

# 1. Reparación y remplazo de elementos estructurales de la aeronave

## INTRODUCCIÓN

Este módulo, de 228 horas pedagógicas, se trabaja en tercero medio y tiene como propósito que los y las estudiantes desarrollen las habilidades y conocimientos relacionados con la reparación y remplazo de elementos estructurales internos y externos de una aeronave (empenaje, fuselaje, alas, tren de aterrizaje). Además, se pretende que lleven 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>4</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 elementos estructurales 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>4</sup> Detalle de conocimientos básicos y temas se deben revisar en DAN 147, Apéndice A, Módulo 2 (Ap.A-4-).

## APRENDIZAJE ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

<b>MÓDULO 1 · REPARACIÓN Y REPLAZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA AERONAVE</b>	228 HORAS	TERCERO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD		
<p><b>OA 3</b>                  Inspeccionar y reparar los elementos estructurales internos y externos de la aeronave, empenaje, fuselaje, alas, tren de aterrizaje e interior de la aeronave, de acuerdo a las especificaciones de los manuales de mantenimiento estructurales del fabricante de la aeronave.</p>		

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p><b>1.</b> Desarma y arma los elementos estructurales internos y externos de la aeronave para analizar su funcionamiento de acuerdo a los principios aerodinámicos y a lo establecido en el manual de mantenimiento.</p>	<p><b>1.1</b>                      Desarma y arma el fuselaje, alas y empenaje de una aeronave para comprender el funcionamiento y los esfuerzos estructurales a los cuales están sometidos cada uno de ellos, aplicando las técnicas de remoción y montaje, de acuerdo a lo establecido en el manual de mantenimiento.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>1.2</b>                      Desarma y arma el tren de aterrizaje de una aeronave, para comprender su funcionamiento y los esfuerzos a los cuales está sometido, considerando el manual de mantenimiento.</p>	<p><b>B</b>      <b>C</b>      <b>K</b></p>

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
2.	Inspecciona los elementos estructurales internos y externos de la aeronave (fuselaje, alas, empenaje y tren de aterrizaje), mediante inspección visual y pruebas no destructivas de superficie, considerando los principios físicos y la resistencia de los materiales y de acuerdo a los manuales de mantenimiento y documentación técnica aplicable.	<b>2.1</b> Efectúa inspección visual de la superficie de los elementos estructurales de la aeronave utilizando instrumentos (espejos y lupas) para determinar el nivel de daño, de acuerdo a documentación técnica aplicable y a los manuales de mantenimiento preventivo.	B	C	I
		<b>2.2</b> Efectúa pruebas no destructivas a los elementos estructurales de la aeronave, utilizando tintas penetrantes y partículas magnéticas, para determinar el tipo y el nivel de daño, considerando los principios físicos y la resistencia de los materiales, de acuerdo a documentación técnica aplicable y a los manuales de mantenimiento preventivo.	B	C	I
		<b>2.3</b> Registra e informa los resultados de inspección, usando lenguaje técnico, de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.	A	B	C
3.	Repara y reemplaza elementos internos y externos de la aeronave, utilizando equipos y herramientas establecidos en los manuales de mantenimiento y documentación técnica aplicable, respetando las normas ambientales, de higiene y actuación humana.	<b>3.1</b> Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a los elementos estructurales de la aeronave que serán reparados o reemplazados, de acuerdo al manual de mantenimiento, respetando normas ambientales, de higiene y seguridad y actuación humana.	C	D	I
		<b>3.2</b> Repara los elementos estructurales de la aeronave, utilizando equipos y herramientas que permiten efectuar el mantenimiento, de acuerdo a documentación técnica aplicable.	C	D	E
		<b>3.3</b> Reemplaza los elementos estructurales de la aeronave, utilizando equipos y herramientas que permiten efectuar el mantenimiento, de acuerdo a documentación técnica aplicable.	B	C	H
		<b>3.4</b> Registra e informa el mantenimiento efectuado, utilizando los formularios correspondientes, de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.	A	B	E

## EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Reparación y remplazo de elementos estructurales de la aeronave
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Detección visual de fisuras en recubrimiento metálico
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	8 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>2.</b> Inspecciona los elementos estructurales internos y externos de la aeronave (fuselaje, alas, empenaje y tren de aterrizaje), mediante inspección visual y pruebas no destructivas de superficie, considerando los principios físicos y la resistencia de los materiales y de acuerdo a los manuales de mantenimiento y documentación técnica aplicable.</p>	<p>2.1 Efectúa inspección visual de la superficie de los elementos estructurales de la aeronave utilizando instrumentos (espejos y lupas) para determinar el nivel de daño, de acuerdo a documentación técnica aplicable y a los manuales de mantenimiento preventivo.</p> <p>2.2 Efectúa pruebas no destructivas a los elementos estructurales de la aeronave, utilizando tintas penetrantes y partículas magnéticas, para determinar el tipo y el nivel de daño, considerando los principios físicos y la resistencia de los materiales, de acuerdo a documentación técnica aplicable y a los manuales de mantenimiento preventivo.</p> <p>2.3 Registra e informa los resultados de inspección, usando lenguaje técnico, de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Detección de fallas

