno físico y de los factores humanos en la aeronáutica**

### **Chapter 5 Hygiene, safety and industrial ergonomics in the physical environment and human factors in aeronautics**

SANTANA-VÁQUEZ, Olivia †\*

*Universidad Aeronáutica en Querétaro. Institución educativa pública gubernamental*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Olivia, Santana-Vázquez* / **ORC ID:** 0000-0002-1795-5319, **CVU CONACYT-ID:** 900748

O. Santana

Olivia.santana@unaq.edu.mx

A. Marroquín, H. Corres y L. Carpio. (Dir.) *Clima Organizacional Educativo, Laboral. Handbooks*-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2018

## **Resumen**

La falta de capacitación del personal en general, así como en el conocimiento de la influencia de la Ergonomía en toda industria, da como resultado una falta de eficiencia en el desempeño de las actividades del factor humano.

**Objetivo.** Determinar el impacto de la ergonomía en las tareas de fabricación dentro de la industria aeronáutica. Identificar la relación cercana de lo anterior con el factor humano con respecto al desempeño de las tareas de fabricación.

**Metodología:** La interacción del factor humano se observará en relación con los elementos físicos del entorno y el impacto de la ergonomía a través de diferentes prácticas en los laboratorios o talleres de fabricación aeronáutica. Se registrarán los comportamientos que expresan el nivel y el tipo de conciencia de la situación y la ergonomía de la gestión en relación con el factor humano. Finalmente, se llevó a cabo un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos para identificar los factores relacionados con la conciencia situacional y la ergonomía, para mejorar las tareas de fabricación dentro de la industria aeronáutica.

**Contribución:** Un documento institucional, que servirá de ayuda para la generación de conocimiento, para apoyar seminarios, cursos y talleres para el factor humano, seguridad industrial e higiene dentro de la fabricación aeronáutica.

## **Ergonomía, Factores Humanos, Seguridad Industrial**

### **Abstract**

The lack of training of personnel in general, as well as in the knowledge of the influence of Ergonomics in any industry, results in a lack of efficiency in the performance of human factor activities

**Objectives:** Determine the impact of ergonomics on manufacturing tasks within the aeronautical industry. Identify the close relationship of the above with the human factor with respect to the performance of manufacturing tasks.

**Methodology:** The interaction of the human factor will be observed in relation to the physical elements of the environment and the impact of ergonomics through different practices in laboratories or aeronautical manufacturing workshops. Behaviors that express the level and type of awareness of the situation and the ergonomics of management in relation to the human factor will be recorded. Finally, a quantitative and qualitative analysis of the results obtained through the application of the instruments was carried out to identify the factors related to situational awareness and ergonomics, to improve manufacturing tasks within the aeronautical industry.

**Contribution:** An institutional document, which will help to generate knowledge, to support seminars, courses and workshops for the human factor, industrial safety and hygiene in aeronautical manufacturing.

## **Ergonomics, Human Factors, Industrial Safety**

### **Introducción**

La temática central de este trabajo son los factores humanos y los impactos de la ergonomía y del entorno físico en la seguridad del desarrollo de tareas de manufactura aeronáutica. Este tema es importante ya que, en el sistema de seguridad, la persona es el elemento central en continua interacción con su entorno compuesto de los factores físicos, así como en interacción con las máquinas y herramientas. El buen funcionamiento del sistema compuesto de entorno, máquinas, herramientas, relaciones interpersonales laborales dependerá las condiciones humanas biopsicosociales de cada trabajador y de la manera cómo éste realiza su trabajo, así como de la forma en la cual se desempeñe en los espacios físicos, de cómo manipule equipos y herramientas y de las posturas corporales que adopte al realizar las tareas.

Como valor agregado se hicieron observaciones directas a estudiantes en tareas de manufactura, a grupos de trabajadores de empresas en talleres y laboratorios de la universidad aeronáutica, además se tuvo la contribución de ingenieros y profesores expertos tanto en la industria como en la docencia quienes mediante diálogos directos en entrevistas ofrecieron su contribución y otros mediante encuestas.

Este proyecto tiene como características principales, la contribución con material e información para la formación del recurso humano de la industria de manufactura aeronáutica, la atención a los altos estándares de seguridad en las tareas y en los componentes que se fabrican, la observación de los factores físicos ergonómicos del entorno, de las máquinas y herramientas y la importancia de las condiciones óptimas del recurso humano y de los lugares de trabajo ya que todo lo mencionado tiene gran impacto en los ámbitos personal, económico y empresarial. El problema a solucionar es la necesidad formativa en los Factores Humanos de los estudiantes de manufactura Aeronáutica y del personal de las empresas para que éstos ofrezcan mayor seguridad y calidad en su desempeño laboral en la Industria.

La hipótesis central es la formación inicial y continua en Factores Humanos y en Ergonomía contribuirá a los altos estándares de seguridad industrial que se requieren en las tareas de manufactura Aeronáutica. El trabajo consta de las siguientes secciones: 1. Panorámica general del desarrollo de manufactura aeronáutica y espacial en México. 2. La formación en Factores Humanos y su interrelación con la seguridad industrial en las tareas de manufactura aeronáutica. 3. El papel de la ergonomía y su interrelación con el desempeño de las tareas de manufactura aeronáutica y con la seguridad industrial.

## **1. Panorámica general del desarrollo Aeronáutico y espacial en México**

### **1.1 Desarrollo de la academia y de la industria aeronáutica en México**

Según el Plan de Desarrollo Institucional (PDEI) UNAQ (2010), la industria aeronáutica en México se remonta hasta 1915, cuando se abren los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA), los cuales culminaron con la fabricación total de aviones y equipo en México. En 1917 ya se estaban construyendo aeroplanos diseñados por mexicanos, pero desafortunadamente en 1941 viene la decadencia. Sin embargo surge la academia a pesar de lo que sucede en la industria, en 1937 al Instituto Politécnico Nacional le son aprobados sus programas de Ingeniería Aeronáutica.

Posteriormente en 1951 se funda el Centro Internacional de Adiestramiento en Aviación, en 1959 el colegio del aire de la Fuerza Aérea Mexicana (FAM) y en 1978 Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) el cual proporciona seguridad y fluidez en el espacio aéreo, posteriormente en 1980 CONALEP abre carreras técnicas enfocadas al mantenimiento aeronáutico. Más adelante en 2007 se crea oficialmente la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), la cual con otras universidades y centros de investigación forman parte importante de la academia mexicana para el desarrollo aeronáutico y espacial.

