

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**DESMONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL DEL AVIÓN FAIRCHILD  
FH-227 HC-BHD PARA SU TRANSLADO DEL ALA DE TRANSPORTES  
No 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO.**

**POR:**

**SUQUILLO PÁEZ DIEGO ANDRÉS**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título  
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2011**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el señor DIEGO ANDRÉS SUQUILLO PÁEZ, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA-MOTORES

---

Tlgo. Rodrigo Bautista

Latacunga, 20 de Octubre del 2011

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y salvaguardarla día a día guiándome en todas las etapas de mi vida y ahora en una más. También lo dedico a mi mamá Marthy que ha apoyado siempre mi carrera y mi existencia dándome la confianza, creyendo en mí ya que sin el apoyo de ella no estaría aquí luchando por ser TÉCNICO DE MANTENIMIENTO y crecer como persona.

Lo dedico a mi papá Jorge, hermanos Javier y Erick que siempre han estado apoyándome en todo momento con sus consejos y sabidurías que me han enseñado a ser un hombre de bien a pesar de lo duro que nos tocó por ser alguien en la vida.

También lo dedico a mi abuelita Mamita María que es como una madre mas la cual estuvo en los momentos más difíciles de nuestra adolescencia para guiarnos y cuidarnos.

A mi abuelito Jorge Suquillo que ya no se encuentra entre nosotros pero yo se que siempre ha sido un apoyo incondicional desde donde se encuentre.

A todos ellos va este proyecto por creer en mí.

**SUQUILLO PÁEZ DIEGO ANDRÉS**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, familia y amigos ya que sin el apoyo de ellos no estuviese aquí ya que siempre han estado siempre guiándome en todo momento y lugar, esta vez en un paso muy importante de mi vida. Agradezco en especial a mis primos que son unos hermanos mas y a mi tía Angeli, a mis amigos incondicionales que aquí conocí, al Instituto por haberme formado y a mis maestros que me supieron brindar todos sus conocimientos que el día de hoy los estoy poniendo en práctica en mi vida profesional.

De igual manera agradecer al Tlgo. Bautista ya que sin la guía de él no pudiera estar aquí culminando una meta más de mi vida.

**SUQUILLO PÁEZ DIEGO ANDRÉS**

## RESUMEN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, es el único en el país, abalado por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), en preparar Tecnólogos Aeronáuticos; es así que la carrera de Mecánica Aeronáutica es impartida en el Instituto y cuenta con diferentes laboratorios y talleres equipados que ayudan en la formación de profesionales en el campo de la aviación.

Uno de los requerimientos de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) es de tener una aeronave certificado por la DGAC, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el Técnico debe estar familiarizado.

El desmontaje del estabilizador vertical del avión Fairchild FH-227 HC-BHD, contribuirá para el traslado de la aeronave al Instituto. Este trabajo favorecerá para cumplir con la Parte 147 de las RDAC.

La investigación realizada a través de la observación nos permitió constatar las condiciones reales en las que se encuentra el avión Fairchild FH-227 HC-BHD, ubicado en al Ala N°11 de la ciudad de Quito, con la ayuda de la investigación de campo se pudo determinar la importancia que tiene el tener una aeronave en el instituto, para que permita alcanzar una enseñanza teórico práctica de calidad.

## SUMMARY

The ITSA is the only in the country endorsed to the DGAC, to prepare Aeronautic Technologist; for these reason the career of Aeronautic Mechanic is learn in the Institute and it has whit different laboratory and workshops equipped that help in the information of students.

One of the requirements of the Directorate General of Civil Aviation (DGCA) is to have a DGAC-certified aircraft in engine, propellers, instruments, navigation and communications equipment, landing lights and other equipment and accessories in which the Maintenance Technician may be required to work and with which the technician should be familiar.

Disassembly of the aircraft vertical stabilizer Fairchild FH-227 HC-BHD, contribute to transport the aircraft to the Institute. This works will promote to comply with part 147 of the RDAC.

Research conducted trough observation allowed us to observe the actual condition in which the aircraft was Fairchild FH-227 HC-BHD, located in the ALA No11 of the city of Quito, whit the help of field research could determine the importance of having an aircraft in Institute, to allow practice to achieve a theoretical teaching quality.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Certificación .....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento .....	IV
Resumen .....	V
Summary .....	VI

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación e importancia .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Objetivo General .....	3
1.5 Objetivos Específico .....	3
1.6 Alcance. ....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

<b>2.1</b> Avión Fairchild.....	5
<b>2.1.1</b> Historia .....	5
<b>2.1.2</b> Desarrollo.....	6
<b>2.1.3</b> Versiones .....	7
<b>2.1.4</b> Producción .....	10
<b>2.1.5</b> Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller .....	11
<b>2.1.6</b> Prestaciones. ....	14
<b>2.2</b> Superficies de mando y control .....	14
<b>2.2.1</b> Ejes del avión.....	15
<b>2.2.2</b> Eje longitudinal .....	15
<b>2.2.3</b> Eje transversal o lateral .....	15
<b>2.2.4</b> Eje vertical .....	16
<b>2.3</b> Superficies primarias.....	16
<b>2.3.1</b> Alerones.....	17
<b>2.3.2</b> Timón de profundidad o elevadores .....	18
<b>2.3.3</b> Timón de dirección .....	19
<b>2.3.4</b> Manejo de los mandos de control.....	20
<b>2.3.5</b> Compensadores .....	21
<b>2.4</b> Superficies secundarias .....	21

<b>2.4.1 Flaps</b> .....	22
<b>2.4.2 Slats</b> .....	23
<b>2.4.3 Spoilers o Aerofrenos</b> .....	23
<b>2.5 Estabilizadores</b> .....	24
<b>2.5.1 Estabilizador vertical</b> .....	24
<b>2.5.2 Estabilizador horizontal</b> .....	25
<b>2.5.1.1 Tipos de estabilizadores verticales</b> .....	25
<b>2.5.1.1.1 Colas convencionales</b> .....	26
<b>2.5.1.1.1.1 Cola clásica</b> .....	26
<b>2.5.1.1.1.2 Cola alta o T</b> .....	26
<b>2.5.1.1.1.3 Cola cruciforme</b> .....	26
<b>2.5.1.1.2 Colas especiales</b> .....	27
<b>2.5.1.1.2.1 Cola en V</b> .....	27
<b>2.5.1.1.2.2 Cola en H</b> .....	27
<b>2.5.1.1.2.3 Cola de doble fuselaje</b> .....	28
<b>2.5.1.1.2.4 Cola en Y</b> .....	28
<b>2.5.1.1.2.5 Cola doble</b> .....	28
<b>2.5.3 Componentes estructurales de una aeronave</b> .....	29
<b>2.5.3.1 La madera</b> .....	29
<b>2.5.3.2 El acero</b> .....	30
<b>2.5.3.3 El aluminio</b> .....	31

<b>2.5.3.4</b> Aleación de Titanio .....	33
<b>2.5.3.5</b> Aleación de magnesio .....	34
<b>2.5.3.6</b> Materiales compuestos.....	34
<b>2.5.3.7</b> Estructura sándwich .....	35
<b>2.6</b> Seguridad en mantenimiento de aeronaves .....	36

## CAPÍTULO III

### IMPLEMENTACIÓN

<b>3.1</b>	Preliminares .....	43
<b>3.2</b>	Planteamiento y estudio de alternativas .....	43
<b>3.3</b>	Análisis de herramientas y elementos utilizados en el desmontaje del Estabilizador vertical .....	44
<b>3.3.1</b>	Herramientas.....	44
<b>3.3.2</b>	Descripción .....	49
<b>3.3.3</b>	Componentes.....	50
<b>3.3.3.1</b>	Borde de ataque.....	50
<b>3.3.3.2</b>	Punta del estabilizador vertical .....	51
<b>3.3.3.3</b>	Largueros .....	52
<b>3.3.3.4</b>	Costillas .....	54
<b>3.3.3.5</b>	Larguerillos.....	54
<b>3.3.3.6</b>	Piel .....	54
<b>3.3.3.7</b>	Aleta dorsal .....	55
<b>3.4</b>	Desmontaje del estabilizador vertical .....	56
<b>3.5</b>	Análisis económico .....	64
<b>3.5.1</b>	Recursos.....	65
<b>3.5.2</b>	Presupuesto .....	65
<b>3.5.3</b>	Costos primarios .....	66

<b>3.6.4 Costos secundarios.....</b>	<b>67</b>
<b>3.6.5 Costo total del proyecto.....</b>	<b>67</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>4.1 Conclusiones .....</b>	<b>68</b>
<b>4.2 Recomendaciones .....</b>	<b>69</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>70</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>72</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Avión Fairchild.....	05
<b>Figura 2.2:</b> Vuelo crucero del avión Fairchild.....	06
<b>Figura 2.3:</b> Avión Fairchild FH-227 B .....	08
<b>Figura 2.4:</b> Avión Fairchild FH-227 C .....	08
<b>Figura 2.5:</b> Avión Fairchild FH-227 D .....	09
<b>Figura 2.6:</b> Avión Fairchild FH-227 E .....	09
<b>Figura 2.7:</b> Dimensiones del Avión Fairchild FH-227 .....	12
<b>Figura 2.8:</b> Dimensiones del Avión Fairchild FH-227 .....	13
<b>Figura 2.9:</b> Ejes del avión y movimientos sobre ellos .....	16
<b>Figura 2.10:</b> alerones y mandos de control .....	17
<b>Figura 2.11:</b> Funcionamiento de los alerones .....	18
<b>Figura 2.12:</b> Timón de profundidad o elevadores y mando de control .....	18
<b>Figura 2.13:</b> Funcionamiento de los elevadores .....	19
<b>Figura 2.14:</b> Timón de dirección y pedales de control .....	20
<b>Figura 2.15:</b> Funcionamiento del timón de control .....	20
<b>Figura 2.16:</b> Flaps y ángulos de extensión .....	22
<b>Figura 2.17:</b> Slats .....	23
<b>Figura 2.18:</b> Spoilers o aerofrenos .....	24
<b>Figura 2.19:</b> Estabilizador vertical y horizontal de un avión Fairchild .....	25
<b>Figura 2.20:</b> Colas convencionales .....	27
<b>Figura 2.21:</b> Cola en V .....	27
<b>Figura 2.22:</b> Cola en H, cola doble fuselaje, doble cola, cola en Y .....	28
<b>Figura 2.23:</b> Estructura típica de madera y tela .....	29

<b>Figura 2.24:</b> De Havilland Mosquito .....	30
<b>Figura 2.25:</b> Fuselaje sin recubrimiento de un Fokker DVII, fuselaje en tubo de acero y ala en madera, recubrimiento de tela. ....	30
<b>Figura 2.26:</b> Avión en que se utiliza aleación de titanio .....	33
<b>Figura 2.27:</b> Materiales compuestos .....	35
<b>Figura 2.28:</b> Estructura sándwich .....	35
<b>Figura 2.29:</b> Estructura sándwich .....	36
<b>Figura 2.30:</b> Mantenimiento de aeronaves .....	37
<b>Figura 2.31:</b> Comunicación para evitar accidentes .....	37
<b>Figura 2.32:</b> Señales alrededor de la aeronave.....	38
<b>Figura 2.33:</b> Con hélices y chequeo F.O.D.....	39
<b>Figura 2.34:</b> Cuidado con uso de escaleras .....	39
<b>Figura 2.35:</b> Sustancias químicas usadas en aviación .....	40
<b>Figura 2.36:</b> Herramientas eléctricas y posiciones ergonómicas. ....	41
<b>Figura 2.37:</b> Equipos de protección personal .....	42
<b>Figura 3.1:</b> Partes de un destornillador.....	44
<b>Figura 3.2:</b> Punta tipo Phillips.....	45
<b>Figura 3.3:</b> Berbiquí.....	45
<b>Figura 3.4:</b> Diagonales, pinza y alicate.....	45
<b>Figura 3.5:</b> Tuercas con pasadores.....	46
<b>Figura 3.6:</b> Juego de llaves .....	46
<b>Figura 3.7:</b> Juego de copas .....	47
<b>Figura 3.8:</b> Martillo de goma.....	47
<b>Figura 3.9:</b> W-40 .....	48
<b>Figura 3.10:</b> Taladro neumático.....	48
<b>Figura 3.11:</b> Brocas.....	49

<b>Figura 3.12:</b> Estabilizador vertical del avión Fairchild HC-BHD .....	50
<b>Figura 3.13:</b> Punta del estabilizador vertical .....	51
<b>Figura 3.15:</b> Desmontaje del estabilizador vertical .....	53
<b>Figura 3.16:</b> Carenajes y aleta dorsal.....	55
<b>Figura. 3.17:</b> Empenaje del avión Fairchild .....	56
<b>Figura 3.18:</b> Remoción de tornillos .....	57
<b>Figura 3.19:</b> Remoción de la luz anticollisión .....	58
<b>Figura 3.20:</b> Acceso en la cola del avión .....	59
<b>Figura 3.21:</b> Acceso controlador del rudder .....	59
<b>Figura3.22:</b> Tornillos .....	60
<b>Figura 3.23:</b> Cañerías de succión, presión y distribuidor de la válvula solenoide .....	60
<b>Figura 3.24:</b> Puntos de sujeción de la eslinga con el estabilizador vertical.....	62
<b>Figura 3.25:</b> Elevación del estabilizador vertical.....	63
<b>Figura 3.26:</b> Pernos de sujeción del estabilizador vertical.....	63
<b>Figura 3.27:</b> Remoción de los pernos de sujeción del estabilizador vertical ...	63
<b>Figura 3.28:</b> Desmontaje del estabilizador vertical .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 3.1:</b> Talento humano .....	65
<b>TABLA 3.2:</b> Costos de equipos .....	66
<b>TABLA 3.3:</b> Costos de herramientas y materiales utilizados .....	66
<b>TABLA 3.4:</b> Gastos secundarios .....	67
<b>TABLA 3.5:</b> Costos totales .....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A** Anteproyecto.

**ANEXO B** Fotos desmontaje del avión Fairchild Fh-227.

**ANEXO C** Desmontaje del estabilizador vertical manual de mantenimiento.

**HOJA DE VIDA DEL GRADUADO.**

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.**

**CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.**

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES:**

Los avances científicos así como el continuo adelanto de las cátedras que presentan los distintos Institutos y universidades, ha contribuido que estos establecimientos incluyan con el pasar de los tiempos nuevas técnicas de aprendizaje, con el único fin de contribuir los conocimientos, habilidades, ideas o experiencias a cada uno de los estudiantes empleados para su vida profesional.

Una de estas tácticas que se ha impartido en los últimos tiempos en el campo académico es lo teórico práctico, no solo por los avances que éste presta sino también por las características brindadas de poder estar en práctica con un verdadero avión escuela los mismos que nos instruye a través de los diferentes procesos, destrezas y pasos para comprender en una secuencia lógica todos los elementos que el estudiante está tratando de aprender.

Es decir esta herramienta de aprendizaje es con la finalidad de ayudar a las personas en la instrucción de nuevas habilidades mediante un paso a paso, dicho proceso garantizará al aprendiz una comprensión óptima y clara de lo que se está realizando en un avión.

Por efecto a la aeronave se los ha dividido entre números de capítulos de ATA de la aviación, los cuales proveen un nivel común de referencia para toda la documentación de aviones comerciales. Esta coincidencia permite una mayor facilidad de aprendizaje y la comprensión de los pilotos, técnicos e ingenieros y todo el personal que se involucra en esta rama. El estándar de sistema de numeración es controlado y publicado por la

Asociación de Transporte Aéreo. Es así que el ATA correspondiente a estabilizadores , es el número **55** lo cual respalda sin ninguna duda el presente trabajo, el mismo que ofrece un enfoque gradual para el aprendizaje, que pueden ser de gran ayuda a quienes se involucran en este campo tan hermoso como es la aviación.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Muchos establecimientos educativos alrededor del mundo optan por enseñar de una forma menos conceptual y más práctica para así lograr de una mejor manera que los estudiantes logren captar lo que les están impartiendo en las aulas de clase, es así que las instituciones han optado por crear nuevas técnicas de enseñanza, es así que la aviación llevándolo de una manera teórico practica ha sido de gran importancia para que los estudiantes desarrollen su conocimiento teórico en un desarrollo muy práctico y más si se realizan trabajos de desmontaje de los diferentes componentes como una práctica tutorial ordinaria de clases.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no podría dejar a un lado la importancia que tiene el desmontaje de un estabilizador vertical, por las prestaciones, características y funciones que este brinda a todos sus usuarios.

Este a su vez muestra una serie de pasos, a seguir en un formato fácil y sencillo, que deberá seguir paso a paso para así lograr un buen desarrollo del mismo, para no tener ningún tipo de confusión y generar un gran entendimiento del trabajo a realizar.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.4 Objetivo General**

- Realizar el desmontaje del estabilizador vertical el mismo que ayudará al traslado de la aeronave Fairchild Fh-227 HC-BHD a la ciudad de Latacunga desde el Ala de Transporte No11, cuyo fin es tener un avión escuela y contribuir con capacitación del alumnado del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **1.5 Objetivos Específicos**

- Extraer información acerca del avión Fairchild Fh-227 en general.
- Recopilar información acerca del estabilizador vertical.
- Determinar las partes y funciones del estabilizar vertical.
- Buscar información para el desmontaje del estabilizador vertical.
- Traducir la información acerca del desmontaje del estabilizador vertical disponible en manuales, libros y páginas Web del internet.
- Organizar la información según su importancia.
- Determinar el uso de herramientas especiales.
- Desmontar el estabilizador vertical.

## **1.6 ALCANCE**

El desmontaje del estabilizador vertical del avión Fairchild Fh-227 HC-BHD tiene como propósito principal el traslado de la aeronave desde el ala de transporte No11 hasta la ciudad de Latacunga al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ya que esta contribuirá para los estudiantes del instituto puedan formarse como futuros tecnólogos.

Este trabajo incluye el proceso a seguir para el desmontaje del estabilizador vertical, los cuidados, herramientas y ayudas externas que serán necesarias para realizar este trabajo, que se realizarán de una forma eficaz, eficiente, técnica y segura, evitando incidentes o accidentes del personal aerotécnico que estudia en nuestra institución logrando un máximo desempeño y aprovechamiento del mismo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 AVIÓN FAIRCHILD

**2.1.1 Historia**<sup>1</sup> Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra remplazar el DC-3. En un principio Fairchild logra obtener la licencia de fabricación de los aviones de entrenamiento Fokker S.11, S.12 y S.14. El 26 de abril de 1956 Fairchild llega a un acuerdo con Fokker para construir bajo licencia el Fokker F27, por entonces en desarrollo en Holanda y se decide la construcción de la fábrica en Hagerstown, Maryland. El primer pedido americano por los aviones producidos por Fairchild no tarda en llegar: en abril de mismo año se recibe una orden inicial de la aerolínea West Coast Airlines por cuatro aviones, a la que les siguieron en mayo un nuevo pedido de Bonanza Airlines de tres unidades y en junio siete más para Piedmont Airlines. El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie.



**Figura 2.1:** avión Fairchild

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n>

---

<sup>1</sup> AIR International, Vol 44 No.5 mayo de 1993, Stanford, Lincestershire PE9 1XQ, UK

Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses:

F.27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild.

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F (un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y remotizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

**2.1.2 Desarrollo<sup>2</sup>** En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F-27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart.

Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarán FH-227.



**Figura 2.2:** vuelo crucero del avión Fairchild Fh-227.

**Fuente:** <http://fausim.foroactivo.net/t201-encuesta-sobre-aviones-de-transporte-fau>

---

<sup>2</sup> Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lincs, PE9 1XQ, UK

Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovales por lado, comparados a las diez de los F.27. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión.

El primer avión realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a principios de julio se entrega el primer ejemplar a la Mohawk Airlines . Esta compañía había seguido con mucho detalle todo el desarrollo y producción de sus aviones, teniendo permanentemente un representante técnico en la fábrica de Hagerstown. Piedmont Airlines recibirá su primer avión el 15 de marzo de 1967.

### **2.1.3 Versiones<sup>3</sup>**

#### **FH-227**

Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv. Estos motores tenían una reducción gear de 0.093:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lbs).

---

<sup>3</sup>Alle Propeller Verkehrs Flugzeuge seit 1945, Air Gallery Edition, 1999, ISBN 3-9805934-1-X

## FH-227B

Versión reforzada de mayor peso, pedida por Piedmont Airlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan Dart Mk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro. El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 lbs).



