

3. Mantenimiento de los controles de vuelo de la aeronave

INTRODUCCIÓN

Este módulo, de 152 horas pedagógicas, se trabaja en tercero medio y tiene como propósito que los y las estudiantes desarrollen habilidades, conocimientos y actitudes que les permitan detectar fallas en forma visual o por discrepancias informadas, remplazar e instalar las superficies, desarmar y armar los componentes y verificar el desplazamiento de los controles de vuelo. Esto implica que reconozcan y trabajen en los componentes de las aeronaves de ala fija, como controles de vuelo primarios, alerones, elevadores y timón de dirección; controles de vuelo secundarios, compensadores de ajuste y servocompensadores; y controles de vuelo auxiliares, como los flaps, tanto de borde de ataque como de borde de fuga, anuladores de sustentación y frenos aerodinámicos. Asimismo, se busca que los y las estudiantes identifiquen y trabajen en los controles de vuelo del ala rotatoria, como el control colectivo de cabeceo, el control cíclico de cabeceo y los pedales de control direccional.

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 básicos⁶ 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 armar y desarmar los controles de vuelo 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, en el anexo 1 al apéndice A para el curso de Mecánico de Mantenimiento de Aeronaves.

⁶ 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

MÓDULO 3 · MANTENIMIENTO DE LOS CONTROLES DE VUELO DE LA AERONAVE	152 HORAS	TERCERO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD		
OA 4 Realizar mantenimiento de los controles de vuelo de la aeronave, superficies primarias, secundarias y auxiliares, aplicando los principios de la aerodinámica y de acuerdo al manual de mantenimiento de la aeronave.		

3.

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
1. Desarma y arma los componentes de los controles de vuelo para comprender su funcionamiento y la forma como afectan la aerodinámica de la aeronave, utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a los procedimientos establecido en el manual de mantenimiento, y respetando las normas ambientales, de higiene, de seguridad y de actuación humana.	1.1 Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a los componentes de los controles de vuelo de la aeronave de acuerdo al manual de mantenimiento y respetando el reglamento de higiene, seguridad y actuación humana contempladas en la normativa aeronáutica vigente.	B C D
	1.2 Desarma los componentes de los controles de vuelo de la aeronave, para comprender su funcionamiento, utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a lo establecido en el manual de mantenimiento de la aeronave y respetando las normas ambientales, de higiene, de seguridad y actuación humana.	B C D K
	1.3 Arma los componentes de los controles de vuelo de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a los procedimientos establecidos en el manual de mantenimiento de la aeronave.	C D I
	1.4 Registra y comunica la actividad de mantenimiento efectuada a los componentes de los controles de vuelo de la aeronave según la normativa aeronáutica vigente.	A B

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p>2. Detecta fallas, en forma visual o por discrepancias informadas, en el funcionamiento de los controles de vuelo que afectan la aerodinámica de la aeronave, según lo establecido en los diagramas y manuales del fabricante.</p>	<p>2.1 Realiza inspección visual de las superficies de los controles de vuelo y sus componentes, de acuerdo a la lectura de paneles de control eléctrico y electrónico, el manual de mantenimiento, y las discrepancias informadas en registros de mantenimiento de la aeronave.</p>	<p>B C</p>
	<p>2.2 Efectúa pruebas de funcionamiento de los componentes de controles de vuelo para comprobar las fallas informadas y que afectan la aerodinámica de la aeronave, siguiendo los protocolos y manuales de mantenimiento.</p>	<p>A B D K</p>
	<p>2.3 Registra y comunica las fallas detectadas a los controles de vuelo de la aeronave en los formatos que corresponden y utilizando el lenguaje técnico apropiado.</p>	<p>A B</p>
<p>3. Reemplaza e instala las superficies de los controles de vuelo que afectan la aerodinámica de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a detección de fallas o tiempo de vida útil establecido en el manual de mantenimiento.</p>	<p>3.1 Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las superficies de los controles de vuelo de acuerdo al manual de mantenimiento y respetando las normas de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p>B C D</p>
	<p>3.2 Utiliza equipos, herramientas e instrumentos siguiendo el procedimiento de remoción e instalación de las superficies de los controles de vuelo establecido en el manual de mantenimiento de la aeronave.</p>	<p>A B C</p>
	<p>3.3 Registra y comunica la actividad de mantenimiento efectuada a las superficies de los controles de vuelo de la aeronave según la normativa aeronáutica vigente.</p>	<p>A B</p>
<p>4. Verifica el desplazamiento de los controles de vuelo mediante el uso de instrumentos de calibración, de acuerdo con el manual de mantenimiento y los principios físicos de aerodinámica asociados al sistema.</p>	<p>4.1 Revisa la regulación de las superficies de los controles de vuelo utilizando los instrumentos de calibración requeridos y de acuerdo al manual de mantenimiento de la aeronave.</p>	<p>C D</p>
	<p>4.2 Verifica el funcionamiento de los controles de vuelo aplicando los procedimientos detallados en los manuales de mantenimiento y respetando las normas de higiene, seguridad y actuación humana.</p>	<p>A B D K</p>
	<p>4.3 Registra y comunica el resultado de la prueba efectuada a los controles de vuelo de la aeronave de acuerdo a la normativa aeronáutica vigente.</p>	<p>A B</p>

EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Mantenimiento de los controles de vuelo de la aeronave
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Falla en el sistema de control de alabeo de vuelo
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>2. Detecta fallas, en forma visual o por discrepancias informadas, en el funcionamiento de los controles de vuelo que afectan la aerodinámica de la aeronave, según lo establecido en los diagramas y manuales del fabricante.</p>	<p>2.1 Realiza inspección visual de las superficies de los controles de vuelo y sus componentes de acuerdo al manual de mantenimiento y las discrepancias informadas en registros de mantenimiento de la aeronave.</p> <p>2.2 Efectúa pruebas de funcionamiento de los componentes de controles de vuelo para comprobar las fallas informadas y que afectan la aerodinámica de la aeronave, siguiendo los protocolos y manuales de mantenimiento.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	<p>Texto guía</p> <p>Detección de fallas</p>

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 para la actividad.
- › Selecciona manuales de mantenimiento para realizar la actividad.
- › Prepara texto guía que contenga:
 - Pasos para la ejecución de la actividad.
 - Esquema del sistema de control de alabeo de vuelo.
 - Problemática distinta para cada grupo.
 - Preguntas que las y los estudiantes deben responder para resolver la problemática planteada.
 - *Troubleshooting* (Procedimiento de detección de fallas).

Recursos:

- › Aeronave.
- › Manual de mantenimiento.
- › Implementos de seguridad personal.
- › *Troubleshooting* (Procedimiento de detección de fallas).
- › Diagrama del sistema de control de alabeo.
- › Sistema de iluminación para espacios confinados.
- › Herramientas y equipos de precisión (por ejemplo, una lupa).
- › Paños para limpiar.
- › Diccionario de términos técnicos aeronáuticos inglés-español.



3.