Actualmente el Plan Órbita (2017) precisa: *“Las capacidades de las entidades académicas mexicanas favorecen la formación de capital humano de alta calidad en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado, y van desde las ciencias básicas e ingenierías hasta los campos aeronáutico y aeroespacial”*. Entre los hitos relacionados con el uso de la tecnología espacial que el plan Órbita 2.0 contempla al 2035 son los mercados de *“Manufactura 4.0. Diseño de hardware y software para las plataformas y componentes espaciales. Operación de sistemas satelitales y sus aplicaciones.”* S.E (2017) Entre otros. Además, se menciona que para este desarrollo espacial también se establecerán los clústeres especiales y específicos. Los de industria aeronáutica ya establecidos los podemos apreciar en la figura 5.1.

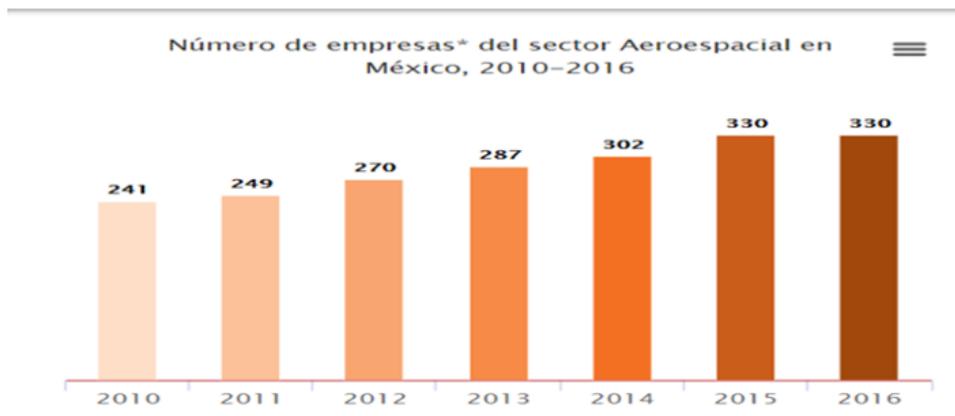
Figura 5.1 Ubicación geográfica de empresas aeronáuticas en México



Fuente: FEMIA

Pro MÉXICO a través de la Secretaría de Economía (2016). Aseguró: “son más de 330 compañías” las que conforman en el país el sector aeroespacial, incluyendo centros de investigación. Ver Gráfica 5.1.

Gráfica 5.1 Empresas del sector aeroespacial en México



Fuente: Secretaría de Economía. (2016)

### 1.2 Servicios de la industria Aeroespacial en México

Las tres actividades aeroespaciales a las que se han enfocado durante la última década son: La Manufactura de Componentes de Aeronaves, el Mantenimiento de Aeronaves (MRO) y la ingeniería en diseño para aeronaves. Ver Figura 5.2

Figura 5.2 Actividades del desarrollo aeronáutico en México

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA AEROSPAICIAL EN MÉXICO		
Actividades llevadas a cabo por las empresas		
<b>Manufactura</b> Fabricación y ensamblaje de componentes y partes de aeronaves.	<b>MRO</b> Mantenimiento, reparación y revisión.	<b>D&amp;I</b> Diseño e Ingeniería.
<b>79%</b>	<b>11%</b>	<b>10%</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arnéses y cables.</li> <li>• Componentes de motores.</li> <li>• Sistemas de aterrizaje.</li> <li>• Inyección y moldes de plástico.</li> <li>• Fuselajes.</li> <li>• Composturas.</li> <li>• Intercambiadores de calor.</li> <li>• Maquinado de precisión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbinas y motores.</li> <li>• Fuselajes.</li> <li>• Sistemas eléctrico-electrónicos.</li> <li>• Sistemas de aterrizaje.</li> <li>• Hélices.</li> <li>• Componentes dinámicos.</li> <li>• Cubrimientos, Corrosión y Protección.</li> <li>• Arreglo y Rediseño de Interiores.</li> <li>• Sistemas Unitarios de Poder (APU).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica aeroespacial</li> <li>• Sistemas de control</li> <li>• Simulación de vuelos.</li> <li>• Técnicas de pruebas no destructivas (NDT).</li> <li>• Procesamiento de datos e imágenes.</li> <li>• Diseño de equipo</li> <li>• Sistemas embebidos.</li> </ul>

Fuente: (Secretaria de Economía)

Obsérvese especialmente lo correspondiente a la manufactura, en la cual se presenta el 79% de inversión, destacando maquinados de precisión con los diferentes procesos según los tipos de materiales utilizados. El aumento de empresas aeronáutica plantea un grande desafío para el 2018, al respecto el presidente de Federación de empresas Mexicanas de la Industria Aeronáutica (FEMIA) en entrevista para el periódico el Economista expresó: *“Los principales objetivos para el año en curso se centran en el manejo de regulaciones que rigen a la industria, el desarrollo de la cadena de proveeduría y la generación de capital humano.”* Estrella (2018).

Pero generar capital humano implica necesariamente formación y capacitación de éste. En referencia a este tema de formación y capacitación, la Federación Mexicana de Industrias Aeronáuticas (FEMIA) en la comisión de formación tiene como presidente al Ing. Jorge Gutiérrez de Velasco, rector de la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) quien entre sus actividades asignadas desarrolla: *“Solicitar la realización de cursos o seminarios de capacitación, que sean requeridos por los miembros. D. Lograr programa de intercambio de mejores prácticas industriales y de los eventos de interés para aumentar la capacitación de los trabajadores de los miembros de la federación.”*

A su vez en México también se cuenta con el Consejo Mexicano de Educación Aeronáutica (COMEA), por ser la asociación aeronáutica que se enfoca a fomentar el desarrollo educativo para esta investigación se hizo una entrevista al Ing. Federico Pérez Fuentes, Secretario del COMEA y director general del Área de Planeación y Vinculación de la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), con el objetivo de obtener información sobre el desarrollo de la Educación Aeronáutica y la interrelación de la Academia en el Plan Pro-aéreo 2012- 2020, así como sobre el desarrollo de la manufactura aeronáutica en México. He aquí un breve fragmento de esa entrevista:

**FPF:** *“Como institución civil el COMEA cuenta con 8 instituciones y dos personas físicas. Los miembros fundadores como AC, la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), la Universidad Tecnológica de Jalisco, el Instituto San Miguelense, muy fuerte en ingeniería mecánica, aplicación de software para diseño aeronáutico del cual se han incorporado muchos de sus egresados al sector aeronáutico, la Universidad Metropolitana Politécnica de Hidalgo, la universidad Politécnica de Chihuahua y el Instituto Tecnológico de Sonora. todas estas instituciones son miembros que firmaron el acta”.*

*“Hemos ido agremiando más universidades e institutos tecnológicos y bachilleratos que tienen carreras de aeronáutica como es el Colegio Aeronáutico del Bajío, en León Guanajuato. pero a los no agremiados se les invita a todas las sesiones del COMEA, a las ferias y a otros eventos...”*

A partir de la temática sobre la manufactura en México se desarrolló una mesa de conversación con el Ing. Aeronáutico Ángel Cisneros Aguilar quien está en la dirección general Adjunta de Aviación la cual pertenece a la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de México, él está a cargo de la oficina regional de certificación de producción, con el Ing. Jesús Franco Trujano quien cuenta con amplia experiencia docente y en la industria Aeronáutica y la investigadora y docente autora de este trabajo, Mtra. Olivia Santana Vázquez.