**Figura 2.3:** avión Fairchild Fh-227 B.

**Fuente:** <http://loudandclearisnotenought.blogspot.com/2010/10/lv-mgw-fairchild-friendship-fh-227b-cn.html>

## FH-227C

Básicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B. Mismo peso máximo al despegue y motorización.



**Figura 2.4:** avión Fairchild Fh-227 C.

**Fuente:** <http://travelerdrawer.blogspot.com/2011/05/britt-airlines-usa-rolls-royce-powered.html>

## FH-227D

Versión pasajeros-carga convertible. Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y reduction gear de 0.093:1. Peso máximo al despegue de 20.640 kg (45.500 lbs).



**Figura 2.5:** avión Fairchild Fh-227 D.

**Fuente:** <http://www.pilotoviejo.com/memoriaseaantartida.htm>

## FH-227E

FH-227C modificado en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv. Peso máximo al despegue de 19.730 kg (43.500 lbs).



**Figura 2.6:** avión Fairchild Fh-227 E.

**Fuente:** <http://www.pilotoviejo.com/memoriaseaantartida.htm>

## 2.1.4 Producción<sup>4</sup>

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227. Muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser por ejemplo, convertidos de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores. Pero en términos generales y tomando en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

**FH-227** 33 aviones

**FH-227B** 37 aviones

**FH-227D** 8 aviones

Seis aviones fueron convertidos en FH-227E, incluyendo el C/N 501 originalmente el avión FH-227 demostrador de Fairchild Hiller, vendido después a la Mobil Oil donde volará con el registro N2657. Otros aviones serán modificados por Fairchild Hiller a lo largo de su vida útil en LCD, es decir con la gran compuerta de carga del lado izquierdo, en ese caso un FH-227E sería entonces un FH-227E LCD. Gran parte de los aviones serán modificados en LCD tipos hacia el fin de su vida activa.

De la serie final de ocho FH-227D, cinco aviones fueron construidos como FH-227D LCD, los tres aviones restantes construidos para diferentes organismos de México carecían de la gran compuerta de carga. De los cinco FH-227D LCD, dos fueron adquiridos por la Fuerza Aérea Uruguaya, los C/N 571 y C/N 572 recibiendo las matriculaciones FAU-570 y FAU-571. El FAU-571 entregado en 1968, fue perdido en un trágico accidente en los Andes el 13 de octubre de 1972, lo que lleva a la FAU a

---

<sup>4</sup> Department of Transportation, FAA Type Certificate data Sheet No.7AI, 13 de mayo de 1992

pedir a Fairchild un avión adicional, recibiendo entonces el FH-227D LCD C/N 574 que volará bajo la matriculación FAU-572.

Los otros dos FH-227D LCD(C/N 573 y C/N 575) fueron operados inicialmente por la "American Jet Industries" y la Texas Petroleum .

El avión de producción final, el FH-227D C/N 578 tuvo como último operador la Armada de México, donde volaba bajo la registración MT-216.

### 2.1.5 Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller FH-227<sup>5</sup>

- **Tipo:** Transporte civil

#### Dimensiones

- **Longitud:** 25,50 m
- **Envergadura alar:** 29 m
- **Altura:** 8,41 m

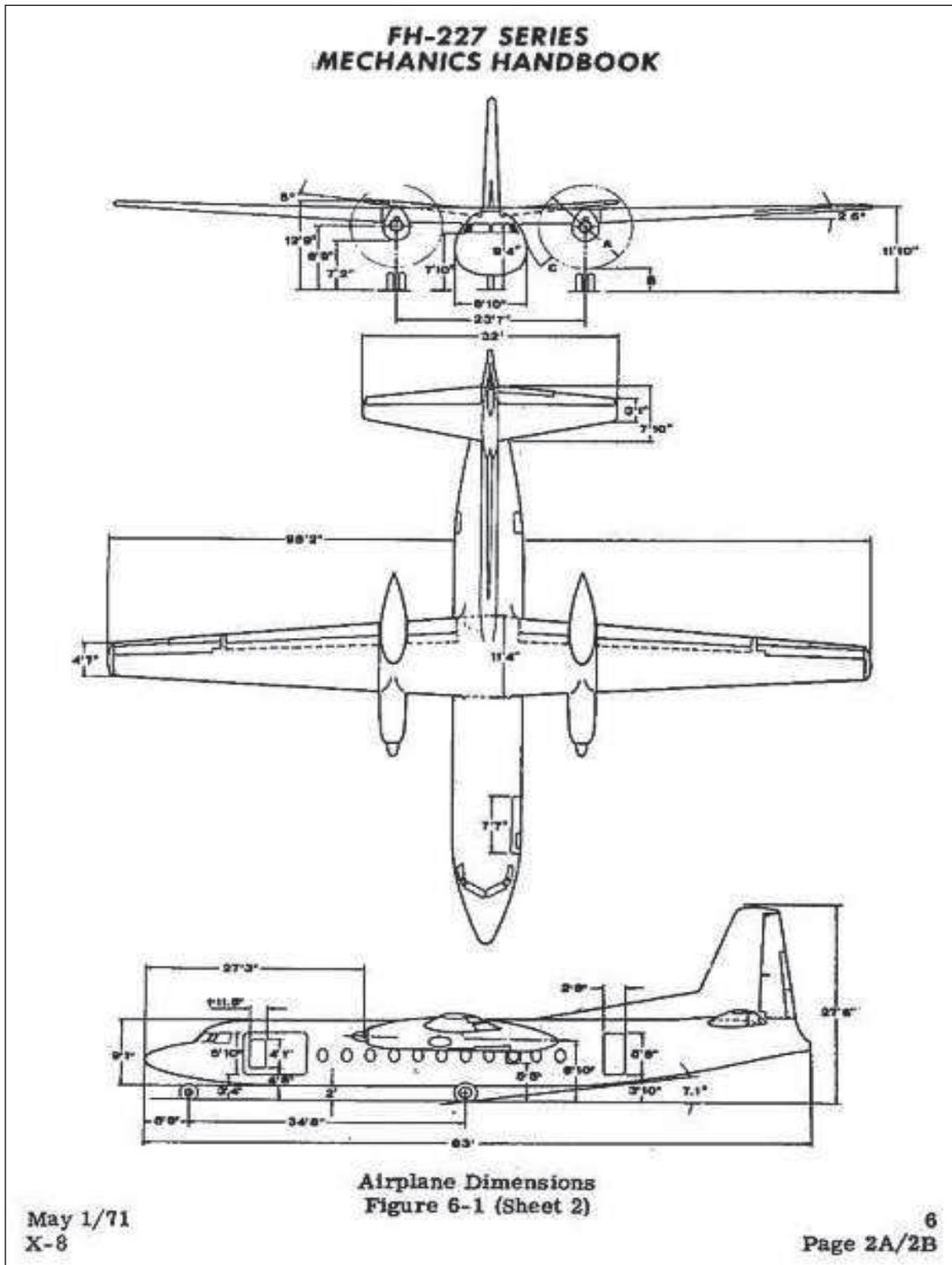
#### Pesos

- **Máximo al despegue(MTOW):** 20.640 kg (45.500 lbs)
- **Máximo al aterrizaje(MLW):** 20.410 kg (45.000 lbs)
- **Vacío(ZFW):** 18.600 kg (41.000 lbs)
- **Planta motriz:** 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.
- **Hélices:** dos de tipo Rotor de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido era de 16.500 rpm y funcionaban en 4

---

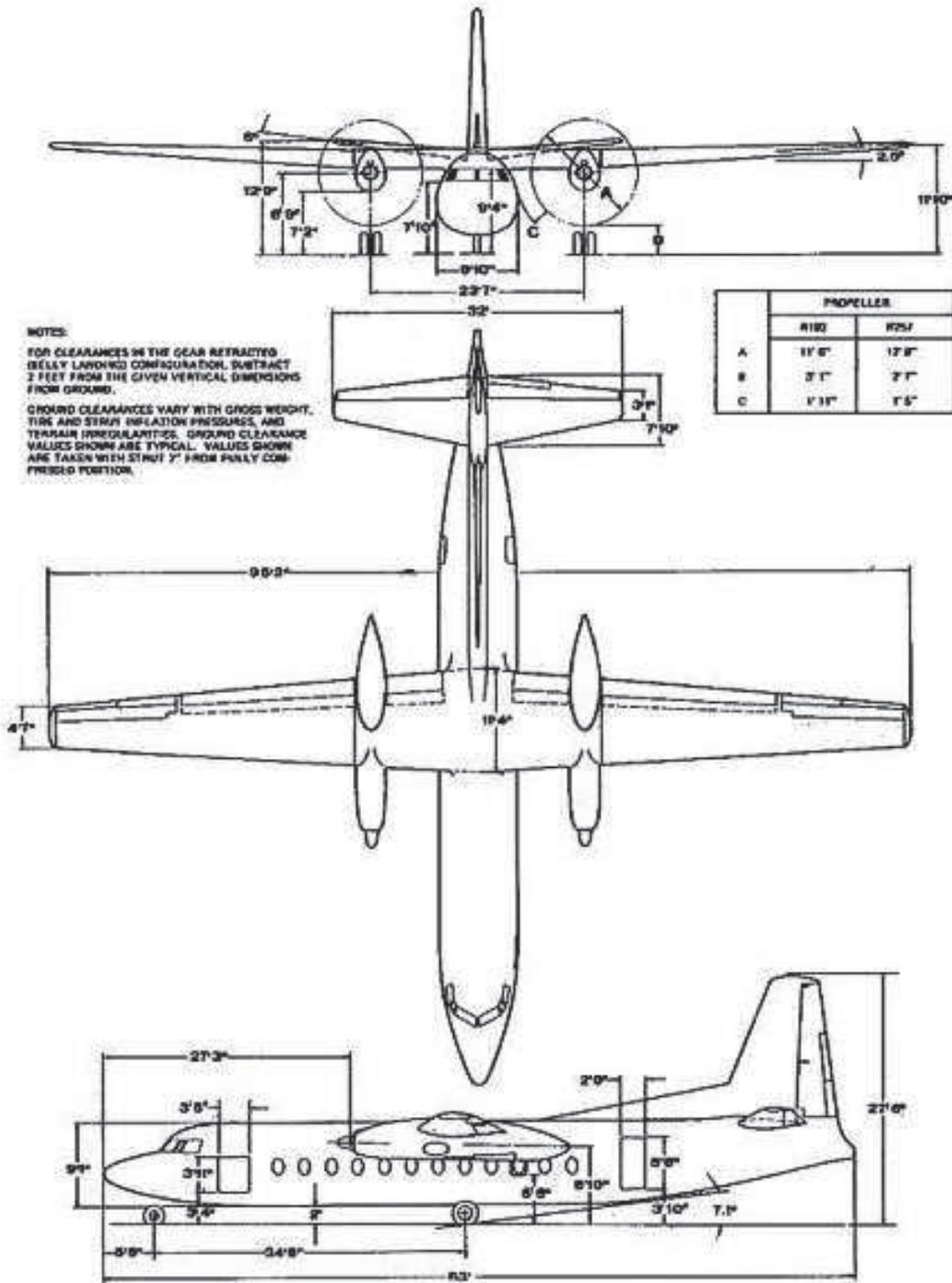
<sup>5</sup> Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 - pag. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983  
ISBN 84-85822-65-X

posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.



**Figura 2.7:** Dimensiones del avión Fairchild  
Fuente: <http://fh227.rwy34.com/>

## FH-227 SERIES MECHANICS HANDBOOK



**Airplane Dimensions  
Figure 6-1 (Sheet 1)**

Figura 2.8: Dimensiones del avión Fairchild  
Fuente: <http://fh227.rwy34.com/>

### 2.1.6 Prestaciones

- **Velocidad máxima(Vne):** 259 kts (478 km/h)
- **Velocidad de crucero:** 220 kts (407 km/h)
- **Velocidad máxima de operación(Vmo):** 227 kts( 420 km/h) a 19.000 ft
- **Velocidad de extracción de flaps(Vfe):** 140 kts (259 kph)
- **Velocidad de operación del tren de aterrizaje:**170 kts (314 km/h)
- **Velocidad mínima de control:** 90 kts (166 kph) (sin tren ni flaps abajo)
- **Velocidad mínima de control:** 85 kts (157 kph) (todo abajo, dependiendo peso)
- **Flaps:** 7 posiciones
- **Combustible:** 5.150 l (1.364 galones)
- **Consumo:** 202 gal/hora
- **Máxima autonomía:** 2.661 km (1.437 nm)
- **Techo de servicio:** 8.535 m
- **Tripulación:** 2
- **Pasajeros:** 48 a 52
- **Carga útil:** 6.180 kg(13.626 lbs)
- **Producción:** de 1966 a 1972 (cierre de la producción)
- **Ejemplares producidos:** 78

### 2.2 Superficies de mando y control<sup>6</sup>

Son las superficies móviles situadas en las alas y en los empenajes de cola, las cuales respondiendo a los movimientos de los mandos existentes en la cabina provocan el movimiento del avión sobre cualquiera de sus ejes (transversal, longitudinal y vertical). También entran en este grupo otras superficies secundarias, cuya función es la de proporcionar mejoras

---

<sup>6</sup> <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html>

adicionales relacionadas generalmente con la sustentación (flaps, slats, aerofrenos.)

Además de que un avión vuele, es necesario que este vuelo se efectúe bajo control del piloto; que el avión se mueva respondiendo a sus órdenes. Los primeros pioneros de la aviación estaban tan preocupados por elevar sus artilugios que no prestaban mucha atención a este hecho; por suerte para ellos nunca estuvieron suficientemente altos y rápidos como para provocar o provocarse males mayores.

Las superficies de mando y control modifican la aerodinámica del avión provocando un desequilibrio de fuerzas, una o más de ellas cambian de magnitud. Este desequilibrio, es lo que hace que el avión se mueva sobre uno o más de sus ejes, incremente la sustentación, o aumente la resistencia.

### **2.2.1 Ejes del avión**

Se trata de rectas imaginarias e ideales trazadas sobre el avión. Su denominación y los movimientos que se realizan alrededor de ellos son los siguientes:

#### **2.2.2 Eje longitudinal**

Es el eje imaginario que va desde la nariz hasta la cola del avión. El movimiento alrededor de este eje (levantar un ala bajando la otra) se denomina alabeo (en inglés "roll"). También se le denomina eje de alabeo, nombre que parece más lógico pues cuando se hace referencia a la estabilidad sobre este eje, es menos confuso hablar de estabilidad de alabeo que de estabilidad "transversal".

#### **2.2.3 Eje transversal o Lateral**

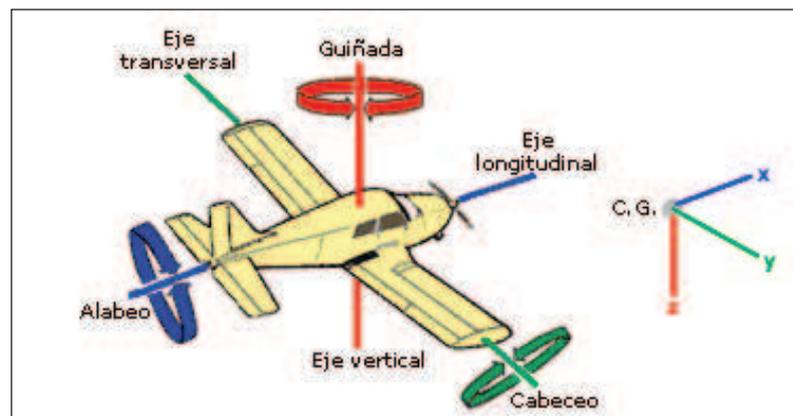
Eje imaginario que va desde el extremo de un ala al extremo de la otra. El movimiento alrededor de este eje (nariz arriba o nariz abajo) se denomina

cabeceo ("pitch" en ingles). También denominado eje de cabeceo, por las mismas razones que en el caso anterior.

#### 2.2.4 Eje vertical

Eje imaginario que atraviesa el centro del avión. El movimiento en torno a este eje (nariz virando a la izquierda o la derecha) se llama guiñada ("yaw" en ingles). Denominado igualmente eje de guiñada.

En un sistema de coordenadas cartesianas, el eje longitudinal o de alabeo sería el eje "x"; el eje transversal o eje de cabeceo sería el eje "y", y el eje vertical o eje de guiñada sería el eje "z". El origen de coordenadas de este sistema de ejes es el centro de gravedad del avión.



**Figura 2.9:** Ejes del Avión y movimientos sobre ellos  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

### 2.3 Superficies Primarias

Son superficies aerodinámicas movibles que, accionadas por el piloto a través de los mandos de la cabina, modifican la aerodinámica del avión provocando el desplazamiento de este sobre sus ejes y de esta manera el seguimiento de la trayectoria de vuelo deseada.

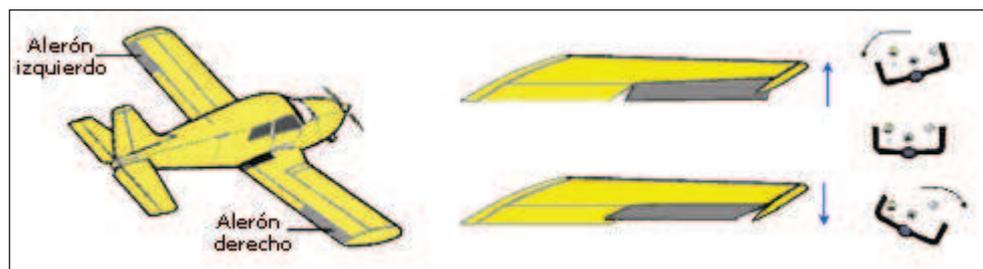
Las superficies de control son tres: alerones, timón de profundidad y timón de dirección. El movimiento en torno a cada eje se controla mediante una de estas tres superficies. La diferencia entre un piloto y un conductor de aviones es el uso adecuado de los controles para lograr un movimiento

coordinado. Veamos cuales son las superficies de control, como funcionan, y como las acciona el piloto.

### 2.3.1 Alerones

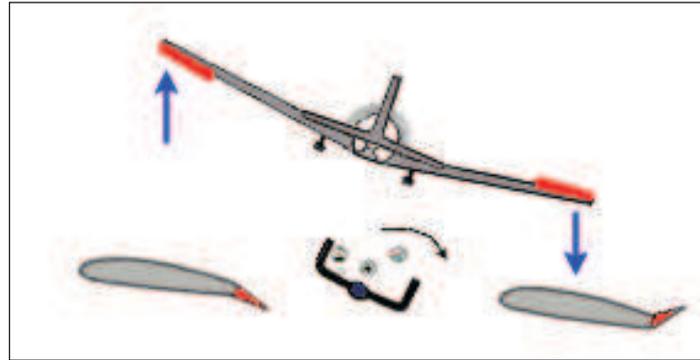
Palabra de origen latino que significa "ala pequeña", son unas superficies móviles, situadas en la parte posterior del extremo de cada ala, cuyo accionamiento provoca el movimiento de alabeo del avión sobre su eje longitudinal. Su ubicación en el extremo del ala se debe a que en esta parte es mayor el par de fuerza ejercido.

El piloto acciona los alerones girando el volante de control ("cabrilla") a la izquierda o la derecha, o en algunos aviones moviendo la palanca de mando a la izquierda o la derecha.



**Figura 2.10:** Alerones y mando de control.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

Los alerones tienen un movimiento asimétrico. Al girar el volante hacia un lado, el alerón del ala de ese lado sube y el del ala contraria baja, ambos en un ángulo de deflexión proporcional a la cantidad de giro dado al volante. El alerón arriba en el ala hacia donde se mueve el volante implica menor curvatura en esa parte del ala y por tanto menor sustentación, lo cual provoca que esa ala baje; el alerón abajo del ala contraria supone mayor curvatura y sustentación lo que hace que esa ala suba. Esta combinación de efectos contrarios es lo que produce el movimiento de alabeo hacia el ala que desciende.



