

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**CONSTRUCCIÓN DE ESLINGAS PARA EL DESMONTAJE DE  
ALAS Y ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVIÓN FAIRCHILD  
FH-227 J**

**POR:**

**FERNANDO SEBASTIÁN CAICEDO ALTAMIRANO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

**2011**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **CAICEDO ALTAMIRANO FERNANDO SEBASTIÁN**, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

---

Ing. Eduardo Toscano  
Director del Trabajo de Graduación

Latacunga, Agosto 25 del 2011

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis está enteramente dedicado a Dios, a mis padres y hermanos, quienes se atrevieron a confiar en mí; es obvio que sin ellos este sueño nunca hubiera podido ser completado. Ellos son la base de mi vida humana y profesional y toda la vida les estaré agradecido.

**Caicedo Altamirano Fernando Sebastián**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir delante de cada tropiezo.

A mis padres por su determinación, entrega y humildad que me han enseñado tanto, mis abuelos por ser el más perfecto ejemplo del amor eterno y mis hermanos por sus enseñanzas y porque siempre alimentan mi alma.

A mis amigos, que durante estos 3 años de estudio han marcado mi vida de alguna forma y me han abierto los ojos al mundo llenándome de grandes experiencias inolvidables de nuestra juventud.

A mis profesores y profesoras que me enseñaron lo valioso que es el estudio y me impartieron todos sus conocimientos para poder convertirme en un excelente profesional.

**Caicedo Altamirano Fernando Sebastián**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xiv
Introducción.....	xv
Resumen.....	xvi
Summary.....	xvii

## CAPÍTULO I

### EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Alcance.....	3

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del avión Fairchild FH-227 J.....	5
2.2 Desarrollo del Fairchild FH-227 J.....	6
2.3 Alas.....	8
2.3.1 Largueros.....	9
2.3.2 Larguerillos.....	10
2.3.3 Costillas.....	10
2.3.4 Revestimiento.....	11
2.4 Estabilizador horizontal.....	12
2.5 Eslingas.....	13
2.5.1 Fabricación.....	14
2.5.2 Ligadas.....	15
2.5.3 Terminales.....	16
2.5.4 Elementos de unión.....	17
2.5.5 Principales tipos de eslingas.....	18
2.5.6 Capacidad de carga y descarga.....	19
2.5.7 Utilización de las eslingas.....	24
2.5.8 Almacenamiento, mantenimiento y sustitución de eslingas.....	28

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Desmontaje de alas y estabilizador horizontal del avión Fairchild FH-227J...	31
3.1.1 Preliminares.....	31
3.1.2 Carenajes que deben ser removidos.....	32
3.1.3 Desmontaje de accesorios que forman parte de las alas y estabilizador....	33
3.1.3.1 Equipos, herramientas y materiales a utilizar.....	33
3.1.3.2 Procedimiento.....	34
3.1.4 Desmontaje de alas del Fairchild FH-227 J.....	40
3.1.5 Desmontaje de estabilizador horizontal.....	44
3.2 Construcción de eslinga y puntos de sujeción para el desmontaje.....	47
3.2.1 Preliminares.....	47
3.2.2 Diseño.....	47
3.3 Cálculos estructurales.....	47
3.4 Construcción de la eslinga para izaje de alas externas.....	51
3.4.1 Equipos y herramientas.....	51
3.4.2 Materiales.....	51
3.5 Simbología de proceso de construcción.....	51
3.6 Procedimiento.....	54
3.6.1 Cables de eslinga.....	54
3.6.2 Ensamble de eslinga.....	56
3.7 Construcción de puntos de sujeción para el ala.....	58
3.7.1 Equipos y herramientas.....	58

3.7.2 Materiales.....	58
3.8 Simbología del proceso de construcción.....	58
3.9 Procedimiento de los puntos de sujeción.....	61
3.10 Elaboración de manuales.....	63
3.11 Análisis económico.....	69
3.11.1 Recursos.....	69
3.11.2 Presupuesto.....	69
3.11.3 Costos primarios.....	70
3.11.4 Costos secundarios.....	71
3.10.3 Costo total del proyecto.....	71

## CAPÍTULO IV

### COCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	72
4.2 Recomendaciones.....	73
<b>Glosario de términos.....</b>	<b>74</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>77</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>78</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Cálculos estructurales.....	48
Tabla 3.2 Fuerzas.....	49
Tabla 3.3 Resumen de resultados.....	50
Tabla 3.4 Simbología del proceso de construcción eslinga.....	52
Tabla 3.5 Simbología del proceso de construcción puntos de sujeción.....	59
Tabla 3.6 Talento humano.....	69
Tabla 3.7 Costos de materiales.....	70
Tabla 3.8 Costos de herramientas y equipos.....	70
Tabla 3.9 Costos secundarios.....	71
Tabla 3.10 Costos totales.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 2.1 Fairchild FH-227 J.....	6
Figura 2.2 Fairchild FH-227 J decolaje.....	7
Figura 2.3 Ala completa Fairchild FH-227 J.....	8
Figura 2.4 Ala Central Fairchild FH-227 J.....	8
Figura 2.5 Largueros de ala.....	9
Figura 2.6 Larguerillos.....	10
Figura 2.7 Costillas.....	11
Figura 2.8 Revestimiento.....	11
Figura 2.9 Estabilizador horizontal.....	12
Figura 2.10 Eslinga de tres ramales.....	13
Figura 2.11 Desbobinado.....	14
Figura 2.12 Realización de una ligada.....	15
Figura 2.13 Utilización de una varilla en la realización de eslingas.....	16
Figura 2.14 Criterio orientativo para la elección de guardacabos.....	17
Figura 2.15 Influencia en la forma de los anillos en su resistencia.....	17
Figura 2.16 Grillete.....	18
Figura 2.17 Tipos de eslingas.....	18
Figura 2.18 Eslinga de banda.....	19
Figura 2.19 Resistencia de cables galvanizados serie 6x7.....	20
Figura 2.20 Resistencia de cables galvanizados serie 6x19.....	21
Figura 2.21 Resistencia de cables galvanizados serie 6x24.....	21
Figura 2.22 Resistencia de cables galvanizados serie 6x37.....	22

Figura 2.23 Rendimiento de capacidad de carga en función del terminal.....	23
Figura 2.24 Señalización marcada en el propio elemento de sustentación.....	23
Figura 2.25 Sobrecarga en función del ángulo entre ramales se sustentación....	24
Figura 2.26 Pórtico para elevación de cargas.....	26
Figura 2.27 Aplicación de guardacabos.....	26
Figura 2.28 Cantoneras de protección.....	27
Figura 2.29 Necesidad de evitar ramales cruzados.....	27

### **CAPÍTULO III**

Figura 3.1 Avión ubicado en el Ala de Transporte N° 11.....	32
Figura 3.2 Carenajes a ser removidas para el desmontaje.....	33
Figura 3.3 Pernos a ser retirados para el desmontaje de los carenajes.....	35
Figura 3.4 Desarmado de carenajes del fuselaje.....	35
Figura 3.5 Tapas removidas para el acceso al estabilizador horizontal.....	36
Figura 3.6 Cables tensores aflojados.....	37
Figura 3.7 Posición de elevadores removidos.....	37
Figura 3.8 Pernos de sujeción del estabilizador al fuselaje.....	38
Figura 3.9 Tapas de acceso a cables tensores y poleas removidas.....	38
Figura 3.10 Posición de borde de ataque removido.....	39
Figura 3.11 Cables eléctricos y tensores removidos del fuselaje y alas.....	39
Figura 3.12 Gancho de sujeción colocado en el punto del ala.....	40
Figura 3.13 Eslinga colocada en los ganchos de sujeción.....	40
Figura 3.14 Eslinga colocada en el ala del Fairchild FH-227 J.....	41

Figura 3.15 Levantamiento de eslinga con la utilización de tecle.....	41
Figura 3.16 Franja de pernos que sujetan el ala.....	42
Figura 3.17 Palanca para bajar el tecle.....	42
Figura 3.18 Utilización de cabos para estabilizar el ala.....	43
Figura 3.19 Ala en soportes y desconexión de eslinga y cabos.....	43
Figura 3.20 Avión sin alas externas.....	44
Figura 3.21 Posicionamiento de eslinga en soportes del estabilizador.....	44
Figura 3.22 Elevación de eslinga para sostener el estabilizador.....	45
Figura 3.23 Pernos de sujeción del estabilizador al fuselaje.....	45
Figura 3.24 Descenso del estabilizador horizontal utilizando eslinga y grúa.....	46
Figura 3.25 Ubicación del estabilizador en las llantas.....	46
Figura 3.26 Plano de eslinga.....	48
Figura 3.27 Esfuerzos producidos en eslinga.....	50
Figura 3.28 Cable medido y cortado.....	54
Figura 3.29 Cable con guardacabos y grapas.....	54
Figura 3.30 Pre ajuste de grapas.....	55
Figura 3.31 Extremo de eslinga completa.....	55
Figura 3.32 Ajuste de cada uno de los extremos de la eslinga.....	56
Figura 3.33 Grillete 3/8 en extremo de cable de eslinga.....	56
Figura 3.34 Grillete 1/2 común para los tres cables.....	57
Figura 3.35 Grillete de 5/8.....	57
Figura 3.36 Punto de sujeción con tapón.....	61
Figura 3.37 Torno.....	61
Figura 3.38 Cierra de acero.....	62
Figura 3.39 Realización de una guía en torno.....	62

Figura 3.40 Calibrador pie de rey y gancho..... 63

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

### **ANEXO A:**

Anteproyecto

### **ANEXO B:**

Formatos de los planos de diseño de eslinga para el desmontaje del ala y puntos de sujeción.

### **ANEXO C:**

Manual de mantenimiento Fairchild FH-227 J

### **ANEXO D:**

Listado de equipos y herramientas especiales Fairchild FH-227 J

**HOJA DE VIDA DEL GRADUANDO**

**HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

## INTRODUCCIÓN

Todo el que ha viajado en avión o simplemente lo haya visto volar no puede menos que preguntarse cómo una máquina más pesada que el aire puede despegar de una pista, mantenerse en el aire, trasladarse de un punto a otro sin perder el rumbo y aterrizar de nuevo en el aeropuerto de destino.

Independientemente del fabricante, tipo, modelo y tamaño, los aviones poseen elementos comunes sin los cuales no podría volar. Todos necesitan un fuselaje, alas, cola y superficies flexibles para el control del vuelo. De echo, solamente con esos elementos un planeador puede volar y aterrizar sin necesidad de tener ningún motor que lo impulse, aunque este tipo de avión para levantar vuelo necesita utilizar un mecanismo auxiliar que le suministre el impulso inicial para el despegue, como por ejemplo un automóvil que lo arrastre por la pista enganchado a un cable. Una vez que el planeador despegue, el piloto libera el cable que lo une al dispositivo de arrastre y ya puede continuar el vuelo solo, aprovechando las corrientes de aire ascendentes.

Para rodar en la pista, antes del despegue y después de aterrizar, los aviones utilizan ruedas de goma (neumáticos), que forman parte del tren de aterrizaje, aunque los hidroaviones los sustituyen por flotadores que le permiten acuatizar (cuando lo hace en agua dulce) o amarizar (si lo hacen en el mar).

Existen también aviones provistos de patines que le permiten aterrizar y despegar sobre superficies nevadas.

## RESUMEN

El presente proyecto comprende inicialmente contenidos fundamentales básicos que sirven como información general para docentes y estudiantes del Instituto, en cuanto se refiere al avión Fairchild Hiller FH-227 J y al uso de herramientas y equipos de aviación.

Posteriormente se realizó un estudio minucioso de las mejores alternativas de desmontaje de partes del avión Fairchild Hiller FH-227 J, el mismo que fue donado por parte de los investigadores que realizador este proyecto. En efecto la mejor elección fue la de desmontar las partes principales de la aeronave como son las alas, empenaje y trenes de aterrizaje.

Una parte importante del desarrollo de este trabajo fue el diseño y construcción de una herramienta muy elemental al momento de realizar actividades de desmontaje y montaje de las alas y estabilizador horizontal, esta herramienta lleva como nombre "Eslinga" la cual acompañada de los ganchos o "Puntos de sujeción del ala" cumplen con la función de elevar el ala y estabilizador horizontal del avión.

El proyecto se realizó con el fin de mejorar el desarrollo académico de los estudiantes de las diferentes carreras aeronáuticas, teniendo como material didáctico una aeronave real, donde los estudiantes podrán recibir clases de manera mucho más práctica y poder complementar con la teoría.

Para concluir este presenta sus conclusiones y recomendaciones respectivas las cuales fueron obtenidas durante el transcurso de la realización del trabajo escrito y práctico.



## **SUMMARY**

This project involves basic fundamental contents initially serve as general information for faculty and students of the Institute, as regards the plane Fairchild Hiller FH-227 J and the use of tools and aviation equipment.

Subsequently performed a detailed study of the best alternatives for removal of parts of the Fairchild Hiller FH-227 J, the same was donated by the researchers conducting this project. In fact the best choice was to remove the main parts of the aircraft such as wings, empennage and landing gear.

An important part of development of this work was the design and construction of a very basic tool at the time of assembly and disassembly activities of the wings and horizontal stabilizer, this tool has the name "sling" which accompanied the hooks or "wing attachment points" fulfill the function of raising the wing and horizontal stabilizer of the plane.

The project was to improve the academic performance of students of different races aeronautical materials having as real aircraft, where students can take classes in a much more practical and to complement the theory.

To conclude this presents its conclusions and recommendations there on which were obtained during the course of conducting written and practical work.

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

“CONSTRUCCIÓN DE ESLINGAS PARA EL DESMONTAJE DE ALAS Y ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 J”

#### **1.1. Antecedentes**

Con la misión de formar los mejores profesionales, íntegros, innovadores, competitivos y entusiastas a través del aprendizaje con logros aportando así, al desarrollo de nuestra patria, nace el 08 de noviembre de 1999, mediante Acuerdo Ministerial No. 3237 del Ministerio de Educación Política, Cultura y Deportes, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), un centro académico de formación tecnológica superior regida por las leyes y reglamentos de educación superior correspondiente y registrado en la CONESUP con el numero 05-003 de fecha 20 de septiembre del 2000, el mismo que se encuentra ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Siendo el ITSA un centro de educación superior está enfocado a formar profesionales tanto civiles como militares quienes adquirirán títulos de tecnólogos en diferentes ramas de la aviación tales como: Mecánica Aeronáutica, Seguridad Aérea y Terrestre, Logística y Transporte, Electrónica. De esta manera el instituto brinda la oportunidad de ser profesionales competitivos y capaces de resolver problemas de la manera más eficiente.

Dentro del campo de la aviación hay varias ramas en las cuales debe estar inmiscuido el estudiante con el propósito de abrirse camino hacia nuevas metas que ayuden al desarrollo de la empresa y en sí de todo el país.

## **1.2. Justificación e importancia**

Es importante que el ITSA implemente nuevos métodos de enseñanza enfocados más a la parte práctica con el propósito de optimar los conocimientos acerca de las aeronaves en general, los mismos que han sido adquiridos de forma teórica durante las horas de clases, esto con la finalidad de que el estudiante pueda entender y asimilar de una manera sencilla y didáctica; para lo cual se pondría en práctica realizando tareas de mantenimiento programadas por el docente de cada materia y que mejor si se cuenta con el material didáctico tal como una aeronave comercial que incorpora todas sus partes principales de funcionamiento y que actualmente se encuentra sin uso, de tal manera que pueda ser rehabilitado y que sirva como herramienta de instrucción para los docentes.

La implementación de una aeronave con sus herramientas de desmontaje como soportes y eslingas, permitirá instruir a los alumnos en nuevos temas relacionados con el proyecto y aplicar los conocimientos teóricos obtenidos durante las horas de clase en las diferentes materias concernientes al tema.

Este proyecto además servirá para que los estudiantes de las diferentes carreras puedan demostrar y reforzar sus diferentes habilidades durante las actividades de mantenimiento tales como son la remoción e instalación de todas las partes principales de la aeronave por medio del uso de herramientas específicas como las eslingas para levantar las alas durante el desmontaje y punto de sujeción del ala tipo gancho, esto permitirá que el estudiante adquiera la suficiente experiencia en este tipo de actividades y que en futuro pueda desempeñarse eficientemente en el sector aeronáutico.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general:**

- Construir e implementar una eslinga de tres ramales para el desmontaje y montaje de las alas y sus respectivos adaptadores de los puntos de sujeción del avión Fairchild FH-227 J para ser utilizado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Recopilar información del procedimiento de montaje y desmontaje de las alas del avión Fairchild FH-227 J.
- Construir la eslinga y adaptadores de los puntos de sujeción de acuerdo a las especificaciones descritas en los manuales de mantenimiento del avión Fairchild FH-227 J.
- Realizar las pruebas operacionales para comprobar que el proyecto realizado funcione de una manera eficiente.
- Desmontar las alas utilizando las eslingas y los respectivos adaptadores de los puntos de sujeción de la misma.
- Montar las alas utilizando las eslingas y los respectivos adaptadores de los puntos de sujeción de la misma.

### **1.4. Alcance**

El presente proyecto permitirá que los estudiantes de las diferentes carreras puedan comprender de una manera practica el procedimiento de montaje y desmontaje de las diferentes partes principales del avión que se realizan durante el mantenimiento de una aeronave, y que de la misma forma ayudara a que conozcan mas a profundidad los diferentes componentes del avión Fairchild FH-227 J y el funcionamiento de los mismos.

Además al elaborar este trabajo, se proporcionara una ayuda a personal de mantenimiento y/o estudiantes del instituto ya que será la primera aeronave de transporte civil que posea el instituto la cual servirá tanto para el estudio de la misma como para realizar trabajos prácticos de restauración en la misma.

Es por ello que este proyecto está encaminado a facilitar la información necesaria a los estudiantes que cursan las diferentes carreras y por ende a los futuros tecnólogos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Historia del avión Fairchild FH-227 J<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.

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

---

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

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, el F-27J, más pesado y re motorizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.



**Figura 2.1:** Fairchild FH-227 J

**Fuente:** <http://nueveg.wordpress.com/page/52/?archives-list&archives-type=cats>

## 2.2. Desarrollo del Fairchild FH-227 J<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.

---

<sup>2</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)



**Figura 2.2:** Fairchild FH-227J decolaje  
**Fuente:** <http://www.aerodacious.com/ccAM087.HTM>

Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un conector 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.

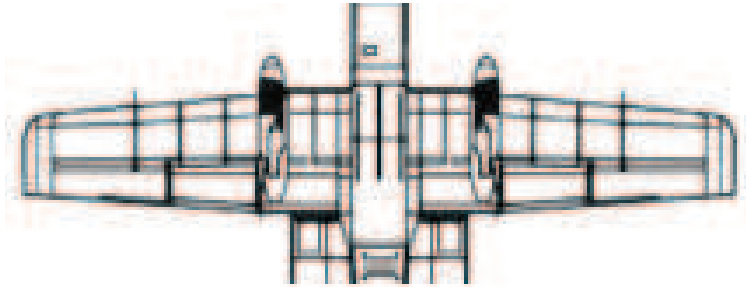
El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión.

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.