#### **Fragmento de la mesa de diálogo:**

- OSV. Como primer punto de conversación es saber, qué autoridades aeronáuticas están autorizadas para hacer inspección industrial en México.
- ASA: En primera instancia es la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) quien a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). Somos la única autoridad para inspeccionar y hacer verificaciones a este tipo de industria.
- OSV. Cuáles son los aspectos generales para certificación de productos.
- ASA: En México hay muchas empresas aeronáuticas hasta hoy no se hacen certificaciones de productos aeronáuticos, esto corresponde a las empresas, ya que ellos son los dueños del diseño de las piezas y es en el país donde se ingenió y realizó el diseño donde se certifican y no hay ningún convenio con alguna autoridad aeronáutica extranjera.

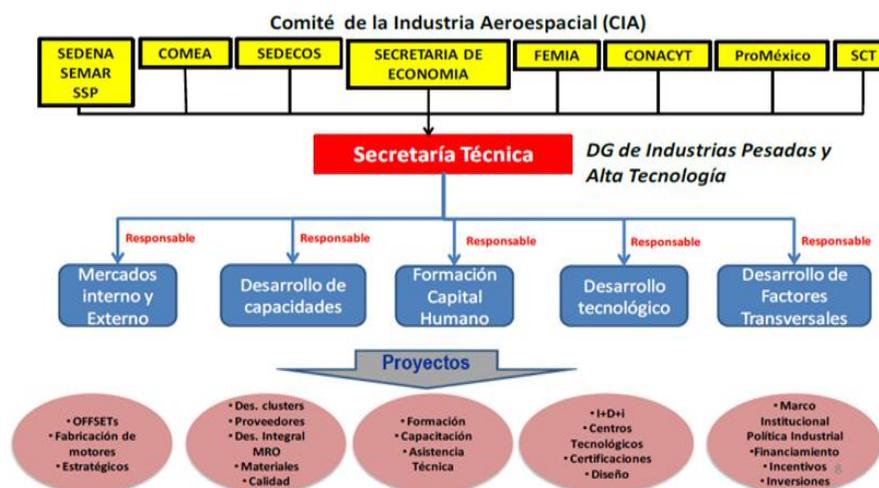
- OSV. Ingeniero ángel, cuando ustedes como autoridad Aeronáutica hacen alguna inspección ¿qué verifican en una empresa de manufactura de componentes aeronáuticos?
- ASA: En ese sentido hay que verificar que la producción se haga de acuerdo a los requerimientos de las empresas integradoras “OEM’s”, ejem, Boeing, CESNA, Airbus..., y que como dueños del diseño sigan los requerimientos del cliente, por tanto, que se revisen todos los puntos de inspección de las piezas que están fabricando.
- ASA: Cabe aclarar que cada empresa tiene su normatividad, pero hay unas guías estándar de la FAA... entonces DGAC lo que hace es verificar que esas empresas que están en México cumplan con esos requerimientos...
- OSV: En cuanto a los criterios de las normativas de seguridad, ¿es verificar que la norma en la que se están basando la tengan las empresas?
- ASA: Sí, es verificar que lo que hacen lo hacen de acuerdo con una norma, o a alguna especificación y o algún los requerimientos del cliente...

Con respecto a la temática anterior sobre la producción, es la NORMA Oficial Mexicana NOM-021/5-SCT3-2001, la que establece el contenido del Manual de Control de Producción y ésta refiere: “El desarrollo continuo de las aeronaves y sus componentes, y los altos niveles de confiabilidad requeridos en este medio de transporte, exigen el establecimiento de disposiciones relativas a la producción de aeronaves y sus componentes, a fin de mantener un estándar de alta calidad durante su desarrollo y fabricación”. Cabe aclarar que, aunque se tenga la normatividad, todavía en México no se realizan certificaciones de componentes.

### 1.3 Estrategia PROAÉREO 2012-2020, Plan de Órbita 2013-2018 y Plan de Órbita 2.0 2020-2035 para el desarrollo aeroespacial en México

Para el desarrollo aeronáutico en México se estableció del 2012 al 2020 la estrategia PROAÉREO, la cual mediante el siguiente diagrama presenta el comité de la coordinación de los grupos de trabajo con una secretaría técnica que surge directamente de la Secretaría de economía en vinculación de la dirección de industrias pesadas y de alta tecnología. Ver Figura 5.3.

Figura 5.3 Comité de la estrategia PROAEREO



Fuente: (Secretaría de economía)

Al centro del diagrama anterior obsérvese la asignación de la formación de capital humano centrado en las formaciones profesionales, la capacitación continua y la asistencia técnica requerida en las diversas actividades operativas el cual está vinculado con el desarrollo de capacidades y el desarrollo tecnológico. En lo que se refiere a la formación y capacitación de personas para este sector, el plan estableció en el apartado 3, “el desarrollo de capital humano necesario”.

El cual consiste en: *“Impulso a la formación, capacitación, especialización y asistencia técnica para el desarrollo de especialistas en sus diferentes niveles, en el sector aeroespacial”*. El ecosistema de actores entre las cuales la academia juega un rol importante con sus universidades, laboratorios y centros de investigación. Sin embargo, en su análisis FODA el Plan Órbita concluye que entre los factores críticos causales a tomar en cuenta se encuentra *“el desarrollo de recursos humanos capacitados y de capacidades avanzadas de manufactura”*, entre otros. S.E (2017), en otras palabras, se dice: *“en México existe talento, pero es necesario mayor especialización para dar soporte al sector”*. Entre los últimos centros de investigación que están dando soporte a la especialización requerida está el Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (CENTA) en Querétaro, ubicado dentro del clúster industrial aeronáutico al cual se hizo una visita con fines de investigación de campo.