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

EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Explica el contexto y objetivo de la actividad a realizar.› Ubica a los y las estudiantes en grupos alrededor de la aeronave y les indica el área de trabajo.› Presenta a los grupos la metodología de aprendizaje para el desarrollo de la actividad relativa a la aplicación del <i>Troubleshooting</i> del sistema de control de alabeo.› Interactúa con los y las estudiantes y señala la importancia del respeto de las normas de seguridad exigidas en el mantenimiento de la aeronave.› Entrega un texto guía a los grupos de estudiantes, que incluye un <i>Troubleshooting</i>. Cada grupo recibe un texto guía con una problemática distinta (cambia el nombre del componente del sistema), con instrucciones e interrogantes que se deben resolver. Por ejemplo: <p>Basándose en el esquema entregado, realicen las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none">a. Investiguen qué son los inhibidores de sustentación y qué función cumplen.b. Respondan: ¿qué significa que los <i>spoilers</i> y alerones trabajen en forma diferencial?c. Contesten: ¿qué función cumplen los compensadores de alabeo (TRIM)?d. Utilicen el <i>Troubleshooting</i> para determinar la falla.e. Determinen la acción correctiva para resolver la falla. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Leen el texto guía y el manual de mantenimiento.› Resuelven las preguntas y preparan un informe.› Utilizando el <i>Troubleshooting</i>, proceden a resolver el problema planteado.› Ubican la causa probable del atascamiento y la identifican en el <i>Troubleshooting</i> Identifican la acción correctiva del problema, basándose en la información extraída del manual de mantenimiento.› Registran lo observado y las acciones de mantenimiento llevadas a cabo para resolver la falla (<i>corrective action</i>).› Elaboran una presentación multimedia para exponer sus observaciones y resultados.
CIERRE	<p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Exponen en grupo al curso las observaciones registradas por medio de una presentación multimedia. <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Entrega retroalimentación a los distintos grupos, y enfatiza la importancia del aprendizaje de detección de fallas.

