

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE AYUDA DIDÁCTICA PARA LOS DOCENTES Y ESTUDIANTES, EL CUAL CONTENGA TODOS LOS PASOS, HERRAMIENTAS, EQUIPOS A UTILIZAR, MATERIAL, Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA”.**

**POR:**

**CALDERÓN PERALVO LUIS ORLANDO**

**Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN AVIONES**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo de investigación fue realizado en su totalidad por el Sr. **CALDERÓN PERALVO LUIS ORLANDO**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

-----

**Ing. Henry Iza**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, 27/05/2010

## **DEDICATORIA**

A ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y comprobar que con empeño y dedicación todos mis sueños son alcanzables.

Con mucho cariño a mi familia que han estado conmigo en todo momento dándome su cariño y afecto para continuar luchando día tras día y seguir adelante traspasando todas las barreras que se me presentaron.

Amigos los cuales compartieron una etapa valiosa para mi vida, quienes me brindaron su amistad y apoyo sin esperar recibir nada a cambio. A mis profesores quienes han sido pilares en nuestro camino y así forman parte de este logro que nos abre puertas inimaginables en nuestra vida profesional.

**Calderón Peralvo Luis Orlando**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme la salud y vida en el camino recorrido.

Le agradezco a mi madre Miriam Peralvo ya que gracias a ella soy quien soy hoy en día, fue la persona quien me dio cariño y calor humano necesario, es quien ha velado por mi salud, mis estudios, mi alimentación entre otros, es a quien le debo todo, horas de consejos, de regaños, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las ha hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso, les agradezco a mis hermanas y hermanos los cuales han estado a mi lado, han compartido todos los momentos de mi vida.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí, agradezco a todos los profesores que me han apoyado de una u otra forma para la elaboración de este proyecto de grado entre los cuales se encuentran Klever Shulca, Guillermo Trujillo, Jorge Pardo, Sub. Guillermo Rivera, Henry Iza y todos aquellos a quien no mencionó por lo extensa que sería la lista."

Al Instituto Técnico Superior Aeronáutico por abrirme las puertas y permitir obtener mi título profesional.

**Calderón Peralvo Luis Orlando**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
CARÁTULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
SUMARIO.....	XIV

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 Alcance.....	4

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

2.1	Ala del Avión.....	5
2.1.1	Introducción.....	5
2.2	Partes del Ala.....	6
2.2.1	Winglets.....	6
2.2.2	Alerones.....	6
2.2.3	Dispositivos hipersustentadores.....	7
2.2.4	Flap.....	7
2.2.5	Spoilers.....	7
2.3	Componentes Estructurales del Ala.....	7
2.3.1	Larguero.....	8
2.3.2	Costilla.....	9
2.3.3	Revestimiento.....	9
2.3.4	Herraje.....	9
2.3.5	Larguerillo.....	9
2.3.6	Placa o alma.....	9
2.4	Función de los Componentes Estructurales del Ala.....	10
2.4.1	Larguero.....	10
2.4.2	Costilla.....	11

2.5	Geometría del Ala.....	12
2.5.1	Perfil alar .....	13
2.5.2	Borde de ataque .....	13
2.5.3	Borde de salida.....	13
2.5.4	Extradós .....	13
2.5.5	Intradós.....	13
2.5.6	Espesor .....	13
2.5.7	Cuerda.....	13
2.5.8	Cuerda media .....	13
2.5.9	Línea del 25% de la cuerda .....	14
2.5.10	Superficie alar.....	14
2.5.11	Envergadura .....	14
2.5.12	Alargamiento .....	14
2.5.13	Ángulo de ataque.....	14
2.6	Tipos de Alas.....	15
2.6.1	Rectangular ó recta .....	15
2.6.2	Trapezoidal.....	15
2.6.3	Elíptica.....	15
2.6.4	Flecha.....	16
2.6.5	Ojival.....	16

2.7 Clecos.....	17
2.8 Multi viga .....	17
2.9 Viga de caja .....	17
2.10 Software.....	18

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Preliminares.....	19
3.1.1 Estudio de alternativas.....	19
3.1.2 Estudio técnico.....	21
3.1.3 Estudio legal.....	24
3.1.4 Estudio económico.....	24
3.2 Diseño del Software.....	25
3.2.1 Requerimientos básicos.....	25
3.2.2 Inducción del manual.....	26
3.2.3 Pruebas del Software.....	37

### **CAPÍTULO IV**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones.....	39
-----------------------	----

4.2 Recomendaciones.....	41
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	42
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXOS.....	48
HOJA DE VIDA.....	324
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	326
HOJA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	327

## ÍNDICE DE TABLAS

### TABLAS DEL TEMA

	Páginas
Tabla N° 3.1 .....	24
Tabla N° 3.2 .....	37
Tabla N° 3.3 .....	37
Tabla N° 3.4 .....	37
Tabla N° 3.5 .....	38

### TABLAS DE ANTEPROYECTO

Tabla N° 1 .....	56
Tabla N° 1.1 .....	72
Tabla N° 1.2 .....	73
Tabla N° 1.3 .....	74
Tabla N° 1.4 .....	75
Tabla N° 1.5 .....	76
Tabla N° 1.6 .....	78
Tabla N° 1.7 .....	79
Tabla N° 1.8 .....	80
Tabla N° 1.9 .....	81
Tabla N° 2.0 .....	83
Tabla N° 2.1 .....	86
Tabla N° 2.2 .....	88
Tabla N° 2.3 .....	101
Tabla N° 2.4 .....	101
Tabla N° 2.5 .....	102
Tabla N° 2.6 .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1.....	6
Figura 2.....	7
Figura 3.....	8
Figura 4.....	10
Figura 5.....	12
Figura 6.....	12
Figura 7.....	15
Figura 8.....	15
Figura 9.....	15
Figura 10.....	16
Figura 11.....	16
Figura 12.....	16
Figura 13.....	17
Figura 14.....	17
Figura 15.....	18
Figura 16.....	20
Figura 17.....	28
Figura 18.....	29
Figura 19.....	30
Figura 20.....	30
Figura 21.....	31
Figura 22.....	32
Figura 23.....	34
Figura 24.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO A: Formato de fortalezas y debilidades.....	105
ANEXO B: Fotografías de la investigación de campo.....	106
ANEXO C: Formato de la encuesta.....	112
ANEXO D: Formato de la entrevista.....	118
ANEXO E: Fotografías los talleres de la IAAFA.....	119
ANEXO F: Anteproyecto.....	49
ANEXO G: Fotografías de la elaboración del prototipo.....	120
ANEXO H: Manual para construir prototipos de alas.....	123