Entre los Proyectos y tipos de procesos que están investigando se destacan los ensayos mecánicos estructurales, análisis físicos y químicos, pruebas de vibración, mecánica de fluidos, mecánica experimental, tratamientos térmicos y de superficie con materiales compuestos, aleaciones de metales, modelado con herramientas computacionales y procesos de manufactura de partes o componentes aeronáuticos con fibra de carbono. También se están realizando proyectos de investigación de ciencias básicas para las empresas de Estados Unidos, a partir de hipótesis. Se capacita y se forma a personal de alta especialización en diversas áreas: integridad estructural de componentes aeronáuticos; diseño y simulación; ensayos no destructivos; pruebas mecánicas de subcomponentes y componentes aeronáuticos en materiales compuestos y metálicos propios del sector. En este centro la empresa mexicana Horizontec ha liderado la creación el uno de los primeros aviones mexicanos de esta década. La aeronave ha sido denominada Halcón H1, es un modelo de avión deportivo ligero, y se convertirá en el primer avión de este tipo diseñado en la entidad. Es oportuno mencionar que para la fabricación de componentes de esta aeronave en sus primeras fases se contó con la participación de la UNAQ.

Lo anterior lleva a concluir que, debido al grande y acelerado desarrollo aeronáutico y espacial en México, surge también el desafío de desarrollo y formación de capital humano especializado en sus diversas áreas industriales aeronáuticas y espaciales, considerando la formación continua en factores humanos, y en el alto estándar de la seguridad que éstos ámbitos requieren en el marco del desarrollo laboral, del bienestar de las personas y de la producción industrial. La nota informativa de la 36 asamblea asevera: *“Se subraya la importancia de los Factores Humanos en las operaciones de seguridad de la aviación civil, muy particularmente en la aplicación de técnicas de punta”*. OACI (2007).

## 2. La Formación en Factores Humanos y su interrelación con la seguridad industrial en las tareas de manufactura aeronáutica

La Organización de Aviación Civil Internacional OACI (2009), afirma *“Fue a partir de los 90 que se reconoció por primera vez que los individuos no funcionaban en el vacío, sino dentro de contextos operacionales definidos”* dando cuenta que las características del contexto influían en la persona y su actuación para crear sucesos y resultados, fue entonces que la seguridad operacional comenzó a verse como un sistema, abarcando factores de organización, humanos y técnicos.

**Figura 5.4 Factores Humanos y su Interrelación**



Fuente: Federal Aviation Administration (FAA)

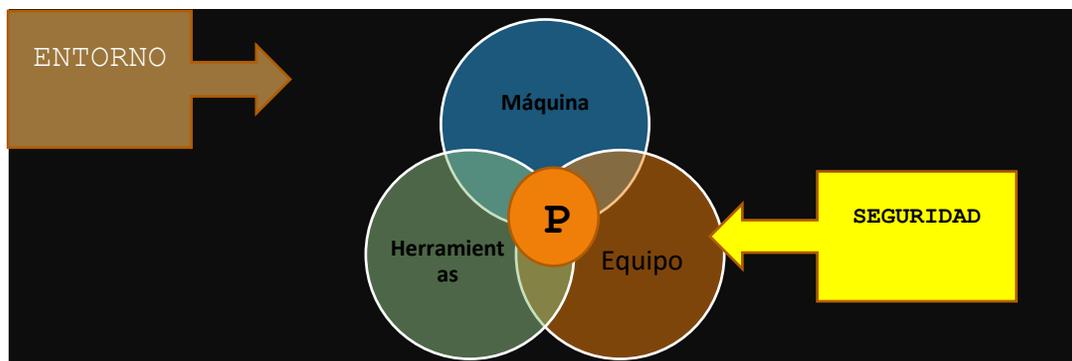
La figura 5.4 muestra la interacción de los factores humanos que el modelo de este trabajo considera para la formación inicial académica en las escuelas de aeronáutica y de la capacitación laboral en el sector industrial. Esta interrelación considera la atención a los tres estados de la persona, *el emocional, el mental y el físico*, los cuales jamás se deben separar. El análisis de estos tres estados permite descubrir las limitaciones y capacidades humanas con las cuales el trabajador se sitúa en un entorno donde confluyen diferentes factores físicos y ergonómicos los cuales influyen ya sea para favorecer el desempeño laboral o para disminuirlo. En este tema se presenta otro extracto de la entrevista al Ing. Federico Pérez, Secretario del Consejo Mexicano de Educación Aeronáutica (COMEA).

- OSV: ¿Qué remarcaría del perfil humano deseable de nuestros ingenieros y técnicos aeronáuticos en manufactura?

**FPF:** “ Hablar de los seres humanos siendo el factor principal de la vida misma y de los procesos, no es sencillo hablar de esos rasgos, pero procurando priorizar y al estar en un sector tan regulado, tan cuidado, con altos estándares de seguridad, porque mucha gente depende de esto, yo creo que como rasgo principal la responsabilidad, enseguida la disciplina y también se tiene que hablar de la mentalidad de saber resolver problemas, ante cualquier problema siempre hay que tener o llevar tres respuestas de solución. La cuestión actitudinal es básica en este sector, no se debe decir, yo creo... yo pienso... yo supongo que quedo bien ...se debe tener la certeza y la seguridad para poder hacer todo bien, esto nos lleva al trabajo en equipo como otro de los rasgos muy importantes, el cual no es facultativo sino una exigencia en este sector...”

Cuando se trata de factores humanos se debe poner especial atención a la interrelación entre la persona con la máquina, con el equipo y con las herramientas que utiliza para sus tareas, puesto que es a partir de la interacción de estos tres bloques, situados en un entorno como se desarrolla la actividad productiva, por tanto, se requiere que las condiciones del entorno y de la persona sean óptimas. Ver figura 5.5.

**Figura 5.5** Interacción de la persona en la actividad laboral



Fuente: Elaboración Propia

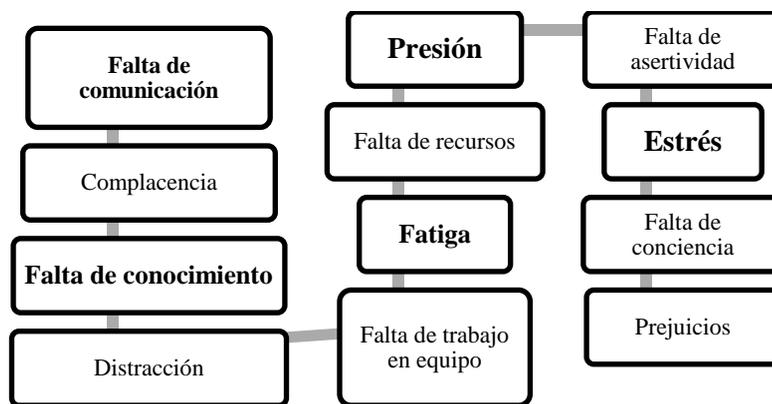
Este modelo de formación en Factores Humanos se vincula con la SEGURIDAD, la cual en manufactura aeronáutica es de suma importancia ya que para realizar los diversos procesos se utilizan máquinas, productos y herramientas de alto riesgo. La Asociación de Aeronáutica Civil Internacional (OACI) conceptualiza: “*Los Factores Humanos son las personas en sus situaciones de vida y de trabajo, y su relación con las máquinas, con los procedimientos y con los ambientes que los rodean; y se refiere también a su relación con los demás*” además aclara, “*sus objetivos pueden apreciarse como la eficacia del sistema lo cual incluye la seguridad, la eficiencia, y el bienestar del individuo*”. OACI (2002).

