

# 9. Mantenimiento de los sistemas de la aeronave

## INTRODUCCIÓN

Este módulo, de 228 horas pedagógicas, se trabaja en cuarto medio y tiene como propósito que los y las estudiantes desarrollen actitudes, habilidades y conocimientos que les permitan desarmar, armar, regular y mantener los sistemas de combustible, lubricación, presurización, antihielo, oxígeno, protección contra incendio, aire acondicionado, neumática, frenos y otros de una aeronave. Además, se pretende que cada estudiante lleve a cabo estas acciones respetando el manual de mantenimiento de la aeronave y las normas establecidas por la entidad aeronáutica, ambientales, de higiene y actuación humana.

Se sugiere que las actividades de aprendizaje y evaluación que se diseñen a partir de los ejemplos incluidos en este módulo incorporen metodologías activas, centradas en los y las estudiantes y en el desarrollo de los Objetivos de Aprendizaje Genéricos, como trabajar en equipo, realizar tareas de manera prolija, manejar tecnologías de la información y comunicación, y cumplir de manera estricta con la normativa que garantiza la seguridad personal.

Para la adecuada comprensión y aplicación de los aprendizajes del módulo, es necesario que los y las

estudiantes hayan desarrollado conocimientos básicos<sup>10</sup> de Matemáticas, Física, entre otras asignaturas de formación general. El o la docente debe diagnosticar el nivel de aprendizaje de sus estudiantes en estas asignaturas, y en el caso de ser necesario, debe realizar actividades remediales.

Este módulo técnico relacionado directamente con la aeronave, contempla un primer Aprendizaje Esperado que consiste en desarmar y armar los sistemas (hidráulico, neumático, de combustible, antihielo, entre otros) de la aeronave para que el o la estudiante comprenda el funcionamiento de ellos y la base teórica que los sustenta.

Los y las docentes deben organizar sus actividades de aprendizaje para este módulo considerando los Aprendizajes Esperados, Criterios de Evaluación, Objetivos de Aprendizaje Genéricos y lo establecido en la Norma Aeronáutica DAN 147, anexo 1 al apéndice A para el curso de mecánico de mantenimiento de aeronaves.

<sup>10</sup> Detalle de conocimientos básicos y temas se deben revisar en DAN 147, Apéndice A, Módulo 2 (Ap.A-4-).

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

<b>MÓDULO 9 · MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE LA AERONAVE</b>	228 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD		
<p><b>OA 2</b> Realizar el mantenimiento de los sistemas de la aeronave, utilizando diagramas y esquemas técnicos, de acuerdo a lo establecido en los manuales del fabricante y publicaciones técnicas relacionadas, respetando las normas ambientales de higiene, seguridad y actuación humana.</p>		

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p><b>1.</b> Desarma y arma las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos y considerando la detección de fallas o tiempo de vida útil establecidos en manual de mantenimiento.</p>	<p><b>1.1</b> Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave, de acuerdo al manual de mantenimiento, respetando normas ambientales, de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>D</b></p>
	<p><b>1.2</b> Desarma las unidades para comprender su funcionamiento, utilizando equipos, herramientas e instrumentos apropiados de acuerdo al manual de mantenimiento.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>D</b> <b>K</b></p>
	<p><b>1.3</b> Arma las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos adecuados, de acuerdo al manual de mantenimiento.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>1.4</b> Registra e informa el mantenimiento efectuado de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.</p>	<p><b>A</b>      <b>B</b>      <b>H</b></p>

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<b>2.</b> Diagnostica el funcionamiento de los sistemas de la aeronave considerando los principios físicos de cada sistema, de acuerdo a los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo establecidos en el manual de mantenimiento.	<b>2.1</b> Revisa la bitácora de vuelo de la aeronave para determinar discrepancias registradas durante su funcionamiento.	<b>A</b> <b>B</b>
	<b>2.2</b> Detecta visualmente fallas de los sistemas de la aeronave e informa de acuerdo a la lista de chequeo establecida por el manual del fabricante.	<b>B</b> <b>D</b>
	<b>2.3</b> Lee e interpreta los diagramas y esquemas técnicos de los diferentes sistemas de la aeronave.	<b>B</b> <b>C</b> <b>D</b>
	<b>2.4</b> Analiza las fallas de los sistemas de acuerdo a los principios físicos y al procedimiento descrito en el manual de mantenimiento, utilizando los instrumentos apropiados.	<b>B</b> <b>C</b> <b>D</b>
	<b>2.5</b> Verifica el tiempo de vida útil de las unidades asociadas a los sistemas, de acuerdo al manual del fabricante.	<b>B</b> <b>C</b> <b>D</b>
	<b>2.6</b> Registra e informa el diagnóstico efectuado, de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.	<b>A</b> <b>B</b> <b>H</b>