## RESUMEN

El presente proyecto tiene la iniciativa de recopilar información que sea de gran trascendencia y aporte a la enseñanza teórica-práctica para los docentes y estudiantes, el cual comprende de un conjunto de investigaciones desarrolladas de la siguiente forma; La primera aplicada a la elaboración del anteproyecto (ver en el anexo "A") y la otra dirigida a la creación de un manual didáctico; con todos los pasos, herramientas, equipos a utilizar, y especificaciones técnicas para la construcción de un prototipo estructural del ala".

El marco teórico permite el desarrollo conceptual de los conocimientos básicos acerca de la construcción de un prototipo estructural del ala, sus partes constitutivas, la utilización de las herramientas y seguridad en el desenvolvimiento de su trabajo.

El estudio de investigación y la determinación de los factores que se involucran al momento de la construcción del prototipo estructural de ala, permiten conocer cuales son las herramientas con las que cuenta el laboratorio del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, destacando así que el desarrollo de las tareas que ofrece el manual se cubren en un buen porcentaje con las herramientas existentes dentro del mismo.

EL manual elaborado contempla el modo de empleo de las herramientas, su mantenimiento y registro de utilización al fin de preservar la vida útil de las mismas.

El estudio económico determinó el monto final invertido en la elaboración del manual didáctico.

## SUMMARY

The present project has the initiative to compile information that is of great importance and contributes to education theoretical-practice for educational and the students, which includes/understands of a set of investigations developed of the following form; First applied to the elaboration of the first draft (to see in Annex "A") and the other directed to the creation of a didactic manual; with all the steps, tools, equipment to use, and engineering specifications for the construction of a structural prototype of the wing".

The theoretical frame allows the conceptual development of the basic knowledge about the construction of a structural prototype of the wing, its constituent parts, the use of the tools and security in the unfolding of its work.

The study of investigation and the determination of the factors that become jumbled at the time of the construction of the structural prototype of wing, allow to know as they are the tools on which it tells to the laboratory of the Technological Institute Aeronautical Superior, emphasizing so the development of the tasks that offers the manual covers in a good percentage with the existing tools within the same.

The elaborated manual contemplates the way of use of the tools, its maintenance and registry of use to the aim to preserve the life utility of the same.

The economic study determined the final amount inverted in the elaboration of the didactic manual.

# **CAPÍTULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

Sobre la base de los resultados del anteproyecto anexado en la parte “F”, se llegó a descubrir aspectos que requieren ser complementados en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, como es el caso de la enseñanza teórica aprendida en el Área de Estructuras, se propuso complementarla con la elaboración de un manual de ayuda didáctica para los docentes y estudiantes, el cual contenga todos los pasos, herramientas, equipos a utilizar, material, y especificaciones técnicas para la construcción de un prototipo estructural del ala; para lo cual se realizó un previo análisis de la factibilidad técnica, legal, operacional y económica, con el fin de localizar aspectos positivos o negativos que faciliten la ejecución del tema propuesto, lo que proporcionó los siguientes resultados:

- Los estudiantes que cursan los tres últimos niveles de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones; se encuentran en un nivel de enseñanza teórico óptimo para desempeñar proyectos que requieran mayor desenvolvimiento en el manejo de herramientas y equipos con los que cuenta el Laboratorio de Estructuras del ITSA.
- Los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 100 la cual habla acerca de la fábrica de manuales lo que proporciona un sustento legal.

- La operación del manual didáctico no tiene ninguna restricción que impida su manejo ya que se pone énfasis en proporcionarles un manual que sea lo más claro y entendible: y que su manejo sea de lo más sencillo con términos lo más comunes dentro de la aviación.
- Se toma en cuenta los principios básicos de seguridad dentro de un taller de mantenimiento para la manipulación de las herramientas y teniendo en cuenta los valores básicos de respeto para el manejo del manual con el objetivo de conservarlo en buen estado.
- El Laboratorio de Estructuras del ITSA cuenta con un conjunto de herramientas que se las detalla a continuación:
  - Dobladora de cañerías.
  - Formadora de ángulos.
  - Prensa hidráulica.
  - Torno paralelo.
  - Sierra circular.
  - 2 esmeriles.
  - Cizalla de ángulos.
  - Baroladora manual.
  - Dobladora de cajón.
  - Cizalla de pedal.
  - Cizalla hidráulica.
  - Baroladora eléctrica.
  - Horno de tratamiento térmico.
  - Máquina sandblasting.
  - 3 estaciones de soldadura.
  - 3 taladros de pedestal.
  - 28 entenallas.
  - 7 mesas de trabajo
  - 2 taburetes.

- Un presupuesto basado en fuentes reales el cual motiva a que el tema sea desarrollado sin complicaciones y evitando desfases.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico dispone de un grupo de docentes especializados en estructuras, que tienen una gran trayectoria en la aviación comercial y la experiencia necesaria para dirigir proyectos a gran escala, además cuenta con un Laboratorio de Estructuras equipado con gran parte de herramientas utilizadas en la reparación estructural de aeronaves. Además los entes que conforman la Institución están en búsqueda del mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica que beneficie a todos y logre formar profesionales capaces y responsables de sus actos que les permita surgir en su vida profesional.