### Observación de campo con grupos de estudiantes de manufactura

Durante el mes de diciembre de 2016 se hizo la primera observación de campo con un grupo de estudiantes de Manufactura en Aeronáutica, este proyecto se publicó en los medios: “*Un equipo interdisciplinario de investigadores, docentes y estudiantes de la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), en convenio con diversas instituciones del país, desarrollan proyectos enfocados en el estudio de la fenomenología inherente a la fabricación de partes aeronáuticas, utilizando materiales compuestos...*” Pérez, (2016). Agencia informativa CONACYT.

La autora de este documento acompañó a los estudiantes para observar cómo trabajaban en equipo y cómo interactuaban con el equipo especializado y con las herramientas, así como en el manejo de su seguridad. Después de largos días de trabajo se reunió a los estudiantes para aplicar la técnica de “focus group” con la finalidad de discutir y analizar desde su experiencia los elementos de la “docena sucia” que estaban experimentando de forma notoria. “La docena sucia” FAA. (2006), es un modelo que corresponde a los contenidos de los factores humanos en el Mantenimiento Aeronáutico, proporcionado por la Administración Federal de Aviación (FAA). Con base a este documento se hace una adaptación al contexto de manufactura aeronáutica y se analiza cada uno de los factores que son causa de errores y accidentes en la aeronáutica.

**Figura 5.6** La docena sucia que atenta contra la seguridad en la aeronáutica



Fuente. Elaboración Propia

Los estudiantes en la discusión del focus group remarcaron desde su experiencia los siguientes factores:

**Falta de comunicación:** uno de los estudiantes expresa: “En un procedimiento de limpieza para la preparación de un molde si las instrucciones no son completas y se omite la aplicación”. Este ejemplo se considera valioso ya que en general todas las tareas de manufactura se realizan con base a procedimientos, los cuales deben estar correctamente escritos y sin omitir ningún paso.

**Falta de conocimiento:** De los 17 estudiantes sólo dos fueron capacitados para el trabajo con materiales compuestos y fueron éstos quienes se convirtieron en instructores de sus demás compañeros. Pero cuando uno de esos dos estudiantes al principio se ausentó un día el único que sabía operar el procedimiento se sobrecargó de trabajo y responsabilidad, esta experiencia hizo que los demás aprendieran de forma rápida y necesaria.

**El trabajo bajo presión:** Este lo experimentaron cada día ya que se tenían que ajustar a los tiempos de trabajo establecidos con la empresa que financió parte del proyecto y a su cronograma. Pero recuérdese que la presión es un factor causante de estrés si no se sabe manejar.

**Fatiga física:** A causa de los largos periodos en los que era necesario estar de pie, el uso del equipo de seguridad especial como el tayvek sobre el overol y la mascarilla de forma permanente y el manejo de herramienta pesada. Cuando se trabaja con resinas no se puede suspender la tarea y cuando ésta implica fuerte riesgo, mantener alta concentración por largo tiempo causa un mayor cansancio mental y mucha fatiga física. Ver figura 5.7.

**Figura 5.7** Estudiantes en materiales compuestos cortando fibras



Fuente: Elaboracion Propia

En conclusión, haciendo alusión a esa práctica nos podemos dar cuenta de la necesidad de capacitación en factores humanos y ésta es justificada de tres maneras en el manual del Manual del Operador en Factores Humanos en Mantenimiento Aeronáutico de la Administración Federal de Aviación (FAA). El entrenamiento en factores humanos, 1) *“reduce costos asociados a temas de desempleo de las personas”*. 2) *“Es un instrumento para fomentar la cultura de seguridad positiva”* y 3) *“No sólo mejora el desempeño laboral sino también promueve la salud física y psicológica del personal.”*

### **Observación de práctica y entrevista a estudiante de manufactura**

Este es el extracto de una entrevista al estudiante de Manufactura Jairo Raúl González Celis en la práctica académica titulada *“Realización de tapas para turbofanés de avión CRJ Y BOEING”*. El objetivo de esta entrevista es presentar en propias palabras la apreciación de un estudiante sobre los factores humanos, la ergonomía y la seguridad en las tareas de manufactura.

Se le pregunta sobre las condiciones físicas y psicológicas que se requieren para realizar este tipo de tareas en las que se debe cuidar el proceso y los procedimientos de manera rigurosa y metódica. Él responde: *“Primero que nada, atención con mucha concentración y una buena comunicación con todos los compañeros”* ... Agrega, *“en cuanto a luz espacio, tenemos que tener todo libre e iluminada el área, las superficies de trabajo limpias para que el material no se contamine con agentes de polvo, aire, humedad... trabajamos a temperatura ambiente y con luz del día.”*

**Observaciones:** El estudiante maneja factores humanos psicológicos de gran importancia como la atención, la concentración y el conocimiento y factores humanos sociales como la comunicación y el trabajo en equipo además muestra clara conciencia de la responsabilidad en este tipo de trabajos cuando precisa los riesgos que se tienen en la tarea.

### **3. El papel de la ergonomía y su interrelación con el desempeño de las tareas de Manufactura Aeronáutica y con la seguridad industrial**

ASFAL (2000) define al término “ergonomía”. Como el *“Estudio de las capacidades humanas en relación con el entorno del trabajo”*. El estudio se vuelve multidisciplinar y su interés principal se centra en la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores. El objetivo principal está relacionado con el aumento en la productividad de la empresa. Arenas, (2012) dice que toda empresa tiene como objetivo el incremento de la producción pero que conseguirlo sin afectar al trabajador *“este sólo es posible mediante intervenciones ergonómicas”*, de ahí que las intervenciones ergonómicas aumentan el rendimiento del trabajador, contribuyen en la disminución de errores y de accidentes y ayudan en la prevención de enfermedades laborales.

La (OSHA) como normatividad internacional en referencia a las normas ergonómicas sobre los peligros respiratorios exige al empleador lo siguiente:

- “Desarrollar por escrito y poner en práctica un programa de protección respiratoria;
- Evaluar los peligros respiratorios en el lugar de trabajo; equipo de protección personal” (Subparte 1 N.1910- 134).