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p><b>3.</b> Reemplaza e instala los circuitos de los sistemas de la aeronave, utilizando herramientas y equipos apropiados, de acuerdo a documentación técnica aplicable.</p>	<p><b>3.1</b> Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las unidades de los circuitos que conforman los sistemas de la aeronave, considerando el manual de mantenimiento.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>3.2</b> Desinstala las unidades de los circuitos de los sistemas: hidráulico, neumático, combustible, antihielo, oxígeno, lubricación, utilizando herramientas comunes y especiales de acuerdo a procedimientos establecidos en el manual de mantenimiento y respetando las normas ambientales, de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>3.3</b> Instala las unidades de los circuitos de los sistemas de la aeronave, utilizando herramientas comunes y especiales de acuerdo a procedimientos establecidos en el manual de mantenimiento y respetando las normas ambientales, de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>3.4</b> Registra e informa el mantenimiento efectuado, de acuerdo a la normativa vigente.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b></p>
<p><b>4.</b> Realiza las pruebas de funcionamiento de unidades asociadas a los sistemas de la aeronave utilizando los equipos, herramientas e instrumentos, de acuerdo al procedimiento de detección de fallas y al tiempo de vida útil establecido en los manuales de mantenimiento.</p>	<p><b>4.1</b> Selecciona equipos, herramientas e instrumentos adecuados para realizar las pruebas de funcionamiento a las unidades de los diferentes sistemas de la aeronave.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b></p>
	<p><b>4.2</b> Comprueba el correcto funcionamiento de las unidades de los diferentes sistemas de la aeronave de acuerdo a lo establecido en el manual de mantenimiento y respetando las normas ambientales de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p><b>A</b>      <b>B</b>      <b>C</b>  <b>D</b></p>
	<p><b>4.3</b> Revisa el funcionamiento de los sistemas de la aeronave para verificar fugas o filtraciones de acuerdo al manual de mantenimiento.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>D</b></p>
	<p><b>4.4</b> Registra e informa el mantenimiento efectuado de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.</p>	<p><b>A</b>      <b>B</b>      <b>H</b></p>

## EJEMPLOS DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	<b>Mantenimiento de los sistemas de la aeronave</b>
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Mantenimiento preventivo del sistema de freno
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	18 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>1.</b> Desarma y arma las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave para comprender su funcionamiento, utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a procedimientos establecidos en manual de mantenimiento.</p>	<p>1.1 Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave, de acuerdo al manual de mantenimiento, respetando normas ambientales, de higiene, seguridad y actuación humana.</p> <p>1.2 Desarma las unidades para comprender su funcionamiento, utilizando equipos, herramientas e instrumentos apropiados de acuerdo al manual de mantenimiento.</p> <p>1.3 Arma las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos adecuados, de acuerdo al manual de mantenimiento.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

**Paso 1: Preparación, introducción y motivación**

**Docente:**

- › Prepara la aeronave o el panel simulador para realizar las actividades demostrativas y las prácticas de las y los estudiantes.
- › Dispone de una caja de herramientas por grupo de trabajo.
- › Selecciona manuales de mantenimiento.
- › Reúne los elementos de seguridad y de protección personal (EPP) para el resguardo de las condiciones de salud.
- › Prepara la zona de trabajo.
- › Conformar grupos de trabajo de un máximo de cinco integrantes.

**Estudiantes:**

- › Colaboran en la preparación del área de trabajo.
- › Preparan las herramientas y los equipos que utilizarán.
- › Disponen los elementos de seguridad y revisan los EPP.