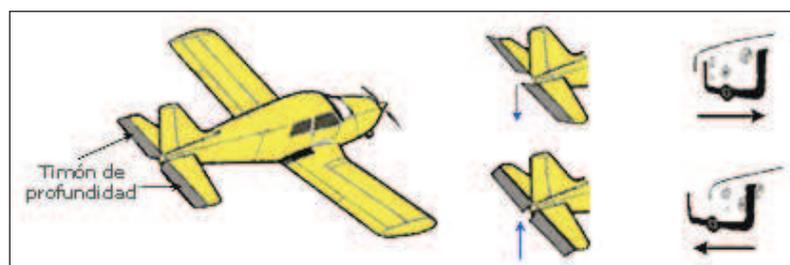
**Figura 2.11:** Funcionamiento de los alerones.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

### 2.3.2 Timón de profundidad o elevadores

Es la superficie o superficies móviles situadas en la parte posterior del empenaje horizontal de la cola del avión. Aunque su nombre podría sugerir que se encarga de hacer elevarse o descender al avión, en realidad su accionamiento provoca el movimiento de cabeceo del avión (nariz arriba o nariz abajo) sobre su eje transversal. Obviamente, el movimiento de cabeceo del avión provoca la modificación del ángulo de ataque; es decir que el mando de control del timón de profundidad controla el ángulo de ataque.

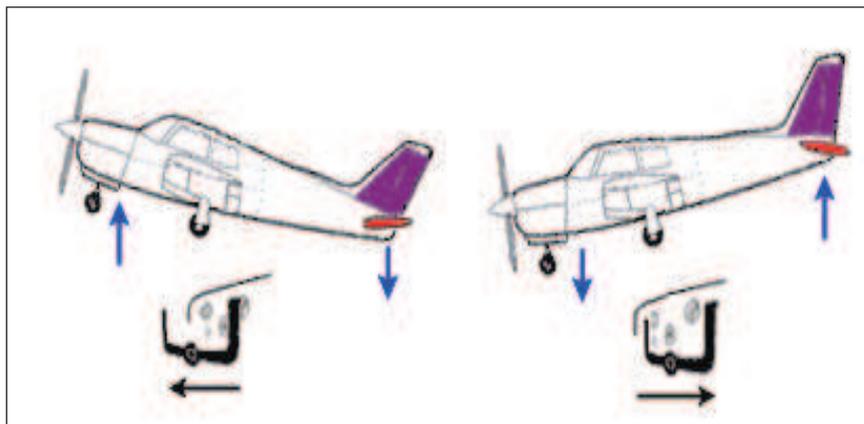
En algunos aviones, el empenaje horizontal de cola es de una pieza haciendo las funciones de estabilizador horizontal y de timón de profundidad.

El timón de profundidad es accionado por el piloto empujando o tirando del volante o la palanca de control, y suele tener una deflexión máxima de 40° hacia arriba y 20° hacia abajo.



**Figura 2.12:** Timón de profundidad o elevadores y mando de control.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

Al tirar del volante de control, esta superficie sube mientras que al empujarlo baja en algunos aviones se mueve la totalidad del empenaje horizontal. El timón arriba produce menor sustentación en la cola, con lo cual esta baja y por tanto la nariz sube (mayor ángulo de ataque). El timón abajo aumenta la sustentación en la cola, esta sube y por tanto la nariz baja (menor ángulo de ataque). De esta manera se produce el movimiento de cabeceo del avión y por extensión la modificación del ángulo de ataque.

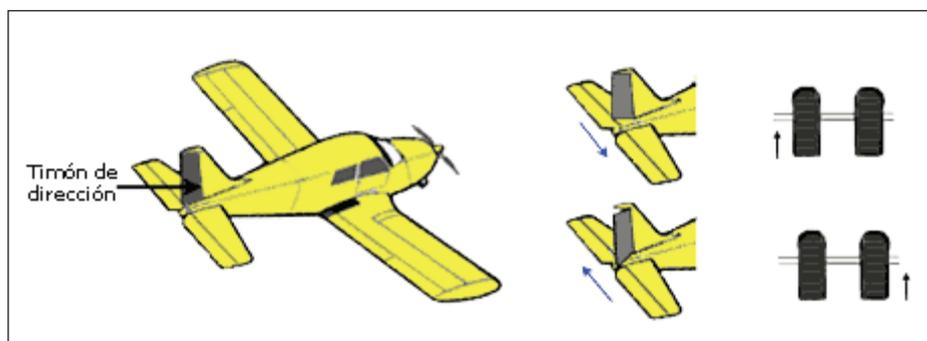


**Figura 2.13:** Funcionamiento de los elevadores.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

### 2.3.3 Timón de dirección

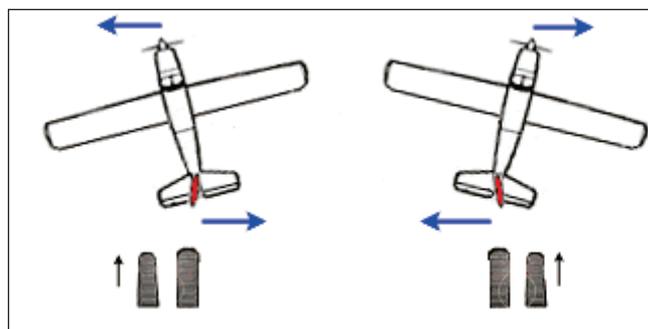
la superficie móvil montada en la parte posterior del empenaje vertical de la cola del avión. Su movimiento provoca el movimiento de guiñada del avión sobre su eje vertical, sin embargo ello no hace virar el aparato, sino que se suele utilizar para equilibrar las fuerzas en los virajes o para centrar el avión en la trayectoria deseada. Suele tener una deflexión máxima de 30° a cada lado.

Esta superficie se maneja mediante unos pedales situados en el suelo de la cabina.



**Figura 2.14:** Timón de dirección y pedales de control.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

Al pisar el pedal derecho, el timón de dirección gira hacia la derecha, provocando una reacción aerodinámica en la cola que hace que esta gire a la izquierda, y por tanto el morro del avión gire (guiñada) hacia la derecha. Al pisar el pedal izquierdo, sucede lo contrario: timón a la izquierda, cola a la derecha y nariz a la izquierda.



**Figura 2.15:** Funcionamiento del timón de control.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

### 2.3.4 El manejo de los mandos de control

- Alabeo a la derecha -> volante a la derecha.
- Alabeo a la izquierda -> volante a la izquierda.
- Nariz abajo (menor ángulo de ataque) -> empujar el volante.
- Nariz arriba (mayor ángulo de ataque) -> tirar del volante.
- Guiñada a la derecha -> pedal derecho.
- Guiñada a la izquierda -> pedal izquierdo.

Al basarse los mandos de control en principios aerodinámicos, es obvio que su efectividad será menor a bajas velocidades que a altas velocidades. Es conveniente tener esto en cuenta en maniobras efectuadas con baja velocidad.

El que las superficies de control estén lo más alejadas posible del Centro de Gravedad del avión no es casualidad, sino que debido a esta disposición su funcionamiento es más efectivo con menor movimiento de la superficie y menos esfuerzo.

### **2.3.5 Compensadores**

El piloto consigue la actitud de vuelo deseada mediante los mandos que actúan sobre las superficies de control, lo cual requiere un esfuerzo físico por su parte; imaginemos un vuelo de un par de horas sujetando los mandos y presionando los pedales para mantener el avión en la posición deseada.

Para evitar este esfuerzo físico continuado, que podría provocar fatiga y falta de atención del piloto, con el consiguiente riesgo, el avión dispone de compensadores. Estos son unos mecanismos, que permiten que las superficies de control se mantengan en una posición fijada por el piloto, liberándole de una atención continuada a esta tarea.

Aunque no todos los aviones disponen de todos ellos, los compensadores se denominan según la función o superficie a la que se aplican: de dirección, de alabeo, o de profundidad.

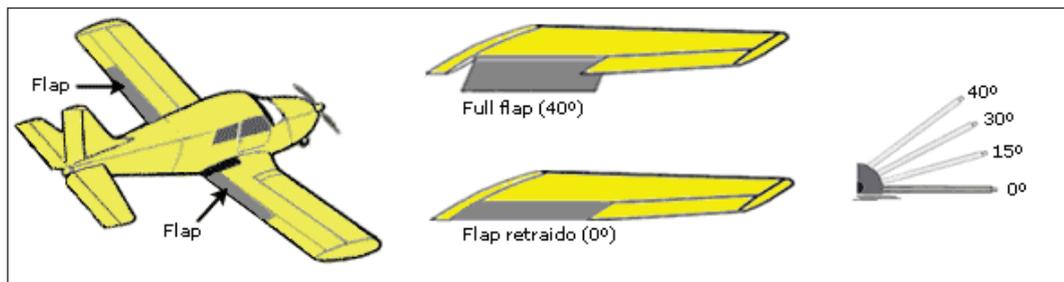
### **2.4 Superficies secundarias**

Es posible disminuir la velocidad mínima que sostiene a un avión en vuelo mediante el control de la capa límite, modificando la curvatura del perfil, o aumentando la superficie alar. Las superficies que realizan una o más de estas funciones se denominan superficies hipersustentadoras.

Las superficies primarias nos permiten mantener el control de la trayectoria del avión, las secundarias se utilizan en general para modificar la sustentación del avión y hacer más fáciles muchas maniobras. Las superficies secundarias son: flaps, slats y spoilers o aerofrenos.

### 2.4.1 Flaps

Los flaps son dispositivos hipersustentadores, cuya función es la de aumentar la sustentación del avión cuando este vuela a velocidades inferiores a aquellas para las cuales se ha diseñado el ala. Situados en la parte interior trasera de las alas, se deflectan hacia abajo de forma simétrica (ambos a la vez), en uno o más ángulos, con lo cual cambian la curvatura del perfil del ala (más pronunciada en el extradós y menos pronunciada en el intradós), la superficie alar (en algunos tipos de flap) y el ángulo de incidencia, todo lo cual aumenta la sustentación (y también la resistencia).



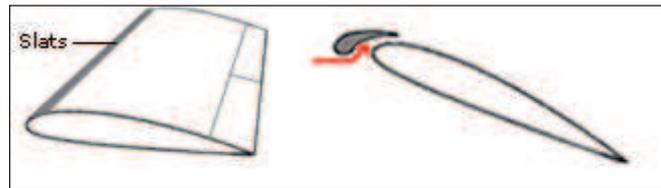
**Figura 2.16:** Flaps y ángulos de extensión.  
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>.

Se accionan desde la cabina, bien por una palanca, por un sistema eléctrico, o cualquier otro sistema, con varios grados de calaje (10°, 15°, etc...) correspondientes a distintas posiciones de la palanca o interruptor eléctrico, y no se bajan o suben en todo su calaje de una vez, sino gradualmente. En general, deflexiones de flaps de hasta unos 15° aumentan la sustentación con poca resistencia adicional, pero deflexiones mayores incrementan la resistencia en mayor proporción que la sustentación.

### 2.4.2 Slats

Son superficies hipersustentadoras que actúan de modo similar a los flaps. Situadas en la parte anterior del ala, al deflectarse canalizan hacia el extradós una corriente de aire de alta velocidad que aumenta la sustentación permitiendo alcanzar mayores ángulos de ataque sin entrar en pérdida.

Se emplean generalmente en grandes aviones para aumentar la sustentación en operaciones a baja velocidad (aterrizajes y despegues), aunque también hay modelos de aeroplanos ligeros que disponen de ellos.



**Figura 2.17:** Slats.

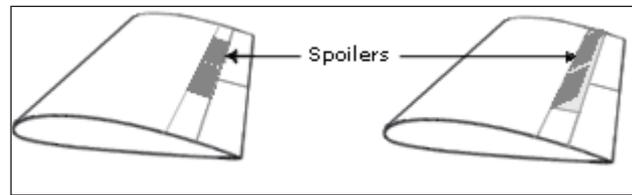
**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>

En muchos casos su despliegue y repliegue se realiza de forma automática; mientras la presión ejercida sobre ellos es suficiente los slats permanecen retraídos, pero cuando esta presión disminuye hasta un determinado nivel (cerca de la velocidad de pérdida) los slats se despliegan de forma automática. Debido al súbito incremento o disminución (según se extiendan o replieguen) de la sustentación en velocidades cercanas a la pérdida, debemos extremar la atención cuando se vuela a velocidades bajas en aviones con este tipo de dispositivo.

### 2.4.3 Spoilers o aerofrenos

Al contrario que los anteriores, el objetivo de esta superficie es disminuir la sustentación del avión. Se emplean sobre todo en reactores que desarrollan altas velocidades y sirven para frenar el avión en vuelo, perder velocidad y facilitar el aterrizaje, ayudar a frenar en tierra, y en algunos

aviones como complemento de los alerones para el control lateral y los virajes en vuelo.



**Figura 2.18:** Spoilers o aerofrenos.

**Fuente:** <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>

Las superficies secundarias (flaps, slats, spoilers) siempre funcionan en pareja y de forma simétrica, es decir el accionamiento del mando correspondiente provoca el mismo movimiento (abajo o arriba) de las superficies en las dos alas (excepto en los movimientos de los spoilers complementando a los alerones).

Al afectar a la sustentación, a la forma del perfil, y a la superficie alar, el que funcione una superficie y no su simétrica puede suponer un grave inconveniente. Asimismo, tienen un límite de velocidad, pasada la cual no deben accionarse so pena de provocar daños estructurales.

## 2.5 Estabilizadores

### 2.5.1 Estabilizador vertical<sup>7</sup>

Es una aleta que se encuentran en posición vertical en la parte trasera del fuselaje (generalmente en la parte superior). Su número y forma deben ser determinadas por cálculos aeronáuticos según los requerimientos aerodinámicos y de diseño, que le brinda estabilidad al avión. En éste se encuentra una superficie de control muy importante, el timón de dirección, con el cual se tiene controlado el curso del vuelo mediante el movimiento hacia un lado u otro de esta superficie, girando hacia el lado determinado

---

<sup>7</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n>

sobre su propio eje debido a efectos aerodinámicos. Este efecto se denomina movimiento de guiñada.

### 2.5.2 Estabilizador horizontal

Son 2 aletas más pequeñas que las alas, situadas en posición horizontal (generalmente en la parte trasera del avión), en el empenaje y en distintas posiciones y formas dependiendo del diseño, las cuales le brindan estabilidad y que apoyan al despegue y aterrizaje. En ellos se encuentran unas superficies de control muy importantes que son los elevadores (o también llamados timones de profundidad) con los cuales se controla la altitud del vuelo mediante el ascenso y descenso de estas superficies, que inclinarán el avión hacia adelante o atrás, es decir, el avión subirá o bajara a determinada altitud y estará en determinada posición con respecto al horizonte. A este efecto se le llama penetración o descenso, o movimiento de cabeceo.



**Figura 2.19:** estabilizador vertical y horizontal de un avión Fairchild.  
**Fuente:** <http://www.tipete.com/userpost/topics/accidente-de-los-andes>

#### 2.5.1.1 Tipos de estabilizadores verticales o colas de un avión<sup>8</sup>

La forma de clasificar los tipos de estabilizadores es atendiendo a la disposición de sus estabilizadores en el espacio, esto es, al tipo de

---

<sup>8</sup> <http://ivao.es/uploads/>

construcción. La manera de construir el empenaje concierne a criterios aerodinámicos, a la capacidad y potencia del avión, y por último al peso.

Las colas se pueden dividir en dos grandes grupos: convencionales y especiales.

#### **2.5.1.1.1 Colas convencionales**

Son la cola clásica, alta y cruciforme

##### **2.5.1.1.1.1 Cola clásica**

La cola clásica es la más generalizada, su uso en construcciones aeronáuticas es de aproximadamente el 75 %. Suele ser la solución óptima desde el punto de vista de estabilidad, control y de peso estructural conjunto. Casi todos los aviones de la familia Boeing y todos los de la familia Airbus, utilizan este tipo de cola, lo que nos puede dar una idea de que su uso es más que generalizado.

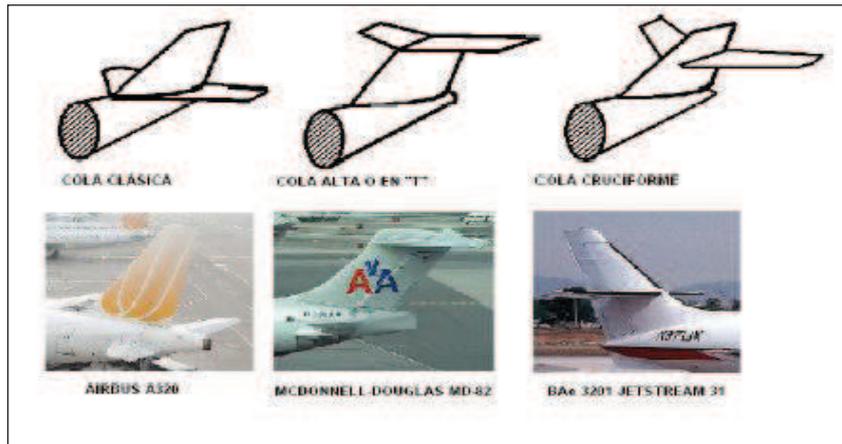
##### **2.5.1.1.1.2 Cola alta o T**

Es la segunda más empleada en aviación y se caracteriza por tener situado el estabilizador horizontal en la parte superior del empenaje. Esta construcción permite, o bien reducir el tamaño de la cola, o instalar un tercer motor en la misma (caso del DC-10 o del MD-11).

Este tipo de cola se emplea normalmente en aviones que tienen montados los motores atrás, como los McDonnell-Douglas, Embraer, Bombardier.

##### **2.5.1.1.1.3 Cola cruciforme**

Se trata de una combinación entre la clásica y la alta, para aprovechar así las ventajas de ambas. El estabilizador horizontal se encuentra no tan alto como en la cola alta ni tan bajo como la cola baja.



**Figura 2.20:** colas convencionales.

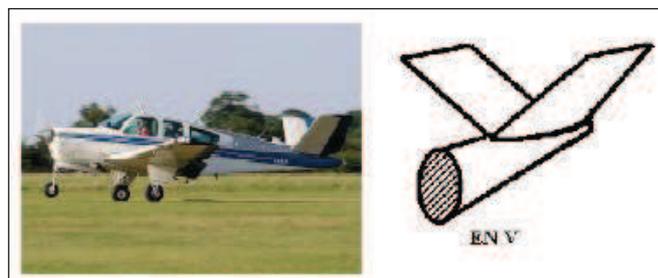
**Fuente:** <http://ivao.es/uploads/8697689eec233abb95cd0b31ab6e8dec.pdf>

### 2.5.1.1.2 Colas especiales

Se llaman así precisamente, porque su diseño está orientado a aviones o a objetivos concretos. Su uso es muy reducido. Dentro de la cantidad de diseños destacan dos básicos: en V y en H

#### 2.5.1.1.2.1 Cola en V

Está formada por dos superficies inclinadas en forma de V. su mayor ventaja es la reducción de fricción frente a otras colas, es decir menos resistencia igual a más velocidad. Sin embargo es de mayor peso. La cola en V invertida es una variante para mejorar el alabeo en aviones con cola en V; sin embargo está demasiado cerca del suelo.



**Figura 2.21:** cola en V.

**Fuente:** <http://ivao.es/uploads/8697689eec233abb95cd0b31ab6e8dec.pdf>

#### 2.5.1.1.2.2 Cola en H

Permite reducir considerablemente la longitud del estabilizador y además colocar las derivas justo detrás del flujo de los motores, permitiéndote

ascender fácilmente. En el lockheed súper castellation, la cola en H le sirvió para reducir la altura vertical de la cola, de tal forma que cupiese en los hangares de la época (así las compañías no tenían porque cambiar sus hangares con la inclusión de uno de estos aviones en su flota).

#### 2.5.1.1.2.3 Cola de doble fuselaje

Es otro tipo empleado con frecuencia en el pasado, o en algunos modelos de hoy en día (cessna skymaster). Al ser de doble fuselaje suele pesar más de lo normal.

#### 2.5.1.1.2.4 Cola en Y

Es como la cola en V, añadiendo un estabilizador vertical por debajo y proporcionando un control excelente, dejando el estabilizador fuera del flujo del motor.

#### 2.5.1.1.2.5 La cola doble

Es sin duda la más maniobrable, ofreciendo excelentes cualidades de control a altos ángulos de ataque. Por ello es la más utilizada en los cazas militares actuales.