### 2.3. Alas<sup>3</sup>

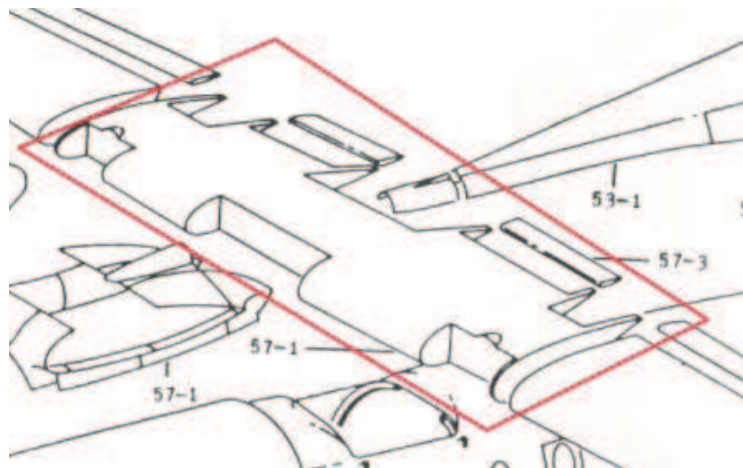
El ala consiste de una sección de ala central, dos paneles removibles de alas externas, dos puntas de las alas desmontables y carenado extraíble, bordes de ataque, alerones y aletas, flaps.



**Figura 2.3:** Ala completa

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild-Republic\\_A-10\\_Thunderbolt\\_II](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild-Republic_A-10_Thunderbolt_II)

La estructura de la sección central del ala consiste en dos tubos, láminas y las costillas de tipo enrejado, y los paneles de la superficie superior e inferior, reforzados por largueros y larguerillos, que están parcialmente unidos y fijos al revestimiento.



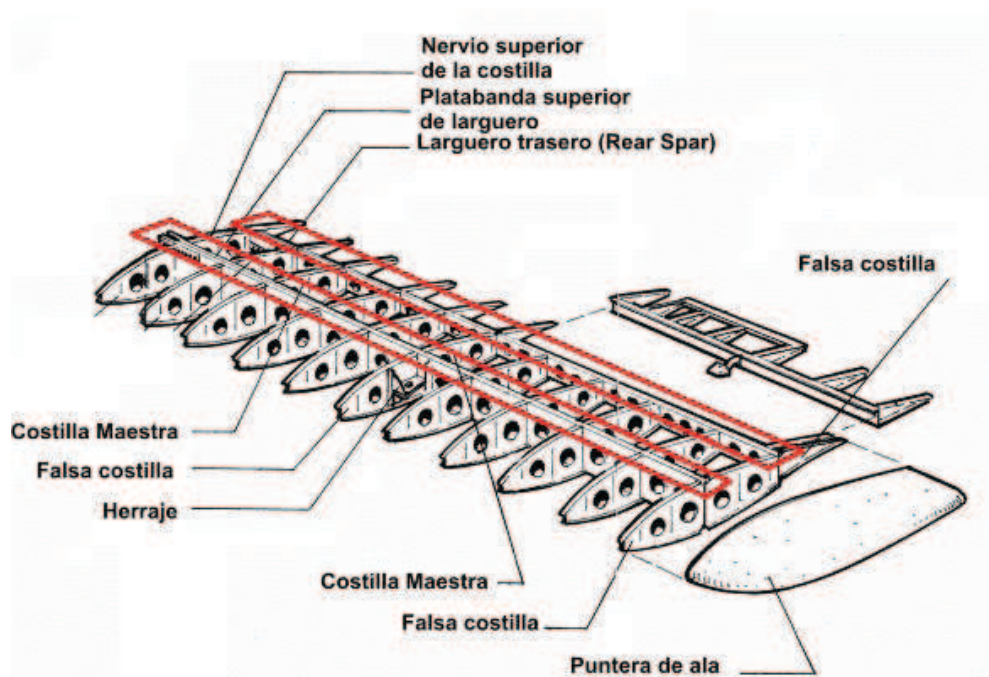
**Figura 2.4:** Ala central Fairchild FH-227 J

**Fuente:** Manual de mantenimiento FH-227 Series

<sup>3</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild-Republic\\_A-10\\_Thunderbolt\\_II](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild-Republic_A-10_Thunderbolt_II)

### 2.3.1. Largueros<sup>4</sup>

En una aeronave de ala fija, un larguero es usualmente el principal elemento estructural del ala, que atraviesa toda la envergadura de la misma en dirección perpendicular al fuselaje en caso de alas rectas o en dependencia del flechado. Los largueros soportan a las cargas del vuelo y a las alas cuando la aeronave está en el suelo. Otros elementos estructurales como las costillas pueden ser empotrados a los largueros. En el caso de que las alas sean de estructura mono bloque o de revestimiento tensionado, es el revestimiento quien intercambia los esfuerzos con los largueros. Puede haber más de un larguero en un ala, o no haber ninguno. Sin embargo, cuando solo un larguero soporta la mayoría de las fuerzas, es conocido como el larguero principal.



**Figura 2.5: Largueros de Ala**

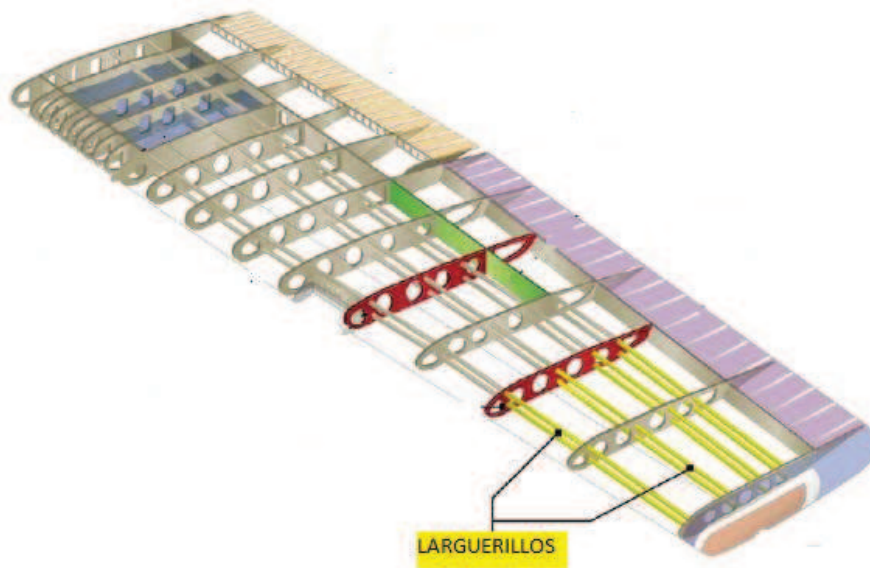
**Fuente:**

[http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos\\_aires/62/tecnolog/estruc.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm)

<sup>4</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Larguero>

### 2.3.2. Larguerillos<sup>5</sup>

Son pequeñas vigas (más pequeñas que los largueros) que se sitúan entre costillas para evitar el pandeo local del revestimiento. Pueden estar integrados en el propio revestimiento formando una sola pieza (suelen estar integrados en los aviones recientes de material compuesto).



**Figura 2.6:** Larguerillos

**Fuente:** <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>

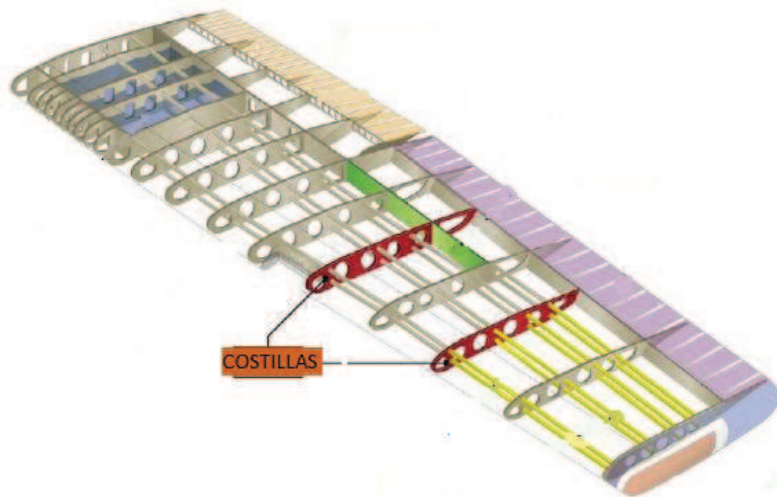
### 2.3.3. Costillas<sup>6</sup>

Son estructuras que dan resistencia a torsión al ala. Se encuentra intercalado de manera (más o menos) perpendicular a los largueros. Suelen estar vaciadas para eliminar material no necesario y aligerar peso. Junto con los largueros dan forma a los depósitos de combustible y deben estar preparadas para resistir químicamente el combustible.

---

<sup>5</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

<sup>6</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

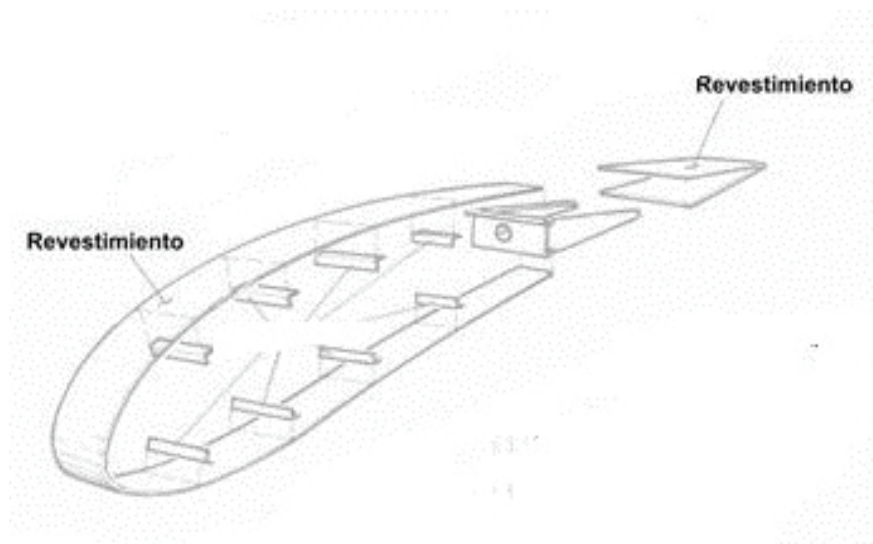


**Figura 2.7:** Costillas

**Fuente:** <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>

#### 2.3.4. Revestimiento<sup>7</sup>

Es la parte externa del ala, cuya misión es resistir esfuerzos cortantes y aislar el combustible del medio ambiente. Es lo que vemos como "la piel del ala".



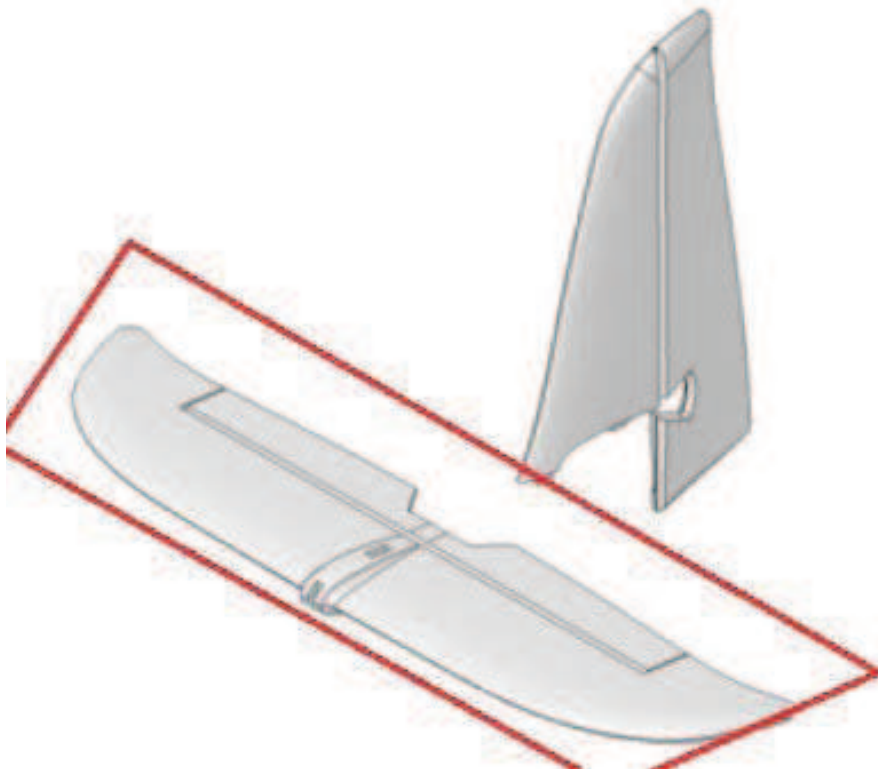
**Figura 2.8:** Revestimiento

**Fuente:** [http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/idealizacion\\_estructuras.htm](http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/idealizacion_estructuras.htm)

<sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

## 2.4. Estabilizador horizontal<sup>8</sup>

Son 2 superficies aerodinámicas 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 2.9:** Estabilizador Horizontal

**Fuente:** <http://elhombreconsiguelvolar.blogspot.com/>

---

<sup>8</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n#Estabilizadores\\_horizontales](http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n#Estabilizadores_horizontales)

El estabilizador horizontal está construido normalmente de la misma forma que las alas, por lo tanto podemos considerar que posee los mismos componentes antes ya estudiados como son: largueros, larguerillos, costillas y revestimiento.

## 2.5. Eslingas<sup>9</sup>

Las eslingas son elementos para izaje y movimiento de carga que se fabrican utilizando un tramo de Cable de Acero al cual se le coloca un casquillo o ferrul de Acero o Aluminio el cual es prensado mecánicamente en una prensa hidráulica diseñada para esta función.



**Figura 2.10:** Eslinga de tres ramales  
**Fuente:** Manual de herramientas especiales FH-227

La flexibilidad para que pueda adaptarse a la carga a elevar y la resistencia tanto a la carga por tracción como al aplastamiento son dos de las características fundamentales a tener en cuenta en la selección de cables para eslingas.

En la manipulación de las cargas con frecuencia se interponen, entre éstas y el aparato o mecanismo utilizado, unos medios auxiliares que sirven para

---

<sup>9</sup> [http://www.cableacero.com/eslingas\\_acero.html](http://www.cableacero.com/eslingas_acero.html)

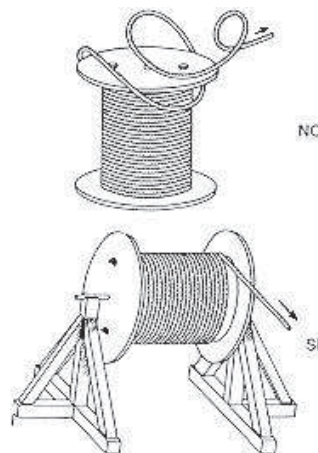
embragarlas con objeto de facilitar la elevación o traslado de las mismas, al tiempo que hacen más segura esta operación. Estos medios auxiliares son conocidos con el nombre de eslingas.

Su rotura o deficiente utilización puede ocasionar accidentes graves e incluso mortales por atrapamiento de personas por la carga desprendida. Es necesario, por tanto, emplear eslingas adecuadas en perfecto estado y utilizarlas correctamente. Ello conlleva una formación al respecto de los trabajadores que efectúan las operaciones de eslingado y transporte mecánico de cargas.

Según el material de que están constituidas, las eslingas pueden ser de cables de acero, de cadenas, de fibras, etc.

### 2.5.1. Fabricación<sup>10</sup>

Comienza con el desbobinado y desenrollado del cable, operaciones éstas que se habrán de cuidar al máximo ya que la realización incorrecta de las mismas puede llevar a una pérdida de torsión del cable o bien a la formación de dobleces, "cocas". En ambos casos los efectos son desastrosos para el cable.



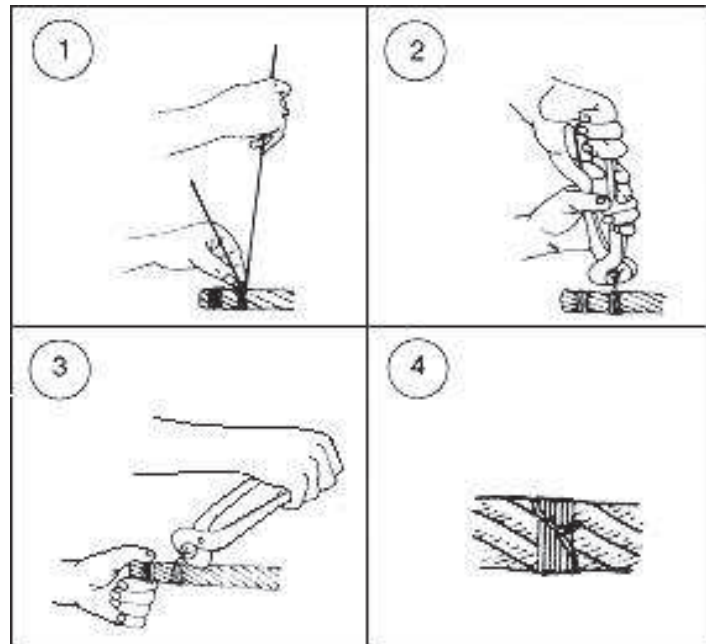
**Figura 2.11:** Desbobinado

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

<sup>10</sup> <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

### 2.5.2. Ligadas

1. Antes de cortar un cable es necesario efectuar ligadas a ambos lados del punto de corte, a fin de evitar que el mismo se descablee. Su realización correcta consta de las siguientes operaciones:



**Figura 2.12:** Realización de una ligada

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

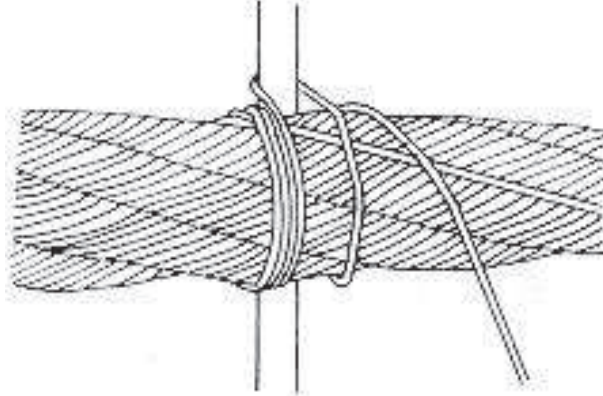
2. Enrollar a mano el alambre de ligada, de forma que todas las espiras queden perfectamente apretadas y juntas. Unir manualmente los extremos del alambre retorciéndolos y retorcer con las tenazas hasta hacer desaparecer la holgura.

3. Apretar la ligada haciendo palanca con las tenazas y retorcer nuevamente los extremos, repitiendo estas operaciones cuantas veces sea necesario.



#### 4. Ligada terminada.

Cuando se trate de efectuar ligadas en cables de diámetro superior a los 25 mm., es recomendable utilizar una varilla o destornillador para apretar bien la ligada.



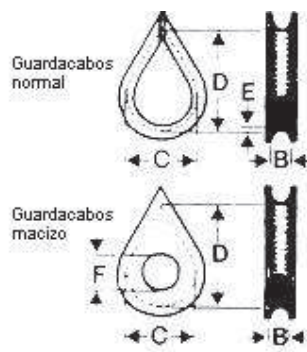
**Figura 2.13:** Utilización de una varilla en la realización de eslingas  
**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

#### 2.5.3. Terminales

Para la unión de los cables a otros dispositivos es preciso dar la forma adecuada a los extremos de aquellos, la cual acostumbra a ser la de un ojal que puede obtenerse de diversas formas:

- Ojal trenzado.
- Ojal con casquillo.
- Casquillo terminal soldado (con metal fundido).
- Ojal con sujeta cables o abrazaderas.