## 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

**Docente:**

- › Elabora una pauta de trabajo con los pasos a seguir por sus estudiantes y en la que puedan detallar la inspección realizada.
- › Crea trizaduras o abollones que puedan contener fisuras a descubrir por los y las estudiantes.
- › Conformar grupos de trabajo (se recomienda que sean de cinco integrantes).

**Recursos:**

- › Aeronave o recubrimientos metálicos de aeronaves de cualquier superficie.
- › Pauta de trabajo.
- › Manual de mantenimiento.
- › Caja de herramientas por grupo.
- › Elementos de protección personal.
- › Paños de limpieza.
- › Lupas.
- › Métodos de inspecciones alternativos (*dye check*).
- › 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:

<b>EJECUCIÓN</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Realiza una charla de inducción sobre las actividades que se llevarán a cabo, en la que presenta la pauta de trabajo.</li><li>› Explica y demuestra cómo se realiza la inspección con la lupa.</li><li>› Explica y demuestra cómo se aplican las tintas penetrantes (dye check) para la verificación de fisuras.</li><li>› Invita a un o una estudiante a ejecutar los dos pasos anteriores y, mientras este o esta lo lleva a cabo, vuelve a explicar cada etapa. Entrega retroalimentación inmediata, tanto si la tarea está bien lograda como si hay errores en su ejecución (los que corrige). corrigiendo lo que está mal.</li><li>› Supervisa las tareas realizadas por los y las estudiantes, con el fin de eliminar riesgos no detectados por ellos y ellas.</li><li>› Registra la ejecución de las tareas de cada alumno o alumna.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Cada grupo de trabajo lleva a cabo la actividad siguiendo todos los pasos que se detallan a continuación:<ul style="list-style-type: none"><li>- Detecta en forma visual zonas con indicios de fisuras.</li><li>- Confirma visualmente la fisura; si hay indicios sigue al paso 3.</li><li>- Corroborra con instrumentos (lupas de diferentes niveles de aumento) la fisura; si no es clara la observación sigue al paso 4.</li><li>- Aplica tintas penetrantes (dye check) en la zona afectada y evalúa la presencia de fisuras.</li><li>- Registra en la pauta de trabajo las tareas realizadas.</li></ul></li><li>› Describen en la pauta de trabajo las discrepancias encontradas, además de los pasos seguidos, los métodos aplicados y las conclusiones establecidas, con el fin de desarrollar una presentación final que luego compartirán con el resto del curso.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Cada grupo analiza la experiencia de cada integrante y registra dicho análisis para presentar las conclusiones al curso.</li></ul>

## EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Reparación y remplazo de elementos estructurales de la aeronave
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Reforzamiento en fisura de piel superior de ala
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	32 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>3.</b> Repara y remplaza elementos internos y externos de la aeronave, utilizando equipos y herramientas establecidos en los manuales de mantenimiento y documentación técnica aplicable, respetando las normas ambientales, de higiene y actuación humana.</p>	<p>3.1 Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a los elementos estructurales de la aeronave que serán reparados o remplazados, de acuerdo al manual de mantenimiento, respetando normas ambientales, de higiene y seguridad y actuación humana.</p> <p>3.2 Repara los elementos estructurales de la aeronave, utilizando equipos y herramientas que permiten efectuar el mantenimiento, de acuerdo a documentación técnica aplicable.</p> <p>3.3 Remplaza los elementos estructurales de la aeronave, utilizando equipos y herramientas que permiten efectuar el mantenimiento, de acuerdo a documentación técnica aplicable.</p> <p>3.4 Registra e informa el mantenimiento efectuado, utilizando los formularios correspondientes, de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.</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

**Docente:**

- › Prepara la aeronave.
- › Conformar grupos de trabajo.
- › Selecciona una caja de herramienta para la actividad.
- › Selecciona manuales de servicio.
- › Dispone los elementos de seguridad.
- › Prepara la zona en la que se llevará a cabo el trabajo.

**Estudiantes:**

- › Preparan el área de acuerdo a la actividad.
- › Disponen las herramientas y los equipos que utilizarán.
- › Preparan sus elementos de seguridad.