**Figura 2.22:** cola en H, cola doble fuselaje, doble cola, cola en Y.  
**Fuente:** <http://ivao.es/uploads/8697689eec233abb95cd0b31ab6e8dec.pdf>

### 2.5.3 Componentes estructurales de una aeronave<sup>9</sup>.

Los intentos por volar han sido muchos, y se ha tardado en conseguir, no solo por la técnica inadecuada, si no por los materiales incorrectos o falta de motores ligeros y potentes

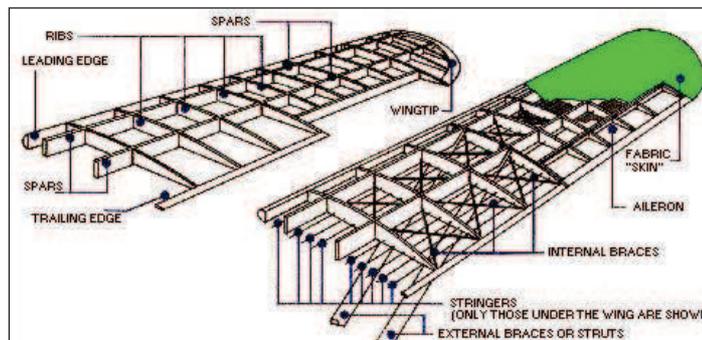
#### 2.5.3.1 La madera

Los primeros materiales en emplearse fueron la madera y la tela, proporcionaban una resistencia adecuada con un peso muy bajo. La madera en muchos aspectos se comporta como un material compuesto, por cómo está constituida por capas, con mejores propiedades en la dirección longitudinal de la fibra, tiene valores de módulo elástico y resistencias muy altos para su densidad.

Son mejores que los de algunas aleaciones de aluminio, pero:

- La madera sufre cambios en su tamaño y sus propiedades con la variación de humedad.
- La madera se ve sometida al ataque biológico.

Fue utilizada hasta la segunda guerra mundial. Antes principalmente en estructuras recubiertas de tela y en recubrimientos. En la Segunda Guerra Mundial se empleó en forma de laminados, en algunas estructuras y recubrimientos, siendo el ejemplo más conocido el avión británico “mosquito”.



**Figura 2.23:** estructura típica de madera y tela.

**Fuente:** <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero.>

<sup>9</sup> <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aeronauticos.htm>



**Figura 2.24:** De Havilland Mosquito.

**Fuente:**<http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero>.

### 2.5.3.2 El acero

El acero tiene buenas cualidades respecto a resistencia, pero su densidad es excesiva y tiene graves problemas de corrosión. No obstante sustituyó a la madera en la construcción: Ya en la primera Guerra Mundial Junkers empleó chapas de aluminio corrugado para ahorrarse el peso de los rigidizadores y crear el 1er avión enteramente metálico (y monoplano) relegando el uso de la madera, y Fokker empleó la estructura del tubo de acero recubierta de tela.



**Figura 2.25:** Fuselaje sin recubrimiento de un Fokker DVII, fuselaje en tubo de acero y ala en madera, recubrimiento de tela.

**Fuente:**<http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero>.

Su densidad es 3 veces la densidad de las aleaciones de aluminio, y hasta 10 veces la de la madera.

Hay que evitar que en su uso entre en contacto con aleaciones de aluminio:

- Corrosión galvánica en contacto con otras aleaciones (ésta también se da entre aleaciones de aluminio, pero es menor, por ser su potencial de oxidación más semejante).
- Al ser más rígido que el aluminio, se cargará más que este, haciendo que no trabaje como debiera.

Aún es esencial para la fabricación de algunos componentes, como pueden ser el tren de aterrizaje, herrajes, bancadas de motor.

Su coste es inferior al de otro tipo de aleaciones. Es tres veces más pesado que el aluminio, pero también tres veces más resistente.

### **2.5.3.3 El aluminio**

En el siglo XIX el aluminio era tan caro de producir que era considerado un metal semiprecioso. Además las cualidades del aluminio sin alear ni refinar, dejaban mucho que desear, como para pensar en él para algún uso industrial (la resistencia del aluminio aleado es de 6 a 8 veces superior al aluminio sin alear).

A partir de la Primera Guerra Mundial, el desarrollo de sus aleaciones, y la necesidad de un metal menos pesado que el acero, lleva a su implantación masiva en la aviación, y hasta nuestros días ha sido el material más usado en aeronáutica por:

- Adecuada resistencia
- Baja densidad
- Conocimiento de sus técnicas de fabricación (fácilmente forjable, fácil de trabajar y reparar, se conoce muy bien su funcionamiento)

Sin embargo tiene:

- Envejecimiento: con el tiempo sus propiedades mecánicas se alteran
- Pequeñas muescas, cortes o arañazos pueden causar graves perjuicios a una pieza.

Uso limitado

Como muchos otros descubrimientos, en 1909 se produjo uno, de forma accidental: El Duraluminio.

En 1909 se descubre que la aleación de Al con un determinado % de Cu y de Mg se puede trabajar de una forma muy sencilla, tras un calentamiento hasta unos 480°C y su rápido enfriamiento. Durante unas horas se podía doblar y conformar fácilmente, después, recuperaba sus propiedades mecánicas.

Pueden distinguirse actualmente tres grupos de Aluminios, los más conocidos en aeronáutica son la serie dos mil y la siete mil.

- Aleaciones Al-Cu (duraluminio, serie 2XXX). Suele emplearse en las zonas del aparato que trabajan a tracción (como el recubrimiento del intradós del ala).
- Al-Cu-Ni
- Al-Zn (serie 7XXX)

Se empezó a emplear en la Segunda Guerra Mundial por su alta resistencia estática. Sin embargo el alto índice de atrición no permitió comprobar un grave problema que arrastraba: la corrosión bajo tensiones (SCC- Stress Corrosión Cracking = APARICION DE GRIETAS DEBIDO A LA EXISTENCIA DE ESFUERZOS INTERNOS DENTRO DE LAS PIEZAS DEBIDO A LOS TRATAMIENTOS TERMICOS). Por ello suele emplearse a compresión, como en el recubrimiento del extradós. Las

distintas modificaciones de esta aleación han intentado conseguir una reducción de su densidad, más que un aumento de su resistencia.

#### 2.5.3.4 Aleación de titanio

A medio camino entre el acero y las aleaciones de aluminio, es relativamente ligero pero tremendamente resistente a la corrosión a temperaturas moderadas. Sin embargo es ocho veces más caro que las aleaciones de aluminio.



**Figura 2.26:** Avión en que se utiliza aleación de titanio.

**Fuente:**<http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero>.

Se usan en:

- Estructuras de aviones militares y civiles (en los aviones civiles su cantidad es mucho menor).
- Recubrimientos y protecciones térmicas.
- Recubrimiento en la zona de los motores.
- Toberas.

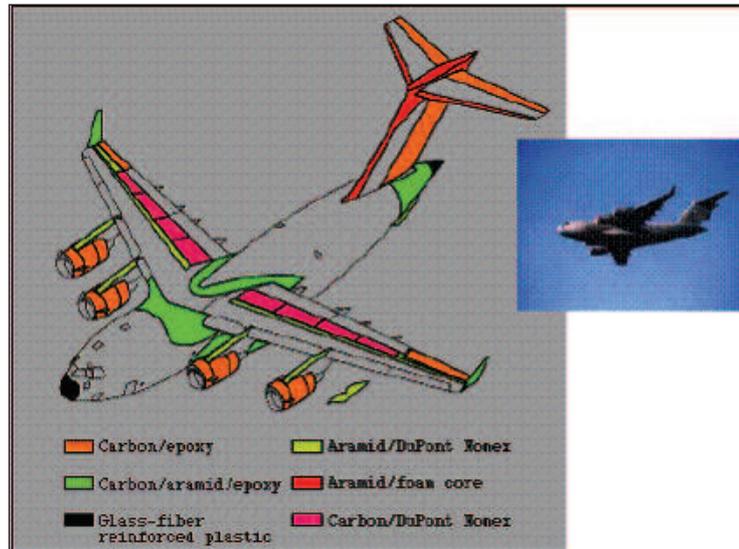
### **2.5.3.5 Aleaciones de magnesio**

Es la aleación más ligera pesa cuatro veces menos que el acero. Su relación resistencia peso es excelente y se maneja con facilidad. Sin embargo se ha ido reemplazando por aleaciones de aluminio por problemas de corrosión e inflamabilidad.

### **2.5.3.6 Materiales compuestos “composites”**

Los materiales compuestos están constituidos por dos elementos estructurales: fibras y material aglomerante. El material aglomerante se llama matriz y las fibras están entrelazadas en esa matriz. Las fibras poseen alta resistencia empleándose materiales como el boro o el carbono; la matriz suele ser plástica (resinas o poliésteres) aunque en ocasiones es metálica para soportar altas temperaturas. La estructura del material está constituida por capas. En cada capa las fibras se encuentran aglomeradas en la matriz y presentan una misma disposición. El material es la suma de las capas que se asemeja a un músculo humano o a un sándwich. La orientación de las fibras no es arbitraria, sino viene definida por el esfuerzo o cargas a las que se va a ver sometido el material. Así la resistencia mecánica del material vendrá dada por la dirección o fibras del tejido que lo forman. Podemos encontrar estructuras de composites que aguanten mejor las cargas perpendiculares que otras estructuras ideadas para cargas longitudinales.

Las propiedades mecánicas de estos materiales son notablemente superiores a las aleaciones ligeras sin embargo, resultan ser más frágiles que estos, aun usando fibras de carbono y boro, siendo su reparación compleja.

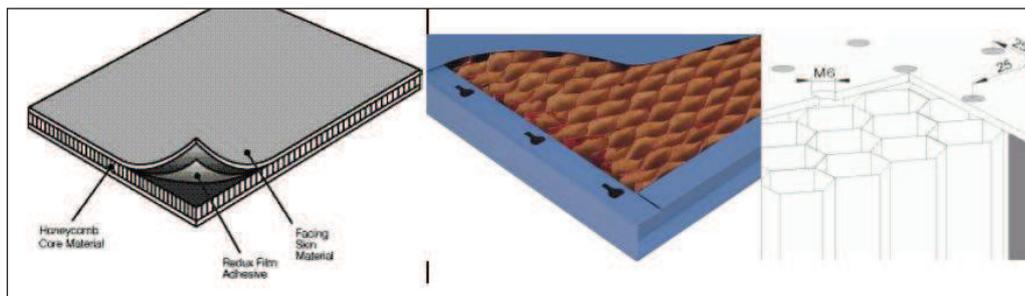


**Figura 2.27:** Materiales compuestos.

**Fuente:** <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero>.

### 2.5.3.7 Estructura sándwich

Con este tipo de construcción se buscan (y se consiguen) unas excelentes características, con muy poco peso. Básicamente consiste en construir un núcleo y recubrirlo por ambas caras. Este núcleo está prácticamente hueco, siendo poco su peso. Pero al forrarlo con el revestimiento, se le da una gran resistencia.



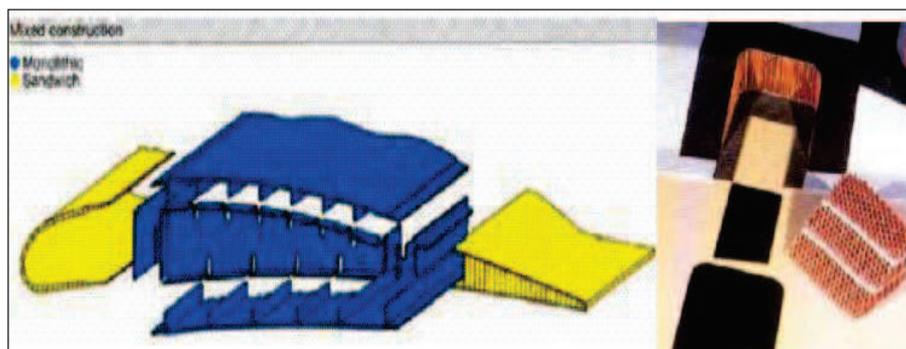
**Figura 2.28:** estructura sándwich.

**Fuente:** <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero>

La estructura básica es un núcleo, cuya forma variará en función de las propiedades que queramos obtener (por ejemplo, flexibilidad), el recubrimiento (puede ser metálico o bien de madera o de materiales compuestos), y una capa intermedia entre ambos, que hace que se adhieran (no es estrictamente necesaria). En función de la carga a

emplear (no es lo mismo un revestimiento, o un carenado que un suelo, una zona estructural) el núcleo puede fabricarse de distintos materiales:

- Espuma- Foam Para zonas poco cargadas, como algunos revestimientos, carenados, radomos, techos, paredes.
- Reparaciones.
- Macizados.
- Madera
- Nomex (papel impregnado)
- Se consiguen estructuras muy ligeras y altamente resistentes (incrementando la densidad de celdas del núcleo, hasta aumentar su peso en 6, se podría multiplicar su resistencia por más de 30)



**Figura 2.29:** estructura sándwich.

**Fuente:** <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Materiales%20Aero>

## 2.6 Seguridad en mantenimiento de aeronaves<sup>10</sup>

El trabajo de mantenimiento de aviones incluye la inspección y reparación de las estructuras del avión, así como los recubrimientos y sistemas de los mismos en hangares o en el aeropuerto. Una buena capacitación y buenas prácticas de trabajo aseguran la seguridad del trabajador y de la aeronave.

---

<sup>10</sup>

<http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=53>  
3



**Figura 2.30:** Mantenimiento de aeronaves.

**Fuente:** <http://www.google.com.ec/imgres?q=seguridad+en+mantenimiento>.

Las aeronaves grandes y pesadas hacen difícil ver al personal de tierra cuando se hacen maniobras en el hangar o en el área de mantenimiento.

Vigile y comuníquese con el operador del avión para evitar accidentes en los que alguna persona pueda resultar golpeada o aplastada, (ser atropellado por una rueda o golpearse contra un ala o la cola). Nunca entre a la rampa ni a las áreas de operaciones sin primero obtener permiso del centro de control del aeropuerto.



**Figura 2.31:** comunicación para evitar accidentes.

**Fuente:** <http://www.airportnewsezeiza.com/paginas/informacion/seguridad.html>.

Trabaje a un ritmo uniforme. Apresurarse en las tareas aumenta el tiempo de trabajo y crea accidentes. Para evitar caídas, tenga cuidado de no tropezarse con las mangueras o cables conectados a la aeronave. Las áreas bien iluminadas brindan mayor seguridad. Vigile los bordes filosos del borde de ataque y los extremos de las alas, antenas puntiagudas, sondas y banderillas de aviso (“Remove Before Flight”) que sobresalen del avión. Golpearse contra esas superficies o protuberancias filosas puede causar lesiones, cortadas o contusiones.



**Figura 2.32:** Señales alrededor de la aeronave.  
Fuente: <http://removebeforeflight.es/>

Manténgase dentro de las líneas de demarcación pintadas en el suelo y alejado del arco de la hélice del avión. Entrar en contacto con una hélice, un rotor o una pieza giratoria expuesta de cualquier tipo puede causar lesiones graves. Tenga el pelo atado y evite vestir ropa suelta o artículos de joyería para prevenir que se enreden en piezas en movimiento. No se asome ni coloque las manos o los pies cerca de las tomas de aire de los motores. Mantenga las herramientas alejadas del avión y recolecte cualquier basura cercana al motor. Si el motor arranca, usted puede resultar lesionado gravemente, o artículos pequeños pueden convertirse en proyectiles.



**Figura 2.33:** Cuidado con hélices y chequeo F.O.D.  
**Fuente:** <http://www.hhmercet.com/resources.htm>

Los aviones grandes requieren el uso de escaleras, plataformas y andamios para alcanzar las áreas de trabajo. Cumpla con los lineamientos de seguridad para el uso de las escaleras. Use un arnés de protección contra caídas cuando sea necesario. Es posible que deba trabajar en áreas estrechas mientras da mantenimiento a un avión. Evalúe las áreas de acceso al avión y las tareas a ejecutar en lugares estrechos y observe los procedimientos de seguridad para espacios reducidos cuando sea necesario.



**Figura 2.34:** Cuidado con uso de escaleras.  
**Fuente:** <http://www.curso-online.net/empresa/public/catalog2.asp?pldCurs=689>

Las sustancias químicas utilizadas en los aviones incluyen los lubricantes, los combustibles, fluidos quitadores de acabados, pinturas y disolventes. Estas sustancias pueden estar concentradas y contener materiales peligrosos; use las hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS, por sus siglas en inglés). Las MSDS explican cómo manejar las sustancias

químicas, así como su almacenaje y desecho correctos, y los equipos de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) necesarios para trabajar con seguridad. Nunca fume en los alrededores de las áreas de mantenimiento de aviones, donde puede haber sustancias químicas y combustibles inflamables.



**Figura 2.35:** sustancias químicas usadas en aviación.  
**Fuente:** <http://www.kolavia.net/mobil-grease-28.html>

Las tareas de fabricación y reparación requieren el uso de herramientas tales como equipos de soldadura, taladros, remachadoras o esmeriladoras. Dé mantenimiento necesario a las herramientas y observe los procedimientos de seguridad. Al mover partes o materiales grandes y voluminosos de aviones, use dispositivos de ayuda o pida ayuda para levantarlos sin peligro. Use las buenas prácticas ergonómicas, tales como pequeños descansos frecuentes de 30 segundos y alternar las tareas para prevenir la fatiga y las lesiones.



**Figura 2.36:** herramientas eléctricas posiciones ergonómicas.  
**Fuente:** <http://www.ist.cl/prevencion/ergonomia.php>

Los PPE varían según las tareas a ejecutar. Los cascos protectores (bump caps) le protegen contra golpes accidentales en partes del avión. Un casco de seguridad (hard hat) le protege contra objetos que caen. Las gafas, careta o anteojos de seguridad le protegen la cara y los ojos, dependiendo de la tarea y los materiales con que trabaja. Los overoles, y los guantes y botas de hule, le protegen las manos y los pies contra sustancias químicas. Unos guantes resistentes le protegen las manos contra cortaduras y rasguños, mientras que las botas con punta de acero y suelas antideslizantes le protegen los dedos de los pies y disminuyen el peligro de caídas. Use equipos de protección para los oídos (tapones, orejeras, etc.) para protegerse contra el ruido de los aviones. Así mismo, es posible que deba usar un equipo de respiración para controlar el polvo proveniente de operaciones de esmerilado o lijado.



**Figura 2.37:** equipos de protección personal.

**Fuente:** <http://lima.olx.com.pe/equipo-de-proteccion-personal-ferrelect-iiid>.

## **CAPÍTULO III**

### **IMPLEMENTACIÓN**

#### **3.1 Preliminares**

El desmontaje del estabilizador vertical del avión Fairchild Fh-227 HC-BHD, para poder trasladar la aeronave desde el ala de transporte No 11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ha sido propuesto a la necesidad de tener un avión escuela en nuestro instituto. El desmontaje del estabilizador vertical es importante porque ayudará a que el traslado de la aeronave sea más factible y reduzca las dimensiones de la aeronave por todos los obstáculos que se encuentran en el recorrido a la ciudad de Latacunga; permitiendo así que el desmontaje del estabilizador vertical sea aprovechado por los estudiantes que intervengan en este proyecto para el uso y manejo de herramientas, lectura e interpretación de manuales y sean aprovechado de la mejor manera.

Los componentes del estabilizador vertical que son desmontados en su mayoría se encuentran en un excelente estado, esto es de gran ayuda ya que no necesitamos el reemplazo de partes.

#### **3.2 Planteamiento y estudio de alternativas**

Para el desmontaje del estabilizador vertical del avión Fairchild Fh-227 HC-BHD, se utilizaron herramientas que fueron facilitadas por el pañol del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, las escaleras fueron facilitadas por el ala de transporte No 11 de Quito y la grúa tuvo que ser contratada.

Las partes que fueron desmontadas o removidas del estabilizador vertical del avión se encuentran en buenas condiciones así que no será necesario que sus partes sean reemplazadas, ya que fueron inspeccionadas al momento del desmontaje.

Los procedimientos de desmontaje se realizaron en base a los manuales de mantenimiento del avión Fairchild Fh-227 que se encuentran dentro de la aeronave para nuestra facilidad.