Los ajustes de los ojales estarán provistos de guardacabos resistentes para evitar un dobléz excesivo, bajo el efecto de la carga, que llevaría implícito un rápido deterioro del cable. El guardacabo utilizado deberá tener unas características dimensionales acordes al diámetro del cable.



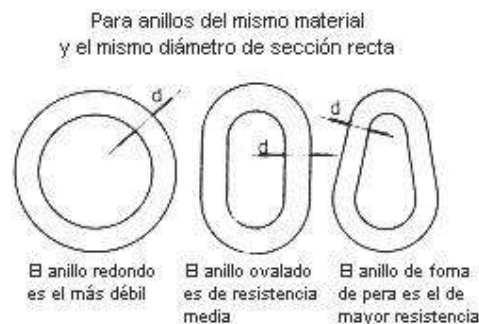
	Diámetro del cable	
	Inferior a 30 mm.	Superior a 30 mm.
<b>B</b>	1 vez el $\emptyset$	1 vez el $\emptyset$
<b>C</b>	3 veces el $\emptyset$	4 veces el $\emptyset$
<b>D</b>	4,5 veces el $\emptyset$	6 veces el $\emptyset$
<b>E</b>	0,3 veces el $\emptyset$	0,4 veces el $\emptyset$
<b>F</b>	1,25 veces el $\emptyset$ (máximo)	
	$\emptyset$ se refiere al diámetro del cable utilizado.	

**Figura 2.14:** Criterio orientativo para la elección de guardacabos  
**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

#### 2.5.4. ELEMENTOS DE UNIÓN

La unión entre el canal de la eslinga y el medio de elevación se lleva a cabo, en ocasiones, por medio de argollas o anillas, grilletes o ganchos de acero o hierro forjado.

Las anillas deberán escogerse convenientemente, en función de las cargas que habrán de soportar.



**Figura 2.15:** Influencia en la forma de los anillos en su resistencia  
**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Los grilletes o bridas podrán ser rectos o de lira e igualmente se elegirá en relación con los esfuerzos a los que debe estar sometido.



**Figura 2.16:** Grillete

**Fuente:** <http://www.paramo4x4.com/principal/grilletes-de-rescate>

Los ganchos de elevación o tracción se elegirán en función de la carga y de los tipos de esfuerzo que tienen que transmitir. Estarán equipados con pestillo u otro dispositivo de seguridad para evitar que la carga pueda desprenderse.

### 2.5.5. PRINCIPALES TIPOS DE ESLINGAS

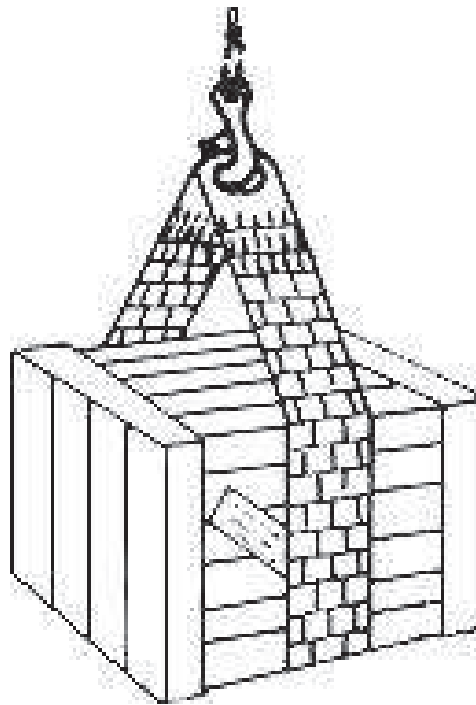
Las eslingas serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.



**Figura 2.17:** Tipos de eslingas

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Existen otras eslingas formadas por varios ramales de cable de acero paralelos entrelazados flexiblemente mediante piezas de caucho, formando una banda de sustentación, fabricadas normalmente para trabajar con un coeficiente de seguridad de 8.



**Figura 2.18:** Eslinga de banda

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

#### **2.5.6. CAPACIDAD DE CARGA Y DESCARGA**

En la capacidad de carga de una eslinga interviene el cable propiamente dicho, los otros elementos de que pueda estar constituida, como anillos, grilletes, ganchos, etc., y, asimismo, el tipo de terminal.

Se tendrá también en cuenta un coeficiente de seguridad que, para cables, la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo determina que no será inferior a seis y según la norma DIN 655 sobre "cables metálicos para grúas, ascensores, polipastos y fines análogos", será de 6 a 9.

En el caso de las eslingas se pueden considerar los siguientes coeficientes:

Para eslingas con un solo ramal. K= 9.

Para eslingas con dos ramales. K= 8.

Para eslingas con tres ramales. K= 7.

Para eslingas con más de tres ramales. K= 6.

La capacidad de carga "Q" de un cable vendrá determinada por la siguiente expresión:

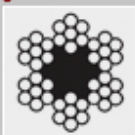
$$Q \leq \frac{Cr}{K}$$

Siendo:

Cr = Carga de rotura del cable.

K= Coeficiente de seguridad aplicado.

**Cables Galvanizado Serie 6 x 7**

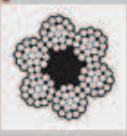


Diámetro	Alma de Acero (IWRC)		
	mm.	plg.	Peso Kg/mts
3.2	1/8	0.04	0.53
4.8	3/16	0.08	1.18
6.4	1/4	0.14	2.08
8.0	5/16	0.22	3.23
9.5	3/8	0.31	4.58
11.5	7/16	0.43	6.25
13.0	1/2	0.57	8.12
14.5	9/16	0.71	10.30
16.0	5/8	0.88	12.60
19.0	3/4	1.25	18.00
22.0	7/8	1.71	24.20
26.0	1	2.23	31.30

**Figura 2.19:** Resistencia cables galvanizado serie 6 x 7

**Fuente:** [http://www.csbeaver.com/cable\\_galvanizado\\_tablasde\\_resistencia.html](http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html)

**Cables Galvanizado Serie 6 x 19**




Diámetro		Alma de Acero (IWRC)	
mm.	plg.	Peso Kg/mts	Resistencia Ruptura en toneladas
3.2	1/8	0.04	0.55
4.8	3/16	0.08	1.18
6.4	1/4	0.15	2.47
8.0	5/16	0.24	3.83
9.5	3/8	0.34	5.49
11.5	7/16	0.45	7.44
13.0	1/2	0.60	8.74
14.5	9/16	0.76	10.98
16.0	5/8	0.94	13.60
19.0	3/4	1.34	19.40
22.0	7/8	1.85	26.30
26.0	1	2.35	34.10
29.0	1-1/8	3.05	42.90
32.0	1-1/4	3.70	52.70
35.0	1-3/8	4.50	63.40
38.0	1-1/2	5.35	75.10

**Figura 2.20:** Resistencia cables galvanizado serie 6 x 19

**Fuente:** [http://www.csbeaver.com/cable\\_galvanizado\\_tablasde\\_resistencia.html](http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html)

**Cables Galvanizado Serie 6 x 24**




Diámetro		Alma de Acero (IWRC)	
mm.	plg.	Peso Kg/mts	Resistencia Ruptura en toneladas
6.4	1/4	0.13	1.92
8.0	5/16	0.22	2.88
9.5	3/8	0.29	3.77
11.5	7/16	0.39	5.36
13.0	1/2	0.52	6.63
14.5	9/16	0.66	8.37
16.0	5/8	0.80	10.27
19.0	3/4	1.16	14.70
22.0	7/8	1.65	19.90
26.0	1	2.05	25.90
29.0	1-1/8	2.60	32.50
32.0	1-1/4	3.21	40.00
35.0	1-3/8	3.88	48.10
38.0	1-1/2	4.63	57.10

**Figura 2.21:** Resistencia cables galvanizado serie 6 x 24

**Fuente:** [http://www.csbeaver.com/cable\\_galvanizado\\_tablasde\\_resistencia.html](http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html)

**Cables Galvanizado Serie 6 x 37**



Diámetro		Alma de Acero (IWRC)	
mm.	pig.	Peso Kg/mts	Resistencia Ruptura en toneladas
6.4	1 / 4	0.16	2.24
8.0	5/16	0.24	3.47
9.5	3 / 8	0.33	4.98
11.5	7/16	0.44	6.75
13.0	1 / 2	0.58	8.74
14.5	9/16	0.73	11.00
16.0	5 / 8	0.91	13.60
19.0	3 / 4	1.30	19.40
22.0	7 / 8	1.77	26.30
26.0	1	2.30	34.10
29.0	1-1/8	2.90	42.90
32.0	1-1/4	3.60	52.70
35.0	1-3/8	4.35	63.40
38.0	1-1/2	5.20	75.10
42.0	1-5/8	6.10	87.40
45.0	1-3/4	7.08	101.00
48.0	1-7/8	8.12	115.00
52.0	2	9.24	130.00
54.0	2-1/8	10.41	146.00
57.0	2-1/4	11.68	163.00
60.0	2-3/8	13.01	181.00
64.0	2-1/2	14.42	199.00

**Figura 2.22:** Resistencia cables galvanizados serie 6 x 37

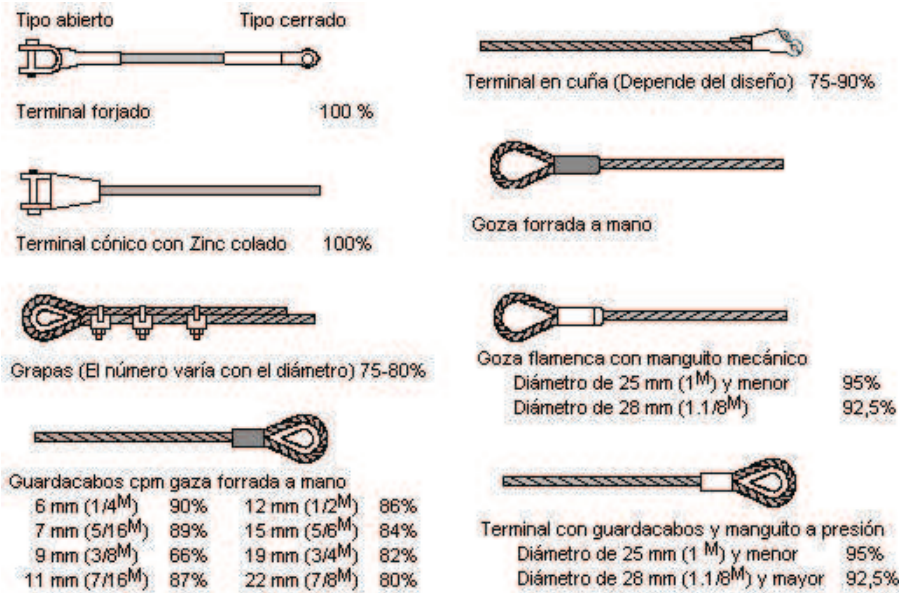
**Fuente:** [http://www.csbeaver.com/cable\\_galvanizado\\_tablasde\\_resistencia.html](http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html)

En las eslingas de cables delgados existe el peligro de que sean fácilmente sobrecargadas, por lo que es conveniente adoptar coeficientes de seguridad tanto mayores cuando menor sea la carga de rotura.

Por otro lado, es mejor utilizar la eslinga apropiada al peso a elevar, ya que una eslinga cuya capacidad de carga exceda demasiado del peso podría ser muy rígida y al deformarse no se recupera.

Para los otros elementos, la capacidad de carga será la que resulte una vez aplicado el coeficiente de seguridad, al menos cinco, para la carga nominal máxima, siendo fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

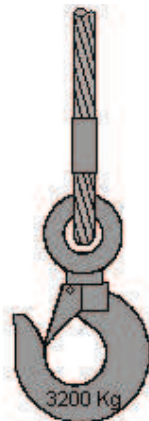
El tipo de terminal también tiene gran importancia para la seguridad ya que la resistencia de los mismos supone de un 75% a un 100% de la carga de rotura del cable.



**Figura 2.23:** Rendimiento de la capacidad de carga en función del acoplamiento al terminal

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Téngase en cuenta que la capacidad de carga de una eslinga viene determinada por la de su elemento más débil. Dicha capacidad de carga máxima deberá estar marcada en la eslinga, en lugar bien visible.




**Figura 2.24:** Señalización marcada en el propio elemento de sustentación

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Para determinar la carga de trabajo de una eslinga hay que tener en cuenta que, cuando los ramales no trabajan verticales, el esfuerzo que realiza cada ramal crece al aumentar el ángulo que forman los mismos. Para su cálculo se deberá



multiplicar la carga que soporta cada ramal por el coeficiente que corresponde al ángulo.

 <b>Ángulo entre ramales</b>	<b>Coeficiente</b>
0°	1,00
40°	1,06
50°	1,10
60°	1,16
70°	1,22
80°	1,31
90°	1,42
100°	1,56
110°	1,75
120°	2,00
130°	2,37
140°	2,93
150°	3,86
160°	5,76

**Figura 2.25:** Sobrecarga en función del ángulo entre ramales de sustentación  
**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Nótese que a partir de 90° el coeficiente crece extraordinariamente y para un ángulo de 120° la carga se ha doblado.

### 2.5.7. Utilización de las eslingas

Son numerosas las normas que se deberán seguir en la utilización de las eslingas. Señalaremos las siguientes:

La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.

En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:

- Madera: 0,8.
- Piedra y hormigón: 2,5.
- Acero, hierro, fundición: 8.

En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.

En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.

Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.

Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los  $90^\circ$  y en ningún caso deberá sobrepasar los  $120^\circ$ , debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.

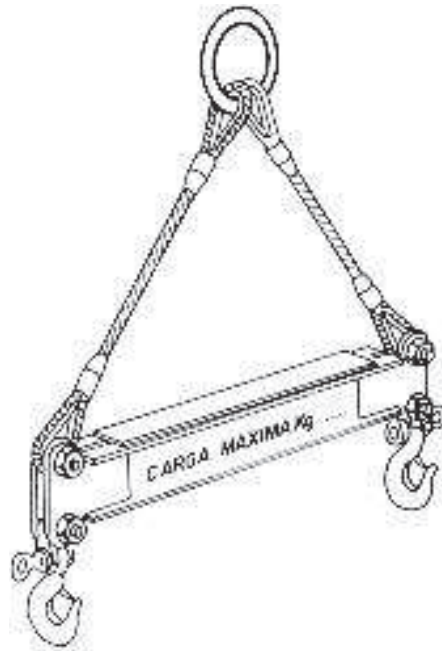
Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.

La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:

- Tres ramales, si la carga es flexible.
- Dos ramales, si la carga es rígida.

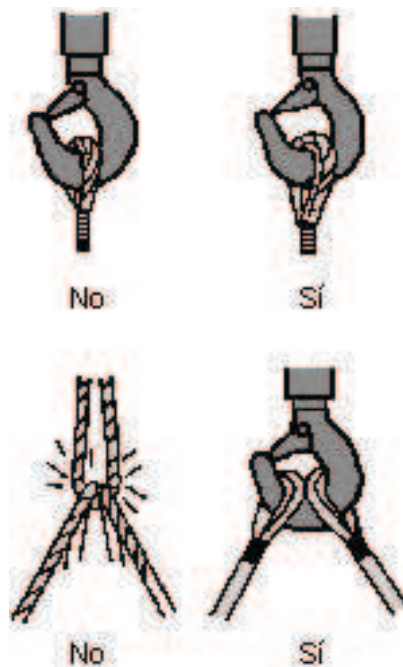
En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.

En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.



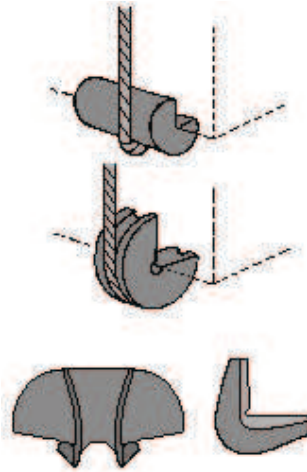
**Figura 2.26:** Pórtico para elevación de cargas  
**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.



**Figura 2.27:** Aplicación de guardacabos  
**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

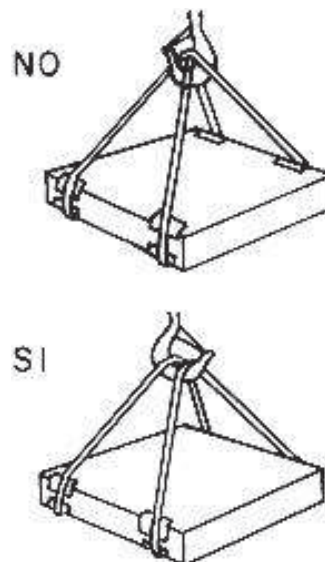
Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.



**Figura 2.28:** Cantoneras de protección

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.



**Figura 2.29:** Necesidad de evitar ramales cruzados

**Fuente:** <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.

Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.

Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.

Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.

En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.

La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 °C. Si la eslinga está constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80°.

#### **2.5.8. Almacenamiento, mantenimiento y sustitución de eslingas**

Las eslingas se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.

No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.

No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.

A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.

La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.

Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones.

Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:

Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja.

Utilizar el lubricante adecuado.

Engrasar el cable a fondo.

Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.

El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T. es de:

Más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

También se considerará un cable agotado:

- Por rotura de un cordón.
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.

- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.

Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.

Así mismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como:

- Puntos de picadura u oxidación avanzada.
- Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
- Zonas aplanadas debido al desgaste.
- Grietas.
- Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
- Tuercas aflojadas.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1. Desmontaje de alas y estabilizador horizontal del avión Fairchild FH-227J**

Luego de haber realizado una investigación a fondo acerca de las necesidades por las que atraviesa el instituto, se optó por la donación del avión Fairchild FH-227 J el mismo que se encontraba localizado en el ala de transporte No. 11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) de la ciudad de Quito.

##### **3.1.1. Preliminares**

###### **Situación actual de la aeronave**

A primera vista la aeronave se encontraba en pésimas condiciones ya que la mayoría de sus controladores de vuelo estaban deteriorados, presentando corrosión en sus puntos de sujeción, llegando a la conclusión que se debe lubricar estos puntos a fin de contribuir con nuevo material didáctico de instrucción para los estudiantes.

###### **Reconocimiento de partes defectuosas**

El avión Fairchild FH-227 J se encontraba en el ala de transporte No. 11 de la FAE, al momento de encontrarse en este lugar y ver por primera vez al tren se pudo notar claramente en la condición que se encontraba y cuales deberían ser las herramientas necesarias para su desmontaje. El primer paso que se dio en este



proceso fue la identificación de sus elementos, los cuales iban a ser desmontados.



**Figura 3.1:** Avión ubicado en el Ala de Transporte N° 11  
**Fuente:** Fernando Caicedo

Al momento de divisar de mejor manera a la aeronave se pudo notar que primeramente se tenía que desarmar los carenajes que cubren a los sectores en donde se encuentran los pernos de sujeción tanto del ala como del estabilizador horizontal para proceder con el desmontaje de los mismos.

### **3.1.2. Carenajes que deben ser removidos:**

A continuación se presentan las posiciones de los carenajes que deben ser removidos para tener acceso a los cables y poleas que van a ser desconectados así como también los puntos de sujeción de las alas y estabilizador horizontal para el correcto desmontaje de las mismas.