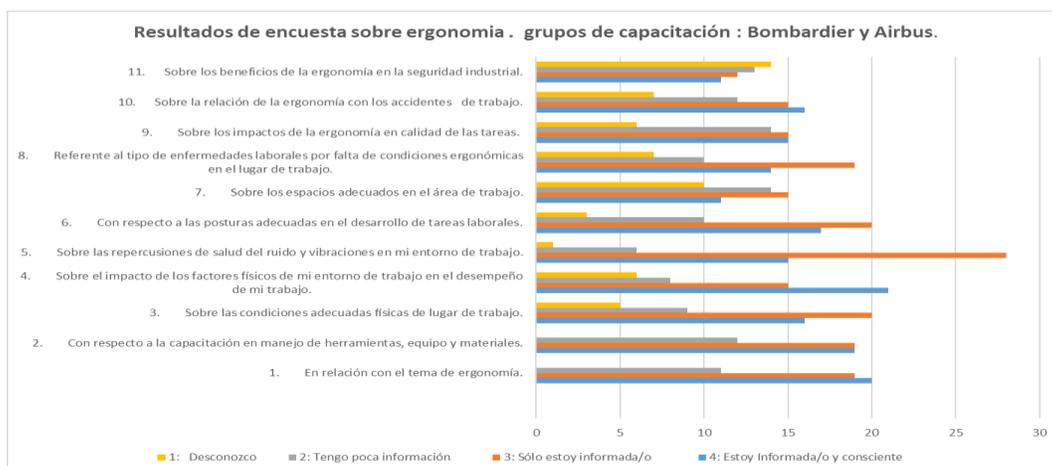
Sobre la ergonomía con el objetivo de adaptar el trabajo, o las condiciones de trabajo para mejorar el rendimiento del trabajador, la autoridad mexicana en aeronáutica. Dirección General de Aeronáutica Civil establece lo siguiente: *“la industria en manufactura aeronáutica entre sus factores clave debe contar con la disponibilidad de laboratorios, talleres centros de investigación, unidades de certificación y autoridades civiles aeronáuticas mexicanas que permitan, el diseño y manufactura de componentes aeronáuticos de extrema precisión”. Es así que “La antropometría, deberá ser considerada para llevar a cabo distintos ajustes entre el elemento humano y el medio ambiente”, DGAC (2007).*

### 3.1 La ergonomía como medida preventiva de higiene y seguridad ante los factores de riesgo en las tareas de manufactura

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) menciona que los factores de riesgo de trauma que intervienen en los trabajos de manufactura son: Posición, postura, repetición, frecuencia de movimientos, fuerza, esfuerzo, peso, carga, carga con movimiento, sostenimiento, duración, herramienta, componentes físicos del ambiente: clima, iluminación, temperatura, ventilación, ruido, vibraciones, humos y vapores tóxicos entre otros. Por tanto, establece lo siguiente: *“desde el punto de vista de la seguridad y la salud en el trabajo, es importante identificar las malas posturas y otros elementos de esta índole, como parte del análisis de la seguridad y salud del trabajo en general”*. Enciclopedia, Seguridad y salud en el trabajo. P.29. También Grimaldi (2009) afirma que en muchos casos de accidente en primera instancia se atribuye al descuido, y pone el siguiente ejemplo, *“un trabajador dedicado a la soldadura se quema seguido porque... quizá nunca pensó razonablemente en la forma de disponer su trabajo con objeto de evitar lesiones”*.

Se aplicó a dos grupos de trabajadores en capacitación una encuesta sobre el tema de la ergonomía con el objetivo de saber si éstos conocen y son conscientes de los impactos ergonómicos en el ámbito laboral. Ver gráfica 5.2

**Gráfica 5.2** Resultado de encuesta sobre ergonomía a grupos de trabajadores de empresas aeronáuticas

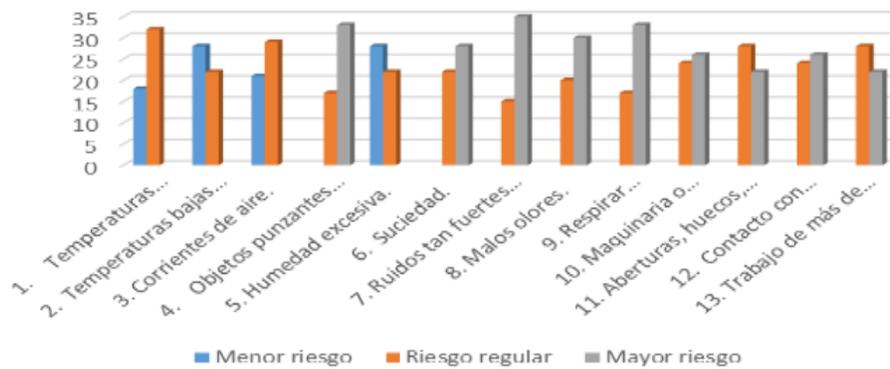


Fuente: Elaboración Propia

El análisis de resultados en el primer indicador nos arroja que hay desconocimiento en cuanto a los beneficios de la ergonomía y seguridad industrial y poca información sobre las condiciones adecuadas del lugar de trabajo. Sobre las repercusiones en la salud a causa de vibraciones y ruido sólo están informados, pero son poco conscientes. Estos indicadores son importantes ya que cuando no se cuidan estos factores del entorno físico y se valora poco las medidas de seguridad los trabajadores se exponen a riesgos mayores y a enfermedades laborales que se pueden prevenir.

En manufactura se trabaja con herramientas que producen ruido en altos decibeles los cuales deben estar por debajo de 80 dBA. Victoria (2006) en el Manual de Factores Humanos en Mantenimiento aeronáutico señala “*la ergonomía tratará de mitigar los efectos adversos producidos por el ruido en la capacidad auditiva y en la inteligibilidad del habla...*” Antes de cualquier tarea es importante considerar los riesgos. Para tal efecto se realizó otra encuesta a estudiantes egresados de manufactura insertos en el ámbito laboral. Ver gráfica 5.3

**Grafica 5.3** Riesgos en tareas de manufactura



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados nos dicen que los egresados en el ámbito de manufactura consideran de mayor riesgo los ruidos, el trabajo con herramientas punzantes y la respiración de humos y vapores tóxicos. El Ing. José Luis Hermenegildo concedió una entrevista en el taller de soldadura. A continuación, se presenta un extracto sobre el tema de seguridad e higiene.

#### **Requerimiento de información para la seguridad.**

1<sup>a</sup>. Saber que todo el equipo tiene su fuente de alimentación. 2<sup>a</sup>. Saber el lugar y el tipo de voltaje de las máquinas, todas están con voltaje de 220.- 225. 3<sup>a</sup>. Tener a la mano un extinguidor y saberlo manejar. 4<sup>a</sup>. Saber dónde están los interruptores de corte de energía para desconectarlos en caso necesario y 5<sup>a</sup>. ver que todo el equipo esté en buenas condiciones, mesas adecuadas de trabajo con sujetadores.