### **3.3 Análisis de herramientas y elementos utilizados en el desmontaje del estabilizador vertical.**

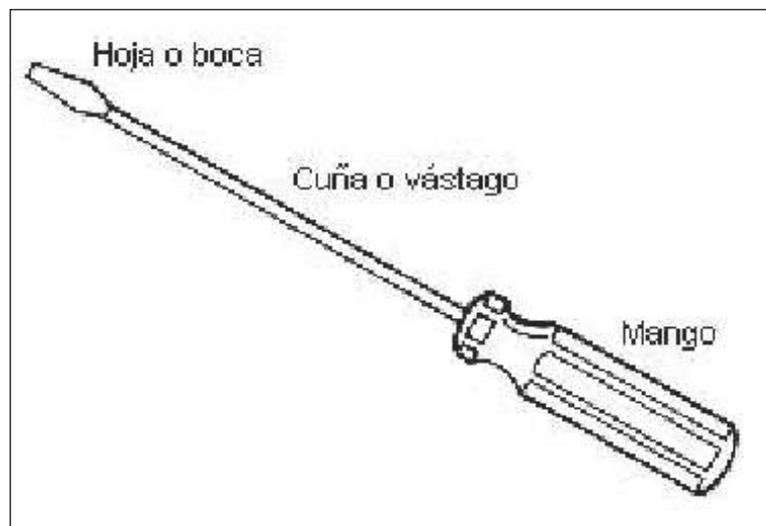
#### **3.3.1 Herramientas**

Las herramientas que utilizamos en el desmontaje del estabilizador vertical fueron:

- **Destornilladores**

Los destornilladores son herramientas de mano diseñados para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre los materiales.

Las partes principales de un destornillador son el mango, la cuña o vástago y la hoja o boca. El mango facilita su manejo y evitan que resbalen al efectuar el movimiento rotativo de apriete o desapriete.



**Figura 3.1:** partes de un destornillador.

**Fuente:** <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERC.>

- **Punta tipo Phillips**

La punta tipo Phillips que debemos utilizar es la No2 este fue de gran ayuda para evitar que las cabezas de los tornillos se aislen.



**Figura 3.2:** punta tipo Phillips.  
**Fuente:** investigación de campo.

- **Berbiquí**

El berbiquí lo utilizamos conjuntamente con la punta tipo Phillips para tener una mayor agilidad y precisión en el destornillado de tornillos de los paneles o carenajes.



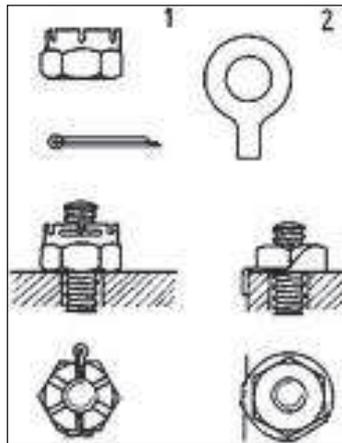
**Figura 3.3:** berbiquí.  
**Fuente:** investigación de campo.

- **Diagonales o cortadores, pinza y alicate.**

Los cortadores, pinza y alicate fueron empleados para sacar los pasadores de las tuercas que tenían este tipo de frenado en las zonas de mayor vibración encontradas luego de haber retirado los carenajes.



**Figura 3.4:** diagonales, pinza y alicate.  
**Fuente:** investigación de campo



**Figura 3.5:** tuercas con pasadores.  
**Fuente:** investigación de campo

- **Llaves**

Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta. Estas fueron utilizadas luego de sacar los pasadores para aflojar las distintas tuercas que encontramos para el desmontaje del estabilizador vertical.



**Figura 3.6:** juego de llaves.  
**Fuente:** investigación de campo

Las llaves que utilizamos fueron:

7/16; 9/16; 1 1/8

- **Racha y copas**

La racha y copas fueron empleadas para tener una mayor agilidad al momento de aflojar las tuercas que encontramos para el desmontaje de las diferentes partes y piezas del estabilizador vertical.



**Figura 3.7:** juego de copas.  
**Fuente:** investigación de campo.

- **Martillo de goma**

El martillo es una herramienta utilizada para golpear una pieza, causando su desplazamiento o deformación.



**Figura 3.8:** Martillo de goma.  
**Fuente:** investigación de campo.

- **Antioxidante WD-40**

Elemento químico que se utiliza en la industria que sirve para reducir el oxido en las partes internas de dos elementos que se unen por lo general se utiliza para destornillar pernos, tuercas, etc.



**Figura 3.9:** W-40.  
**Fuente:** investigación de campo.

- **Taladro neumático**

Existen tipos muy variados y en general puede decirse que están formados por un bloque muy compacto que lleva un motor que hace girar el eje porta herramienta a través de un reductor de velocidades, su funcionamiento se basa en utilizar aire comprimido.



**Figura 3.10:** taladro neumático.  
**Fuente:** investigación de campo.

- **Brocas**

La broca es una pieza metálica de corte utilizada mediante una herramienta mecánica llamada taladro, berbiquí u otra máquina a fin, que haciendo girar la broca es normalmente empleado para crear orificios o agujeros en diversos materiales.



**Figura 3.11:** Brocas.  
**Fuente:** investigación de campo.

### 3.3.2 Descripción<sup>11</sup>

El Estabilizador Vertical es una viga de una estructura de diseño voladizo que consiste en un larguero auxiliar, que es básicamente un miembro de refuerzo para el borde de ataque delantero y trasero del estabilizador. La viga se adjunta a los accesorios en la parte delantera y trasera del estabilizador.

La estructura consta de tres vigas, constituidos en el alma de la armadura en el refuerzo en las aletas de enfriamiento y a lo largo de la envergadura del estabilizador vertical conectados estructuralmente con estructura desmontable, en la parte superior del borde de ataque en la punta. La carcasa aerodinámica del contorno dorsal del estabilizador vertical.

---

<sup>11</sup> Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

La punta removible del estabilizador vertical es de fibra de vidrio MSN 501 en las aeronaves. La punta es base de aluminio MSN 565 y esta puede ser sustituida por en cima de este.

La prioridad es remover el rudder o timón de mando para luego remover la punta del estabilizador, que está conectada por tres bisagras remachadas y atornilladas para luego terminar con las aletas de enfriamiento.



**Figura 3.12:** estabilizador vertical del avión Fairchild HC-BHD.  
**Fuente:** investigación de campo.

### **3.3.3 Componentes**

#### **3.3.3.1 Borde de ataque**

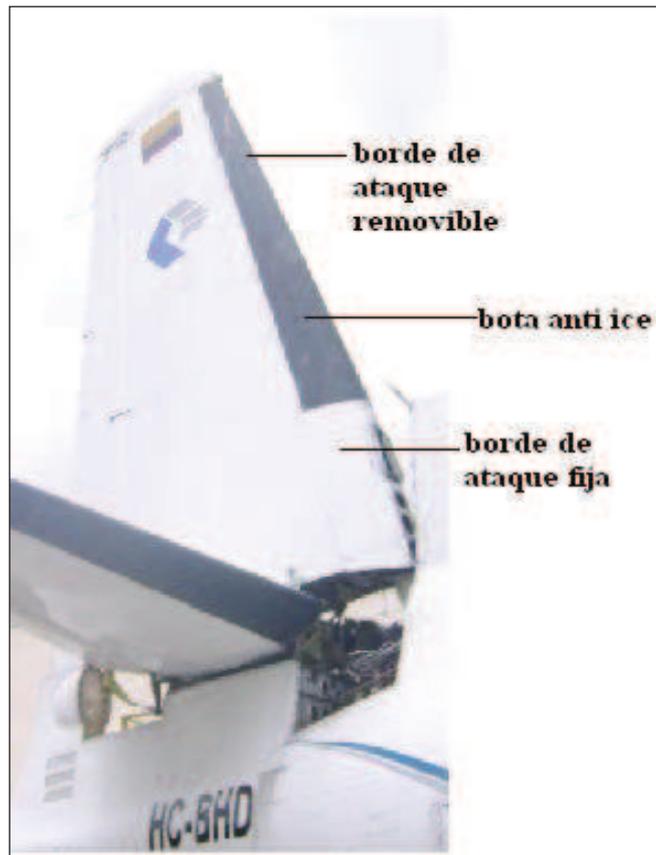
El borde de ataque está ubicado en la parte frontal y es seguro para la aleta auxiliar, consiste de una sección inferior fija y una sección superior removible.

El borde de ataque superior removible consiste de un panel de fibra de vidrio, entre dos hojas de aleación de aluminio. Finalmente son montadas entre dos costillas de la línea de carga máxima 112 y 239.

El borde inferior de ataque fijo consiste de costillas de aleación de aluminio y dos carcasas. El borde de ataque superior es remachado a la

línea de carga máxima 112 y el borde de ataque inferior es asegurado con la aleta dorsal y la superficie estabilizadora.

La bota de anti hielo solamente está recubierta para el borde de ataque superior.



**Figura 3.13:** partes del borde de ataque del estabilizador vertical.  
**Fuente:** investigación de campo.

### **3.3.3.2 Punta del estabilizador vertical.**

La punta del estabilizador vertical removible consiste en una lámina de piel de fibra de vidrio, en las costillas, y refuerzos en el avión de MSN 501-564. La aleación de aluminio son provisionadas en la punta con MSN 565 y para servicio de reparaciones por encima de esta. Ambos tipos son unidos mediante tornillos y extendidos desde el borde de ataque hasta el borde de salida del rudder.

La punta extrema del estabilizador incluye una aleación de aluminio montada sobre la luz de anticollisión y su tapa de acceso. La tapa de

acceso proporciona la instalación de la bisagra del tope del perno del rudder.



**Figura 3.14:** punta del estabilizador vertical.  
**Fuente:** investigación de campo.

### 3.3.3.3 Largueros

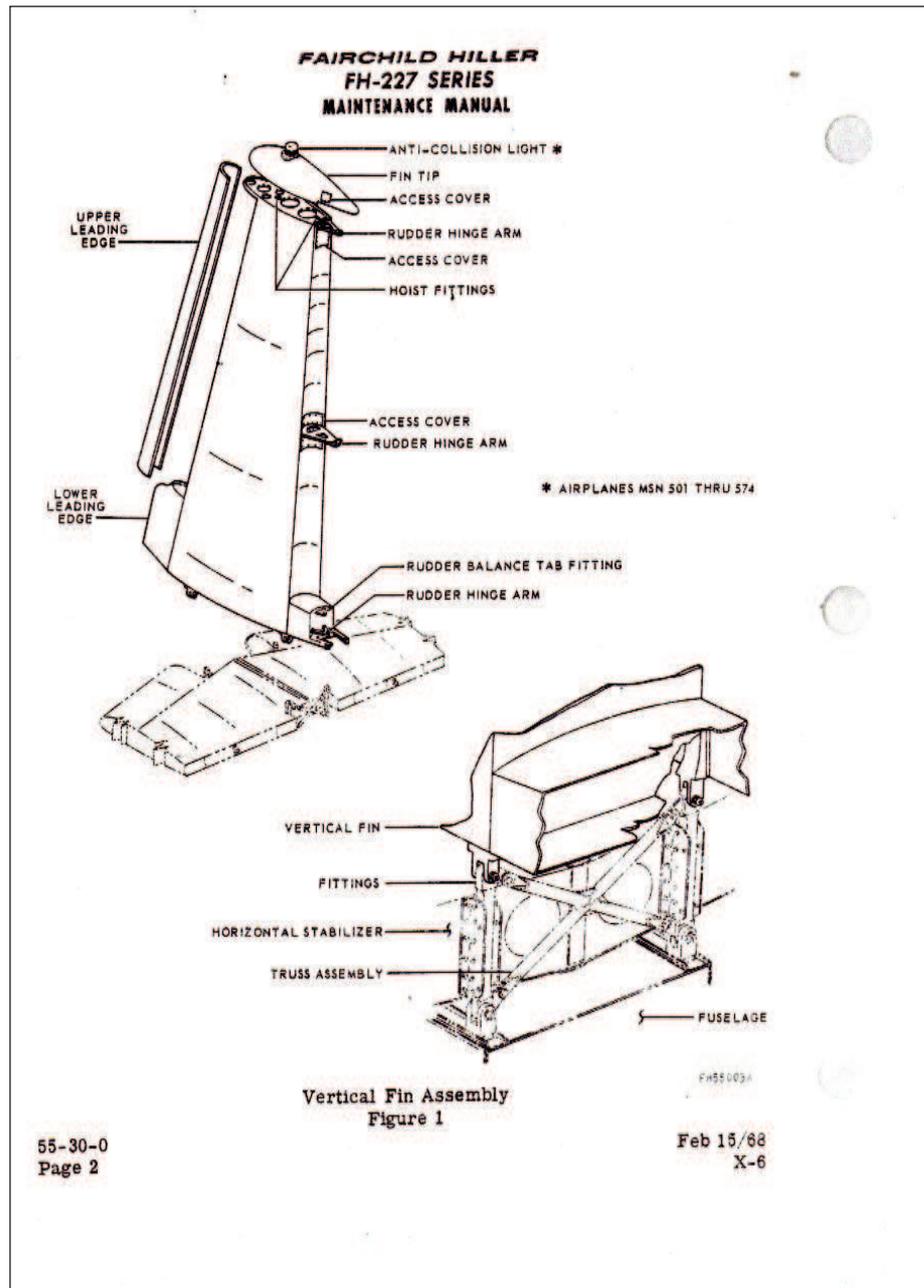
El estabilizador vertical consiste de tres vigas de aleación de aluminio: la viga auxiliar, viga frontal y la viga posterior.

La viga auxiliar consiste de tres tapas izquierdas y una derecha, que se remachan entre sí por uniones de tope. La viga esta reforzada por una viga central asegurada entre la tapa del extremo inferior a lo largo de la envergadura y reforzado diagonalmente.

La viga frontal y la posterior son similares en construcción a la viga auxiliar excepto que la tapa de la viga inferior del frente y de la viga

posterior tiene puntos de sujeción al estabilizador vertical, que son partes integrales del mástil.

Adicionalmente para los puntos de sujeción, una grúa adecuada debe ser instalada para los puntos de sujeción que se encuentran en el tope de la viga frontal y el posterior.



**Figura 3.15:** desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

#### **3.3.3.4 Costillas**

Las costillas están divididas en dos clases; costillas de nariz y costillas principales.

Las costillas de nariz son de diseño central convencional, y proporciona puntos de desmontaje del borde de ataque inferior y el borde de ataque superior.

Las costillas principales adicionalmente son divididas en dos clases: cuatro de tipo central y tres costillas centrales tipo armadura. Las costillas de tipo centrales, excepto la costilla de la línea de carga máxima 239, son de diseño convencional y son remachados a los largueros y a la piel de los larguerillos. En la costilla inferior se montan tres válvulas solenoides de deshielo, que controlan la presión y succionan para las botas de deshielo del estabilizador vertical.

La costilla de carga máxima 239 se extiende hacia delante de la viga auxiliar y que proporciona los puntos de desmontaje para el extremo del borde de ataque superior.

Las costillas centrales tipo armadura son construidas con alma a cada extremo, una entre la auxiliar y frente a la viga, una entre la viga posterior y al borde de salida. Dos conductos de refuerzo se extienden a través del de la parte central de cada alma de la viga.

#### **3.3.3.5 Larguerillos**

Los larguerillos están formados de aleación de aluminio que son reforzados y remachados con la piel de la estructura del estabilizador.

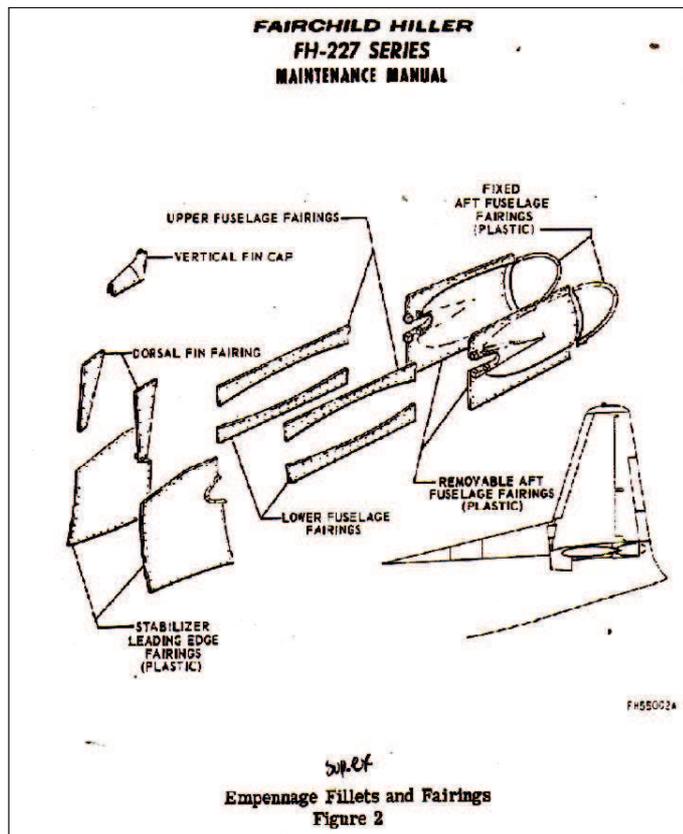
#### **3.3.3.6 Piel**

La estructura del estabilizador es cubierta por 10 láminas de aleación de aluminio que forman dos delanteras y tres pieles posteriores al final del estabilizador. El borde posterior del estabilizador se cierra con un panel de borde de salida compuesta por largueros, ángulos y refuerzos.

### 3.3.3.7 Aleta dorsal

La aleta dorsal se extiende desde la estación posterior 420 hasta el estabilizador vertical y no puede ser removido bajo condiciones normales. Esto es construido de estructura, formadores, vigas longitudinales y larguerillos, cubiertas con pieles de aleación de aluminio. La sección frontal es de plástico reforzado y puede ser removido para acceder a varios sistemas y componentes. Se ajusta las uniones en la aleta dorsal de la estructura con pernos para asegurar la aleta dorsal con la estructura del avión. La parte baja está formada por un canal para cables que contiene abrazaderas, pistas para ajustar los cables de las poleas, ductos de aire, tubos, etc. Dos puertas grandes con bisagras a la izquierda para facilitar el acceso al ducto y a los componentes del mismo.

Otras pequeñas puertas de acceso son ajustadas con tornillos. Carenajes y tapas son remachados al fuselaje para completar la cubierta de piel y ayuda asegurando la aleta dorsal al fuselaje.



**Figura 3.16:** carenajes y aleta dorsal.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

### 3.4 Desmontaje del estabilizador del vertical

Se realizó una inspección para determinar las condiciones en las que se encontraba toda la zona del empenaje del avión Fairchild HC-BHD.



**Figura 3.17:** empenaje del avión Fairchild.  
**Fuente:** investigación de campo.

Para poder empezar con la parte técnica del proyecto se recopiló información, en el Manual de Mantenimiento del avión Fairchild hiller FH-227, que tengan relación con el ATA 55.

- a) Remover los tornillos de seguridad del estabilizador vertical de los carenajes de todo el empenaje.
  - Se procedió aplicar W-40 para poder aflojar y sacar el oxido que se encontraba entre la piel del avión y los tornillos de los carenajes, en donde se ocupo los adecuados equipos de protección como guantes, mascarilla y gafas.
  - Luego de haber aplicado WD-40, se procedió a retirar los pernos que sujetan los carenajes utilizando un destornillador estrella o una punta tipo Philips # 2 con un berbiquí para lograr una mayor agilidad.
  - Se encontró dificultad al remover ya que una serie de pernos se encontraban aislados, por lo cual se procedió a retirarlos con la

ayuda de un taladro neumático para romper las cabezas y así poder sacar los tornillos y tener libre acceso a los compartimientos de los diferentes componentes y accesorios que debían ser removidos para un correcto desmontaje del estabilizador vertical.



**Figura 3.18:** remoción de tornillos.  
**Fuente:** investigación de campo.

- b) Desconectar la luz anticollisión y la tapa que se encuentra en el extremo del estabilizador vertical. Para luego proceder a desconectar el cable de seguridad entre la luz anticollisión y el arnés eléctrico.
- De igual manera utilizamos una punta tipo Phillips #2 con un berbiquí para aflojar y sacar los tornillos de la tapa extrema del estabilizador vertical.
  - luego sacar la luz anticollisión con un destornillador plano y un estrella, para tener acceso al arnés eléctrico.
  - Aflojar cuidadosamente el arnés eléctrico con la mano para evitar la rotura interna de los pines.