Lo mencionado justifica la elaboración de un manual didáctico que aporte a los docentes y estudiantes en su formación profesional, y a su vez les permita desarrollar proyectos a gran escala como la construcción de un prototipo estructural del ala, con la finalidad de incrementar la operatividad del taller y ofrecer nuevos conocimientos de operación de herramientas a los mismos. Así también cumplir con las normativas para operación de talleres de mantenimiento aeronáutico dictadas por las RDAC parte 145, que en forma general manifiestan que los talleres de mantenimiento aeronáutico deben poseer las herramientas y/o equipos para su correcta operación.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Elaborar e implementar un manual de ayuda didáctica para docentes y estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, el cual contenga todos los pasos, herramientas, equipos a utilizar, material, y especificaciones técnicas para la construcción de un prototipo estructural del ala”.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información concerniente al tema.
- Elaborar el diseño conceptual del manual.
- Digitar y redactar el manual en Microsoft Word.
- Seleccionar un programa para la presentación en el PC.
- Elaborar la presentación del manual en el programa.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la presentación del manual en distintos computadores.

### **1.4 ALCANCE**

La elaboración del manual didáctico para la construcción de un prototipo estructural de ala, pretende aportar a la formación profesional de los estudiantes de la Carrera de Mecánica mención Aviones, así como respaldar los conocimientos de los docentes y mejorar la operatividad del laboratorio de prácticas del Área de Estructuras del Bloque "42".

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ALA DEL AVIÓN.**

##### **2.1.1 Introducción**

En aeronáutica se denomina ala a un cuerpo de perfil aerodinámico capaz de generar una diferencia de presiones entre su intradós y extradós al desplazarse por el aire lo que, a su vez, produce sustentación. Se utiliza en diversas aeronaves.

Los pioneros de la aviación, tratando de emular el vuelo de las aves, construyeron todo tipo de artefactos dotados de alas articuladas que generaban corrientes de aire. Sólo cuando se disponía de un motor de suficiente potencia, se construyeron aeroplanos con alas fijas, que surcaban el aire en vez de generarlo, fue posible el vuelo de máquinas más pesadas que el aire. Aunque hay alas de todos los tipos y formas, todas obedecen a los mismos principios explicados con anterioridad.

En un avión moderno el ala tiene aparte de la función de sustentar al avión en vuelo, las funciones de formar la estructura para los depósitos de combustible, en configuraciones con motor el ala debe transmitir los esfuerzos del motor al avión, algunos modelos (sobre todo antiguos) lleva el tren de aterrizaje.

Por ser la parte más importante de un aeroplano y por ello quizá la más estudiada, es posiblemente también la que más terminología emplee para distinguir las distintas partes de la misma. A continuación se detalla esta terminología.

## 2.2 PARTES DE ALA

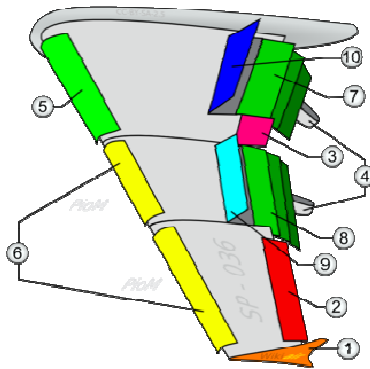


Figura 1. Partes del Ala.

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Punta de ala (Winglet)    | 6. Slats                     |
| 2. Alerón de baja velocidad. | 7. Flap de 3 series interior |
| 3. Alerón de alta velocidad. | 8. Flap de 3 series exterior |
| 4. Aleta de flaps.           | 9. Spoilers                  |
| 5. Kruger flap.              | 10. Spoilers-Frenos de aire. |

**2.2.1 Winglet :** su misión es reducir la resistencia inducida del ala ya que evita la conexión entre intradós y extradós. La distribución de sustentación a lo largo del ala no es uniforme y se produce un fenómeno de barrido hacia la punta del ala, esto provoca la formación de los torbellinos de punta de ala, lo que al final es que el aire da energía cinética al aire gastando energía en este proceso. Los winglets o aletas reducen este fenómeno, pero en contra generan un elevado momento de flexión en el encastre del ala.

**2.2.2 Alerones:** se encarga de controlar el movimiento de balance del avión, con la deflexión de manera asimétrica (un alerón hacia arriba y otro hacia abajo) se consigue que el avión gire sobre su eje longitudinal. De esta forma el avión puede hacer giros laterales.



**2.2.3 Dispositivos hipersustentadores:** son usados durante el despegue o el aterrizaje. La misión de estos elementos es aumentar la superficie de ala o el coeficiente de sustentación del ala, de esta forma se incrementa la fuerza total de sustentación pudiendo aterrizar a una menor velocidad. La deflexión de estos dispositivos incrementa la resistencia del avión.

**2.2.4 Flap (Aleta):** es un dispositivo hipersustentador pasivo. Superficie hipersustentadora de borde de salida. Están diseñados para aumentar la sustentación del ala, están situados junto al encastre y actúan a la vez en ambas semi-alas.

**2.2.5 Spoilers:** son unos elementos usados para destruir la sustentación del ala. Son usados durante el aterrizaje, una vez que el avión toca suelo con las ruedas se despliegan estos dispositivos que evita que el avión vuelva al aire de nuevo, a su vez también son usados en caso de descompresión en cabina, al romper la sustentación el avión baja rápidamente a un nivel de vuelo donde la presión sea la adecuada. Son también llamados aerofrenos.

([http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)),2009)

## 2.3 COMPONENTES ESTRUCTURALES DEL ALA

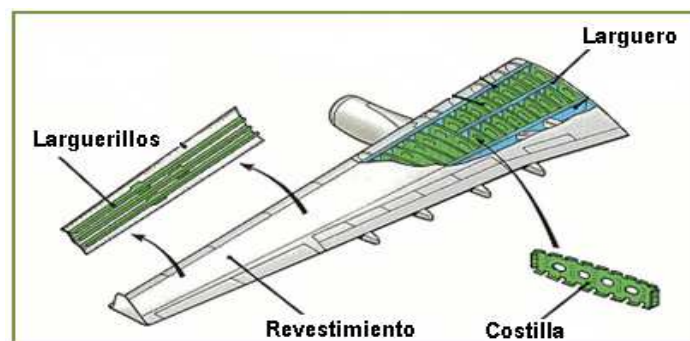


Figura 2. Componentes del Ala.