#### **Higiene requerida**

Todo debe estar ordenado, el piso limpio, las máquinas limpias, todo el equipo y las herramientas en su lugar, tener respeto a las medidas de seguridad del taller, responsabilidad al trabajar, evitar juegos, en suma, una completa y profunda conciencia situacional del entorno y de la tarea.

#### **Reporte de una actividad práctica**

**Estudiante:** Paniagua Aguirre Luis Gerardo de décimo cuatrimestre de ingeniería en manufactura aeronáutica.

**Práctica:** Análisis de riesgo del taller de Soldadura. dirigida por Ing. Aeronáutico Daniel Arteaga Silva, especialista en estructuras y soldadura.

**Zona de trabajo:** Horno de caja para tratamientos térmicos.

**Descripción de actividad:** El horno se utiliza para realizar varias operaciones de calentamiento de metales los cuales son sometidos a tratamientos térmicos que van de 100 a 1000 °C. Cuando una operación se finaliza el horno se apaga y se cierra, debido a que está aislado térmicamente, el calor puede conservarse dentro del horno por periodos de hasta 24 horas después de que se apaga.

**Descripción de Riesgos:** 1) Los operadores pueden sufrir quemaduras al sacar el material del horno. 2) Los operadores están expuestos a daño en los pies al dejar caer el material pesado y extremadamente caliente. 3) El contacto con las piezas puede causar serias quemaduras en la piel del operador. 4) Al momento de abrir la puerta los operadores que no están familiarizados con la operación no verifican la temperatura del horno, o dan por hecho que se encuentra a temperatura ambiente, por lo que pueden sufrir alguna quemadura si no usan el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado.

**Control de Riesgos:** 1. Se recomienda usar el equipo de protección todo el tiempo que consta de traje de asbesto, casco, guantes, pinzas, botas con casquillo. 2. Se debe operar el horno bajo las indicaciones de alguien capacitado/ capacitar a los operadores. 3. Poner atención a la señal de advertencia de cómo verificar la temperatura actual del horno antes de abrir la puerta.

**Propuestas de mejora:** Delimitar todas las áreas de trabajo para evitar que el personal que no se encuentra operando corra riesgos al estar cerca del área de trabajo sin el equipo de protección adecuado.  
 ➤ Señalizar las áreas de trabajo indicando el equipo de protección básico para cada área, así como alertar de los riesgos más probables o comunes. Colocar algún infograma básico, por ejemplo. ➤ Mantenimiento a los tornillos de banco, los cuales poseen una sujeción deficiente.

**Conclusiones generales:** Considerando la cantidad de riesgos potenciales involucrados durante los procesos de soldadura, así como los procesos posteriores y previos a este, es sumamente necesario que se tenga un conocimiento amplio de la técnica de soldeo, de las condiciones, del trabajador que la efectúa y de las posibilidades de mejora, para así verificar si las condiciones en las que se realiza son correctas y señalar, en su caso, las correcciones que precisa. Si bien, el garantizar la óptima protección durante el proceso depende en su mayor parte de las circunstancias anteriores. También será de vital importancia que la maquinaria y el área de trabajo se encuentre debidamente ordenadas y limpias, que las señalizaciones estén bien marcadas y al alcance visual de todas las personas involucradas. También se debe de contar con equipo de emergencia en caso de que ocurra algún incidente, así como las entradas y salidas de igual manera deberán encontrarse despejadas y de fácil circulación.

### **Metodología desarrollada**

Corresponde a la metodología para investigación cualitativa, la cual incluye en menor grado elementos cuantitativos, ya que la temática tiene un enfoque cualitativo en la formación del recurso humano.

- 1°. Se definió la temática y área a la que pertenece el proyecto, así como el producto final.
- 2°. Enseguida se delimitaron los subtemas de la temática central mediante consenso para establecer puntos principales del documento.
- 3°. Posteriormente se elaboraron el objetivo general del proyecto así como el desglose de las metas y actividades.
- 4°. Se estableció una hipótesis central con base en observaciones previas sobre las expresiones de los factores Humanos específicamente en los aspectos ergonómicos y de seguridad al desarrollar tareas en Manufactura Aeronáutica.
- 5°. Se delimitó un marco teórico conceptual, para el cual se realizan la recopilación de información y se procede a elaborar los instrumentos de investigación (encuesta, entrevistas, focus group, mesa de diálogo, registros de observaciones de campo).
- 6°. Se procedió a la observación de la interacción del factor humano en relación con los elementos físicos del entorno y la incidencia de la ergonomía y la seguridad. Lo anterior mediante la selección y ejecución de prácticas en los diversos laboratorios.
- 7°. Se realizaron los análisis cualitativos de los resultados obtenidos mediante la aplicación de instrumentos.
- 8°. Finalmente se elaboraron las conclusiones generales donde se integra la información recopilada tanto teórica como de las prácticas y observaciones.

La hipótesis: fue de tipo conceptual como resultado de las explicaciones teóricas fundamentadas aplicables a nuestro problema. las variables son causales ya que existe una aseveración que enuncia: (variable independiente) la **formación inicial y continua en factores humanos y en ergonomía** + (conector lógico) contribuirá + (Variable dependiente) **a los altos estándares de seguridad industrial** + (Contexto) que se requieren en las tareas de manufactura Aeronáutica.

## Resultados

1. En la 1ª sección la indagación en documentos institucionales y gubernamentales el desarrollo aeronáutico en México se pone de manifiesto. Las gráficas con resultados medidos por fuentes confiables y son la evidencia de ese crecimiento en las tres áreas: Manufactura, MRO, y diseño e ingeniería, así como del desarrollo espacial, cada uno con su estrategia y plan específico. Cabe hacer notar que en este desarrollo industrial aeronáutico la academia juega un rol fundamental.
2. En la tercera sección los resultados se basan especialmente en las observaciones de las diversas prácticas de estudiantes y se observa la interdependencia entre la formación en factores humanos, la ergonomía y la seguridad e higiene industrial.
3. La documentación y la observación de campo han permitido corroborar las variables de la hipótesis planteada en la que se constata la necesidad formativa en Factores Humanos de estudiantes de manufactura Aeronáutica y de personal en las empresas para que ofrezcan seguridad y rentabilidad en la Industria de manufactura Aeronáutica.