**Figura 3.2:** Carenajes a ser removidas para el desmontaje  
**Fuente:** Fernando Caicedo

### **3.1.3. Desmontaje de accesorios que forman parte de las alas y estabilizador**

Luego de haber establecido todas los carenajes que deben ser removidos para tener acceso al desmontaje, se toma la decisión de proceder al desmontaje de los mismos teniendo en cuenta la conservación de estos para el posterior armado de la aeronave. Para este proceso se debe tener en cuenta varios factores que ayuden al desmontaje de estas partes tal como son las herramientas, materiales y el tiempo que se toma para realizar todas estas actividades.

#### **3.1.3.1. Equipos, herramientas y materiales a utilizar**

Para el desmontaje de las tapas del fuselaje es necesario contar con una gran variedad de herramientas tales como herramientas de corte, de presión, de ajuste, de medición, de golpe, etc.

#### **Lista de equipos y herramientas:**

- Playos
- Pinzas

- Flexómetro
- Desarmadores
- Martillo de goma
- Compresor
- Manguera
- Playo de presión
- Taladro neumático
- Brocas

#### **Lista de materiales:**

El uso de materiales tales como disolventes, de limpieza, agua, etc. son esenciales durante las actividades del desarmado de la aeronave para el desmontaje de las alas. Entre estas tenemos:

- WD-40
- Guaípe
- Guates
- Gafas protectoras
- Mascarillas

#### **3.1.3.2. Procedimiento**

- Primero se procedió con una limpieza de los pernos para facilitar la remoción de los mismos, con la aplicación de WD-40, el cual ayuda a aflojarlos, en donde se ocupó los debidos medios de protección como guates, mascarilla y gafas.



**Figura 3.3:** Pernos a ser retirados para el desmontaje de los carenajes  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Luego de haber aplicado WD-40 en las superficies de los pernos, se procedió a retirar los pernos que sujetan los carenajes utilizando un desarmador de estrella.



**Figura 3.4:** Desarmado de carenajes del fuselaje  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Se encontró dificultad al remover una serie de pernos ya que se encontraban aislados, por lo cual se procedió a retirarlos con la ayuda de un extractor de tornillo, procedimiento q consiste en hacer un pequeño hueco en la cabeza del perno e insertar una especie de tornillo que tiene la rosca en sentido contrario.
- Una vez retirados los carenajes se procedió a hacer un análisis de los accesorios que debían ser removidos para el correcto desmontaje de las alas y estabilizador horizontal.



**Figuran 3.5:** Posición de tapas removidas para el acceso al estabilizador horizontal

**Fuente:** Fernando Caicedo

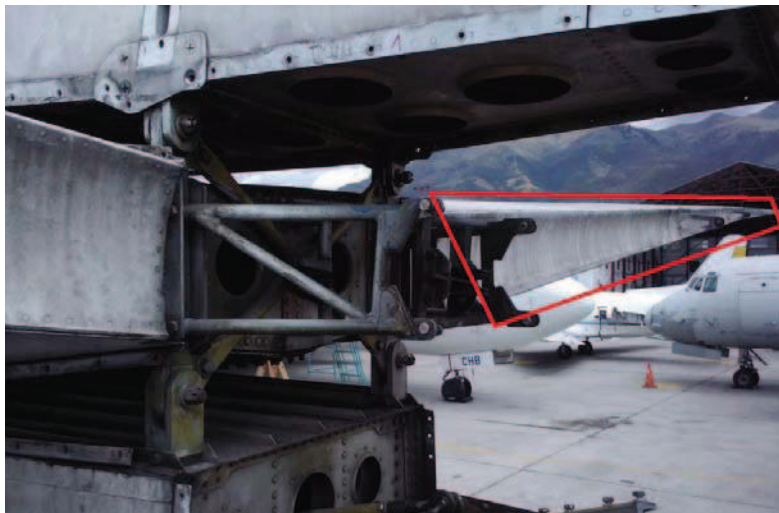
- Se comenzó por aflojar los turnbuckles que tiemplan los cables que sostienen los controles de vuelo, de igual manera se retiraron las poleas que obstruían el paso del cable.



**Figura 3.6:** Cables tensores aflojados

**Fuente:** Fernando Caicedo

- Una vez retirados los cables tensores de los controles de vuelo encontrados en el estabilizador horizontal se procedió a retirar los elevadores, los cuales se encontraban sujetos al estabilizador por medio de pernos y tuercas de presión, para lo cual fue necesario la utilización de llaves para su desarmado.



**Figura 3.7:** Posición de elevadores removidos

**Fuente:** Fernando Caicedo

- Luego de haber retirado los elevadores del estabilizador, se procedió a aflojar los pernos de sujeción del estabilizador, sin embargo estos no fueron removidos hasta tener listos los implementos necesarios para su desmontaje.



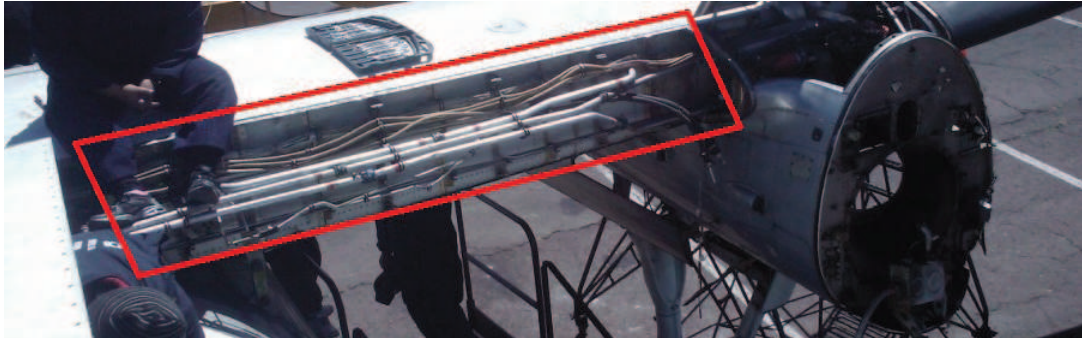
**Figura 3.8:** Pernos de sujeción del estabilizador al fuselaje  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- De igual manera así como se procedió con el desmontaje de los accesorios del estabilizador horizontal se realizo con los accesorios del ala, primeramente se retiraron las tapas de acceso a los cables tensores y poleas del ala para su respectivo desmontaje.



**Figura 3.9:** Tapas de acceso a cables tensores y poleas removidas  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Después fue necesaria también la remoción de los bordes de ataque de las alas para poder tener acceso a los cables eléctricos, turnbuckles y poleas que debían ser desconectados.



**Figura 3.10:** Posición de borde de ataque removido

**Fuente:** Fernando Caicedo

- Una vez removido todos los paneles se procedió a desconectar todos los cables eléctricos, cables tensores y poleas para dejar libre el área para el correcto desmontaje del ala y no tener ningún percance al momento de su desmontaje.



**Figura 3.11:** Cables eléctricos y tensores removidos del fuselaje y alas.

**Fuente:** Fernando Caicedo



#### 3.1.4. Desmontaje de alas del Fairchild FH-227J

- Una vez teniendo libre el área para el desmontaje de las alas, se procede a colocar la eslinga para el izaje del ala en su correcta posición, siendo el primer paso, la colocación del gancho de sujeción en cada uno de los 3 puntos que posee el ala.



**Figura 3.12:** Gancho de sujeción colocado en el punto del ala.  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Luego se colocan los grilletes de 3/8 que se encuentran en los extremos de la eslinga en cada uno de los ganchos ya colocados en el ala.



**Figura 3.13:** Eslinga colocada en los ganchos de sujeción.  
**Fuente:** Fernando Caicedo

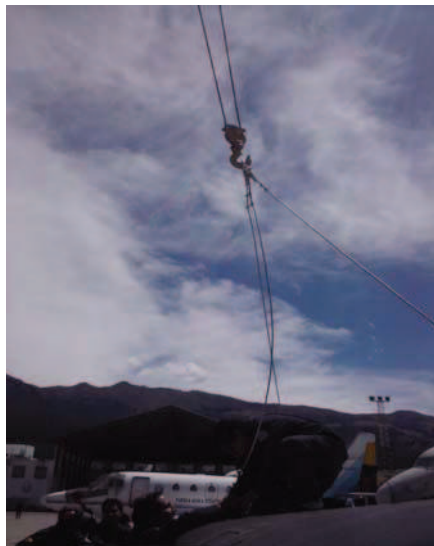
- Finalmente se tiene colocada la eslinga en el ala para proceder con el izaje del ala y posterior desmontaje.



**Figura 3.14:** Eslinga colocada en el ala del Fairchild FH-227J.

**Fuente:** Fernando Caicedo

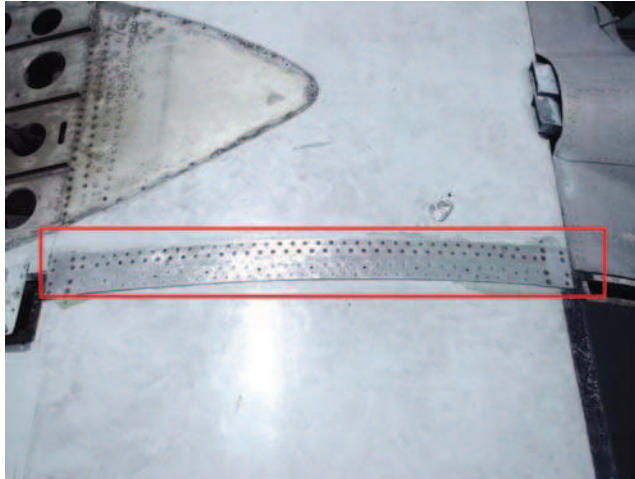
- Se levanta el ala con la utilización de un tecele, para poder templar la eslinga y sostener el ala teniendo así la seguridad para poder aflojar los pernos que sostienen el ala.



**Figura 3.15:** Levantamiento de eslinga con la utilización de tecele

**Fuente:** Fernando Caicedo

- Una vez asegurada la eslinga con el tecle se procede a aflojar los pernos que sujetan al ala externa del ala central, los cuales se una franja de sujeción.



**Figura 3.16:** Franja de pernos que sujetan el ala  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Al retirar los pernos de la franja de sujeción, el ala queda colgada en la eslinga y libre para desmontarla, procedimiento que consiste en bajar el tecle hasta que el ala quede en el suelo.



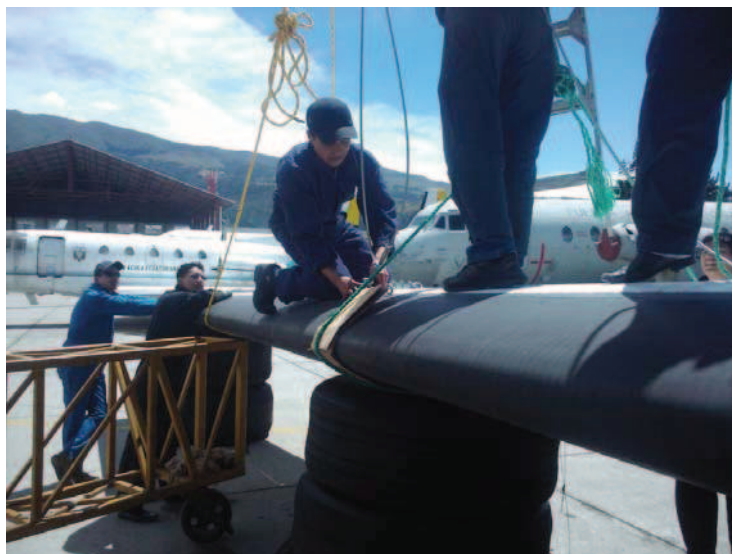
**Figura 3.17:** Palanca para bajar el tecle  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Se utilizaron cabos para ayudar a estabilizar el ala, ya que el viento podía empujarla y desestabilizarla.



**Figura 3.18:** utilización de cabos para estabilizar el ala  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Se baja el cable del tecele de tal manera que el ala pueda asentarse en unas llantas que servirán de soporte para la misma, y se procede a desconectar la eslinga y los cabos que se encuentran sujetos en el ala.



**Figura 3.19:** Ala en soportes y desconexión de eslinga y cabos  
**Fuente:** Fernando Caicedo

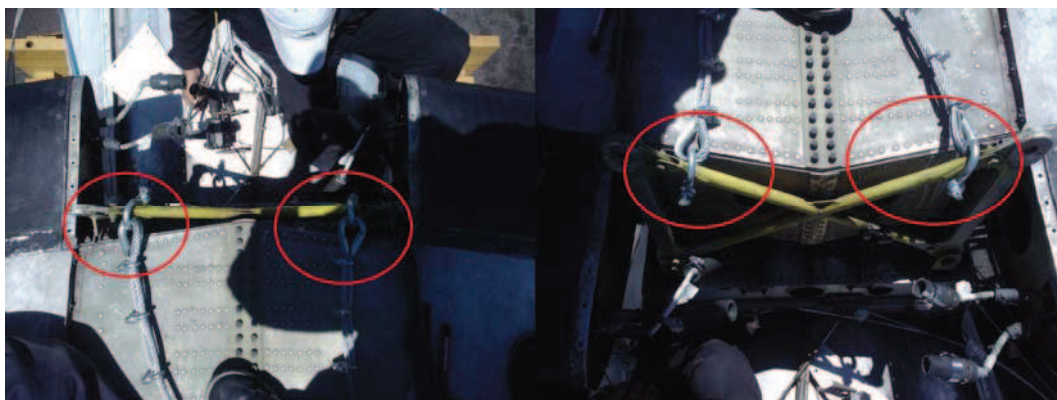
- El mismo procedimiento de lo realiza con el ala del otro lado, de tal manera que tengamos a la aeronave sin las dos alas externas.



**Figura 3.20:** Avión sin alas externas  
**Fuente:** Fernando Caicedo

### 3.1.5. Desmontaje de estabilizador horizontal

- Como primer paso para el desmontaje del estabilizador horizontal, al igual que se realizó con las alas, se procede a verificar que no exista ningún cable conectado que nos pueda impedir el desmontaje, y se procede a conectar la eslinga en las barras de soporte del estabilizador.



**Figura 3.21:** Posicionamiento de eslinga en soportes del estabilizador horizontal  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Se debe verificar que la eslinga se encuentre bien asegurada al estabilizador, una vez hecho esto se procede a elevar la eslinga con el tecele, para que pueda sostenerlo al momento de retirar los pernos que lo sujetan.



**Figura 3.22:** Elevación de eslinga para sostener el estabilizador  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Al tener bien sujetado el estabilizador con la eslinga se procede a desconectar los pernos que sostienen al estabilizador con el fuselaje.



**Figura 3.23:** Pernos de sujeción del estabilizador al fuselaje  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Una vez retirados 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.
- Se utilizan también cabos para estabilizar el componente y evitar que el viento lo desplace en el aire.



**Figura 3.24:** Descenso del estabilizador horizontal utilizando eslinga y grúa  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Al igual que con las alas, fue necesario la utilización de llantas que sirven como soporte para el estabilizador una vez situado en el piso.



**Figura 3.25:** Ubicación del estabilizador en las llantas  
**Fuente:** Fernando Caicedo

## **3.2. Construcción de eslinga y puntos de sujeción para el desmontaje**

### **3.2.1. Preliminares**

Dentro del campo de la aviación no basta solo la fuerza humana del hombre y es por eso que hay muchas actividades que deben ser realizadas con la ayuda de maquinarias y/o herramientas las cuales disminuyen la dificultad de hacer un trabajo.

Es por eso que se ha realizado herramientas de montaje y desmontaje de las alas del avión Fairchild FH-227 J, llamado eslingas de izaje para alas externas y ganchos de soporte. La eslinga ayuda considerablemente el desmontaje del ala, ya que tiene tres puntos de sujeción en los cuales se dividen los pesos del ala, y se distribuyen de tal manera que el ala sea levantada en completo balance.

### **3.2.2. Diseño**

El diseño que se empleó se logró gracias a la ayuda del manual de equipos y herramientas especiales de la aeronave, del cual se tomó el modelo de la eslinga con sus respectivas medidas dadas por el fabricante así como también el diseño de los ganchos de soporte.

El diseño de la eslinga y ganchos de soporte para el desmontaje del ala y estabilizador horizontal, se logró gracias a la ayuda de un programa informático llamado "Inventor", siendo el encargado de realizar los planos de diseño y el cuerpo en tres dimensiones de todas estas herramientas.

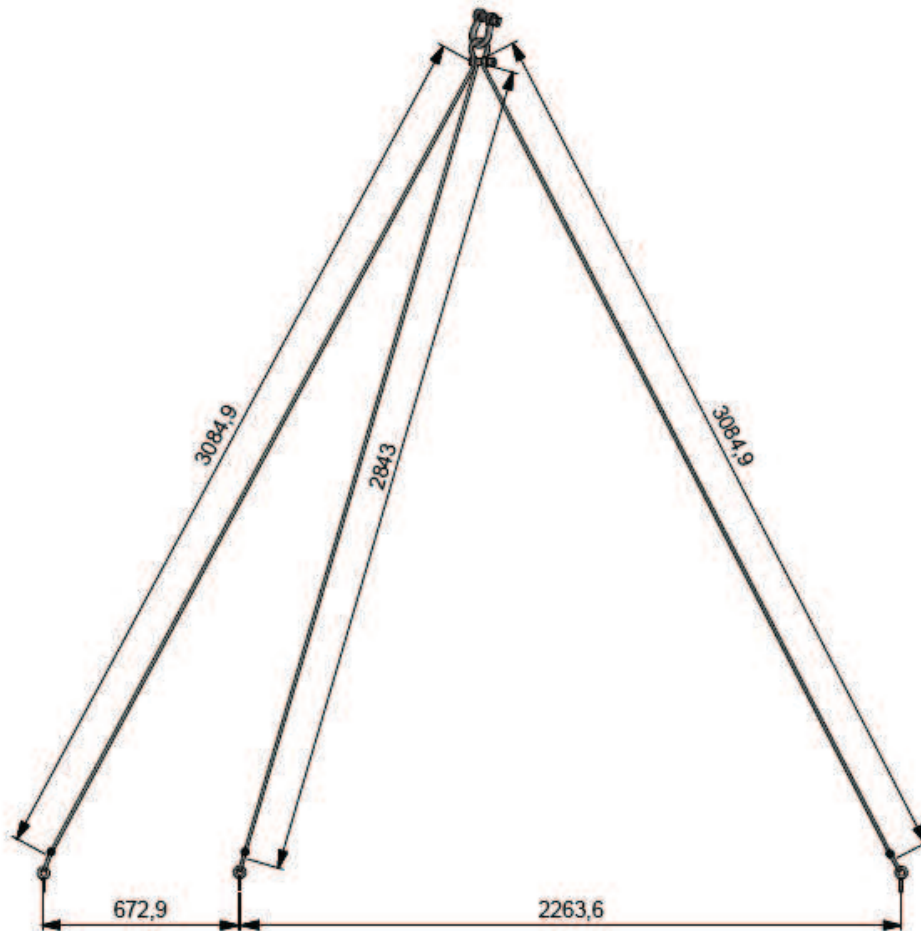
## **3.3. Cálculos estructurales**



**Tabla 3.1 Cálculos estructurales**

L1=129"	<b>Donde:</b>
L2=129"	L=longitud
L3=105"	Q=capacidad de carga
A1=138"	Cr=carga de rotura del cable
Q=1408lb	K=coeficiente de seguridad aplicado
K=7	A=distancia entre ramal y la vertical
Cr=10097,171lb	$\alpha$ =ángulo formado entre ramal y la vertical

**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborado por:** Fernando Caicedo



**Figura 3.26:** Plano de eslinga  
**Fuente:** Fernando Caicedo

## Desarrollo

Las dimensiones para los cálculos de la construcción de la eslinga fueron tomadas del manual de mantenimiento del fabricante correspondiente al avión Fairchild FH-227 J, en el cual se tiene establecidos cada una de las medidas para el correcto uso y estabilidad del ala al momento del izaje de la misma

$$Q \leq \frac{Cr}{K} \quad 1408 \leq \frac{10097,171}{7} \quad 1408 \leq 1442,453$$

Como podemos observar en el cálculo, el peso del ala correspondiente a  $Q=1408\text{lb}$  es menor al peso máximo calculado que soporta la eslinga que es de  $1442,353\text{lb}$ . Lo cual nos da la seguridad de que la eslinga esta apta para soportar la carga del ala.