De acuerdo con la función de cada componente se lo denomina principal o secundario.

Componentes principales:

- Largueros
- Costillas
- Revestimiento
- Herrajes

Componentes secundarios:

- Falsas costillas
- Larguerillos
- Refuerzos

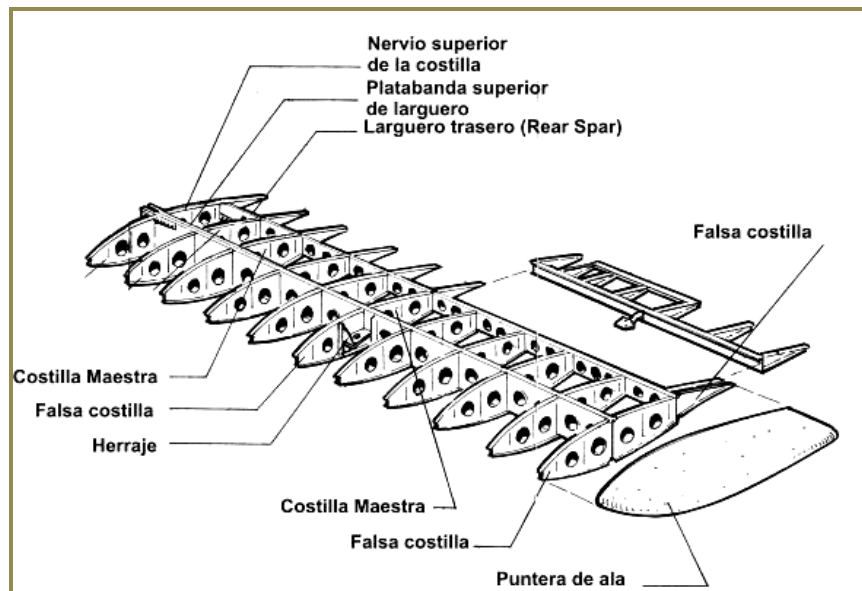


Figura 3. Componentes Principales y Secundarios

**2.3.1 Larguero (Spar):** Viga que se extiende a lo largo del ala. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión. En

los aviones de fuselaje ancho suele haber tres largueros en la raíz. Dos forma la caja de torsión y el tercero asegura la forma cerca del encastre donde el ala es más grande. Entre los largueros anterior y posterior están situados los depósitos de combustible del ala.

**2.3.2 Costilla (Rib):** Miembro delantero y posterior de la estructura del ala, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros. Son estructuras que dan resistencia a la torsión del ala. Se encuentran intercalados de manera 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.

**2.3.3 Revestimiento (Skin):** Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, pudiendo contribuir también en su resistencia estructural. Es la parte externa del ala, cuya misión es resistir esfuerzos cortantes y aislar el combustible del medio ambiente.

**2.3.4 Herrajes (Fitting):** Son componentes de metal empleados para unir determinadas secciones del ala. De su cálculo depende buena parte de la resistencia estructural del ala. Resisten esfuerzos, vibraciones y deflexiones.

**2.3.5 Larguerillos (Stringer):** Son miembros longitudinales de las alas a lo largo de las mismas que transmiten la carga soportada por el recubrimiento a las costillas del ala. Son pequeñas vigas que se sitúan entre costillas para evitar el pandeo local del revestimiento. Pueden estar integrados en el propio revestimiento formando una sola pieza.

**2.3.6 Placa o Alma (Web):** Es una placa delgada que soportada por ángulos de refuerzo y estructura, suministra gran resistencia al corte.

La función del ala es producir sustentación y soportar cargas, por lo tanto, su forma y estructura desde el punto de vista estructural se deberá comportar como una viga capaz de resistir esfuerzos, y entre ellos:

- Cargas aerodinámicas. (sustentación y resistencia).
- Cargas debidas al empuje o tracción del motor.
- Reacción debida al tren de aterrizaje.
- Esfuerzos debidos a la deflexión de las superficies móviles.

## 2.4 FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES

### 2.4.1 Largueros

Las fuerzas que soporta el ala varían a lo largo de la envergadura, por lo cual los largueros pueden ser de sección variable a lo largo de ésta, con lo que se consigue disminuir el peso estructural.

Forma de la sección transversal del larguero: Depende de la forma del perfil, su altura, la resistencia exigida y el material empleado.

- a) Sección rectangular: Es macizo, económico y sencillo.
- b) Sección I: Posee una platabanda inferior y superior unidas mediante el alma.
- c) Sección canal: Soporta mejor los esfuerzos que el rectangular, sin embargo es inestable bajo cargas de corte. Se lo utiliza solo como larguero auxiliar.
- d) Sección doble T: Tiene buena resistencia a la flexión y es liviano.
- e) Sección I compuesta: Tiene la platabanda inferior y superior del mismo material, mientras que el alma es de diferente material y se fija a las platabandas mediante remachado.



Figura 4. Secciones del Larguero.

## **2.4.2 Costillas**

### **Sus funciones son:**

1. Mantener la forma del perfil.
2. Transmitir las fuerzas aerodinámicas a los largueros.
3. Distribuir las cargas a los largueros.
4. Estabilizar el ala contra las tensiones.
5. Cerrar las celdas.
6. Mantener la separación de los largueros.
7. Proporcionar puntos de unión a otros componentes (tren de aterrizaje).
8. Formar barreras de contención en los tanques de combustible.