**Recursos:**

- › Aeronave o estructuras de alas de aeronaves.
- › Manual de mantenimiento (*structural repair manual*).
- › Herramientas, equipos y maquinarias.
- › Elementos de protección personal.
- › Compresor de aire.
- › Bandejas de desechos.
- › Paños de limpieza.
- › 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:

<b>EJECUCIÓN</b>	<p><b>Primer paso: inducción</b></p> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Realiza una charla de inducción de las actividades que se llevarán a cabo, en la que señala los pasos y conductas apropiadas para ejecutarlas.</li><li>› Motiva a los y las estudiantes a seguir los pasos con rigurosidad y explica la importancia de las reparaciones de las alas de las aeronaves, poniendo énfasis en la higiene y seguridad, ya que durante la actividad se generan muchos desechos.</li></ul> <p><b>Segundo paso: demostración</b></p> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Lee el manual de servicio para realizar el proceso de demostración.</li><li>› Explica y muestra el proceso etapa por etapa y, luego, todo el proceso (método sintético).</li><li>› Se detiene en los puntos más importantes, por ejemplo, en el llenado de la cartilla de un mantenimiento y en el cumplimiento de las medidas de seguridad.</li></ul> <p><b>Tercer paso: aplicación</b></p> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Aplican y explican lo demostrado por el o la docente.</li><li>› Primer intento: llevan a cabo la actividad sin hablar (la o el docente interviene solo en aquellos casos en que corra peligro el o la estudiante o haya riesgo de dañar la maquinaria).</li><li>› Segundo intento: explican y argumentan las razones de dicha ejecución.</li><li>› Tercer intento: nombran aquellos pasos que consideran clave y el significado que tienen para el proceso.</li></ul> <p><b>Cuarto paso: ejercitación</b></p> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Ejercitan el proceso hasta no cometer errores con el propósito de afianzar las habilidades y destrezas requeridas.</li><li>› En este paso, la supervisión de la o el docente disminuye hasta que se hace innecesaria (el mejor control es el autocontrol de la o el estudiante).</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Al término de la actividad, hacen un análisis de su experiencia, tanto de las dificultades como de los aciertos y errores cometidos.</li></ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Vuelve a mencionar la importancia de las reparaciones que se efectúan a las alas, debido al riesgo de desestabilización de la aeronave que puede ocasionar un desperfecto.</li></ul>

NOMBRE DEL MÓDULO	Reparación y remplazo de elementos estructurales de la aeronave	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p><b>3.</b> Repara y remplaza elementos internos y externos de la aeronave, utilizando equipos y herramientas establecidos en los manuales de mantenimiento y documentación técnica aplicable, respetando las normas ambientales, de higiene y actuación humana.</p>	<p><b>3.3</b> Remplaza los elementos estructurales de la aeronave, utilizando equipos y herramientas que permiten efectuar el mantenimiento, de acuerdo a documentación técnica aplicable.</p> <p><b>3.4</b> Registra e informa el mantenimiento efectuado, utilizando los formularios correspondientes, de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.</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 cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</p> <p><b>K</b> Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal, según la normativa correspondiente.</p>



## Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS		
<p>El o la estudiante debe reparar la pieza que la o el docente le entregue, de acuerdo a las especificaciones, siguiendo los pasos del procedimiento señalado en el manual y cumpliendo los plazos asignados.</p>	Pauta de cotejo que contemple los siguientes indicadores:		
	DESCRIPTOR	SÍ	NO
Prepara el lugar de trabajo de acuerdo al manual de mantenimiento, respetando normas ambientales, de higiene y de seguridad y actuación humana.			
Visualiza la falla o desgaste presente en el elemento a remplazar.			
Identifica componentes estructurales.			
Remplaza los elementos estructurales de la aeronave, utilizando equipos y herramientas que permiten efectuar el mantenimiento, de acuerdo a documentación técnica aplicable.			
Realiza las tareas de manera prolija, cumpliendo los plazos establecidos y de acuerdo al manual de mantenimiento.			
Registra e informa el mantenimiento efectuado, de acuerdo a la normativa vigente.			
Trabaja eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros <i>in situ</i> o a distancia, y solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de las tareas habituales o emergentes.			
Previene situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los EPP, según la normativa correspondiente.			

## BIBLIOGRAFÍA

**Air Transport Association of America.** (1999). *Spec 100: Manufacturers' Technical Data*. Washington, D. C.: Autor.

**Air Transport Association of America.** (1991). *ATA specification 100: Appendix 1, parts I & II*. Washington, D.C.: Air Transport Association.

**(FAA), F. A. A.** (2012). *Airframe and Powerplant Mechanics FAA-H-8083-31 Volume 1*. USA FAA.

**(FAA), F. A. A.** (2012). *Aviation maintenance technician handbook: Volume 1*. Newcastle, Wash: Aviation Supplies & Academics.

**Velasco, J.** (1994). *Diccionario aeronáutico civil y militar*. Madrid: Editorial Paraninfo.

### 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).