Por medio del programa informático utilizado podemos verificar la resistencia al esfuerzo que tiene la eslinga lo cual nos brinda mayor seguridad al momento de utilizarla teniendo como factor de seguridad 1.6.

**Tabla 3.2 Fuerzas**

Load Type	Force
Magnitude	1408,000 lbforce
Vector X	176,025 lbforce
Vector Y	1396,954 lbforce
Vector Z	0,000 lbforce

**Fuente:** Inventor

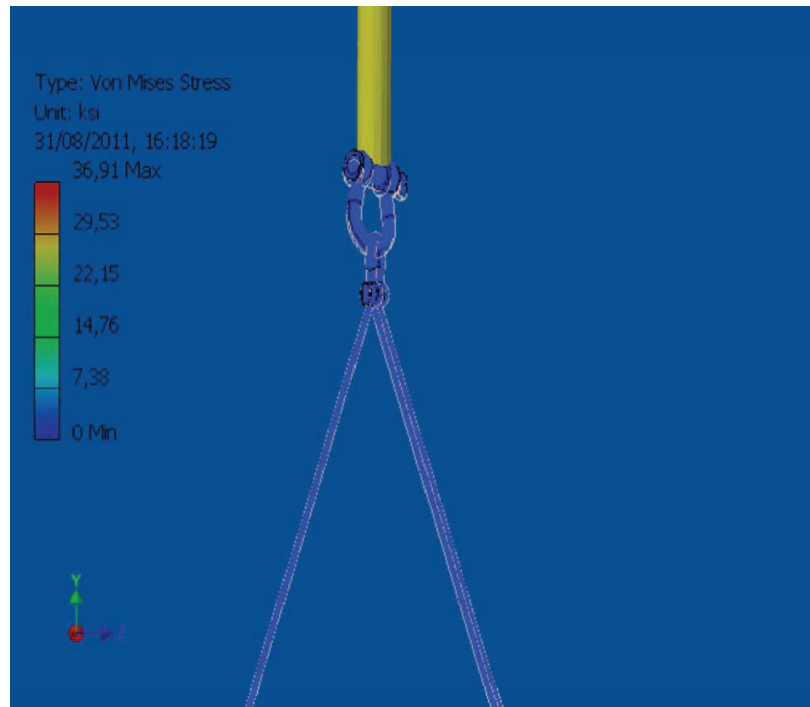
**Elaborado por:** Fernando Caicedo

**Tabla 3.3 Resumen de resultados**

Name	Minimum	Maximum
Volume	62,5968 in <sup>3</sup>	
Mass	17,7524 lbmass	
Von Mises Stress	0 ksi	36,8837 ksi
1st Principal Stress	-9,27486 ksi	36,5631 ksi
3rd Principal Stress	-41,2648 ksi	10,4161 ksi
Displacement	0 in	0,319263 in
Safety Factor	1,66384 ul	15 ul

**Fuente:** Inventor

**Elaborado por:** Fernando Caicedo



**Figura 3.27:** Esfuerzos producidos en eslinga

**Fuente:** Fernando Caicedo

### **3.4. Construcción de la eslinga para izaje de alas externas**

#### **3.4.1. Equipos y herramientas**

- Cincel
- Mazo
- Llaves
- Playo de presión
- Flexómetro
- Adhesivo Masquin

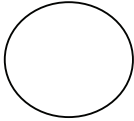

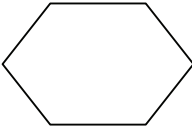
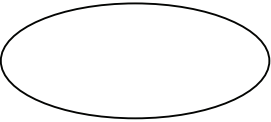
#### **3.4.2. Materiales**

- Se utilizaron los siguientes materiales:
- Cable galvanizado 3/8 de serie 6 x 7
- Grapas para cable 3/8
- Guardacabos de cable 3/8
- Grilletes galvanizados 1/2
- Grilletes galvanizados 5/8

### **3.5. Simbología de proceso de construcción**

Para la construcción de la eslinga para el desmontaje de alas externas debemos considerar que existen varios lineamientos que cumplir, así que la construcción será solo el cumplimiento de los parámetros de diseño según sea el caso, de manera que desempeñando todos estos puntos se ha diseñado un diagrama de proceso según la siguiente tabla:

**Tabla 3.4:** Simbología del proceso de construcción de eslinga

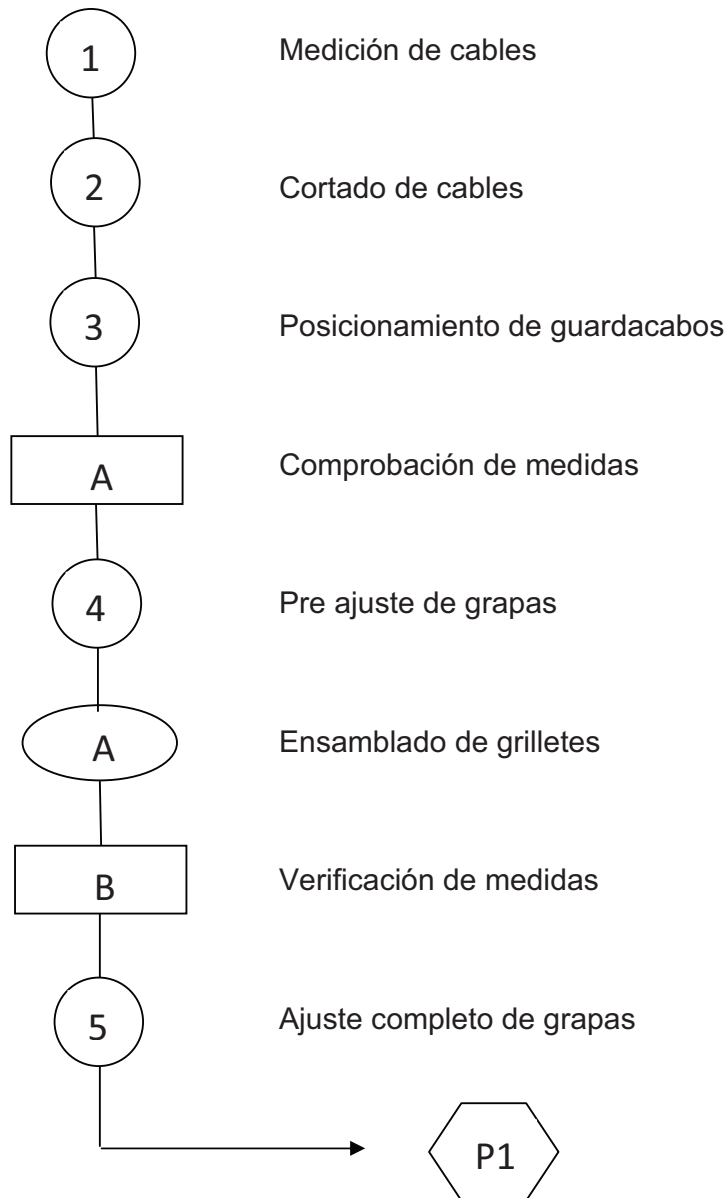
<b>Número</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
1		Proceso
2		Inspección
3		Procesos terminados
4		Ensamblaje

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Fernando Caicedo

## Eslinga para izaje de alas y estabilizador horizontal

La eslinga es construida con cables galvanizados de serie 6x7 3/8 bajo las especificaciones de diseño de los planos según el diagrama de proceso descrito a continuación:



### 3.6. Procedimiento

#### 3.6.1. Cables de la eslinga

- El material utilizado para la construcción del trabajo fue cables galvanizados de serie 6x7 de 3/8 de diámetro. El primer paso que se llevo a cabo fue medir y cortar el cable, esto se dio con la ayuda de un flexómetro, cincel y mazo.



**Figura 3.28:** Cable medido y cortado  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Luego de haber cortado varios segmentos de cable, se procedió a posicionar los guardacabos en la posición establecida con la ayuda de un plato de presión para evitar que el cable se mueva.



**Figura 3.29:** Cable con guardacabos y grapas  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Una vez situados los guardacabos se procedió a un pre ajuste de la primera grapa hasta verificar la medida del cable que este acorde con lo establecido, fue necesaria la utilización de llaves de 13mm para el ajuste de la tuerca de la grapa.



**Figura 3.30:** Pre ajuste de grapas  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Al haber verificado que el largo del cable es correcto se procede al ajuste completo de las grapas, (tres por cada extremo).



**Figura 3.31:** Extremo de eslinga completa  
**Fuente:** Fernando Caicedo



- Se realiza el mismo proceso en cada uno de los extremos de la eslinga de tal manera que en cada punta de la eslinga se tenga los guardacabos debidamente ajustados para proceder con el ensamble de los grilletes.



**Figura 3.32:** Ajuste de cada uno de los extremos de la eslinga  
**Fuente:** Fernando Caicedo

### 3.6.2. Ensamble de eslinga

- Se coloca un grillete de 3/8 en uno de los extremos de cada cable de la eslinga.



**Figura 3.33:** Grillete 3/8 en extremo de cable de eslinga  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- En los tres extremos de los cables que se encuentran libres del grillete, se coloca un grillete de  $\frac{1}{2}$  de tal manera que los tres extremos queden sujetos de un solo grillete común.



**Figura 3.34:** Grillete  $\frac{1}{2}$  común para los tres cables  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Al grillete de  $\frac{1}{2}$  se le coloca un grillete adicional de  $\frac{5}{8}$ , el cual servirá para poder encacharlo a la grúa.



**Figura 3.35:** Grillete de  $\frac{5}{8}$   
**Fuente:** Fernando Caicedo

### **3.7. Construcción de puntos de sujeción para el ala**

Para la construcción de los puntos de sujeción del ala, no fue necesario realizar cálculos estructurales debido a que los puntos de sujeción serían construidos a partir de un gancho tipo perno ya existente, el cual debe ser simplemente modificado sus características con las necesarias.

#### **3.7.1. Equipos y herramientas**

- Cierra de acero
- Torno
- Cepillo de acero
- Lima
- Calibrador
- Saca rosca

#### **3.7.2. Materiales**

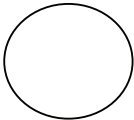
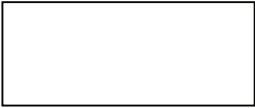
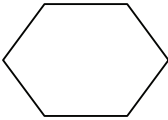
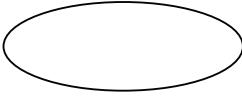
Se utilizaron los siguientes materiales:

- Gancho tipo perno

### **3.8. Simbología del proceso de construcción**

Para la construcción de los puntos de sujeción del ala debemos considerar que existen varios lineamientos que cumplir, así que la construcción será solo el cumplimiento de los parámetros de diseño según sea el caso, de manera que desempeñando todos estos puntos se ha diseñado un diagrama de proceso según la siguiente tabla.

**Tabla 3.5:** Simbología del proceso de construcción

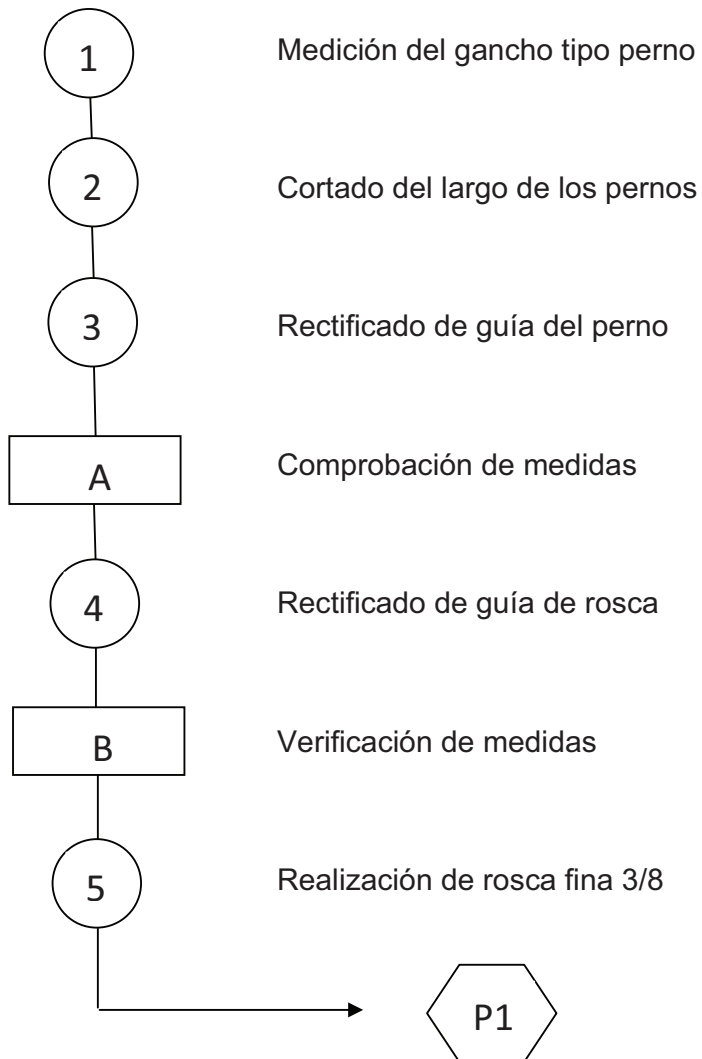
<b>Número</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
1		Proceso
2		Inspección
3		Procesos terminados
4		Ensamblaje

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Fernando Caicedo

## Puntos de sujeción

Los puntos de sujeción son construidos con ganchos tipo pernos bajo las especificaciones de diseño de los planos según el diagrama de proceso descrito a continuación:



### 3.9. Procedimiento de los puntos de sujeción

El ala posee tres puntos de sujeción en donde, según especificaciones del fabricante deben ir sujetadas las eslingas mediante unos ganchos tipo anilla con rosca fina de 3/8.



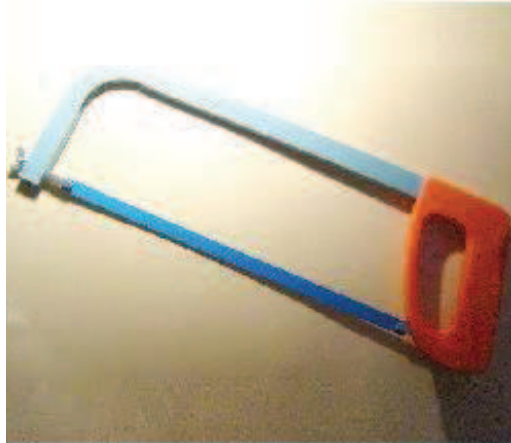
**Figura 3.36:** Punto de sujeción con tapón  
**Fuente:** Fernando Caicedo

- Para la fabricación del gancho de sujeción fue necesario la utilización de un torno, el cual nos ayuda a modificar la forma del perno, teniendo así la rosca y tamaño preciso que necesita para calzar en el punto de sujeción.



**Figura 3.37:** Torno  
**Fuente:** <http://www.hierroyaluminio.com/galeria-imagenes/maquinas-herramientas/imagenes/foto-torno.html>

- Primeramente se corta el perno con un largo de 30mm, para lo cual fue necesaria la utilización de una cierra de acero.



**Figura 3.38:** Cierra de acero

**Fuente:** [http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-110498744-arco-de-sierra-t-stanley-430-mm-metal-prof-u-hobbi-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-110498744-arco-de-sierra-t-stanley-430-mm-metal-prof-u-hobbi-_JM)

- Una vez cortado el largo del perno se procede a realizar la guía y la rosca fina de 3/8 que debe tener el perno del gancho.



**Figura 3.39:** Realización de una guía en torno

**Fuente:** <http://www.mimecnicapopular.com/verhaga.php?n=107>

- Finalmente se comprueba que las medidas del gancho de sujeción sean las correctas con la utilización de un calibrador pie de rey.




**Figura 3.40:** Calibrador pie de rey y gancho  
**Fuente:** Fernando Caicedo


### **3.10. Elaboración de manuales**

La elaboración de los manuales de operación y mantenimiento preventivo de la eslinga para el desmontaje del ala del avión Fairchild FH-227 J, permitirán que los operarios que utilicen estas herramientas puedan conocer paso a paso el procedimiento que se debe llevar a cabo al momento de realizar actividades de desmontaje y montaje del ala.

Además de mantener todas estas herramientas de estudio en óptimas condiciones y que pueda servir como material de estudio para todos los estudiantes del ITSA.



	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. :</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>1 de 1</b>
		<b>Código :</b> <b>ITSA-MMFH-M1</b>
	<b>Elaborado por: Fernando Caicedo</b>	<b>Revisión N°. : 1</b>
	<b>Aprobado por: Ing. Eduardo Toscano</b>	<b>Fecha : Septiembre 2011</b>
<p><b>1. OBJETIVO</b> Documentar los procedimientos de operación de la eslinga para el desmontaje y montaje de alas del avión Fairchild Hiller FH-227 J.</p> <p><b>2. ALCANCE</b> Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar la eslinga.</p> <p><b>3. NOMBRE DEL EQUIPO:</b> ESLINGA PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE ALAS DEL AVIÓN FAIRCHILD HILLER FH-227 J.</p> <p><b>5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud ramales 1 y 3                      129 in</li> <li>• Longitud ramal 2                              105 in</li> <li>• Grosor cable                                    3/8 in</li> </ul> <p><b>6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:</b> Sin documentos de referencia.</p> <p><b>7. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO</b></p> <p>7.1. Colocar los 3 puntos de sujeción en los puntos de izaje del ala y asegurarse de que se encuentren correctamente ajustados.</p> <p>7.2. Colocar los grilletes en los puntos de sujeción y asegurarse de que se encuentren enlazados a los extremos de los cables de acero.</p> <p>7.3. Asegurarse de que los cables se encuentren colocados en la posición correcta, obteniendo los cables más largos en los extremos de la eslinga.</p> <p>7.4. Asegurar el grillete más grande en el gancho de la grúa de tal manera que no pueda salirse.</p> <p><b>8. PRECAUCIONES</b></p> <p>8.1. Verificar que el cable de acero no tenga sus hilos rotos.</p> <p>8.2. No permitir que ningún elemento extraño tenga contacto con la eslinga durante el izaje del ala.</p> <p>8.3. Revisar que las grapas de los cables se encuentren bien ajustadas.</p> <p>8.4. Revisar que la rosca de los puntos de sujeción no se encuentren aislados.</p> <p>8.5. Se debe trasladar con precaución y cuidado, evitando que se arrastren los cables en el piso.</p> <p><b>Firma del Responsable :</b> _____</p>		

	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. :</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>1de 1</b>
	<b>Elaborado por: Fernando Caicedo</b>	<b>Código :</b> <b>ITSA-MMFH-M2</b>
	<b>Aprobado por: Ing. Eduardo Toscano</b>	<b>Revisión</b> <b>Nº. : 1</b>
		<b>Fecha :</b> <b>Septiembre 2009</b>

### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos para el mantenimiento óptimo de la eslinga para el desmontaje y montaje de las alas del avión Fairchild Hiller FH-227 J.