### **Clasificación por su Función**

- a) Costillas de compresión: Unen los largueros entre sí. Transmiten y distribuyen equitativamente los esfuerzos en los largueros. Se colocan donde se producen esfuerzos locales. No siempre se disponen perpendicularmente, pueden colocarse en diagonal.
- b) Costillas Maestras: Mantienen distanciados los largueros y dan rigidez a los elementos.
- c) Costillas Comunes: No son tan fuertes. Su tarea es la de mantener la forma del perfil y transmitir las fuerzas interiores a los largueros, distribuyéndolas en varias partes de ellos.
- d) Falsas costillas: Solo sirven para mantener la forma del revestimiento, y se ubican entre el larguero y el borde de ataque o fuga.

### **Partes de la Costilla**

- 1) Nervio superior
- 2) Nervio inferior
- 3) Alma (si es metálica se suele hacer estampada) proporciona rigidez por deformaciones verticales y diagonales.

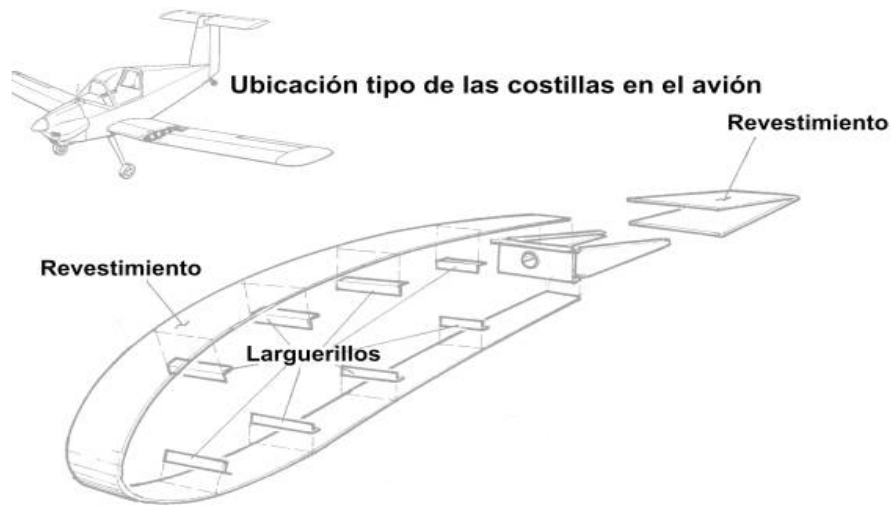


Figura 5. Partes de la Costilla.

### Ubicación de las Costillas

Se colocan perpendicularmente al larguero a una distancia de separación entre costillas que depende de los siguientes factores:

- 1) Velocidad del avión
- 2) Carga alar
- 3) Construcción de la costilla
- 4) Recubrimiento
- 5) Tipo de perfil

([http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS\\_AIRES/62/tecnolog/estruct.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruct.htm),2009)

## 2.5 GEOMETRÍA DEL ALA



Figura 6. Partes del Perfil Alar.

**2.5.1 Perfil alar:** Es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos ésta transversalmente "como en rodajas". Salvo en el caso de alas rectangulares en que todos los perfiles ("rodajas") son iguales, lo habitual es que los perfiles que componen un ala sean diferentes; se van haciendo más pequeños y estrechos hacia los extremos del ala.

**2.5.2 Borde de ataque:** Es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala; o dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire. Es también la zona más susceptible a tener formación de hielo, por lo tanto suele tener sistemas de deshielo o antihielo.

**2.5.3 Borde de salida:** Es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala; o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna a la corriente libre.

**2.5.4 Extradós:** Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal del avión) se forman bajas presiones.

**2.5.5 Intradós:** Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal del avión) se forman sobrepresiones.

**2.5.6 Espesor:** Distancia máxima entre el extradós y el intradós.

**2.5.7 Cuerda:** Es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.

**2.5.8 Cuerda media:** Como los perfiles del ala no suelen ser iguales, sino que van disminuyendo hacia los extremos, lo mismo sucede con la cuerda de cada uno. Por tanto, al tener cada perfil una cuerda distinta, lo normal es hablar de cuerda media.

Se definen dos tipos de cuerda: la cuerda media aerodinámica y la cuerda media geométrica

**2.5.9 Línea del 25% de la cuerda:** Línea imaginaria que se obtendría al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil, distancia medida comenzando por el Borde de ataque.

**2.5.10 Superficie alar:** Es la superficie que ocupan las alas incluido el fuselaje comprendido entre ellas.

**2.5.11 Envergadura:** Distancia entre los dos extremos de las alas. Por simple geometría, si multiplicamos la envergadura por la cuerda media geométrica debemos obtener la superficie alar.

**2.5.12 Alargamiento:** Cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y la anchura del ala (Envergadura/Cuerda media).

Este cociente afecta a la resistencia inducida de forma que: a mayor alargamiento, menor resistencia inducida. Las alas cortas y anchas son fáciles de construir y muy resistentes pero generan mucha resistencia; por el contrario las alas alargadas y estrechas generan poca resistencia pero son difíciles de construir y presentan problemas estructurales. Normalmente el alargamiento suele estar comprendido entre 5:1 y 10:1.

**2.5.13 Ángulo de ataque:** Es el ángulo que forma la cuerda con la corriente de aire.



## 2.6 TIPOS DE ALA

**2.6.1 Rectangular o recta.** Es típica de las avionetas, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir.

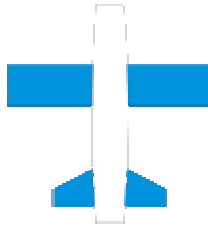


Figura 7. Ala Recta.

**2.6.2 Trapezoidal.** También típica de avionetas, es un ala que su anchura de la raíz a la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta.