**Recursos:**

- › Aeronave o panel simulador.
- › Manual de mantenimiento.
- › Cajas de herramientas.
- › Elementos de seguridad personal.
- › Compresor.
- › Ruedas con sus elementos.
- › Instrumentos manómetros.
- › Gatas hidráulicas.
- › Trípodes sujetadores.
- › Líquido hidráulico.
- › Grasa multipropósito.
- › Diccionario de términos técnicos aeronáuticos inglés-español.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<p><b>EJECUCIÓN</b></p>	<p><b>Paso 1: Preparación, introducción y motivación</b>  <b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Explica la actividad, señala la importancia que tienen los frenos en las aeronaves y motiva a las y los estudiantes a seguir todos los procedimientos indicados en los manuales para su mantenimiento.</li> <li>› Pone énfasis en la higiene y seguridad, ya que en la actividad se generarán muchos desechos de líquidos y grasas que deberán ser manejados de acuerdo a la normativa.</li> </ul> <p><b>Paso 2: Demostración</b>  <b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Lee el manual de mantenimiento.</li> <li>› Demuestra y explica el proceso de mantenimiento preventivo de frenos, parte por parte y, luego, todo el proceso (método sintético).</li> <li>› Dice, muestra y explica qué, cómo y por qué se lleva a cabo el mantenimiento preventivo de frenos.</li> <li>› Se detiene en los puntos más importantes, por ejemplo, en el llenado de la cartilla de un mantenimiento preventivo y en las medidas de seguridad.</li> <li>› Responde dudas manifestadas por los y las estudiantes.</li> </ul> <p><b>Paso 3: Aplicación</b>  <b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Aplican en forma grupal y explican lo demostrado por el o la docente.             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primer intento: realizan la actividad sin hablar (el o la docente debe corregir solo si está en peligro la integridad física de sus estudiantes o la maquinaria).</li> <li>- Segundo intento: explican y argumentan por qué lo hacen de esa manera.</li> <li>- Tercer intento: nombran los puntos más importantes del proceso y el significado que tienen.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Paso 4: Ejercitación</b>  <b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Ejercitan en forma individual hasta que no cometen errores, con el propósito de dominar la destreza y lograr el aprendizaje.</li> </ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Supervisa la ejercitación de los y las estudiantes y los retroalimenta.</li> </ul>
<p><b>CIERRE</b></p>	<p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Exponen sobre las tareas que llevaron a cabo y mencionan las dificultades que tuvieron que enfrentar durante el proceso. Además, indican si en algún momento estuvieron ante una situación peligrosa y compleja.</li> <li>› Analizan su experiencia y entregan un informe final sobre lo logrado.</li> </ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Retroalimenta la actividad haciendo referencia a los puntos más importantes y volviendo a explicar cuáles fueron los objetivos planteados. Además, enfatiza la importancia que tiene ser responsables en la prevención de riesgos y el cuidado del medioambiente.</li> </ul>

## EJEMPLOS DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Mantenimiento de los sistemas de la aeronave
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Mantenimiento preventivo del sistema hidráulico
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	18 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>4.</b> Realiza las pruebas de funcionamiento de unidades asociadas a los sistemas de la aeronave utilizando los equipos, herramientas e instrumentos, de acuerdo al procedimiento de detección de fallas y al tiempo de vida útil establecido en los manuales de mantenimiento.</p>	<p>4.1 Selecciona equipos, herramientas e instrumentos adecuados para realizar las pruebas de funcionamiento a las unidades de los diferentes sistemas de la aeronave.</p> <p>4.2 Comprueba el correcto funcionamiento de las unidades de los diferentes sistemas de la aeronave de acuerdo a lo establecido en el manual de mantenimiento y respetando las normas ambientales de higiene, seguridad y actuación humana.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Aplicación de manual de mantenimiento
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:	
<p><b>PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD</b></p>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Prepara la aeronave o el panel simulador para realizar las actividades demostrativas y las prácticas de los y las estudiantes.</li> <li>› Dispone de manuales de mantenimiento de la aeronave para los grupos de trabajo.</li> <li>› Elabora pauta de autoevaluación para ser utilizada por los grupos de trabajo.</li> <li>› Reúne los elementos de seguridad y de protección personal para sus estudiantes.</li> <li>› Dispone de una caja de herramientas por grupo de trabajo.</li> <li>› Prepara la zona de trabajo.</li> <li>› Conformar grupos de trabajo.</li> </ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› En grupos, reciben y revisan la caja de herramientas.</li> <li>› Disponen de los elementos de protección personal.</li> <li>› Colaboran en la preparación del área de trabajo.</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Aeronave o panel simulador.</li> <li>› Manuales de mantenimiento.</li> <li>› Cajas de herramientas.</li> <li>› Equipos y máquinas.</li> <li>› Elementos de seguridad.</li> <li>› Elementos de protección personal.</li> <li>› Diccionario de términos técnicos aeronáuticos inglés-español.</li> <li>› Compresor (optativo).</li> </ul>