**Figura 3.19:** remoción de la luz anticollisión.  
**Fuente:** investigación de campo.

**c) Remover el rudder**

- Ajustar y bloquear los controles de vuelo
- Abrir los accesos ubicados en la cola del avión, desenganche pulse y hale la barra del controlador, desconecte los turnbuckles del control del rudder.
- Se comenzó aflojar los turnbukles que tiemplan los cables de los controles de vuelo, de igual manera se retiraron las poleas que obstruían el paso del cable.
- Para luego remover el controlador del rudder.
- Luego con la punta Phillips #2 y el berbiquí remueva las tapas de acceso al rudder.
- Instale los puntos de sujeción y conecte la grúa al tope del rudder.
- Desconecte los pernos de sujeción con la llave 11/16, tomar en cuenta la ubicación de las arandelas y espaciadores de las uniones.
- Finalmente se procedió a la remoción el rudder.



**Figura 3.20:** acceso en la cola del avión.  
**Fuente:** investigación de campo.



**Figura 3.20:** acceso en la cola del avión.  
**Fuente:** investigación de campo.

d) Tomar en cuenta y anotar las dimensiones de los tornillos.

Cada tapa o carenaje tiene su tipo de tornillo y sus dimensiones no son las mismas, es por eso que se marcó cada carenaje con sus tornillos.



**Figura 3.21:** tornillos.

**Fuente:** investigación de campo.

e) Remueva todas las abrazaderas de los tubos y desconecte las cañerías de presión y succión del distribuidor de la válvula solenoide con una llaves 7/16 y una copa 3/8. Desconecte el plug eléctrico con la mano y con mucha precaución para que no se rompan los pines del arnés. Marque todos los tubos y los acoples con la válvula.



**Figura 3.22:** Cañerías de succión, presión y distribuidor de la válvula solenoide.

**Fuente:** investigación de campo.

- f) Una los puntos de sujeción de la eslinga con los puntos de acople del estabilizador vertical.

Debemos verificar que la eslinga tenga el ajuste necesario para que ninguno de nuestros puntos de sujeción quede suelto y evitar un desequilibrio al momento de izar el estabilizador vertical.



**Figura 3.23:** puntos de sujeción de la eslinga con el estabilizador vertical.  
**Fuente:** investigación de campo.

- g) Hacer que se eleve la eslinga con los puntos de sujeción para levantar, aflojar y aliviar el peso del estabilizador con las uniones fijados con los pernos.

Se verificó que ya no exista ningún cable conectado que nos impida el desmontaje.

Se colocó cuerdas para así evitar un desequilibrio y poderlo controlar de alguna manera, para evitar golpes o daños con alguna superficie o persona que se encontraba alrededor al momento de desmontaje.



**Figura 3.24:** Elevación del estabilizador vertical.

**Fuente:** investigación de campo.

**NOTA:** el levantamiento de la eslinga debe ser chequeada constantemente por ajuste propio durante la remoción de los pernos fijados en el estabilizador. Cuando el ajuste ha sido el correcto, la eslinga deberá sostener el estabilizador vertical alineado con las uniones, para que todos los pernos de sujeción sean removidos.

- h) Remueva los pernos de sujeción del estabilizador vertical desde las uniones del mismo.

Con la llave 1 1/8 y la llave 3/4 se procedió a romper un torque de 450-600 lbs-plg.

Se procedió a sacar los pernos con la ayuda de un destornillador plano y golpeando con martillo de goma.



**Figura 3.25:** pernos de sujeción del estabilizador vertical.  
**Fuente:** investigación de campo.



**Figura 3.26:** remoción de los pernos de sujeción del estabilizador vertical.  
**Fuente:** investigación de campo.

- i) Cuidadosamente eleve el estabilizador para desprender las uniones y bajar.

Ya retirado los pernos, el estabilizador queda prácticamente colgado de la eslinga. Para su fácil descenso se tiene que mover la grúa hacia un costado de tal manera que al momento del descenso no vaya a toparse con el fuselaje.



**Figura 3.27:** desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** investigación de campo.

### **3.5 Análisis económico.**

De acuerdo a la planificación de materiales, costos y ejecución del proyecto, este resulta económicamente factible.

Todo el material empleado en el desmontaje del estabilizador vertical será descrito mediante el uso de tablas en las cuales consta la cantidad, detalle y el costo de cada uno de ellos.

A continuación se especifica el material utilizado para el desmontaje del estabilizador vertical del avión Fairchild, el cual se lo ha dividido en tres grupos para facilitar su estudio y estos son:

### 3.5.1 Recursos.

En este punto se contará con la presencia del director de tesis y del investigador.

**Tabla 3.1: Talento humano**

No	Talento humano	Designación
1	Suquillo Páez Diego Andrés	Investigador
1	Tlg. Rodrigo Bautista	Director del proyecto

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Diego Suquillo.

### 3.5.2 Presupuesto

#### **Análisis costo financiero**

Posteriormente a los análisis económicos realizados se pueden decir que todos los materiales adquiridos presentan las características técnicas y financieras que se requerían para este proyecto por lo que la ejecución del mismo se considera factible en relación a lo benéfico económico.

A continuación se detalla los gastos con cada uno de los costos y materiales que se utilizaron durante el desmontaje del estabilizador vertical.

### 3.5.3 Costos primarios

**Tabla 3.2:** Costos de materiales.

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Costo(USD)</b>
1	Avión Fairchild FH-227	-	Donado
1	Alquiler de grúa	400,00	400,00
<b>Total</b>			<b>400,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Diego Suquillo.

**Tabla 3.3:** Costos de herramientas y materiales utilizados.

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Costo(USD)</b>
2	WD-40	7,56	15,12
1	Punta # 2 tipo Phillips U.S.A	2,00	2,00
1	Cortador	3,50	3,50
1	Mazo	6,50	6,50
1	Llaves 7/16	1,20	1,20
1	Llaves 9/16	1,50	1,50
1	Llaves 1 1/8	3,00	3,00
1	Broca 1/4	0,50	0,50
	<b>Total:</b>		<b>33,32</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Diego Suquillo.

### 3.5.4 Gastos secundarios.

**Tabla 3.4:** Gastos secundarios.

<b>N.</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO</b>
1	Derechos de asesoría.	120.00 USD.
2	Suministros de oficina.	10.00 USD.
3	Transporte.	40.00 USD.
4	Copias e impresiones de trabajo.	50.00 USD.
5	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	25.00 USD.
<b>TOTAL</b>		<b>245.00 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Diego Suquillo.

### 3.5.5 Costo total del proyecto.

**Tabla 3.5:** Costos totales

<b>Nº.</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>COSTO</b>
1	Costos de materiales.	400,00
2	Costos de herramientas y materiales.	33,32
3	Gatos secundarios	245,00
<b>TOTAL</b>		<b>678,32 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Diego Suquillo.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 1.1. Conclusiones:

- Una vez extraída la información, nos ha permitido conocer de forma general al avión Fairchild FH-227.
- La información recopilada nos ayudó a conocer acerca del estabilizador vertical, sus elementos y funciones de una forma más específica.
- Los procedimientos de desmontaje realizados, en este proyecto han sido realizadas cuidadosa y técnicamente logrando de esta manera minimizar los inconvenientes y solucionar los problemas presentados a lo largo del proyecto obteniendo resultados satisfactorios.
- El desmontaje del estabilizador vertical realizada en el avión Fairchild FH-227 HC-BHD, ha contribuido en la reafirmación de los conocimientos teóricos adquiridos en clases además de adquirir conocimientos prácticos muy beneficiosos.

## **1.2. Recomendaciones.**

- Considerar las normas de seguridad siempre que se vaya a realizar cualquier tipo de práctica en el avión, con la finalidad de preservar la integridad del personal que se beneficie con este proyecto.
- Realizar cualquier tipo de práctica o trabajo con los respectivos manuales de mantenimiento que se encuentran en el avión.
- En lo posible no operar ningún tipo de sistema o componente del avión Fairchild FH-227 sin la supervisión de algún docente o instructor del Instituto.

## GLOSARIO

**Aeronave.-** Significa un dispositivo que es usado o en la intención de ser usado para vuelo en el aire.

**Alas.-**El tamaño y la forma de las alas varían mucho con los requerimientos aerodinámicos. Las alas de los aviones supersónicos suelen estar inclinadas hacia atrás, dando al avión el aspecto de una punta de flecha dirigida hacia adelante y muy estilizada. Esta forma permite reducir la brusca variación de compresión cuando el avión se aproxima a la velocidad del sonido. La importancia del ala dentro de la estructura del avión se pone de manifiesto con el desarrollo de las alas volantes, aviones en los que el fuselaje y la cola se han eliminado completamente.

**Alerones.-**Los alerones están colocados cerca de la punta del ala y hacia el borde posterior, y permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión sobre el eje longitudinal. Si se mueve el volante de mando a la izquierda o se inclina en la misma dirección la palanca cuando no hay volante, el alerón izquierdo se levanta y el derecho baja, produciéndose así una inclinación de las alas hacia la izquierda. Si se mueve el mando a la derecha, se inclinarán hacia ese lado.

## C

**Controles de vuelo.-**Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, con o sin volante, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.-** La cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente, controla la aeronave. La cabina de una aeronave contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar el aparato.

En la mayoría de las aeronaves comerciales, una puerta separa la cabina de vuelo de la cabina de pasajeros. La mayoría de las cabinas de vuelo tienen vidrios protectores de los rayos de sol y una o más ventanillas que pueden ser abiertas mientras el avión está en tierra.

**Carenaje (aviación):** El carenaje es una cubierta estructural de las aeronaves cuya principal función, es reducir la resistencia que ofrece el desplazamiento a través del aire, y se encuentra ubicada en zonas de la aeronave donde potencialmente se pueda producir mayor resistencia que en otras.

**Flaps.-** aumentan la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

## H

**Hélices.-** Es un dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o álabes, montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de éste en un mismo plano. Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética (que adquiere al girar) a un fluido, creando una fuerza de tracción. La primeras aplicaciones de las hélices, hace miles de años, fueron los molinos de viento y agua. Hoy en día, también bajo los nombres de "rotor", "turbina" y "ventilador", las hélices y los dispositivos derivados de ellas se emplean para multitud de propósitos: refrigeración, compresión de fluidos, generación de electricidad, propulsión de vehículos e incluso para la generación de efectos visuales (estroboscopia).

## M

**Material Didáctico.-**El material didáctico se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de conceptos habilidades, actitudes o destrezas.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros consultados:

- Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.
- AIR International, Vol 44 No.5 mayo de 1993, Stanford, and Lincestershire PE9 1XQ, UK.
- Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lincs, PE9 1XQ, UK.
- Alle Propeller Verkehrs Flugzeuge seit 1945, Air Gallery Edition, 1999, ISBN 3-9805934-1-X.
- Departament of Transportation, FAA Type Certificate data Sheet No.7A1, 13 de mayo de 1992.
- Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 - pag. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983 ISBN 84-85822-65-X.
- Diccionario técnico ingles-español, biblioteca científica tecnológica 1990 México; Rafael García Díaz.

### Vínculos de Internet:

- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html>.
- <http://fh227.rwy34.com/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n>.
- <http://www.tipete.com/userpost/topics/accidente-de-los-andes>.
- <http://ivao.es/uploads/>
- <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/Materiales%20Aeronauticos.htm>.
- <http://www.google.com.ec/imgres?q=seguridad+en+mantenimiento>.
- <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=533>
- <http://removebeforeflight.es/>
- <http://www.hhmercercer.com/resources.htm>

- <http://www.curso-online.net/empresa/public/cataleg2.asp?pIdCurs=689>.
- <http://www.kolavia.net/mobil-grease-28.html>.
- <http://lima.olx.com.pe/equipo-de-proteccion-personal-ferrelect-iiid>.
- <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20T ERC>.
- <http://www.airliners.net/aircraft-data/stats.main?id=217>
- <http://travelerdrawer.blogspot.com/2011/05/britt-airlines-usa-rolls-royce-powered.html>



# ANNEXOS

# **ANEXO A**

## **ANTEPROYECTO**

## **1. EL PROBLEMA.**

### **1.1 Planteamiento del Problema.**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) ubicado en la ciudad de Latacunga – provincia de Cotopaxi, conocedor de la necesidad de profesionales dentro del campo aeronáutico prepara y capacita personal técnico con un alto nivel de conocimientos en esta área, para enfrentar los retos del futuro y satisfacer el mercado actual de profesionales de gran calidad.

Para cumplir con este fin el Instituto cuenta con laboratorios totalmente equipados, talleres y dispone de los demás elementos necesarios para proporcionar un correcto aprendizaje en las diversas áreas en las que el Instituto brinda educación. A pesar de que sus laboratorios y talleres cuentan con los elementos necesarios, siempre es importante mantener estas dependencias actualizadas para formar tecnólogos con conocimientos acorde con la actualidad aeronáutica.

Con el fin de conseguir este objetivo es necesario implementar nuevos materiales didácticos como es el caso de un avión escuela el cual será de vital importancia en la formación de nuevos tecnólogos, familiarizándolos con aviones comerciales y brindándole una herramienta más para un buen desempeño en el campo aeronáutico comercial. En la actualidad la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) posee varios aviones operativos e inoperativos los cuales por diversos motivos han perdido su aeronavegabilidad, estos aviones se encuentran en diversas bases donde opera la FAE como el ejemplo en el Ala de transporte N° 11 ubicada en la ciudad de Quito- Provincia de Pichincha, en la cual existe un avión Fairchild FH-227 operativo el cual es perfecto para ser adecuado como avión escuela.

El instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) después de realizar las respectivas gestiones solo espera la autorización final para organizar la logística para el transporte del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD del ala de transporte N° 11 hacia el campus del Instituto.

Para transportar un avión por tierra es necesaria una gran logística y el apoyo de un gran grupo humano de técnicos, mecánicos y ayudantes, siendo esta una gran oportunidad para que alumnos del Instituto puedan colaborar; enriqueciendo y fortaleciendo sus conocimientos mediante la manipulación de herramientas, equipos y partes aeronáuticas.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cómo realizar los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD desde el Ala de transporte N° 11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

## **1.3 Justificación e Importancia**

En una situación, como la actual en la que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO tiene como visión, ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional y latinoamericano, formando profesionales holísticos, comprometidos con el desarrollo aeroespacial, empresarial y cuidado del medio ambiente; las mejoras en el Instituto suponen tener en cuenta una serie de parámetros que van desde las mejoras en calidad y seguridad hasta la mejora de las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos.

Estos elementos, conceptos estratégicos para el desarrollo industrial, se encuentran a su vez fuertemente interrelacionado, hasta el punto que la solidez, la efectividad y la sostenibilidad de los cambios y medidas que se

implementan en una institución, son resultado de sistemas implantados y adecuaciones contemporáneas a los diferentes talleres y laboratorios.

Las herramientas necesarias de aprendizaje con las que cuenta el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por lo que considero que estas deben ser utilizadas de una manera entera y segura aprovechando todas las ventajas que nos brinda el Instituto. Para realizar la factibilidad de transporte de avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD desde el Ala de transporte No 11 hacia el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Generales**

- Planificar la logística y los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD desde el Ala de transporte N° 11 hasta el campus del ITSA.

### **1.4. 2 Específicos**

- Recopilar información necesaria que nos permita realizar el traslado por tierra del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.
- Conocer el estado actual del avión Fairchild FH-227.
- Identificarlos obstáculos que dificulta el traslado del avión.
- Establecer alternativas de ubicación.
- Analizar las fortalezas y debilidades del estado del avión.

### **1.5 Alcance**

Este trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios al ITSA, optimizando las diversas áreas en las que el Instituto brinda educación, y de manera primordial a los estudiantes e instructores de la carrera de mecánica, tanto en su formación académica y práctica, ya que les brindará un conocimiento más amplio acerca de pasos grandes que la aviación continuamente lo hace, además facilitara que el estudiante se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y poseer un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

## 2. PLAN METODOLÓGICO

### 2.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En este proyecto de investigación utilizaremos las siguientes modalidades:

**De Campo.-** El trabajo de optimización se realizara en lugares precisos donde se desarrollará la investigación.

**Documental.-** En la elaboración del proyecto utilizaremos información de manuales y los libros de las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil.

### 2.2 Tipos de Investigación

**No Experimental.-** En la elaboración de este trabajo utilizaremos el tipo de investigación *No Experimental* ya que únicamente se observará y recopilará la información de los adelantos que vayan ocurriendo durante el proceso de la investigación.

### 2.3 Niveles de Investigación

**Descriptiva.-** Vamos a utilizar la investigación descriptiva debido a que ya existe conocimiento del problema y no es ajeno a nuestra realidad este nivel especificará de forma más clara las características y propiedades a que será sometida la investigación; dará resultados más profundos y ayudará a encontrar las diferentes soluciones necesarias.

### 2.4 Recolección de Datos

Este paso permitirá identificar la fuente de información y se realizara mediante la observación, serán de vital importancia para obtener resultados concretos.

### **2.4.1 Técnicas:**

#### **✓ Bibliográfica**

Para recolectar información complementaria, acerca de estudios que se realizaran, información de internet y otros registros concernientes a la investigación.

#### **✓ De campo**

##### **Observación**

La observación ayudará a conseguir un registro sistemático de las tareas que se deben realizar en el en los sitios en el cual se va a desarrollar la investigación para que sea el complemento idóneo para la enseñanza teórica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

### **2.5 Procesamiento de la Información**

La información para nuestro trabajo de investigación se obtendrá una vez recogida la información, eliminando la información defectuosa y de esta forma se obtendrá información que esté más acorde con la investigación.

### **2.6 Análisis e Interpretación de Resultados**

Los datos obtenidos se presentarán en forma escrita sobre la observación, y la información obtenida servirá para buscar una solución adecuada al problema investigado.

### **2.7 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.**

Las conclusiones y recomendaciones de la investigación se las obtendrán una vez desarrollada la misma.

### **3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1 Antecedentes de la investigación.**

Actualmente el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico está equipado con material didáctico como maquetas, esquemas, estructuras y sistemas aeronáuticos que permiten una mejor comprensión y facilitan el estudio en la tecnología de mecánica aeronáutica en sus diferentes campos y especialidades utilizando equipos de instrucción.

La aviación se va modernizando día a día con la tecnología y hay que optar por otras técnicas de enseñanza, obligando a instituciones educativas a innovarse y a ser mucho más competitivas, es por esto que el ITSA se ve obligado a modernizarse adquiriendo nueva tecnología y optando con nuevas maneras de enseñanza con tecnología.

##### **3.1.2 Fundamentación teórica**

###### **3.1.2.1 Avión Fairchild Fh-227**

###### **3.1.2.1.1 Introducción**

Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra remplazar el DC-3. En un principio Fairchild logra obtener la licencia de fabricación de los aviones de entrenamiento Fokker S.11, S.12 y S.14. El 26 de abril de 1956 Fairchild llega a un acuerdo con Fokker para construir bajo licencia el Fokker F27, por entonces en desarrollo en Holanda y se decide la construcción de la fábrica en Hagerstown, Maryland. El primer pedido americano por los aviones producidos por Fairchild no tarda en llegar: en abril de mismo año se

recibe una orden inicial de la aerolínea West Coast Airlines por cuatro aviones, a la que les siguieron en mayo un nuevo pedido de Bonanza Airlines de tres unidades y en junio siete más para Piedmont Airlines.

El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie. Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses: F.27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild.

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F(un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y re motorizado con DartMk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

#### **3.1.2.1.2 Desarrollo del FH-227**



**Figura 1:** Avión Fairchild FH-227.

**Fuente:** <http://www.tipete.com/userpost/topics>.

En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F.27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart. Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarán FH-227. Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su

longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovales por lado, comparados a las diez de los F.27. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales.

Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión. El primer aparato realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a principios de julio se entrega el primer ejemplar a la Mohawk Airlines.

Esta compañía había seguido con mucho detalle todo el desarrollo y producción de sus aviones, teniendo permanentemente un representante técnico en la fábrica de Hagerstown. Piedmont Airlines recibirá su primer avión el 15 de marzo de 1967.

### **3.1.2.2 Versiones**

**FH-227.-** Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv. Estos motores tenían una caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lbs.)

**FH-227B.-** Versión reforzada de mayor peso, pedida por Piedmont Airlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan DartMk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro. El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 lbs.)

**FH-227C.-** Básicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B. Mismo peso máximo al despegue y motorización.

**FH-227D.-** Versión pasajeros-carga convertible. Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo al despegue de (45.500 lbs.)

**FH-227E.-** FH-227C modificado en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv. Peso máximo al despegue de 19.730 kg(43.500 lbs.)