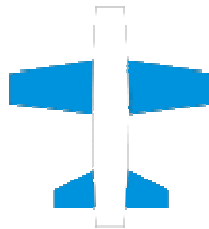


Figura 8. Ala Trapezoidal

**2.6.3 Elíptica.** Ala que minimiza la resistencia inducida. Típica de algunos cazas de la Segunda Guerra Mundial.

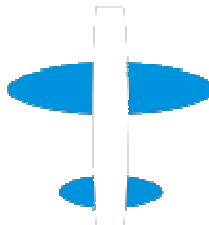


Figura 9. Ala Elíptica

**2.6.4 Flecha.** El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje. Típico de aviones en vuelo subsónico alto.

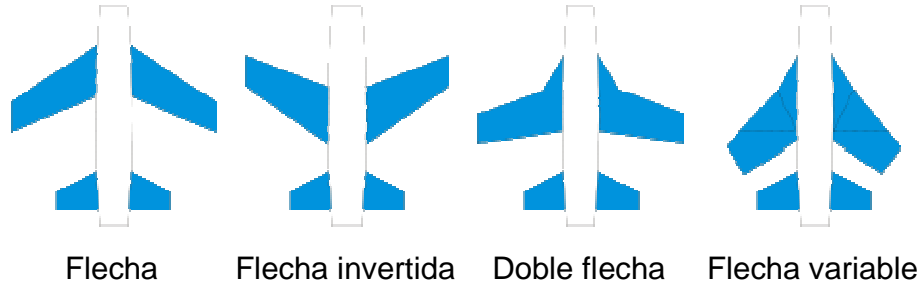


Figura 10 Distintos Tipos de Ala.

Delta usado en nuevas tecnologías aeronáuticas.

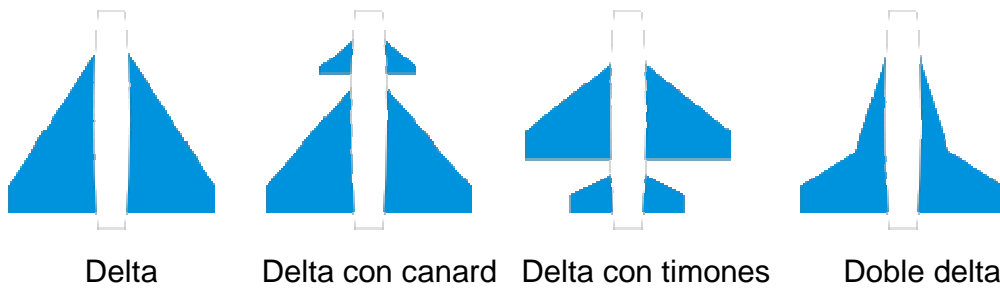


Figura 11. Distintos Tipos de Ala.

**2.6.5 Ojival.** Es una variación del ala en forma de delta. El avión supersónico Concorde es un claro ejemplo para este tipo de ala.

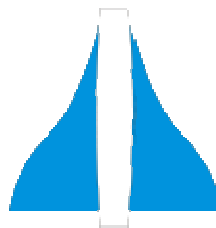


Figura 12. Ala Ojival

([http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)),2009)

## 2.7 CLECOS

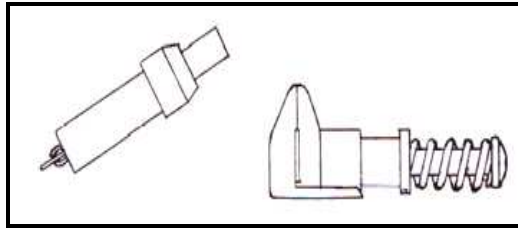


Figura 13. Clecos

Elementos que sirven para sujetar láminas parcialmente.

## 2.8 MULTI VIGA

El ala multi viga emplea en su construcción, más de dos miembros longitudinales principales, con mamparos interconectados, para producir resistencia adicional y dar forma.

## 2.9 VIGA DE CAJA

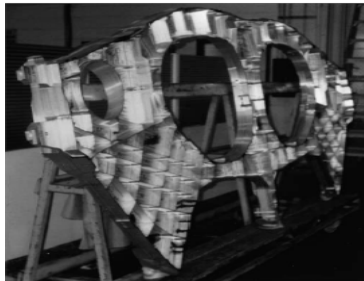


Figura 14. Viga de Caja.

Frecuentemente una lámina curvada se coloca entre los mamparos y la cubierta de lámina, para producir mayor resistencia a los esfuerzos de tensión y compresión en algunos casos se usan atezadores longitudinales para sustituir a la lámina corrugada, también se usa una combinación de los dos, empleando en la parte superior lámina y en la inferior atezadores.

(Manual de la IAAFA, 1996-01-10)

## 2.10 SOFTWARE



Figura 15. Software

Programas de computadoras. Son las instrucciones responsables de que el *hardware* (la máquina) realice su tarea. Como concepto general, el *software* puede dividirse en varias categorías basadas en el tipo de trabajo realizado. Las dos categorías primarias de *software* son los sistemas operativos (*software* del sistema), que controlan los trabajos del ordenador o computadora, y el *software* de aplicación, que dirige las distintas tareas para las que se utilizan las computadoras. Por lo tanto, el *software* del sistema procesa tareas tan esenciales, aunque a menudo invisibles, como el mantenimiento de los archivos del disco y la administración de la pantalla, mientras que el *software* de aplicación lleva a cabo tareas de tratamiento de textos, gestión de bases de datos y similares. Constituyen dos categorías separadas el *software* de red, que permite comunicarse a grupos de usuarios, y el *software* de lenguaje utilizado para escribir programas.

("Software." Microsoft® Encarta® 2008 [DVD]. Microsoft Corporation, 2007

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 PRELIMINARES**

##### **3.1.1 Estudio de alternativas**

##### **Alternativas de selección del programa para PC.**

La selección del programa se definió tomando en cuenta cada uno de los aspectos que muestran a continuación:

- Existe una propuesta de proyecto de grado en la cual se plantea la “Elaboración de un manual interactivo para construir un Prototipo Alar en el programa Macromedia Flash” por parte del alumno Enrique Aldaz, lo cual descarta la utilización de este programa ya que se incurriría en la elaboración de manuales similares para PC.
- Al momento de la presentación del Anteproyecto se planteó en el tema la elaboración de un manual de ayuda didáctica para los docentes y estudiantes, el cual contenga todos los pasos, herramientas, equipos a utilizar, material, y especificaciones técnicas para la construcción de un prototipo estructural del ala, por lo que se pretende la elaboración de un manual impreso en papel empastado incluido con un CD en cual contenga el mismo manual realizado en un programa para presentaciones en PC; con el propósito de ofrecer a los docentes y estudiantes la facilidad de revisarlo de acuerdo a sus posibilidades y conveniencias.
- Facilidad de operación por parte del usuario.
- Facilidad de ejecución del programa en las PC.