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<p>EJECUCIÓN</p>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Presenta la actividad indicando los objetivos y las tareas que deberán desarrollar los grupos de trabajo.</li> <li>› Entrega la cartilla de trabajo del CMA para llevar a cabo el mantenimiento preventivo del sistema hidráulico y explica las instrucciones tipificadas en el manual de mantenimiento de la aeronave.</li> <li>› Asegura el cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad necesarias para realizar las tareas según la cartilla del CMA.</li> <li>› Coloca a disposición de los grupos de trabajo los insumos necesarios para la efectuar el mantenimiento preventivo.</li> <li>› Durante el desarrollo de la actividad, apoya y supervisa el trabajo de los grupos: responde las consultas, resguarda la seguridad de los y las estudiantes y verifica que las herramientas y los equipos sean utilizados de manera correcta y segura.</li> </ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› En grupo, leen el manual de mantenimiento de la aeronave para organizar las tareas que deben llevar a cabo para el mantenimiento preventivo del sistema hidráulico.</li> <li>› Ejecutan el mantenimiento preventivo de acuerdo a los procedimientos y métodos que indica el manual, usando las herramientas adecuadas y los elementos de protección personal.</li> <li>› Registran las tareas que están ejecutando en la revisión.</li> <li>› Entregan a la o el docente la cartilla de trabajo con el mantenimiento realizado.</li> <li>› Redactan un informe sobre las actividades efectuadas que incluye la autoevaluación realizada por el grupo de trabajo, de acuerdo a la pauta entregada por el o la docente.</li> </ul>
<p>CIERRE</p>	<p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› En sus grupos de trabajo, entregan un informe final.</li> <li>› Cada grupo hace una exposición sobre su experiencia, en la que incluyen las dificultades y cómo las enfrentaron.</li> </ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Entrega retroalimentación a las exposiciones de los grupos, enfatizando los aspectos de rigurosidad y seguridad.</li> </ul>

## EJEMPLOS DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO		Mantenimiento de los sistemas de la aeronave
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p><b>1.</b> Desarma y arma las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos y considerando la detección de fallas o tiempo de vida útil establecidos en manual de mantenimiento.</p>	<p><b>1.1</b> Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las unidades asociadas a los sistemas de la aeronave, de acuerdo al manual de mantenimiento, respetando normas ambientales, de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p><b>B</b> Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p><b>C</b> Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p> <p><b>D</b> Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros <i>in situ</i> o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen comportamiento de sus tareas habituales o emergentes.</p>
	<p><b>1.2</b> Desarma las unidades para comprender su funcionamiento, utilizando equipos, herramientas e instrumentos apropiados de acuerdo al manual de mantenimiento.</p>	

### Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>En grupos de trabajo, las y los estudiantes deben remover la unidad del sistema de frenos utilizando e interpretando los diagramas y esquemas del manual de mantenimiento de la aeronave. Además, deben identificar los componentes del sistema de frenos, como la rueda (rodamiento, válvula reguladora, buje y bomba), y registrar y organizar las tareas de mantenimiento preventivo.</p>	<p>Escala de apreciación que contemple los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Prepara el lugar de trabajo.</li> <li>› Considera las medidas de seguridad.</li> <li>› Interpreta los símbolos de los componentes del sistema de frenos.</li> <li>› Lee e interpreta el manual de servicio y de la aeronave.</li> <li>› Trabaja en equipo.</li> <li>› Redacta un informe técnico de la organización de las tareas de mantenimiento preventivo.</li> </ul>

## BIBLIOGRAFÍA

**Adsuar, J. C. (2003).** *Conocimiento general de la aeronave, performance y planificación de vuelo: desarrollo del sílabus oficial de los requisitos conjuntos de aviación (JAR)*. Madrid: Thomson-Paraninfo.

**Cuesta, A. M. (1998).** *Vuelo con motor alternativo*. Madrid: Paraninfo.

**Esteban, O. A. (1993).** *Electricidad del motor de explosión*. Madrid: Paraninfo.

**Federal Aviation Administration. (2012).** *Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe, Volume 1 - FAA-H-8083-31*. Oklahoma: United States Department of Transportation.

**Federal Aviation Administration. (2012).** *Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe, Volume 2 - FAA-H-8083-31*. Oklahoma: United States Department of Transportation.

## Sitios web recomendados

Vocabulario aeronáutico inglés-español – DGAC (2014). Recuperado de:  
<https://www.dgac.gob.cl/portalweb/rest-portalweb/jcr/repository/collaboration/sites%20content/live/dgac/web%20contents/site%20artifacts/noticiasdestacadas/medias/images/vocabularioAeroEI.pdf>.

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en mayo de 2016).