### **3.1.2.2.1 Producción**

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227. Muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser por ejemplo, convertidos de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores. Pero en términos generales y tomando en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

**FH-227** 33 aviones

**FH-227B** 37 aviones

**FH-227D** 8 aviones

Seis aviones fueron convertidos en FH-227E, incluyendo el C/N 501 originalmente el avión FH-227 demostrador de Fairchild Hiller, vendido después a la Mobil Oil donde volará con el registro N2657. Otros aviones serán modificados por Fairchild Hiller a lo largo de su vida útil en LCD.

De la serie final de ocho FH-227D, cinco aviones fueron construidos como FH-227D LCD, los tres aviones restantes construidos para diferentes organismos de México carecían de la gran compuerta de carga. De los

cinco FH-227D LCD, dos fueron adquiridos por la Fuerza Aérea Uruguaya, los C/N 571 y C/N 572 recibiendo las matriculaciones FAU-570 y FAU-571. El FAU-571 entregado en 1968, fue perdido en un trágico accidente en los Andes el 13 de octubre de 1972, lo que lleva a la FAU a pedir a Fairchild un avión adicional, recibiendo entonces el FH-227D LCD C/N 574 que volará bajo la matriculación FAU-572.

Los otros dos FH-227D LCD(C/N 573 y C/N 575) fueron operados inicialmente por la "American Jet Industries" y la Texas Petroleum. El avión de producción final, el FH-227D C/N 578 tuvo como último operador la Armada de México, donde volaba bajo la registración MT-216.

## 3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.2.1 De Campo

La investigación de campo nos permitió conocer que en la base de transporte aéreo No 11 del aeropuerto de Quito se encuentra el avión Fairchild FH-227 con matrícula HC- BHD en buenas condiciones,



**Figura 2:** Avión Fairchild FH-227 en el ala de transporte No 11.

**Fuente:** investigación de campo.

Como se observa en la figura; la estructura del avión está en perfectas condiciones, posee los cobertores para la toma de admisión de sus motores, y la barra de remolque, constatamos el tipo de aeronave que es:

- Avión de ala alta.
- Es bimotor con sus hélices de tipo cuatri-pala respectivamente.
- El tren de aterrizaje es retráctil de tipo triciclo.



**Figura 3:** Avión Fairchild FH-227 motor fuselaje y alas.  
**Fuente:** investigación de campo.

Como se observa en la figura 1.5, los motores están alojados en las alas, además estos posan en sus trenes. Las alas cuentan con sus superficies aerodinámicas de control como alerones flaps y se observa que no presentan corrosión y que están en buen estado.



**Figura 4:** Avión Fairchild FH-227 trenes de aterrizaje.  
**Fuente:** investigación de campo.

Los trenes de aterrizaje del avión Fairchild FH-227 están en buen estado, son de tipo triciclo retráctil, en estos se encuentran las cañerías en sus

posiciones seguras no existen algún tipo de anomalías en sus cañerías, se constató que no ha ocurrido alguna fuga de liquido hidráulico en su tiempo de inoperatividad en el ala N°11.



**Figura 5:** Empenaje Avión Fairchild FH-227.  
**Fuente:** investigación de campo.

Con la observación se logro determinar qué:

- El timón de profundidad y de dirección se encuentran en buenas condiciones.



**Figura 2:** Avión Fairchild FH-227 en el ala de transporte No 11.  
**Fuente:** investigación de campo.

La cabina del avión está totalmente completa, cuenta con todos sus paneles e instrumentos de navegación, equipos de radio, sus dos

cabrillas y asientos de piloto y copiloto en buenas condiciones, no presenta algún tipo de canibalización de algún instrumento, no existen fisuras en los parabrisas.



**Figura 7:** interior del Avión Fairchild FH-227.

**Fuente:** investigación de campo.

Se constató que en el interior de la aeronave se encuentra:

- Asientos en estado regular por los años de uso.
- Un baño en pésimas condiciones.
- En general sus condiciones del interior son regulares, pero se deben readecuarlas.

#### **Sitio de ubicación del avión en el campus del ITSA.**

#### **Obstáculos**

- Desniveles en la ruta
- Tendido eléctrico, Internet, Tv cable
- Obras publicas

Cabe señalar que aparte de los obstáculos citados anteriormente también se puede mencionar la falta de:

Infraestructura operativa (soportes, herramientas especiales, escaleras, grúas, etc.)

Limitación de recursos humanos para el traslado.



**Figura 8:** Sitio de ubicación del avión Fairchild en el campus del ITSA.

**Fuente:** investigación de campo.

El avión Fairchild FH-227 se colocaría en la parte sur- oeste respecto al bloque 42 del ITSA.

### **3.3 Tipo de investigación**

Se utilizó el tipo de INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL ya que se observó rigurosamente los problemas existentes y se pudo dar soluciones prácticas y efectivas, también este tipo de investigación ayuda a darse cuenta de los problemas que aquejan en la carrera de mecánica aeronáutica y por consiguiente al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

### **3.4 Niveles De Investigación**

En nuestra investigación utilizamos el nivel descriptivo el cual nos permitió tener una idea en general de la situación actual de la aeronave esto se logró mediante una visita al Ala de Transportes No 11 en la cual se observó la aeronave y pudimos constatar el estado de su estructura de

manera general. También nos permitió observar el estado de la pintura, los trenes, las alas y el fuselaje en general.

### **3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.5.1 TÉCNICAS**

#### **3.5.2 DE CAMPO**

➤ **OBSERVACIÓN:**

Esta técnica investigativa, se llevó a cabo mediante la utilización de una ficha de observación de igual manera apoyándose en fotografías, se pudo observar y determinar que el avión Fairchild FH-227, con matrícula HC-BHD se encuentra en el Ala de transporte No 11. Constató el estado actual de la aeronave

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**Lugar de observación:** En el Ala de Transporte N°11

**Fecha de observación:** 07/06/2010

**Observador:** Diego Suquillo.

**OBJETIVO:**

- Observar a simple vista en qué condiciones se encuentra la aeronave.

## OBSERVACIONES:

- Fortalezas y debilidades del avión.

PARTES DEL AVION	CONDICIONES QUE SE ENCUENTRA		
	Bueno	Regular	Malo
Trenes	x		
Cabina	x		
Alas	x		
Hélices	x		
Motores	x		
Estabilizador horizontal	x		
Estabilizador Vertical	x		
Ventanas	x		
Pintura			X
Puertas			X
Asientos		x	
Baño		x	
Tapicería		x	

### ➤ BIBLIOGRÁFICA

Mediante esta técnica obtuvimos información concerniente a nuestra investigación, por ejemplo del (PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE TRANSPORTE DEL AVIÓN BOEING 727 HC-BLV DESDE LA PLATAFORMA DE LA BASE AÉREA COTOPAXI HACIA EL ITSA).

De los manuales de la aeronave ya que son una herramienta de suma importancia porque se tiene detalladamente todas las partes de la aeronave, que servirá de gran ayuda para realizar nuestro procedimiento de mejor manera.

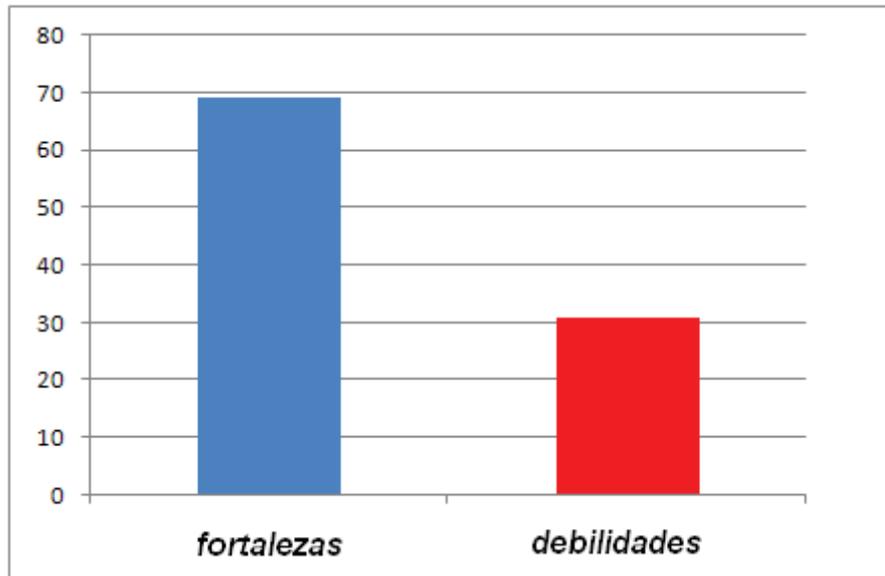
### 3.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez que se ha obtenido la información requerida para la investigación a través de las diferentes técnicas y niveles de investigación se procederá a realizar una revisión crítica mediante la limpieza de información errónea, para de esta forma obtener información más confiable. (ANEXO 3)

**Tabla 1.** Estado en el que se encuentra la aeronave.  
Formato de fortalezas y debilidades

Tabla estadística de frecuencia					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulativo
	Fortalezas	9	69.2	69.2	69.2
	Debilidades	4	30.8	30.8	100.0
	Total	13	100.0	100.0	

**Tabla1:** de fortalezas y debilidades  
**Elaborado por:** Diego Suquillo



Fuente: observación  
Elaborado por: Diego Suquillo.

### 3.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

**Análisis.**-De la ficha de observación **tabla 1**. Se realizó con la finalidad de establecer un criterio real del estado de la aeronave ya que la información obtenida de la misma será de vital importancia para concluir con la investigación.

**Interpretación.**- De la ficha de observación **tabla 1**. El 69.2 % del avión se encuentra en perfectas condiciones y un 30.8 % tiene deficiencia por el tiempo inoperable.

### 3.8 Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación

#### Conclusiones

- Por medio de la observación directa que se realizó en el ala de transporte N°11 se pudo describir las características en las se encuentra el avión Fairchild F-27 j (HC-BHD)
- Recolectamos la información que nos ayude a realizar el traslado por tierra del avión Fairchild F-27

- Se cuenta con las herramientas necesarias para realizar la investigación.
- Se puede concluir que el avión tiene suficiente información técnica para realizar el trabajo.
- El 69.2 % del avión se encuentra en perfectas condiciones y un 30.8 % tiene deficiencia por el tiempo inoperable.
- Se encontró en la vía varios obstáculos que dificultan el traslado por tierra del avión.
- El instituto cuenta con espacio adecuado para la ubicación del avión ya que este es acorde con su tamaño.

### **Recomendaciones**

- Realizar los procedimientos técnicos para preservar la aeronavegabilidad del avión.
- Utilizar los manuales de la aeronave para optimizar el desmontaje.
- Se recomienda el desmontaje de las alas, estabilizador horizontal y vertical y las hélices para el traslado del avión por tierra.
- El espacio donde se va a ubicar el avión no se encuentra en buenas condiciones, se debería realizar un mejoramiento.

## **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA**

Se deduce que es factible el desmontaje del estabilizador vertical, ya que es sumamente necesario para la facilitación del traslado del avión Fairchild Fh-227 HC-BHD a la ciudad de Latacunga al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

De acuerdo al análisis realizado anteriormente y tomado en cuenta el número de estudiantes al cual va dirigido este proyecto, se ha llegado a la conclusión que si se puede realizar este proyecto.

### **4.1 Factibilidad Técnica**

#### **DESMONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL**

El sistema Estabilizador Vertical es uno de los componentes más importantes de la estructura de una aeronave ya que por medio de aquella se integran algunos controles de vuelo, esta sección se encuentra ubicada en la parte trasera de la aeronave la cual permite un excelente control de vuelo de la aeronave. Todos los procesos de desmontaje del componente son realizados de acuerdo al manual de mantenimiento, y descrito en el ATA 55, la cual provee información estructural del estabilizador vertical y sistemas asociados tales como largueros, costillas, piel o recubrimiento del avión, etc.

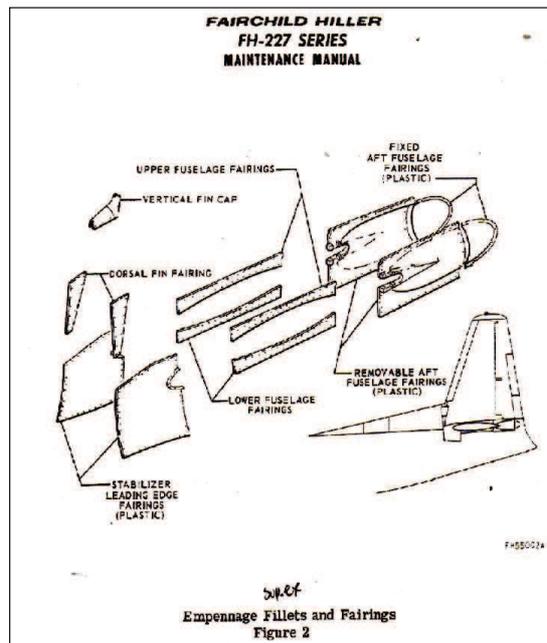
#### **DESCRIPCIÓN**

El Estabilizador Vertical es una viga de una estructura de diseño voladizo que consiste en un larguero auxiliar, que es básicamente un miembro de refuerzo para el borde de ataque delantero y trasero del estabilizador. La viga se adjunta a los accesorios en la parte delantera y trasera del estabilizador.

La estructura consta de tres vigas, constituidos en el alma de la armadura en el refuerzo en las aletas de enfriamiento y a lo largo de la envergadura del estabilizador vertical conectados estructuralmente con estructura desmontable, en la parte superior del borde de ataque en la punta. La carcasa aerodinámica del contorno dorsal del estabilizador vertical.

La punta removible del estabilizador vertical es de fibra de vidrio MSN 501 en las aeronaves. La punta es base de aluminio MSN 565 y esta puede ser sustituida por en cima de este.

La prioridad es remover el rudder o timón de mando para luego remover la punta del estabilizador, que está conectada por tres bisagras remachadas y atornilladas para luego terminar con las aletas de enfriamiento.



**Figura 9:** carenajes del empenaje.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

## COMPONENTES

### A. Borde Ataque

El borde de ataque está ubicado en la parte frontal y es seguro para la aleta auxiliar, consiste de una sección inferior fija y una sección superior removible.

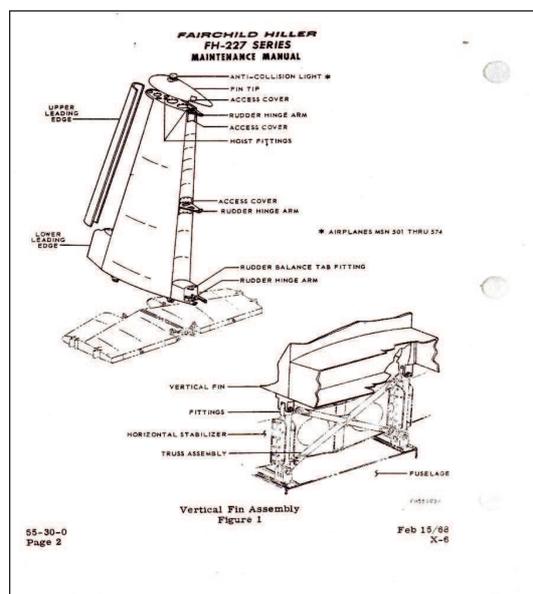
El borde de ataque superior removible consiste de un panel de fibra de vidrio, entre dos hojas de aleación de aluminio. Finalmente son montadas entre dos costillas de la línea de carga máxima 112 y 239.

El borde inferior de ataque fijo consiste de costillas de aleación de aluminio y dos carcasas. El borde de ataque superior es remachado a la línea de carga máxima 112 y el borde de ataque inferior es asegurado con la aleta dorsal y la superficie estabilizadora.

La bota de anti hielo solamente esta recubierta para el borde de ataque superior.

### B. Tip (punta)

La punta del estabilizador vertical removible consiste de una lamina de fibra de vidrio y costillas de la misma y refuerzos en aeronaves con MSN 501-564. La aleación de aluminio son provisionadas en la punta con MSN 565 y para servicio de reparaciones por en cima de esta. Ambos tipos son unidos mediante tornillos y extendidos desde el borde de ataque hasta el borde de salida del rudder. La punta extrema del estabilizador incluye una aleación de aluminio montada sobre la luz de anticollisión y su tapa de acceso. La tapa de acceso proporciona la instalación de la bisagra del tope del tornillo del rudder.



**Figura 10:** unión de los estabilizadores.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

### C. Spars (separadores)

Son tres separadores de aluminio que son: El separador auxiliar, separador frontal y el separador trasero.

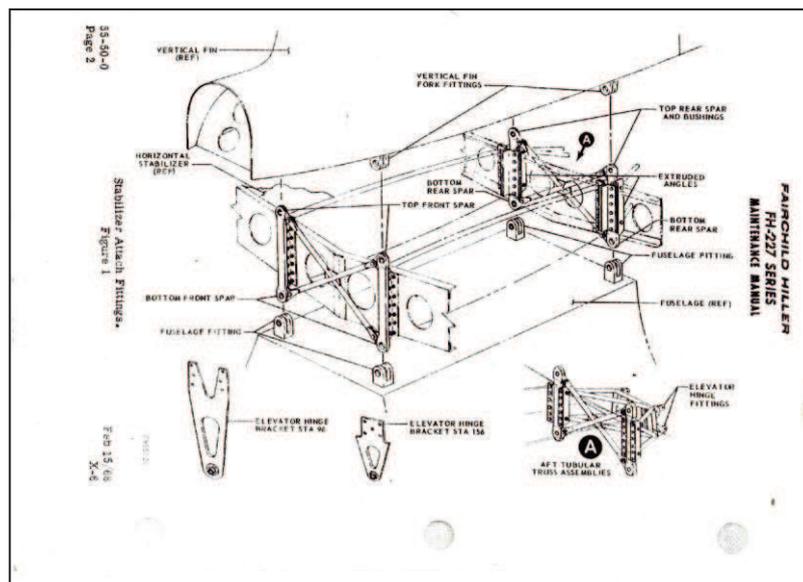
El separador auxiliar consiste de tres izquierdas y una derecha como son remachadas en cada empalme. El separador está fortaleciendo el centro de la viga entre la capa debajo y finalmente reforzando las diagonales.

### D. Ribs (costillas de enfriamiento)

Las costillas de enfriamiento son divididas en dos clases: costillas principales y costillas de nariz.

Las costillas de nariz son paredes de un diseño convencional y brinda puntos de montaje en el borde de ataque superior e inferior del estabilizador vertical.

Las costillas principales son encargadas de dividir entre dos clases: cuatro de tipo pared y tres de tipo estructura. Excepto la línea de agua, es de diseño convencional remachada para los separadores y los largueros. Para el descongelamiento de las botas tiene un distribuidor de válvula solenoide como controlador de presión y succión en las costillas de los montantes



**Figura 11:** pernos de sujecion de los estabilizadores.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

### **E. Stringers (largueros)**

Los stringers son hechos a base aluminio que son reforzados y remachados con la piel de la estructura.

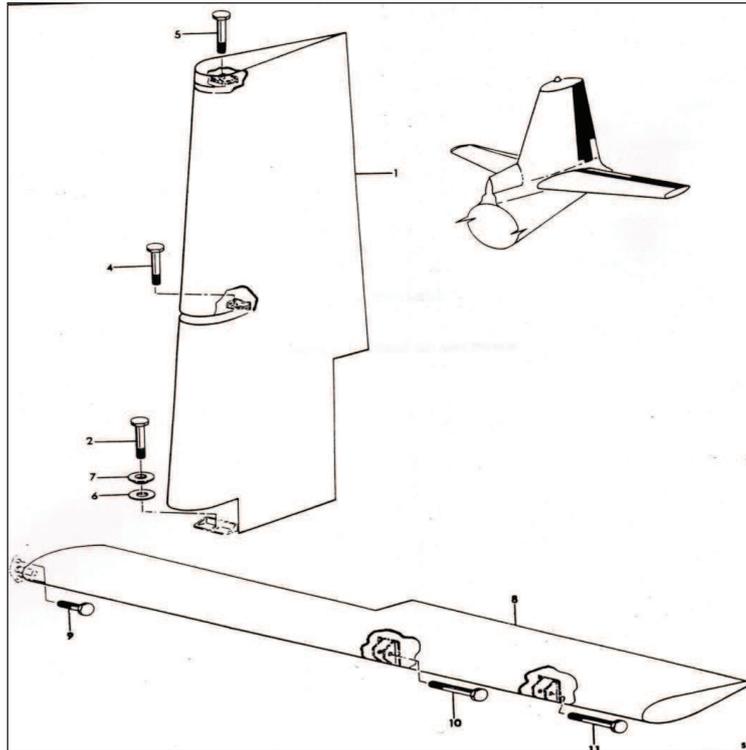
### **F. Piel**

La estructura del estabilizador es cubierta por 10 láminas de aleación de aluminio, que forman dos frontales y tres posteriores, estos se encuentran a cada lado de la aleta. El borde posterior de la aleta se cierra con un panel de borde de salida compuesta por largueros, ángulos y refuerzos.