## Conclusiones

- Se logró que mediante las prácticas y encuestas los estudiantes se dieran cuenta de la importancia de los conocimientos sobre la ergonomía y sus impactos y la interrelación con la seguridad, así mismo se observó que en los trabajadores existe un bajo conocimiento de ergonomía lo cual hace necesaria la capacitación en este tema.
- Los expertos en la industria aeronáutica y en la docencia universitaria para este sector, en todas las entrevistas y diálogos han coincidido en la importancia de formar y capacitar en esa triple hélice temática: Seguridad e higiene—Factores Humanos— ergonomía, lo cual será garante de personal consciente de la calidad y seguridad en las diversas tareas de la manufactura aeronáutica.
- Y finalmente han sido los estudiante de manufactura quienes han reafirmado la importancia y el impacto de la interrelación de las temáticas abordadas, a través de la muestra de su SER expresado en conductas y formas de pensar, en su SABER HACER mediante sus prácticas en las cuales en todo momento mostraron saber que la aeronáutica exige una formación profunda en la interrelación de los factores humanos con la higiene, seguridad y la ergonomía, la cual debe responder al fuerte desafío que en México hoy plantea el desarrollo de la Manufactura en Aeronáutica.

## Las posibilidades de mejora

En una segunda fase se podrá realizar la revisión final del documento con el apoyo de expertos en las temáticas. Se reflexionó en la separación de los temas y realizar una mayor profundización la cual podrá concluir con la edición de un documento y la producción institucional de cuadernillos de trabajo los cuales servirán como material de apoyo en la generación de conocimiento para seminarios y cursos de Factores Humanos en el área de Manufactura Aeronáutica.

## Anexos

Tablas y fuentes

## Agradecimiento

A la universidad Aeronáutica por las facilidades para desarrollar este trabajo. También a las autoridades aeronáuticas DGAC, FEMIA, COMEA y del CENTA por su disponibilidad para aportar información de primera mano.

A los ingenieros y profesores expertos en el área de la manufactura y de la aeronáutica, y a los estudiantes de la UNAQ y a los trabajadores en capacitación de las empresas de Safrán, Airbus y Bombardier.

Este proyecto fue financiado por PRODEP.

## Referencias.

Arenas M. (2012) Art. La rentabilidad de la ergonomía. En <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=42&edi=2&xit=la-rentabilidad-de>. Recuperado. 20/09/16.

ASFAHL. R. (2000) Seguridad industrial y salud PRENTICE HALL PEARSON México 2000.

DGAC (2013) Manual de procedimientos. mp-310-pr22-p12 certificación de producción a empresas que fabrican productos aeronáuticos.

ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN ELTRABAJO. En <https://higieneyseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/04/oit-enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>. Recuperado. 2/07/18

Estrella. V. (2018) Sector Aeroespacial con crecimiento de doble dígito. en <https://www.economista.com.mx/estados/Sector-aeroespacial-con-crecimiento-de-doble-digito-Femia-20180207-0027.html>. Recuperado 18/02/17

Federal Aviation Administration FAA (2006) Manual del Operador para Factores Humanos en Mantenimiento Aeronáutico. Traducción de Lufthansa LAN Technical Training S.A En [https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance\\_hf/library/documents/media/support\\_documentation/hf\\_ops\\_manual\\_\(2006\)-espanol.pdf](https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/support_documentation/hf_ops_manual_(2006)-espanol.pdf). Recuperado. 9/10/17

FEMIA. En <https://www.femia.com.mx/index.php?module=femia&section=2>. Recuperado en 20/02/17.

Grimaldi S. (2009). La seguridad Industrial su administración. Alfaomega. México.

<http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/materiales/5080-materiales-compuestos-para-la-industria-aeronautica-e-directa>. Recuperado. 12/12/ 17.

MAJOR REQUIREMENTS OF OSHA'S RESPIRATORY PROTECTION STANDARD 29 CFR en 1910.134 [https://www.osha.gov/dte/library/respirators/major\\_requirements.pdf](https://www.osha.gov/dte/library/respirators/major_requirements.pdf). Recuperado. 25/07/18

Normas internacionales de Trabajo. En <https://www.ioe-emp.org/es/politicas/normas-internacionales-del-trabajo/>. Recuperado. 20/05/18

OACI (2007) Los Factores humanos en la seguridad de la aviación civil. Nota presentada por Egypto. En <https://www.icao.int/assemblyarchive/Session36/A.36.WP.81.EX.FR.pdf#search=HUMAIN%20Factor> ñ. Recuperado. 11/04/18

OACI (2015) BEA. Performance humaine. Oficina de Encuestas y de Análisis para la seguridad en aviación civil. Francia. En <https://www.icao.int/WACAF/Documents/Meetings/2015/ICAO-BEA/3.19%20-%20PERFORMANCE%20HUMAINE.pdf#search=HUMAIN%20Factors>. Recuperado.12/07 /18.

OACI. (1998) Manual de instrucción sobre factores humanos (dc. 9683) en <https://www.icao.int/isbn/Lists/Publications/AllItems.aspx>. Recuperado.30/05/18.

Pasos F. (2018) Necesario, mayor personal calificado para incrementar producción. A21. FEMIA universidades. En <http://a21.com.mx/aeronautica/2018/02/26/capital-humano-el-proximo-reto-del-sector-aeroespacial-en-mexico>. 29/05/18

Pérez (2016) Agencia Informativa CONACYT Materiales compuestos para la industria aeronáutica. México. En <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/materiales/5080-materiales-compuestos-para-la-industria-aeronautica-e-directa>. Recuperado. 15/02/17

Plan de Órbita 2013, ProMÉXICO Y Secretaría de Economía. En [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/73146/PLAN\\_DE\\_ORBITA\\_2013\\_ESP.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/73146/PLAN_DE_ORBITA_2013_ESP.pdf). Recuperado el 14/06/18.

Pro-Aéreo 2012 -2020. Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial en [http://femia.com.mx/themes/femia/ppt/proaereo\\_esp.pdf](http://femia.com.mx/themes/femia/ppt/proaereo_esp.pdf), recuperado: 21/04/18.

SCT - DGAC (2007) Factores humanos en la aviación. En <http://canaero.alpha-it.mx/wp-content/uploads/2016/12/02123731/9.220.pdf>. Recuperado: 10/03/16

Secretaría de Economía y ProMÉXICO (2017). Plan de órbita 2.0. mapa de ruta del sector espacio MEXICANO, en <http://www.promexico.gob.mx/documentos/biblioteca/plan-orbita.pdf>. Recuperado 3/03/17.

UNAQ Plan de Desarrollo Institucional 2010 — 2020. Plan de vuelo UNAQ,2020. (2010) México. Pág.8. Villaescusa (2006). Manual de Factores Humanos en Mantenimiento Aero-mecánico. Thompson-Paraninfo. España.