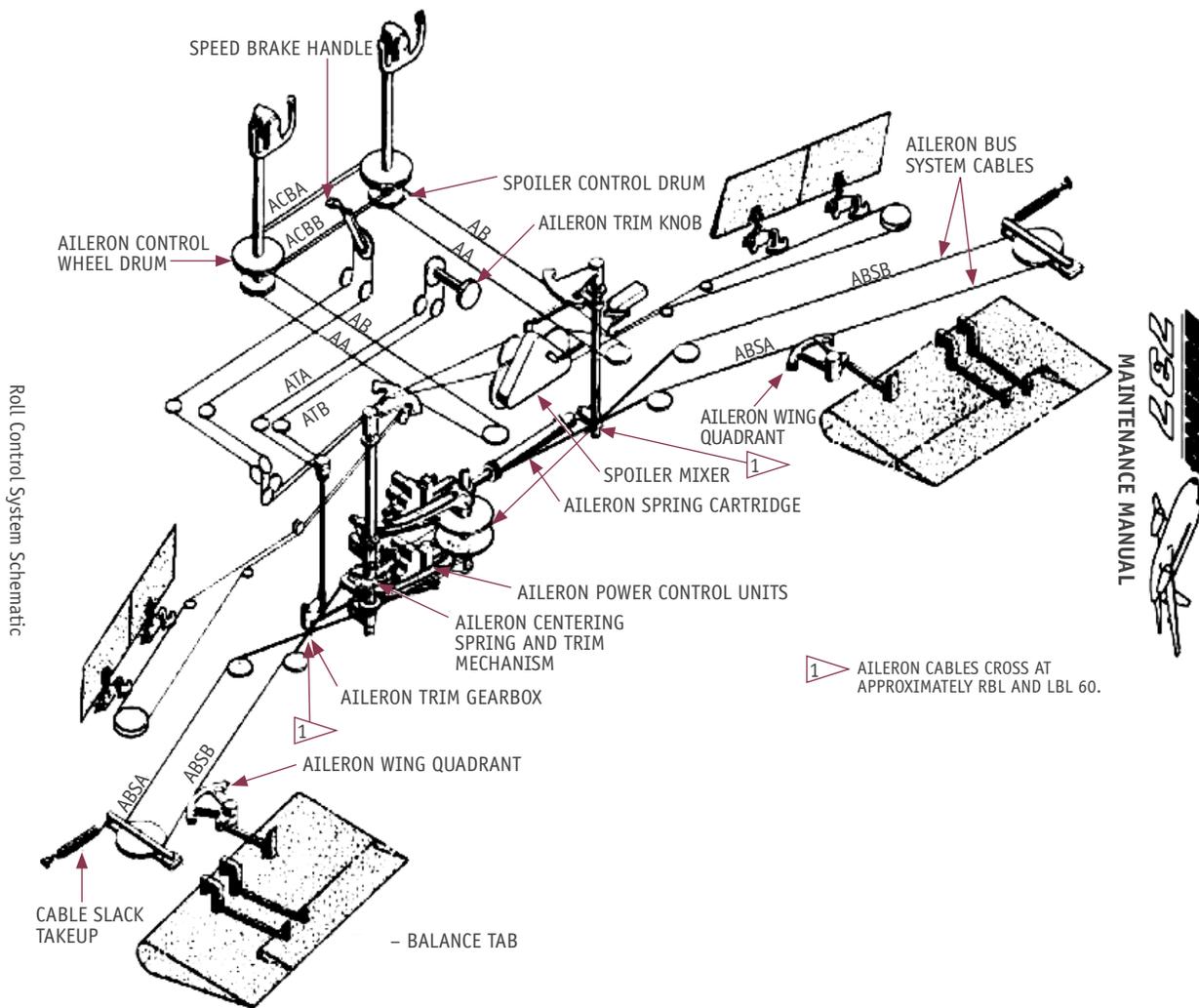
TROUBLESHOOTING

Procedimiento de detección de fallas

TROUBLE	PROBABLE CAUSE	ISOLATION PROCEDURE	CORRECTIVE ACTION
Control wheel does not rotate with initial trim knob input and does not re-center within 2° with hydraulic power on.	LH body cables AA and AB binding or misaligned, fair leads binding, brackets misaligned, or foreign object obstruction.	Check LH body cables for chafing or rubbing. Check for dirt or foreign objects.	
	LH body cables excessive tension.	Check cable tension per AMM 27-11-0/501.	
	Centering spring and trim mechanism out of adjustment.	Check mechanism per AMM 27-11-81/501.	
	Roll force transducer wire bundle binding on captain's control column.	Rotate control wheel full CCW. Check that wire bundle is not tight.	
	Aileron trim mechanism excessive play.	Rotate trim knob. Check trim shaft and trim gearbox control rod movement for worn gearbox or worn or loose parts.	
At trimmed position, control wheel forces light in one or both directions with hydraulic power on.	Transfer mechanism lost motion device out of adjustment.	Check if rig pin A/s-1 can be inserted in base of transfer mechanism.	
	Aileron trim mechanism excessive play.	Rotate trim knob. Check trim shaft and trim gearbox control rod movement for worn gearbox or worn or loose parts.	

Fuente: Maintenance Manual Boeing 737.

ESQUEMA DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALABEO (ROLL)



EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Mantenimiento de los controles de vuelo de la aeronave
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Remoción de guía de cable de control de vuelo de una aeronave
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>3. Reemplaza e instala las superficies de los controles de vuelo que afectan la aerodinámica de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a detección de fallas o tiempo de vida útil establecido en el manual de mantenimiento.</p>	<p>3.1 Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las superficies de los controles de vuelo de acuerdo al manual de mantenimiento y respetando las normas de higiene, seguridad y actuación humana.</p> <p>3.2 Utiliza equipos, herramientas e instrumentos siguiendo el procedimiento de remoción e instalación de las superficies de los controles de vuelo establecido en el manual de mantenimiento de la aeronave.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada en cuatro pasos
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	<p>Paso 1: Preparación de la actividad</p> <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Prepara la aeronave para la actividad. › Hace una introducción de la actividad que se llevará a cabo y enfatiza la importancia de respetar las normas de higiene, seguridad y prevención de riesgos en el mantenimiento aeronáutico. › Designa parejas de trabajo. (Al realizar la actividad, un estudiante cumplirá el rol de mecánico y el otro de ayudante, luego, intercambiarán los roles. El ayudante debe estar alerta de todo lo que su compañero realiza para después comentarlo). › Prepara una guía con el procedimiento que establece el manual de mantenimiento de la aeronave para la remoción de una guía de cable de control de vuelo (guarda). › Elabora una cartilla con las medidas de seguridad que deben adoptar los y las estudiantes. › Prepara letreros para ubicar en la cabina de control con la leyenda “No operar los controles de vuelo”. › Dispone herramientas comunes y especiales para la remoción de la guía de cable. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Leen la guía elaborada por el o la docente con el procedimiento establecido para la remoción de las guías de cable. Si les surgen dudas, anotan preguntas para formularse a la o el docente. › Preparan los elementos de seguridad necesarios para la actividad. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Elementos de protección personal. › Sistema de iluminación para espacios confinados. › Manual de mantenimiento. › Cartilla con medidas de seguridad. › Caja de herramientas. › Paños de limpieza. › Lupas. › Diccionario de términos técnicos aeronáuticos inglés-español.