- Conocimientos en el manejo del programa.
- Secuencia en la presentación de contenidos.
- La cantidad de estudiantes que tienen acceso al programa.

El cumplimiento en gran porcentaje de todos los parámetros anteriormente mencionados, permiten orientar a un rumbo claro y definido la selección del programa de PowerPoint para la presentación del manual en la PC, siendo esta selección respaldada por la gran comunidad estudiantil los cuales tiene instalado el programa en sus PC, debido a que el paquete de Microsoft Office 2007 que contiene el programa es expandido a nivel mundial además de mencionar que cuento con los conocimientos necesarios en el manejo del programa seleccionado, lo que en síntesis facilitó su ejecución.

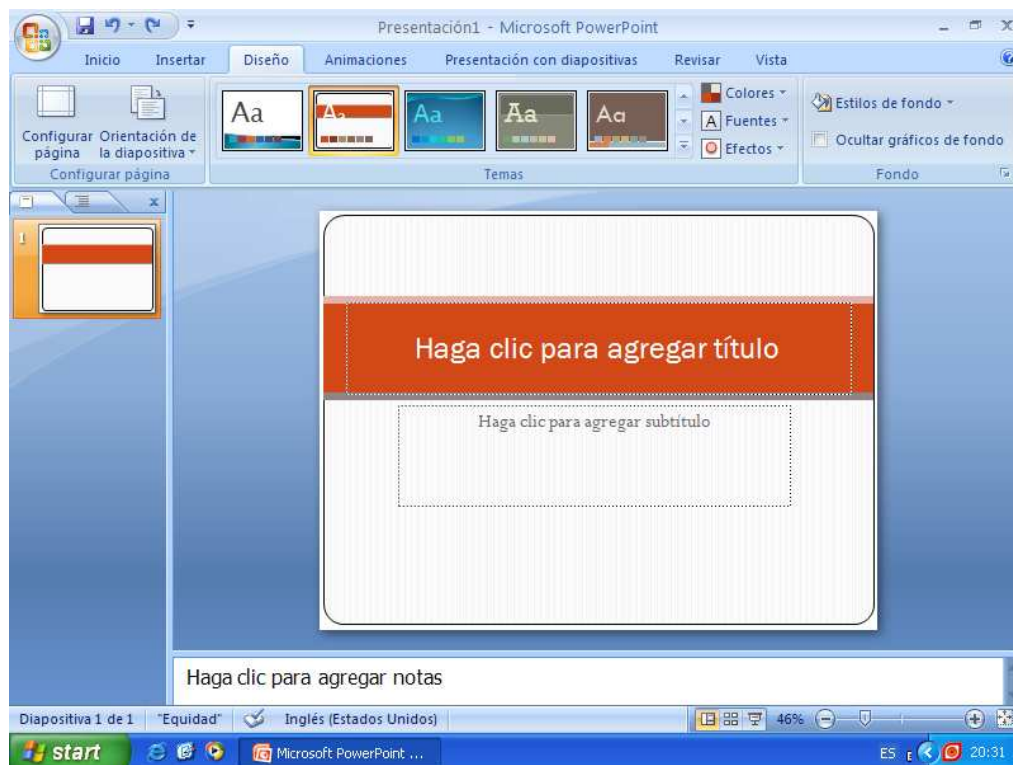


Figura 16. Ventana de Trabajo del Programa PowerPoint

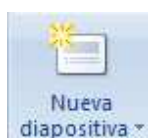
### 3.1.2 Estudio técnico.

#### **Elaboración del manual en Word (impreso).**

Las principales fuentes para el desarrollo del manual en Word fueron la investigación documental y de campo las cuales permitieron recolectar varios documentos para luego procesarlos y redactarlos buscando lograr una secuencia correcta de aprendizaje, lograda la secuencia deseada se preocupó en verificar todos los detalles de estética que se requería para el manual de Word. Se recalca además que la presentación del manual en Power Point es elaborada a partir de la información que se recolectó en el manual de Word. En el anexo “G” se encuentran ubicadas las fotografías de la investigación de campo y en el anexo “H” se encuentran el manual didáctico para construir el prototipo del ala (elaborado en Word).

#### **Especificaciones técnicas del programa de PowerPoint 2007.**

Los términos técnicos que muestra el programa son de fácil entendimiento a continuación se muestra la función de cada uno de los íconos que permitieron la elaboración del manual para PC.



Agrega una nueva diapositiva a la presentación.



Cambia el diseño de la diapositiva seleccionada.




Restablece la posición, tamaño y formato de los marcadores de posición de la diapositiva a la configuración predeterminada.





Quita diapositivas de la presentación.

 Alinea el texto a la izquierda.


 Centra el texto.


 Alinea el texto a la derecha.

 Alinea el texto en los márgenes izquierdo y derecho; y agrega espacios adicionales entre palabras si es necesario.

 Inicia una lista de viñetas.

 Inicia una lista de números.


 Cambia el color del texto.

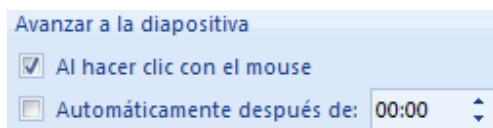
 Cambia todo el texto seleccionado a mayúsculas, minúsculas u otras mayúsculas habituales.



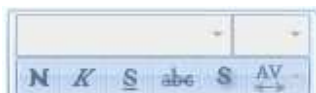
Cambia el diseño global de las diapositivas.

 Cambia los colores del tema actual.