### **G. Dorsal Fin (aleta dorsal)**

La aleta dorsal se extiende desde la estación 420 hasta la aleta vertical y no es removido bajo circunstancias normales. Los mástiles y largueros longitudinales se forman por cuadros de armazones de aleación de aluminio. La sección frontal de plástico reforzado se puede quitar para acceder a varios componentes del sistema. Se colocan accesorios en los marcos de la aleta dorsal que están atornillados a la estructura del fuselaje para asegura la misma al avión. La parte inferior forma un canal de cables que contienen los soportes y los carriles para adjuntar poleas, tubos de aire, tubos, etc.

Dos grandes puertas con bisagras en el lado izquierdo después de proporcionar acceso a la zona del conducto y a los componentes de ella. Pequeñas compuertas de acceso están sujetas con tornillos. El montante y la superficie exterior están sujetadas al fuselaje para complementar el armazón que cubre y ayude asegurara la aleta dorsal en la estructura.



**Figura 12:** pernos de sujeción del rudder.

**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

Las herramientas con las que vamos a trabajar las obtendremos del Ala No 11. Los demás equipos y herramientas especiales que no están a nuestro alcance serán alquiladas y otras construidas por otros integrantes de grupo de trabajo que es de gran ayuda para poder concluir con nuestros objetivos planteados, y como tema para su trabajo de graduación.

## 4.2 Factibilidad Legal

Con oficio del comandante general de la FAE se está llevando a cabo el proyecto de la logística y traslado del avión Fairchild hacia el campus del ITSA. Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 55 el cual habla acerca de Los Estabilizadores. Las superficies estabilizadoras son elementos generalmente situados en la parte trasera del avión, que permiten su control y aseguran la estabilidad

y confort del vuelo. Así también del manual de mantenimiento el cual nos permite conocer los procedimientos para el desmontaje del estabilizador vertical.

### 4.3 Factibilidad Operacional

Con la finalización de este trabajo se tendrá varios beneficios ya que este avión va a ser utilizado por todos los estudiantes civiles y militares del ITSA, además de los docentes quienes serán los encargados de impartir todos sus conocimientos en la práctica además de la que ya imparten en la teoría, ayudan de esta manera al instituto a cumplir con su misión de formar mejores profesionales holísticos y así ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional y latinoamericano.

### 4.4 Económico financiero, análisis costo – beneficio (tangible e intangible)

**Tabla 1.1 Presupuesto del Tema**

#### Costos Primario

<b>N o</b>	<b>Materiales</b>	<b>Precio</b>	<b>Total(dólares)</b>
<b>1</b>	Alimentación	2.50	250USD
<b>2</b>	Transporte	2.00	110USD
<b>TOTAL</b>			<b>360USD</b>

**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Diego Suquillo.

### Costos Secundarios

Nº	Material	Costo
1	Pago aranceles Derechos de Grado	300USD
2	Internet, Anillados y empastados	60USD
3	Alquiler de escalera y herramientas para el desmontaje del estabilizador vertical	300USD
<b>TOTAL</b>		660USD

Fuente: Encuestas  
Elaborado por: Diego Suquillo.

**Tabla 1.2 Recurso Para la Investigación del Anteproyecto**

Nº	Material	Costo
1	Estadía en Latacunga para la investigación	150 USD
2	Alimentación, Transporte y varios	160 USD
3	Solicitud, Internet, impresiones y Anillado	20 USD
<b>TOTAL</b>		330 USD

Fuente: Investigación Documental  
Elaborado por: Diego Suquillo.

**Tabla 1.3 Análisis Costo-Beneficios**

<b>COSTO</b>	<b>BENEFICIO</b>	
	<b>TANGIBLE</b>	<b>INTANGIBLE</b>
Desmontaje del estabilizador vertical del avión Fairchild F-227 con matrícula HC-BHD 800 USD		La contratación de un técnico en aviación para realizar dicho trabajo. 2000USD
Costos totales 800 USD	Beneficios totales 2000 USD	

**Fuente:** Investigación Documental  
**Elaborado por:** Diego Suquillo.

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

DESMONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC-BHD PARA SU TRANSLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N°11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

## ANEXOS

### ANEXO A.1

#### FICHA DE OBSERVACION

#### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**Lugar de observación:** En el Ala de Transporte N° 11

**Fecha de observación:** 07/06/2010

**Observador:** Sr. Diego Suquillo

#### **OBJETIVO:**

- Observar a simple vista en qué condiciones se encuentra la aeronave.

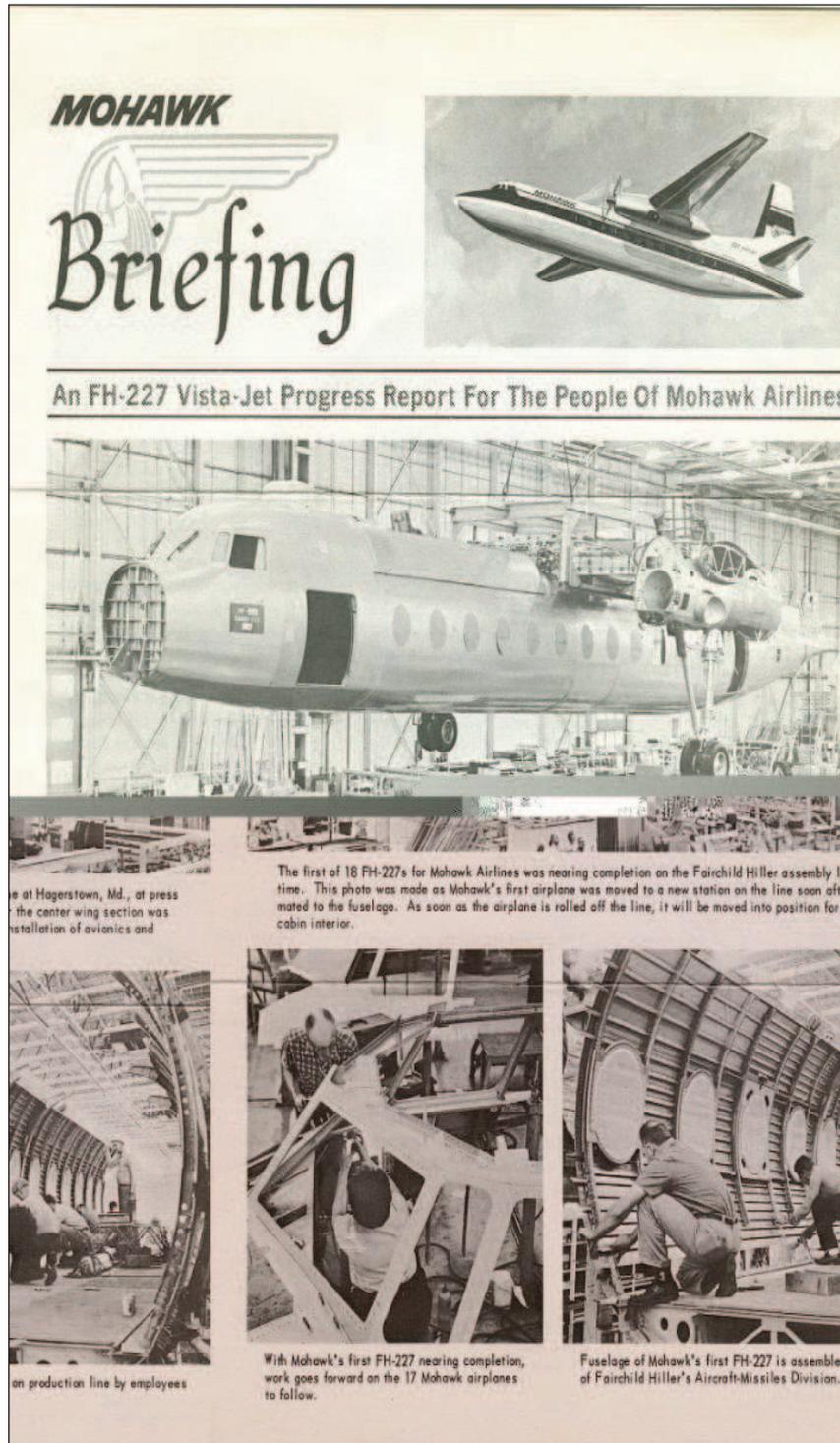
#### **OBSERVACIONES:**

- Fortalezas y debilidades del avión.

PARTES DEL AVION	CONDICIONES QUE SE ENCUENTRA		
	Bueno	Regular	Malo
Trenes	x		
Cabina	x		
Alas	x		
Hélices	x		
Motores	x		
Estabilizador horizontal	x		
Estabilizador Vertical	x		
Ventanas	x		
Pintura			x
Puertas			x
Asientos		x	
Baño		x	
Tapicería		x	

## ANEXO A.2

### AVION FAIRCHILD DESMONTADO



**Figura A.2:** Avión Fairchild desmontado.

**Fuente:** <http://www.airliners.net/aircraft-data/stats.main?id=217>.

ANEXO A.3  
ESTABILIZADORES DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227



**Figura A.3:** Estabilizadores del avión Fairchild FH-227.  
**Fuente:** <http://travelerdrawer.blogspot.com/2011/05/britt-airlines-usa-rolls-royce-powered.html>.

# **ANEXO B**

**Fotos de desmontaje del  
avión Fairchild FH-227**



**Figura B.1:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Investigación de campo.



**Figura B.2:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Investigación de campo.



**Figura B.3:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Investigación de campo.



**Figura B.4:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Investigación de campo.

# **ANEXO C**

**Desmontaje del estabilizador  
vertical maintenance manual.**

**FAIRCHILD HILLER  
FH-227 SERIES  
MAINTENANCE MANUAL**

STABILIZERS - VERTICAL STABILIZER

1. DESCRIPTION.

The vertical fin is a metal cantilever design structure that consists of the auxiliary spar, which is basically a reinforcement member for the fin leading edge, the front spar and the rear spar. The fin is attached to fittings on the stabilizer front and rear spars.

The fin structure consists of three spars, built-up web and truss-type ribs and spanwise stringer and skin assemblies with removable fairings, tip and upper section leading edge. The fairings contour the fin to the fuselage and dorsal fin. See 55-50-0, figure 2. The removable tip is fiberglass on airplanes MSN 501 thru 564. Aluminum alloy tips are provided on MSN 565 and up and may be used as service replacements.

The rudder is removed prior to fin removal, and is attached to the fin by three hinge arms, riveted and bolted to the aft ends of the fin ribs. Access covers are installed on the fin trailing edge and tip.

2. COMPONENTS.

A. Leading Edge.

The fin leading edges are located immediately forward of and are secured to the auxiliary spar, and consist of a fixed lower section and a removable upper section.

The removable upper leading edge consists of a honeycomb core bonded between two aluminum alloy sheets. The ends are mounted between two fin nose ribs at waterline 112 and 239.

The fixed lower leading edge consists of aluminum alloy ribs and two skin panels. The upper edge is riveted to the nose rib at waterline 112 and the forward and lower edges are secured to the dorsal fin and the forward stabilizer fairings.

The deicing boot is cemented to the upper leading edge only.

**Figura C.1:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

**FAIRCHILD HILLER**  
**FH-227 SERIES**  
**MAINTENANCE MANUAL**

B. Tip.

The removable fin tip consists of a laminated fiberglass skin with fiberglass ribs and stiffeners on airplanes MSN 501 thru 564. Aluminum alloy tips are provided on MSN 565 and up and may be used as service replacements. Both types are attached with screws and extend from the fin leading edge aft to trailing edge of the rudder.

The fin tip includes an aluminum alloy mounting flange for the anti-collision light and an access cover. The access cover provides for installation of the top rudder hinge bolt.

C. Spars.

The fin consists of three aluminum alloy spars: the auxiliary spar, the front spar and the rear spar.

The auxiliary spar consists of three left and right spar caps, which are riveted to each other by cap splices. The spar is strengthened by a web secured between the spar caps at the lower end and span-wise and diagonal stiffeners.

The front and rear spars are similar in construction to the auxiliary spar except that the lower spar caps of the front and rear spars have fin to stabilizer fittings, which are integral parts of the spars. In addition to the fittings, a hoist fitting is installed on the top of the front and rear spars.

D. Ribs.

The ribs are divided into two classes: nose ribs and main ribs.

The nose ribs are of conventional web design, and provide mounting points for the lower leading edge and the upper leading edge.

The main ribs are further divided into two classes: four web-type and three web and truss-type ribs. The web-type ribs, except the rib at waterline 239, are of conventional design and are riveted to the spars and skin stringers. The bottom rib mounts three deicing solenoid distributor valves, which control pressure and suction for the fin and stabilizer deicing boots.

**Figura C.2:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual

**FAIRCHILD HILLER  
FH-227 SERIES  
MAINTENANCE MANUAL**

The rib at waterline 239 extends forward of the auxiliary spar and provides the mounting point for the upper end of the upper leading edge.

The web and truss-type ribs are constructed with webs at each end, one between the auxiliary and front spar and one between the rear spar and the trailing edge. Two channel stiffeners extend across the center portion of each web.

**E. Stringers.**

The stringers are formed aluminum alloy hat sections that are bonded to the skin and riveted to the fin structure.

**F. Skin.**

The fin left and right structure is covered by ten aluminum alloy sheets that form the two forward and three aft skin panels on each side of the fin. The trailing edge of the fin is closed by a trailing edge panel composed of webs, angles and stiffeners.

**G. Dorsal Fin.**

The dorsal fin runs from station 420 aft to the vertical fin and is not removed under normal circumstances. It is constructed of frames, formers, longitudinal spars and stringers, covered with aluminum alloy skin. The front section of reinforced plastic may be removed for access to various system components. Attach fittings on the dorsal fin frames are bolted to the fuselage structure securing the dorsal fin to the airplane. The lower portion forms a cable duct containing brackets and tracks for attachment of cable pulleys, air ducts, tubing, etc. Two large hinged doors on the left aft side provide access to the duct area and the components therein. Other smaller access doors are attached with screws. Fairings and fillets are riveted to the fuselage to complete the skin covering and aid in securing the dorsal fin to the fuselage.

"END"

**Figura C.3:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual

**FAIRCHILD  
FH-227 SERIES  
MAINTENANCE MANUAL**

VERTICAL FIN - MAINTENANCE PRACTICES

1. REMOVAL/INSTALLATION - VERTICAL FIN.

A. Remove.

- (1) Remove fin tip as indicated in fin tip removal, 55-30-3.
- (2) Remove rudder as indicated in chapter 27.
- (3) Remove dorsal to fin leading edge fairing and dorsal to fin cap assembly; disconnect anti-collision light wiring if applicable.
- (4) Remove empennage fairings and note lengths of screws.
- (5) Release tube clamps and disconnect pressure and suction tubes to fin solenoid distributor valve. Disconnect electrical plug. Mark or tag tubes and valve fittings.
- (6) Release all tube clamps and disconnect all tubes to and from stabilizer solenoid distributor valves. Disconnect all electrical plugs. Mark or tag tubes and valve fittings.
- (7) Attach hoisting sling to fin hoist fittings. (Refer to chapter 7.)
- (8) Raise hoisting sling to take up slack and to relieve weight of fin on attaching bolts.

NOTE: The hoisting sling must be checked constantly for proper adjustment during removal of attaching bolts. When correctly adjusted, sling will hold fin in alignment with stabilizer fittings, even when all attaching bolts are removed.

- (9) Remove fin bolts from stabilizer fittings.
- (10) Carefully hoist fin to disengage fittings and lower.
- (11) Place fin in suitable padded supports to avoid damage to external surface.

NOTE: Retrieve aft fuselage fitting shims and secure to aft fin fittings.

B. Install.

- (1) Attach hoisting sling to fin hoist fittings. (Refer to chapter 7.)
- (2) Raise hoisting sling and carefully align fin fittings with stabilizer fittings.

NOTE: The hoist sling must be checked constantly for proper adjustment during installation of attaching bolts. When correctly adjusted, sling will hold fin in alignment with stabilizer fittings, prior to installing attaching bolts.

**Figura C.4:** Desmontaje del estabilizador vertical.  
**Fuente:** Fairchild hiller FH-227 maintenance manual.

## HOJA DE VIDA



### DATOS PERSONALES:

**APELLIDOS** : SUQUILLO PÁEZ  
**NOMBRES** : DIEGO ANDRÉS  
**EDAD** : 24 AÑOS  
**LUGAR** : QUITO  
**C.I.** : 171320614-0  
**ESTADO CIVIL** : SOLTERO  
**DOMICILIO** : PLAN DE VIVIENDA EL COMERCIO MANZANA  
6 CASA 18  
**TELEFONOS** : 2 686251 095025817

### ESTUDIOS REALIZADOS:

**PRIMARIA** : ESCUELA MUNICIPAL "QUITUMBE"  
  
**SECUNDARIA** : COLEGIO EXPERIMENTAL "JUAN PÍO  
MONTÚFAR"  
ESPECIALIDAD FÍSICO MATEMÁTICO.  
  
**SUPERIOR** : INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO

## **TÍTULOS OBTENIDOS:**

1. BACHILLER EN FÍSICO MATEMÁTICA.
2. EGRESADO DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA ESPECIALIDAD MOTORES.
3. CURSOS REALIZADOS

## **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

- Certificado: Curso inicial del avión AIRBUS A-320, duración 120 horas, dictado en Latacunga abril 2010.
- Título: Suficiencia en el Idioma Inglés.

## **MANTOMAIN**

- Certificado: Curso de Factores Humanos, Quito julio 2010.
- Certificado: Curso de Inspectores en el área de Control de Calidad, duración 38 horas, Quito diciembre 2010.
- Certificado: Curso recurrente Boeing 737-700. Duración 40 horas

## **Fuerza Aérea Ecuatoriana**

- Certificado: Curso motor J8517A, duración 160 horas dictado en Manta en marzo 2008.

## **Experiencia laboral**

- Prácticas pre-profesionales en CEMA aviones B-727, B-737 (Latacunga)
- Prácticas pre-profesionales realizadas en la base aérea de Manta ala de combate No. 23 avión A-37.
- Prácticas pre-profesionales en el ala No. 11 base aérea Quito, avión TWIN OTTER.

- Prácticas pre-profesionales en la empresa VIP S.A, avión DORNIER 328.
- Empresa Longport Aviation Security como agente de seguridad.
- Mantomain, ayudante de mantenimiento desempeñando las siguientes funciones: mantenimiento en línea en los aviones:
  - B-737-700
  - B-757-200
  - B-767-200
  - A-320
  - A-340
  - EMBRAER 190

#### **REFERENCIAS PERSONALES:**

- Sr. César Zapata      Jefe de Operaciones en el Terminal Quitumbe  
084589146
- Lcda. Pilar Páez      Jefa de enfermeras en el Patronato San José  
2681333
- Ing. Paul Vaca      Profesor escuela AGAPE  
087037631

#### **REFERENCIAS LABORALES:**

- Pedro León      Supervisor de Mantenimiento Mantomain  
099800306
- Augusto Lapuerta      Supervisor de Mantenimiento Mantomain  
096149864
- Ing. Yadira Guerrero      Jefa de control de Calidad Mantomain  
099852594

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR.**

---

**SUQUILLO PÁEZ DIEGO ANDRÉS**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Subs. Hebert Atencio**

Latacunga, 20 Octubre del 2011

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, SUQUILLO PÁEZ DIEGO ANDRÉS, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, EN EL AÑO 2011, CON Cedula de Ciudadanía No 171320614-0, autor de Graduación” **DESMONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC-BHD PARA SU TRANSLADO DEL ALA DE TRANSPORTES No11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**SUQUILLO PÁEZ DIEGO ANDRÉS**

Latacunga, 20 Octubre del 2011