### 2. ALCANCE

Mencionar las diferentes tareas de mantenimiento que se deben de realizar para mantener en óptimas condiciones a la eslinga y que su operatividad no se vea limitada.

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Sin documentos de referencia.

### 4. DEFINICIONES

Se debe realizar una limpieza continua de la eslinga evitando tener humedad o líquidos extraños en su superficie.

### 5. PROCEDIMIENTO

Los siguientes mantenimientos deben ser realizados por el técnico.

#### 5.1. Mantenimiento mensual.

5.1.1 Realizar una inspección visual a los componentes de la eslinga, así se verifica que no exista fisuras, corrosión, picaduras o desgaste de los componentes.

#### 5.2. Mantenimiento semestral.

5.2.1 Revisar y verificar en su totalidad los cables de acero y grilletes, los cuales no deben presentar corrosión ni deformaciones.

5.2.2 Revisar y verificar que no exista desgaste en la rosca de los puntos de sujeción.

5.2.3 Limpiar y lubricar la eslinga.

#### 5.3. Mantenimiento anual.

5.3.1 Inspeccionar cuidadosamente el estado de la eslinga, verificando que todos los componentes se encuentren bien ajustados en especial las grapas de los cables.

5.3.2 Someter la eslinga a ensayos no destructivos para asegurarse de no tener ningún tipo de corrosión o picaduras.



**Firma del Responsable:** \_\_\_\_\_

	<b>REGISTRO</b> <b>LIBRO DE VIDA DE MANTENIMIENTO DE LA ESLINGA PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN FAIRCHILD HILLER FH-227 J.</b>		
	<b>Código:</b> <b>ITSA-MMFH-L1</b>	<b>Registro No:</b>	

Hoja: ..... de.....

No	FECHA		TRABAJO REALIZADO	MATERIAL Y/O REPUESTO UTILIZADO	ENCARGADO	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA				



Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

	<b>REGISTRO</b>  <b>LIBRO DE VIDA DE FUNCIONAMIENTO DE LA ESLINGA PARA DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN FAIRCHILD HILLER FH-227 J.</b>	<b>Código:</b> ITSA-MMFH-L2  <b>Registro No:</b>	
---	--	---	---

Hoja: ..... de.....

FECHA	MOTIVO	PRUEBAS EJECUTADAS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES

Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

	<b>REGISTRO</b>  <b>LIBRO DE VIDA DE DAÑOS DE LA          ESLINGA PARA EL DESMONTAJE Y          MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN          FAIRCHILD HILLER FH-227 J.</b>		<b>Código:</b> <b>ITSA-MMFH-L3</b>	
		<b>Registro No:</b>		

Hoja: ..... de.....

No	FECHA	DAÑO OCASIONADO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES

Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

### 3.11. Análisis económico

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

Todo el material empleado en la construcción de estas herramientas 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 la construcción, el cual se lo ha dividido en tres grupos para facilitar su estudio, y estos son:

#### 3.11.1. Recursos

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

**Tabla 3.6:** Talento humano

N°	Talento humano	Designación
1	Caicedo Altamirano Fernando Sebastián	Investigador
2	Ing. Eduardo Toscano	Director de proyecto

**Fuente:** Investigación de campo

**Realizado por:** Fernando Caicedo

#### 3.11.2. 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 la construcción de este proyecto por lo que la ejecución del mismo se considera factible en relación a lo benéfico y económico.

A continuación se detalla los gastos con cada uno de los costos y materiales que se utilizaron durante la construcción de estas herramientas.

### 3.11.3. Costos primarios

**Tabla 3.7:** Costos de materiales

<b>Materiales</b>	<b>Cant.</b>	<b>Valor Uni. USD</b>	<b>Valor total USD</b>
Avión Fairchild FH-227J	1	-	Donado
Cable acero galvanizado 3/8 por metro	13	3,00	39,00
Grapas de cable galvanizado 3/8	18	1,00	18,00
Guardacabos	6	2,00	12,00
Grillete acero galvanizado 3/8	3	8,00	24,00
Grillete acero galvanizado 1/2	1	10,00	10,00
Grillete acero galvanizado 5/8	1	15,00	15,00
Gancho tipo perno	3	10,00	10,00
<b>Total</b>			<b>128,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Realizado por:** Fernando Caicedo

**Tabla 3.8:** Costos de herramientas y equipos

<b>Herramientas y Equipos</b>	<b>Cant.</b>	<b>V. Uni. Hrs. Hom. USD</b>	<b>Hrs. Uso</b>	<b>V. Total Hrs. Hom. USD</b>
Cinzel	1	0,50	1	0,50
Mazo	1	0,50	1	0,50
Llaves 13mm	1	0,50	2	1,00
Cierra para acero	1	1,00	1	1,00
Calibrador pie de rey	1	2,00	5	10,00
Playo presión	1	1,50	2	3,00
Flexómetro	1	2,00	5	10,00
Torno	1	15,00	2	30,00
Cepillo acero	1	1,00	1	1,00
Lima acero	1	3,00	1	3,00
Saca roscas	1	5,00	1	5,00
<b>Total</b>				<b>65,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Realizado por:** Fernando Caicedo

### 3.11.4. Costos Secundarios

**Tabla 3.7:** Costos secundarios

<b>Materiales</b>	<b>Costo USD</b>
Derechos de asesoría	120,00
Mano de obra	20,00
Suministros	20,00
Internet	40,00
Impresiones	80,00
Anillado y empastado	25,00
Copias	20,00
Varios	150,00
<b>Total</b>	<b>475,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo  
**Realizado por:** Fernando Caicedo

### 3.11.5. Costo total del proyecto

El costo total del proyecto realizado es asumido por el autor.

### Costos totales

**Tabla 3.10:** Costos totales

<b>Costos</b>	<b>Valor</b>
Materiales	128,00
Herramientas y equipos	65,00
Secundarios	475,00
<b>Total</b>	<b>668,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo  
**Realizado por:** Fernando Caicedo



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- La construcción de la eslinga y puntos de sujeción para el desmontaje de las alas y estabilizador horizontal se logro gracias a la información recopilada en manuales de mantenimiento de aeronaves de acuerdo a las necesidades que requerían este tipo de herramientas.
- Las pruebas operacionales realizadas durante la elaboración del proyecto dieron como resultado herramientas que operan de acuerdo a las exigencias que requiere el ala y estabilizador horizontal.
- La construcción de las herramientas representan un aporte muy significativo con el fin de beneficiar al desarrollo académico del ITSA.
- La rehabilitación del avión Fairchild FH-227J y herramientas permitirá que los estudiantes de las diferentes carreras puedan realizar sus prácticas mejorando así sus conocimientos y destrezas.

## 4.2. Recomendaciones

- Se recomienda tener en cuenta que el proyecto realizado solo debe ser utilizado con fines didácticos dedicados a la institución de los estudiantes de mecánica aeronáutica.
- Realizar una inspección visual cada cierto periodo sobre el estado en el que se encuentra la eslinga y si es necesario realizar su mantenimiento de inmediato, ya que puede presentar corrosión o picaduras, con el fin de mantener el material didáctico en buen estado.
- Se recomienda utilizar la eslinga y puntos de sujeción solo para realizar las actividades a las cuales están destinadas, debido a que podrían averiarse y/o causar daños a terceros.
- Se recomienda utilizar todos los medios de seguridad necesarios al momento de encontrarse manipulando las eslingas, el tecele de elevación del ala y los puntos de sujeción para evitar daños a la eslinga y al personal que lo está manipulando.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) debe incentivar a sus alumnos para realizar nuevos proyectos de restauración en el avión Fairchild FH-227J de tal manera que la aeronave pueda ser de mayor ayuda para el estudio práctico de los alumnos.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**Avión.-** Vehículo con alas, más pesado que el aire, que vuela generalmente propulsado por uno o varios motores y se usa para el transporte aéreo.

**Aeronave.-** Es un aparato con la capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmosfera, siendo capaz de transportar personas.

**Aviación.-** Se entiende por aviación el desplazamiento controlado, a través del aire, de aparatos que usan para desarrollar su vuelo la fuerza sustentadora de superficies fijas o móviles impulsados por sus propios motores, como aviones y helicópteros, o sin motor, como los planeadores.

**Crewmember.-** Miembros de la tripulación.

**Envergadura.-** Es la distancia que tiene el ala de un avión desde punta a punta.

**Carenado.-** Denominación genérica para indicar un elemento de la carrocería con función aerodinámica y a veces también de acabado estético.

**Alas.-** Parte plana que se extiende a cada lado del fuselaje o cuerpo central de un avión y que le permite sostenerse en el aire.

**Borde de ataque.-** Es el borde delantero del ala, o, dicho de otra forma, la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire.

**Slats.-** Situados en el borde de ataque del ala, son dispositivos móviles que crean una ranura entre el borde de ataque del ala y el resto del plano.

**Flaps.-** Son unas superficies que se encuentran en las alas, en la parte más cercana al fuselaje y que permiten, al ser desplegadas, aumentar la sustentación del avión.

**Estabilizador horizontal.-** Elemento, generalmente situado en la parte trasera del avión de manera horizontal, que aseguran la estabilidad y confort del vuelo, permitiendo además su control.

**Alerón.-** Pieza móvil y de forma rectangular a lo largo del borde trasero de las alas de un avión que sirve para cambiar la inclinación del aparato y efectuar maniobras.

**Combustible.-** Es cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor.

**Empenaje.-** Superficies planas situadas en la cola de la aeronave y que sirven como elemento de control y estabilidad. Forman parte del fuselaje.

**Elevador.-** Pieza móvil y de forma rectangular a lo largo del borde trasero del estabilizador horizontal de un avión que sirve para cambiar la inclinación del aparato y efectuar maniobras de ascenso o descenso.

**Fuselaje.-** parte principal de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión.

**Mantenimiento.-** Conservación de una cosa en buen estado o en una situación óptima para evitar su degradación.

**Cableado.-** Conjunto de cables de una instalación eléctrica o de telecomunicaciones.

**Nose gear.-** Tren de aterrizaje de nariz.

**Eslinga.-** Cuerda, o conjunto de cuerdas fuertes con ganchos que se usa para levantar grandes pesos.

**Aeronave.-** Vehículo capaz de desplazarse por el aire o por el espacio.

**Desmontar.-** Separar las piezas que forman un objeto.

**Extractor de tornillo.-** Herramienta manual que se utiliza básicamente para extraer los pernos que tiene la cabeza cortada o se encuentran aislados.

**Orografía.-** Parte de la geografía física que describe y clasifica las formas de la Superficie terrestre y las sistematiza según sus rasgos externos, con independencia de su origen.

**Turnbuckle.-** Templador de cables generalmente utilizado en aviación

**Torno.-** Máquina que sirve para hacer girar un objeto sobre sí mismo

## **SIGLAS UTILIZADAS**

**ITSA:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

**CONESUP:** Consejo Nacional de Educación

**FAE:** Fuerza Aérea Ecuatoriana

## BIBLIOGRAFÍA

### Manuales

- Manual de mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
  - ATA 57 – Alas
- Manual de equipos y herramientas especiales Fairchild Hiller FH-227
  - STEL

### Internet

- <http://nueveg.wordpress.com/page/52/?archives-list&archives-type=cats>
- <http://www.aerodacious.com/ccAM087.HTM>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Larguero>
- [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos\\_aires/62/tecnolog/estruc.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))
- <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>
- [http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/idealizacon\\_estructuras.htm](http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/idealizacon_estructuras.htm)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n#Estabilizadores\\_horizontales](http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n#Estabilizadores_horizontales)
- <http://elhombreconsiguelvolar.blogspot.com/>
- [http://www.cableacero.com/eslingas\\_acero.html](http://www.cableacero.com/eslingas_acero.html)
- <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>
- <http://www.paramo4x4.com/principal/grilletes-de-rescate>
- [http://www.csbeaver.com/cable\\_galvanizado\\_tablasde\\_resistencia.html](http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html)
- <http://www.hierroyaluminio.com/galeria-imagenes/maquinas-herramientas/imagenes/foto-torno.html>
- [http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-110498744-arco-de-sierra-t-stanley-430-mm-metal-prof-u-hobbi-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-110498744-arco-de-sierra-t-stanley-430-mm-metal-prof-u-hobbi-_JM)
- <http://www.mimecanicapopular.com/verhaga.php?n=107>

# **A N N E X O S**



# **ANEXO A**

## **1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), no posee una avión escuela con las características requeridas por la Dirección De Aviación Civil (DAC), lo cual es perjudicial para el aprendizaje de los alumnos y para cumplir con los requerimientos para la certificación que otorga la DAC al ITSA, por tal razón se realiza el planteamiento de esta propuesta, lo cual es necesario para el desarmado y transportación de la aeronave hacia las instalaciones del ITSA.

La construcción de las eslingas es de suma importancia ya que las alas de la aeronave son demasiado grandes y pesadas, por lo cual necesitan una correcta transportación como se establece en los respectivos manuales de la aeronave. Si no se llevara a cabo la construcción de las eslingas, se dificultaría la transportación de la aeronave hacia el ITSA

### **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Existe alguna herramienta que se pueda emplear en el desmontaje y traslado de las alas y estabilizador horizontal para el avión Fairchild Hiller FH-227 en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Durante investigaciones realizadas por los alumnos y docentes del ITSA se ha determinado que el ITSA, no dispone de un avión escuela en sus instalaciones con las características exigidas por la DAC para garantizar el estudio y aprendizaje de los alumnos.

Es por esta razón es necesaria la construcción de distintos equipos y herramientas esenciales para el desmontaje de las partes de la aeronave para facilitar su movilización hacia las instalaciones del instituto.

La construcción de eslingas nos permite, por medio de un tecele levantar las alas y estabilizador de una manera sencilla y rápida, así como también para volver a colocar estas partes en el avión durante su ensamblaje.

Durante la investigación de este proyecto se tiene la recopilación de datos teniendo como fuente los manuales del avión, e información obtenida por medio del internet.

Es factible realizar este proyecto, ya que los recursos que van a ser utilizados durante la investigación y construcción están al alcance económico y práctico del autor.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL**

- Trasladar el avión Fairchild Hiller FH-227, según especificaciones establecidas en el manual del fabricante, desde las instalaciones de la FAE en la Ciudad de Quito hacia las instalaciones del ITSA en la ciudad de Latacunga.

### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Implementar herramientas necesarias para el desarmado del avión en los diferentes laboratorios del ITSA.
- Facilitar la organización durante el proceso de movilización de la aeronave.
- Construir eslingas que puedan ser utilizadas durante el desmontaje de las alas y estabilizador del avión Fairchild Hiller FH-227, según especificaciones establecidas en el manual del fabricante.

## **1.5 ALCANCE**

Este proyecto está enfocado en los alumnos del ITSA y la infraestructura del instituto, ya que con esto se facilita el estudio y comprensión de los alumnos, en el ámbito práctico. Por otro lado el ITSA mejoraría su infraestructura ya que estuviera cumpliendo con las exigencias de la DAC.

## **2. PLAN METODOLÓGICO**

### **2.1 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación que se va a desarrollar implica dos modalidades: la primera documental o bibliográfica, puesto que se requiere una revisión previa en tesis, trabajos de investigación, planes, sitios en Internet, experiencias en proyectos similares; que nos permite conocer otros enfoques, teorías o conceptualizaciones y criterios de diferentes autores sobre el tema a investigar, de modo que sustente y favorezca el camino de la investigación.

En una segunda etapa se debe considerar una modalidad de investigación de campo, de modo que de esta manera se alcancen los objetivos de predicción y de control en relación con la hipótesis puesta a prueba en el estudio; es así que dicha investigación requiere ser realizada en el lugar donde se encuentre el objeto de estudio el aeroplano.

### **2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

El nivel o tipo de investigación que alcanzará este trabajo de estudio es experimental ya que se realizará el mejor modelo de eslingas que puedan facilitar el desmontaje y movilización del avión.

### **2.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

Se estudiarán dos tipos de materiales para demostrar experimentalmente el mejor material para la construcción de las eslingas, las características que deben presentar son: ser flexibles y soportar grandes cantidades de peso.

## **Tipos de materiales utilizados para la fabricación de las eslingas:**

- Cables de Acero
- Guardacabos de Acero
- Argollas de Acero
- Ganchos de Acero
- Terminales de Acero

## **2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS**

Es necesario partir del análisis de información primaria que la obtendremos directamente a través del contacto concreto con el objeto de estudio, luego obtendremos información secundaria que se la obtiene de estudios anteriores registrados en documentos como libros, revistas, tesis de grado, internet, etc.

Mediante este método se estudiará cada uno de los elementos que forman parte del problema expuesto.

Posteriormente la síntesis, nos permitirá unir todos los criterios alcanzados en el análisis y lograr una idea general asegurando de este modo una hipótesis general planteada, y así resolver nuestro planteamiento del problema.

### **2.4.1 TÉCNICAS**

- Bibliográfica

## **2.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los resultados experimentales del estudio y construcción de las eslingas se presentaran con la culminación del proyecto movilizandoo el avión desde la FAE hasta las instalaciones del ITSA.

## **2.6 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

El análisis e interpretación de resultados se ejecutará de acuerdo a los datos obtenidos en todo el proceso de investigación, mediante el estudio de la infraestructura y herramientas que posee el ITSA, estos ayudarán a determinar la situación actual, tanto de la necesidad de un avión comercial para el aprendizaje práctico y de lo significativo para el enriquecimiento de los conocimientos en los estudiantes.

## **2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las conclusiones y recomendaciones de basarán en los objetivos generales y específicos planteados anteriormente.

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

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En la actualidad las instituciones educativas de aviación se van modernizando cada día más con nuevas técnicas de enseñanza y la tecnología que cada vez es mucho mejor y nos da más facilidades de aprendizaje, obligando a las instituciones educativas a innovarse y no quedar por detrás de el resto de universidades, por lo cual el ITSA está obligado a modernizarse adquiriendo nueva tecnología y nuevas formas de enseñanza con material didáctico.

El instituto cuenta con personal docente y administrativo altamente calificado así también con instalaciones, talleres y laboratorios que están acorde a la enseñanza que se brinda a los estudiantes que acuden a este instituto, pero la falta de un avión a creado una inconformidad en docentes y alumnos ya que no pueden impartir sus conocimientos en la practica así como los estudiantes no comprenden claramente los conocimientos solo con la teoría y debido a esto es que hay la necesidad de trasladar un avión Fairchild Hiller FH-227 a las instalaciones del ITSA

##### **3.1.2 FUNDAMENTACION TEÓRICA**

###### **3.1.2.1 FAIRCHILD HILLER FH-227**

###### **3.1.2.1.1 HISTORIA**

Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograrse 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, el F-27J, más pesado y re motorizado con Dart Mk 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**



Fairchild Hiller FH-227

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.