3.

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

EJECUCIÓN	<p>Paso 2: Demostración</p> <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Primero, ejecuta todo el proceso y, luego, parte por parte (método analítico). Sigue el procedimiento establecido en el manual de mantenimiento para la remoción de una guía de cable.› Dice, muestra y explica qué, cómo y por qué se sacan las guías de cable.› Se detiene en los puntos más importantes, por ejemplo, en la limpieza del espacio o en remover sujeciones de la guía de cable. <p>Paso 3: Aplicación</p> <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Aplican y explican lo demostrado por el o la docente.› Llevan a cabo la actividad utilizando el manual de mantenimiento.› Cada uno debe cumplir su rol de mecánico y su rol de ayudante.<ul style="list-style-type: none">- Primer intento: realizan la actividad sin hablar (el o la docente debe corregir solo si está en peligro su integridad física o la maquinaria).- Segundo intento: explican y argumentan por qué lo hacen de esa manera.- Tercer intento: nombran los puntos más importantes del proceso y el significado que tienen. <p>Paso 4: Ejercitación</p> <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Ejercitan con el propósito de dominar la destreza, hasta que no cometen errores. <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Supervisa la ejercitación de los y las estudiantes y los retroalimenta.
CIERRE	<p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Exponen sus experiencias detallando aspectos positivos y negativos de la actividad. <p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Retroalimenta la ejecución de sus estudiantes, según lo que observó durante el proceso de remoción de la guía de cable.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO		Mantenimiento de los controles de vuelo de la aeronave	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR	
<p>3. Reemplaza e instala las superficies de los controles de vuelo que afectan la aerodinámica de la aeronave utilizando equipos, herramientas e instrumentos de acuerdo a detección de fallas o tiempo de vida útil establecido en el manual de mantenimiento.</p>	<p>3.1 Prepara el lugar de trabajo para tener acceso a las superficies de los controles de vuelo de acuerdo al manual de mantenimiento y respetando las normas de higiene, seguridad y actuación humana.</p> <p>3.1 Utiliza equipos, herramientas e instrumentos siguiendo el procedimiento de remoción e instalación de las superficies de los controles de vuelo establecido en el manual de mantenimiento de la aeronave.</p>	<p>A Comunicarse oralmente y por escrito con claridad, utilizando registros de habla y de escritura pertinentes a la situación laboral y a la relación con los interlocutores.</p> <p>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>C 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>D Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros in situ o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</p>	
<h3>Selección de cómo evaluar</h3>			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS	
<p>Los y las estudiantes realizan la remoción de una guía de cable de los controles de vuelo, respetando el procedimiento contenido en el manual de mantenimiento y considerando en su actuar las medidas de higiene, seguridad y prevención de riesgos.</p>		<p>Pauta de cotejo que contemple los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Sigue el procedimiento establecido en el manual de mantenimiento. › Previene situaciones de riesgo. › Usa los elementos de protección personal necesarios. › Usa herramientas y equipos de acuerdo a lo establecido en el procedimiento del manual de mantenimiento. 	

3.

BIBLIOGRAFÍA

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

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

Federal Aviation Administration. (2008). *Aviation Maintenance Technician Handbook - General- FAA-H-8083-30.* Oklahoma: United States Department of Transportation.

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.

Isidoro, C. A. (2015). *Aerodinámica y actuaciones del avión.* Madrid: Paraninfo.

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>.

Controles de vuelo, ejes de movimiento y alerones (2012). Recuperado de: <http://www.futureplatone.com/blog/controles-de-vuelo/>

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