### **3.1.2.2 ESLINGAS**

Las eslingas son elementos para izaje y movimiento de carga que se fabrican utilizando un tramo de Cable de Acero al cual se le coloca un casquillo o ferrul de

Acero o Aluminio el cual es prensado mecánicamente en una prensa hidráulica diseñada para esta función.

La flexibilidad para que pueda adaptarse a la carga a elevar y la resistencia tanto a la carga por tracción como al aplastamiento son dos de las características fundamentales a tener en cuenta en la selección de cables para eslingas.

En la manipulación de las cargas con frecuencia se interponen, entre éstas y el aparato o mecanismo utilizado, unos medios auxiliares que sirven para embragarlas con objeto de facilitar la elevación o traslado de las mismas, al tiempo que hacen más segura esta operación. Estos medios auxiliares son conocidos con el nombre de eslingas.

Su rotura o deficiente utilización puede ocasionar accidentes graves e incluso mortales por atrapamiento de personas por la carga desprendida. Es necesario, por tanto, emplear eslingas adecuadas en perfecto estado y utilizarlas correctamente. Ello conlleva una formación al respecto de los trabajadores que efectúan las operaciones de eslingado y transporte mecánico de cargas.

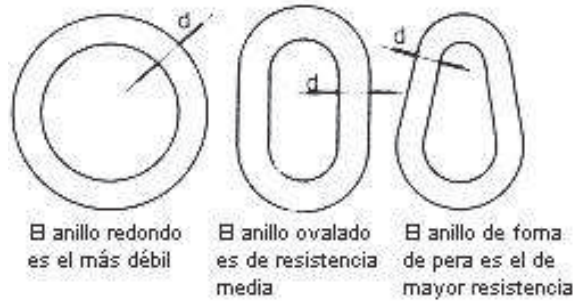
Según el material de que están constituidas, las eslingas pueden ser de cables de acero, de cadenas, de fibras, etc.

#### **3.1.2.2.1 ELEMENTOS DE UNIÓN**

La unión entre el canal de la eslinga y el medio de elevación se lleva a cabo, en ocasiones, por medio de argollas o anillas, grilletes o ganchos de acero o hierro forjado.

Las anillas deberán escogerse convenientemente, en función de las cargas que habrán de soportar.

Para anillos del mismo material  
y el mismo diámetro de sección recta



Influencia en la forma de los anillos en su resistencia

Los grilletes o bridas podrán ser rectos o de lira e igualmente se elegirá en relación con los esfuerzos a los que debe estar sometido.

Los ganchos de elevación o tracción se elegirán en función de la carga y de los tipos de esfuerzo que tienen que transmitir. Estarán equipados con pestillo u otro dispositivo de seguridad para evitar que la carga pueda desprenderse.

### 3.1.2.2 PRINCIPALES TIPOS DE ESLINGAS

Las eslingas serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.



Tipos de eslingas

## **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Por la importancia que tiene la presente investigación, es necesario tener en claro las diversas formas de conocimientos científicos y técnicos, los cuales van encaminados a la solución de un problema, misma que me permitirá construir las eslingas necesarias para desmontar y trasladar las alas del avión Fairchild Hiller FH-227 desde el ala de transporte numero 11, hacia las instalaciones del ITSA, por lo que el equipo investigativo se ubicó en el punto específico del problema crítico, porque interrelaciona los requerimientos a través de la interpretación en razón a que es importante optimizar el recurso humano, tiempo y garantizar la seguridad del personal.

Desde el punto de vista técnico la investigación de campo se refiere al conocimiento adquirido en el sitio mismo del problema, a través, de las personas involucradas en las prácticas de mantenimiento de aeronaves cabe indicar que esta investigación se la realizó en el instituto y en la FAE para obtener la información específica para el proyecto.

Por lo tanto es una investigación de campo ya que se realizaron consultas en el ámbito técnico.

La estrategia de la investigación también se centra en una investigación de tipo documental, puesto que la obtención de los datos y su análisis provienen de materiales impresos y registros de otros tipos que incluyen Internet que describe las partes constitutivas.

## **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1 NO EXPERIMENTAL**

Se utilizó la investigación no experimental porque las variantes no pueden ser intervenidas, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin

la intervención directa del investigador, como es el desmontaje de alas y estabilizador horizontal además del transporte del avión.

Durante el desarrollo de la factibilidad y su aplicación, la investigación se tornará experimental en lo que refiere al desmontaje de las diferentes partes del avión ya que va a ser necesario su desmontaje, para luego hacer las correcciones necesarias y tener una mejor utilidad del equipo técnico.

### **3.4. NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

Esta referido al grado de profundidad con que se aborda el mismo, en tal sentido el proyecto investigativo presenta características que lo ubican dentro del nivel exploratorio, ya que se realizó un estudio de campo técnico, debido al problema que este fenómeno presenta en las prácticas de mantenimiento de aviones, determinando situaciones de efectos.

#### **3.4.1 EXPLORATORIA**

Se realizó una investigación exploratoria, ésta permitió identificar el problema y examinarlo mediante la aplicación de procedimientos lógicos de investigación complementarios, permitiendo de esta manera plantear y desarrollar de mejor manera la investigación.

#### **3.4.2 DESCRIPTIVA**

La Investigación descriptiva permitió describir la situación actual del avión, detallando los problemas claramente necesarios para resolver antes del traslado del avión Fairchild Hiller FH-227, obteniendo como conclusión que es necesario desmontar las alas y el estabilizador vertical para el traslado a las instalaciones del instituto para los conocimientos prácticos de Mecánica acordes a la enseñanza impartida en el "ITSA".

### **3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recolección de datos informativos se utilizó una fuente primordial, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas e instrumentos señalados en los párrafos anteriores, mismos que se aplicaron a personas que están vinculadas al ámbito de mantenimiento aeronáutico en prácticas de mantenimiento de aeronaves, poniendo acento a los requerimientos a satisfacer.

Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitó antes de su aplicación el criterio juicioso de expertos en el campo de mantenimiento aeronáutico, esto permitió desarrollar técnicas de recolección de datos confiables y veraces.

La observación de la falta de un lugar de mantenimiento de aeronaves se constituye en una herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva de las necesidades de traer una aeronave al ITSA para ello.

El grupo investigador, realizó la entrevista al personal técnico aeronáutico que imparte estas materias de mantenimiento, puesto que en la entrevista se aplicaron preguntas técnicas claras y concisas, en razón a que permitieron indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de divagaciones que no permitan una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

### **3.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se la realizó mediante los siguientes pasos:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Limpieza de la información defectuosa.
- Realizando todos los pasos, formulas y tablas para el procesamiento de los datos, para que puedan ser tabulados y analizados.

### **3.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

El análisis e interpretación de resultados se ejecutó de acuerdo a los datos obtenidos en todo el proceso de investigación, donde se determinó la situación actual, tanto de la necesidad de un avión comercial para el aprendizaje práctico y de lo significativo para el enriquecimiento de los conocimientos en los estudiantes.

### **3.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- Como primera conclusión se tiene que el traslado del avión Fairchild Hiller FH-227, no puede realizarse armado debido a su peso y tamaño, por lo que es necesario desmontar el avión para tener facilidad al momento de transportarlo y evitar todo tipo de daño al mismo. Se recomienda construir soportes para el desmontaje del avión ya que las partes de este tienen un peso considerable.
- Después de la investigación realizada sobre el transporte del avión Fairchild Hiller FH-227, desde las instalaciones de la FAE en la ciudad de Quito hasta las instalaciones del ITSA en la ciudad de Latacunga, se concluye que debe realizarse la construcción de eslingas para el estabilizador horizontal y las alas del avión de acuerdo a las especificaciones ya mencionadas anteriormente en el manual del fabricante. Se recomienda en este caso específico la construcción de la eslinga con el material más adecuado que soporte el peso y sea flexible al momento del transporte de las alas y estabilizador horizontal del avión.



#### 4. FACTIVILIDAD DEL TEMA

Se deduce que es factible la construcción de eslingas, ya que es sumamente necesario el desmontaje de las alas y estabilizador horizontal del avión Fairchild Hiller FH-227 para la facilitación del traslado del mismo ya que no se dispone de material adecuado para este tipo de desmontaje

De acuerdo al análisis realizado anteriormente y tomando 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 FACTIVILIDAD TECNICA

Para el traslado del avión Fairchild Hiller FH-227 desde la ciudad de Quito hasta la ciudad de Latacunga debemos en primer lugar empezar por desinstalar los motores, trenes de aterrizaje, alas, estabilizador horizontal y estabilizador vertical, para lo cual es necesario la utilización de las eslingas en el desmontaje de las alas y estabilizadores.



Eslinga para desmontaje de alas

Para el desmontaje de las alas es necesario remover los controladores de vuelo como son los flap y alerones, y asegurarse que los tanques de combustibles se encuentren completamente vacíos.

## **4.2 FACTIVILIDAD LEGAL**

Tanto el desmontaje de las partes del avión como el traslado del mismo hacia el instituto es completamente legal y seguro ya que el ITSA realizó los trámites pertinentes para que la FAE permitiera el desarmado y traslado del avión hasta el ITSA.

## **4.3 FACTIVILIDAD OPERACIONAL**

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, ayudando 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 FACTIVILIDAD ECONÓMICO FINANCIERO, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

### **4.4.1 RECURSOS HUMANOS**

Tabla N°1: Matriz de recursos humanos

N.	RECURSO	DESIGNACIÓN
1	Fernando Sebastián Caicedo Altamirano	POSTULANTE

### **4.4.2 RECURSOS INSTITUCIONALES**

- Fuerza Aérea Ecuatoriana Ala Numero 11
- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

#### 4.4.3 RECURSOS TÉCNICOS

Tabla N°2: Matriz de recursos técnicos

Concepto	Cantidad	Unidad medida	de	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Copias	250	Unidades		0,05	12,50
Impresiones	500	Unidades		0,10	50,00
Hojas de papel A4	1	Resma		4,50	4,50
Anillado	2	Unidades		1,50	3,00
Empastado	2	Unidades		7,00	14,00
Esferos	2	Unidades		0,45	0,90
Subtotal					84,90
10% imprevistos					8,49
Total					93,39

#### 4.4.4. TABLA DE RECURSOS MATERIALES

Tabla N°3: Matriz de recursos materiales

Concepto	Cantidad	Unidad medida	de	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Cable de Acero	10	Metro		30,00	300,00
Guardacabos de Acero	6	Unidades		20,00	120,00
Argollas de Acero	2	Unidades		25,00	50,00
Ganchos de Acero	3	Unidades		35,00	105,00
Terminales de Acero	6	Unidades		20,00	120,00
Gancho con Rosca	3	Unidades		15,00	45,00
Subtotal					740,00
10% imprevistos					74,00
Total					814,00

#### 4.4.5. PRESUPUESTO DE OPERACIÓN

$$P.O. = \sum RH + \sum RM$$

$$P.O. = 93.39 + 814,00$$

$$P.O. = 907,39 \text{ USD}$$

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

“CONSTRUCCION DE ESLINGAS PARA EL DESMONTAJE DE ALAS Y ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVION FAIRCHILD FH-227 J”

## 5.1. CRONOGRAMA

Tarea	Dic-2010				Ene-2011				Feb-2011				Mar-2011				Abr-2011				May-2011				Jun-2011				Jul-2011				Ago-2011							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1																																								
2																																								
3																																								
4																																								
5																																								
6																																								
7																																								
8																																								
9																																								
10																																								
11																																								
12																																								
13																																								
14																																								

Elaborado por: Fernando Caicedo  
Altamirano



Ala izquierda que será desmontada



Ala derecha que será desmontada



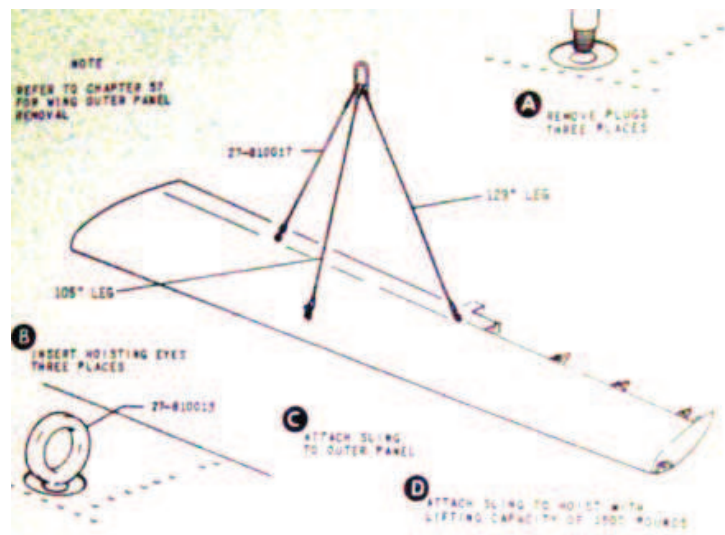
Estabilizador izquierdo que será desmontado



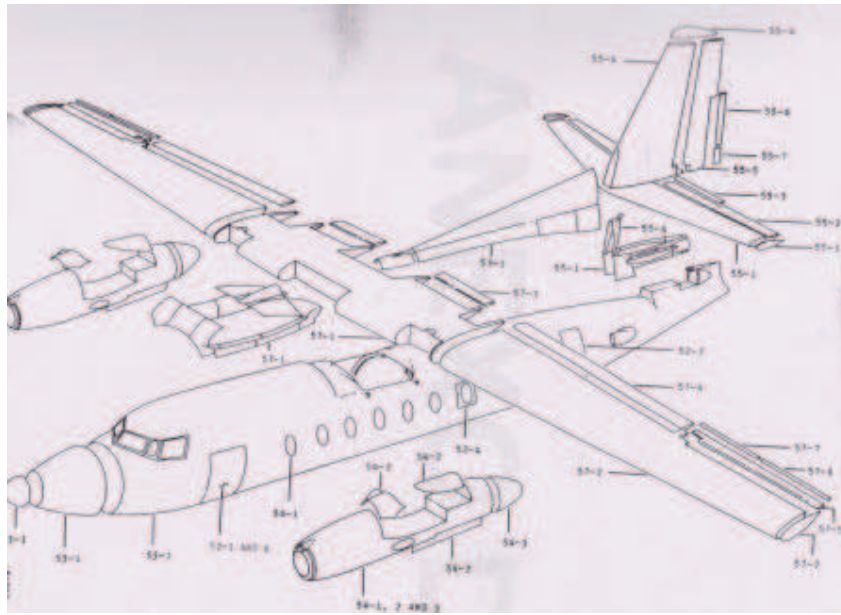
Estabilizador derecho que será desmontado



Fairchild Hiller FH-227



Puntos de sujeción del ala



Fairchild Hiller FH-227 desarmado en sus partes principales



## **FICHA DE OBSERVACIÓN**

### **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA:** Mecánica Aeronáutica Mención Motores

**OBSERVACIÓN:** Ala de Transporte Nro11; Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE)

### **DATOS INFORMATIVOS**

**LUGAR:** Hangar

**FECHA:** 23 Febrero 2011

**OBSERVADORES:** Autor Del Proyecto

### **OBJETIVOS:**

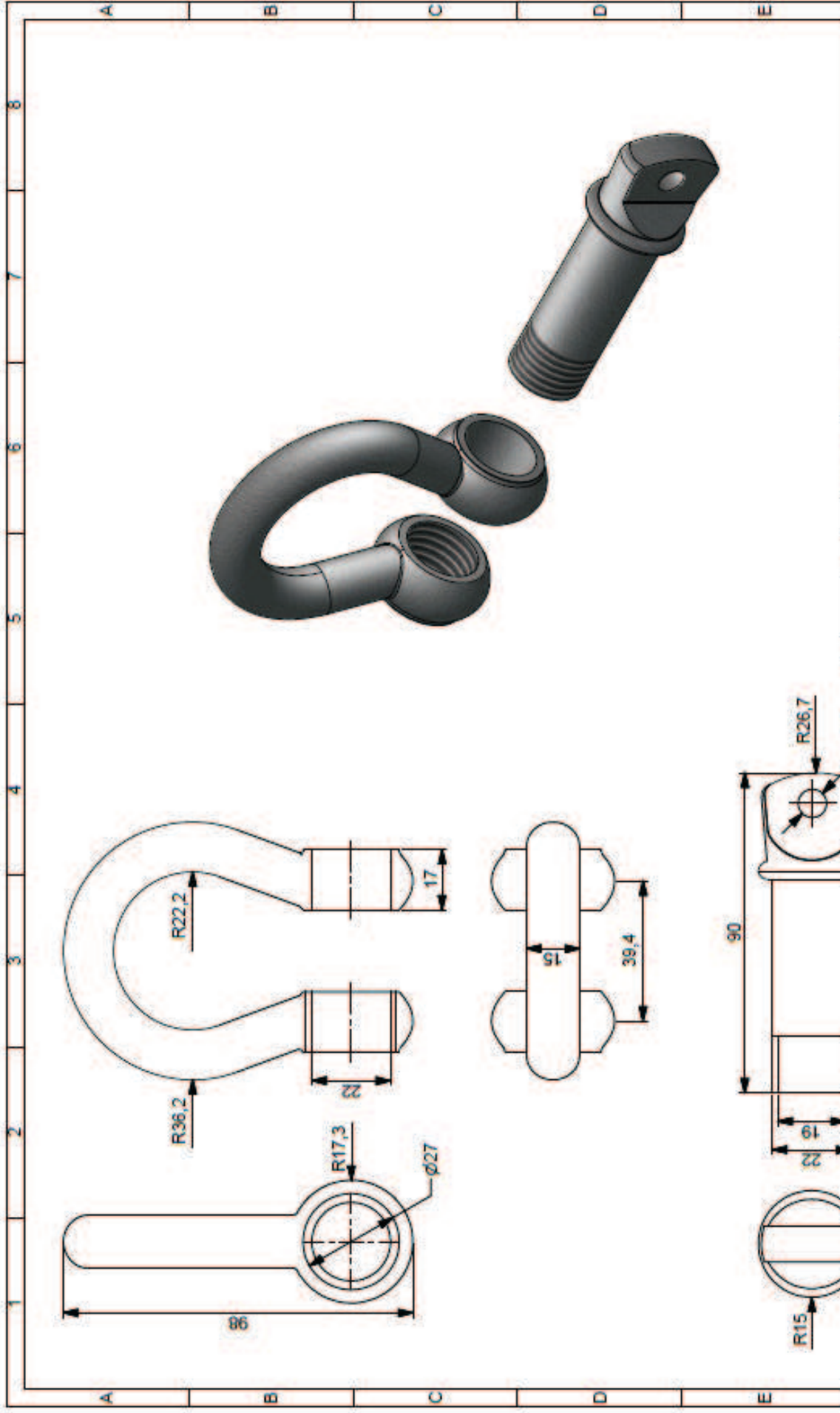
- Realizar una inspección visual del avión para determinar condiciones y estado de los componentes del avión.
- Conocer y determinar en qué estado se encuentran los manuales del avión

### **OBSERVACIONES:**

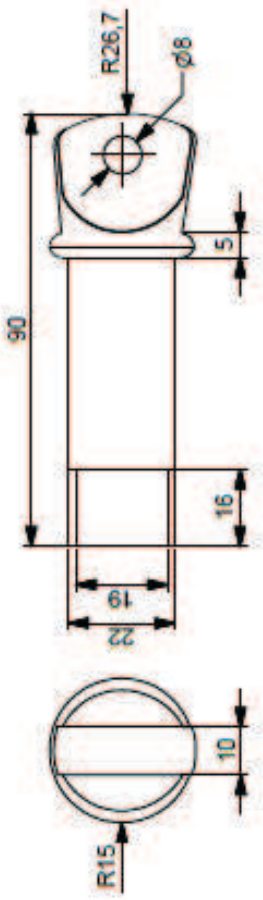
Se pudo observar que el avión se encuentra ubicado en un extremo del hangar junto con otros aviones; el mismo que se encuentra en un buen estado y sus componentes principales están completos. Este no consta de soportes para el desmontaje ni protectores del avión; para no tener daños en la estructura del mismo.

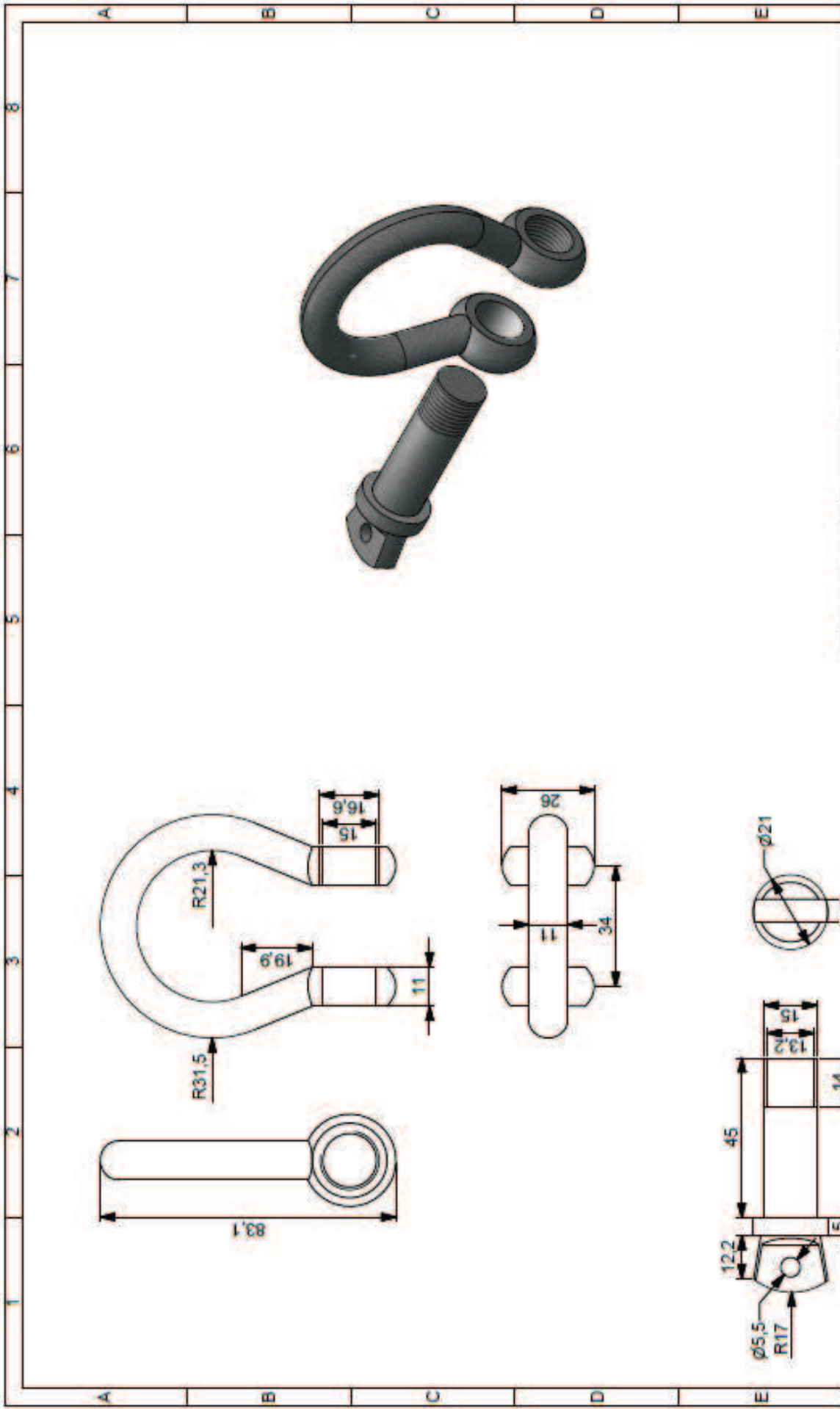
# **ANEXO B**



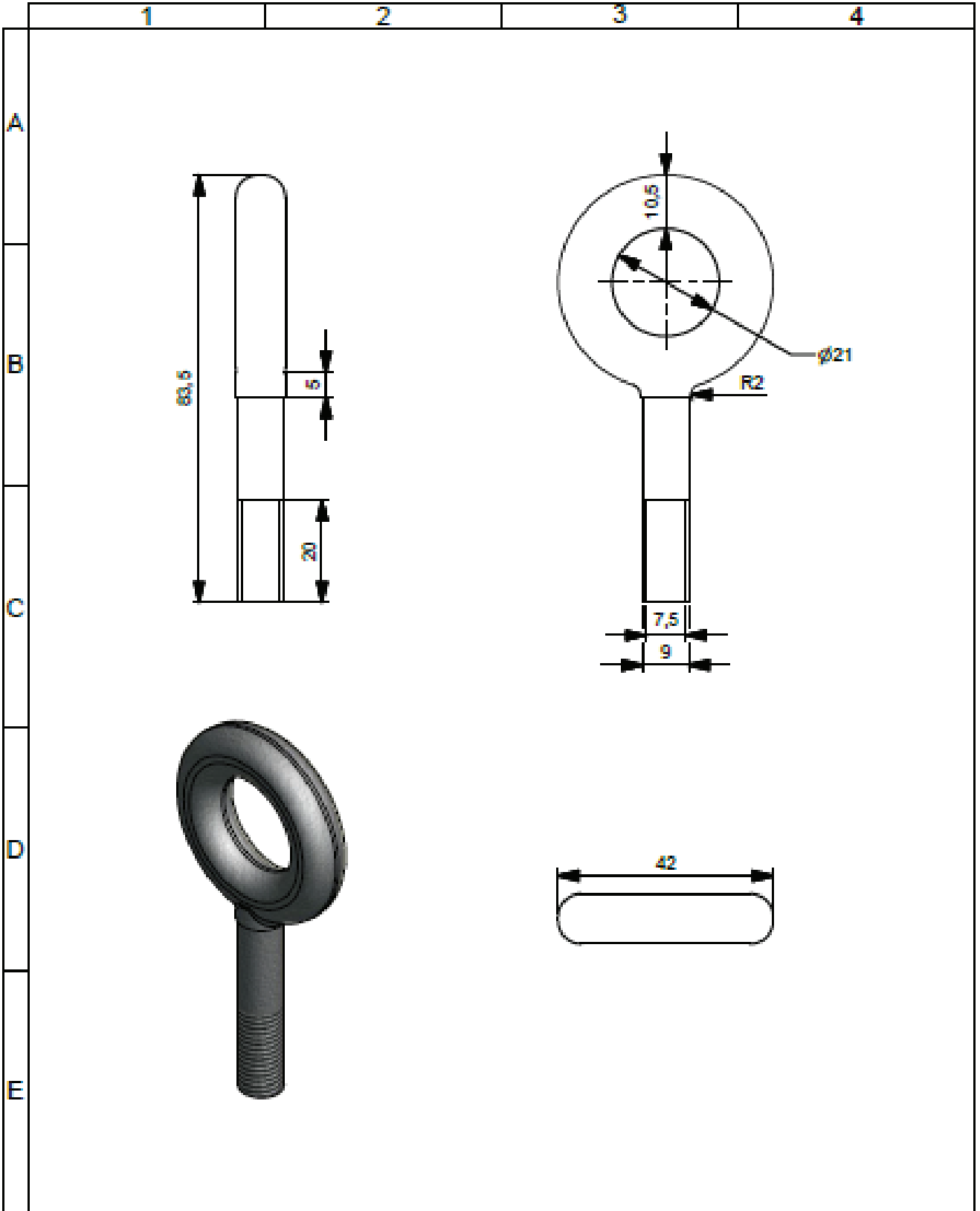


Tolerancia		Peso		ACERO GALVANIZADO	
		0,70 N			
Fecha: / /		Nombre:		SUJETADOR_2	
Dib. /		Dib. /		Escala: 1:1	
Rev. /		Código P.			
Apro. /				PGC_02_001	
		I.T.S.A			
		Mecánica			
		Aeronáutica			
Edición		Fecha			
Modificación		Nombre			





Tolerancia		Peso	ACERO GALVANIZADO	
		0.30N		
Dib.	Fecha	Nombre	Sujetador_3	
Rev.	21/01/11	Cristóbal P.		
Apr.				
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha/entor- no	I.T.S.A Mecánica Aeronáutica	
			PGFC_03_001	
			Escala: 1:1	



				Tolerancia	Peso	ACERO GALVANIZADO	
					0.11 N		
				Fecha:	Nombre:	GANCHO DE ANCLAJE AL ALA	Escala 1:1
				Dib. 31-03-11	Calcedo F.		
				Rev.			
				Apro.			
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		PGFC_04_001	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



# **ANEXO C**



**FAIRCHILD  
F-27 SERIES  
STRUCTURAL REPAIR MANUAL**

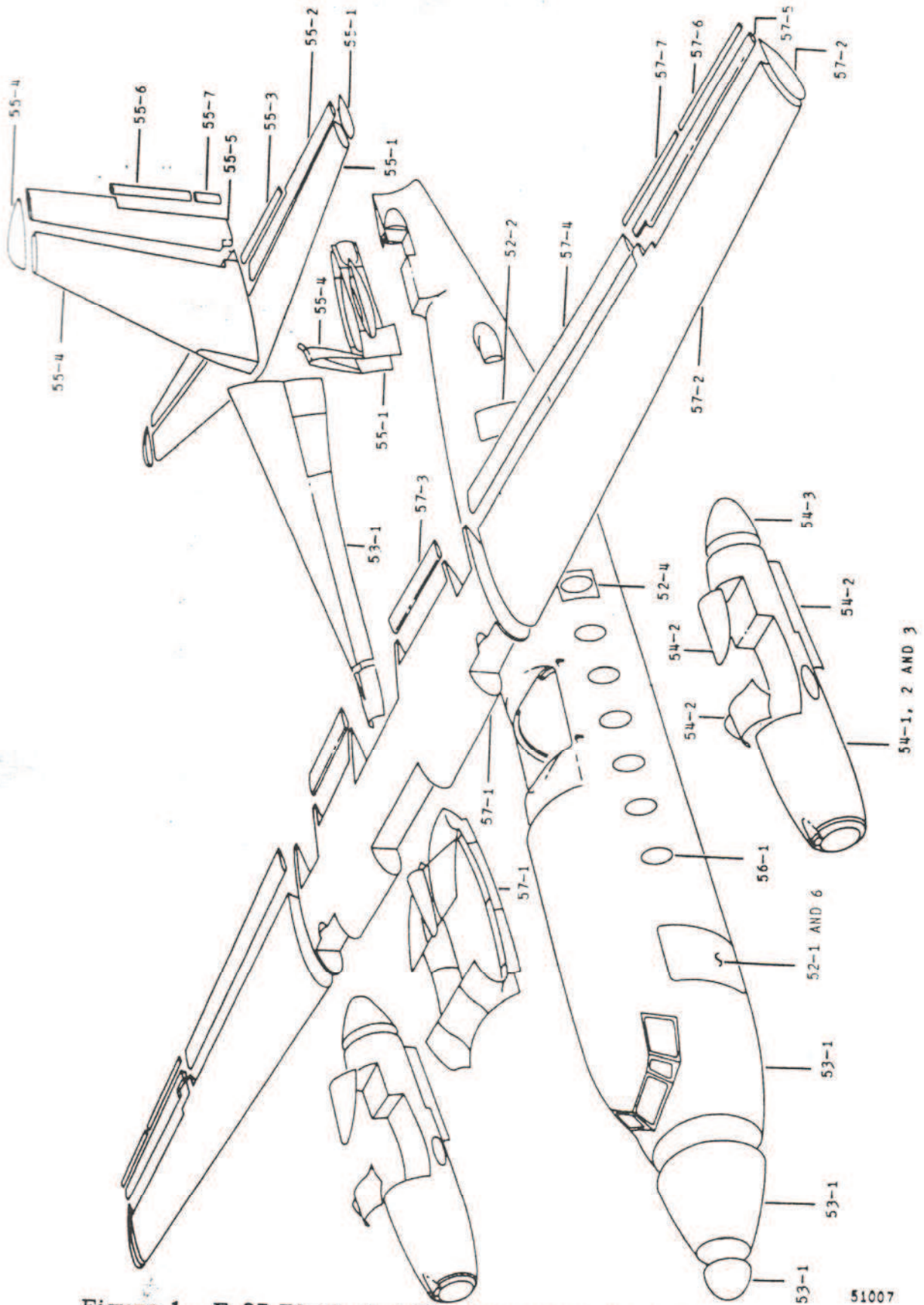
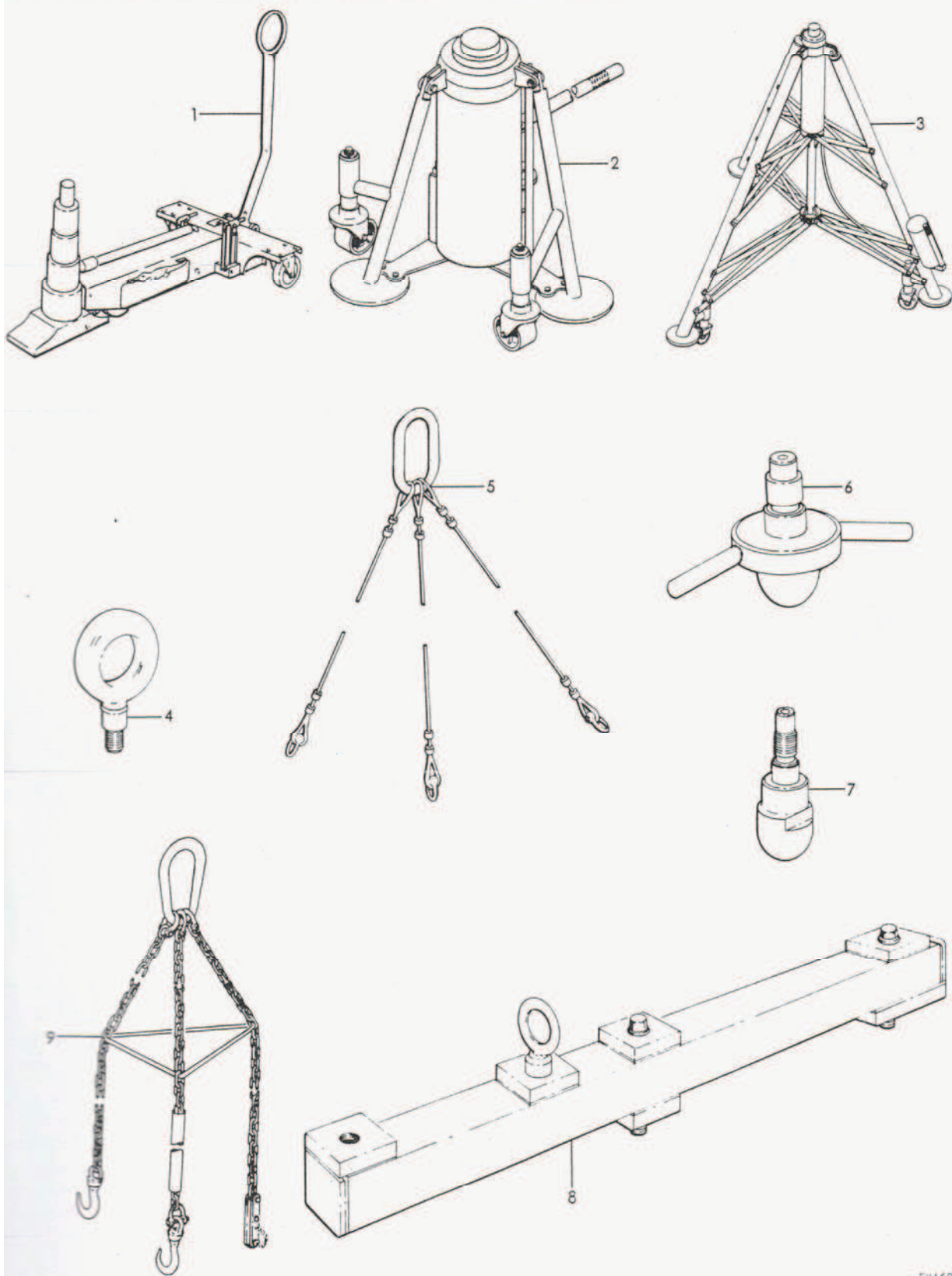


Figure 1. F-27 Illustrated Chapter and Section Reference

# **ANEXO D**

**FAIRCHILD HILLER  
FH-227 SERIES  
SPECIAL TOOL AND EQUIPMENT LIST**



FH16001

Jacking and Hoisting Equipment  
Figure 1

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Fernando Sebastián Caicedo Altamirano

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 20 de mayo de 1989

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180393502-0

TELÉFONOS: 2-410-112 / 095820128

CORREO ELECTRÓNICO: fernando\_c\_20@yahoo.com

DIRECCIÓN: Av. Los Chasquis y Rio Oyacachi - Ambato



### ESTUDIOS REALIZADOS

#### Secundaria

Colegio Diocesano San Pio X

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en CIENCIAS especialidad Físico Matemático

### EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

**Institución:** AEROLANE – LAN Ecuador

**Título obtenido:** Certificado de prácticas profesionales

**Tipo:** Entrenamiento en flotas A320, B767 y B777

**Fecha:** Agosto 2010 – Diciembre 2010

**Duración:** 5 meses

**Institución:** Ala de Transporte N° 11

**Título obtenido:** Curso básico Sabreliner

**Tipo:** Entrenamiento en avión Sabreliner

**Fecha:** Marzo 2010 – Abril 2010

**Duración:** 30 días

**Institución:** Escuela de Aviación Pastaza

**Título obtenido:** Certificado de prácticas profesionales

**Tipo:** Entrenamiento en avionetas

**Fecha:** Agosto 2009 – Septiembre 2009

**Duración:** 30 días

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

**Institución:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

**Título obtenido:** Certificado de suficiencia en el idioma inglés

**Tipo:** Certificado

**Fecha:** Octubre 2007 – Marzo 2010

**Duración:** 29 meses

## **EXPERIENCIA LABORAL**

**Institución:** Ecuatoriana de Repuestos “Ecuarepuestos”

**Cargo:** Jefe de ventas

**Fecha:** Enero 2011 – Agosto 2011

**Duración:** 8 meses

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**Caicedo Altamirano Fernando Sebastián**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Subs. Hebert Atencio**

Latacunga, Agosto 26 del 2011

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

Yo, CAICEDO ALTAMIRANO FERNANDO SEBASTIÁN, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 180393502-0, autor del Trabajo de Graduación **“CONSTRUCCIÓN DE ESLINGAS PARA EL DESMONTAJE DE ALAS Y ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL FAIRCHILD FH-227 J”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Caicedo Altamirano Fernando Sebastián**

Latacunga, 26 de Agosto del 2011