 Abre el panel de tareas personalizar animación para animar objetos individuales en la diapositiva.



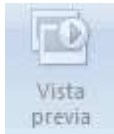
- ✓ Establece el cambio a la siguiente diapositiva al hacer clic en el mouse.
- ✓ Establece el cambio a la siguiente diapositiva después de un número determinado de segundos.



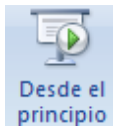
- ✓ Cambia la fuente, el tamaño de la misma.



- ✓ Aplica el formato de negrilla, cursiva y subrayado al texto seleccionado.



Obtiene una vista previa de las animaciones y de la transición entre diapositivas creadas para esta diapositiva.



Inicia la presentación desde la primera diapositiva.



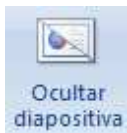
Inicia la presentación desde la diapositiva actual.



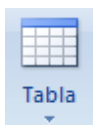
Crea o reproduce una presentación personalizada.



Configura las opciones avanzadas para la presentación, como el modo de pantalla completa.



Ocultas las diapositivas seleccionadas durante la presentación.



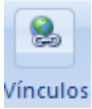
Inserta o dibuja una tabla en el documento.



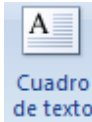
Inserta una imagen de un archivo.



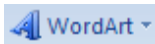
Inserta formas previamente diseñadas como rectángulos, círculos, flechas, líneas y símbolos del diagrama de flujo y llamadas.



**Vínculos** Establece vínculos de conexión en los objetos seleccionados.



**Cuadro de texto** Inserta un cuadro de texto en el documento o agrega texto a la forma seleccionada.



**WordArt** Inserta texto decorativo en el documento.

### 3.1.3 Estudio Legal.

- ✓ Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 100 la cual habla acerca de la fábrica de manuales.
- ✓ **AFOSH serie 127.** Los libros de texto para la seguridad en el taller y en la línea de vuelo son los Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo, el AFOSH Serie 127. Contiene información práctica sobre prevención de accidentes para todo el personal de la Fuerza Aérea.

### 3.1.4 Estudio económico.

El estudio económico que se muestra a continuación es el que se obtuvo en realidad al momento de la aplicación del desarrollo del tema

Tabla 3.1 Recursos utilizados en el desarrollo del manual.

Nº	Materiales	Precio	Total(dólares)
1	Servicio de computadora para desarrollo del tema	0.80ctvsxhora	360USD
2	Hojas de papel bond	0.02ctvs	15USD

3	Cartuchos para impresión	20	80USD
4	Servicio de Internet	0.80ctvsxhora	65USD
5	Transportes y varios		140USD
6	Anillados y empastados		70USD
<b>TOTAL</b>			730USD

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Calderón Luis

Además se recalca que el presupuesto económico estimado acerca de la elaboración del manual lo podemos encontrar más detallado en las hojas finales del anexo "F" específicamente en la factibilidad económica del tema.

### **3.2 DISEÑO DEL SOFTWARE.**

La estructuración de la presentación del manual para las PC se desarrollo con el propósito de adaptar el diseño conceptual del manual impreso al diseño del software del programa, describiendo y documentando el funcionamiento de cada ícono del software.

La distribución del manual proporciona la seguridad de que todos los usuarios tengan acceso apropiado al documento. La distribución es facilitada mediante la siguiente inducción para el manejo del manual en Microsoft Office PowerPoint 2007.

#### **3.2.1 Requerimientos básicos para el uso del manual en PowerPoint.**

- Microsoft Office PowerPoint 2007.
- Cumplir con el orden establecido de los capítulos, con el fin de que exista una secuencia correcta al momento de revisar la información de los contenidos y evitar que se presenten vacíos o confusiones al momento de ejecutar las tareas.

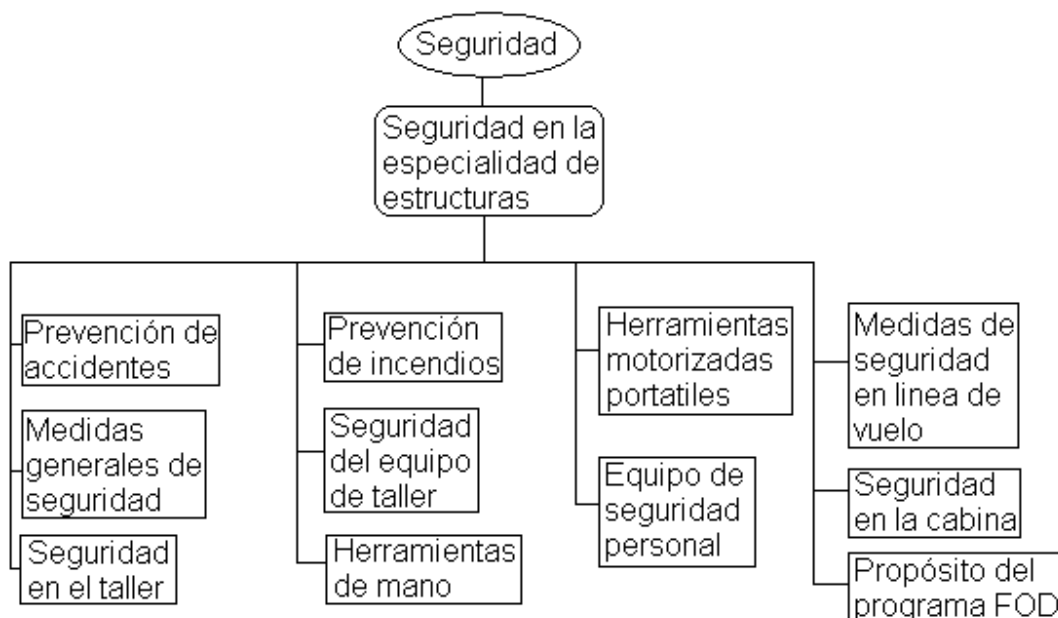
### 3.2.2 Inducción para el manejo del manual en PowerPoint 2007.

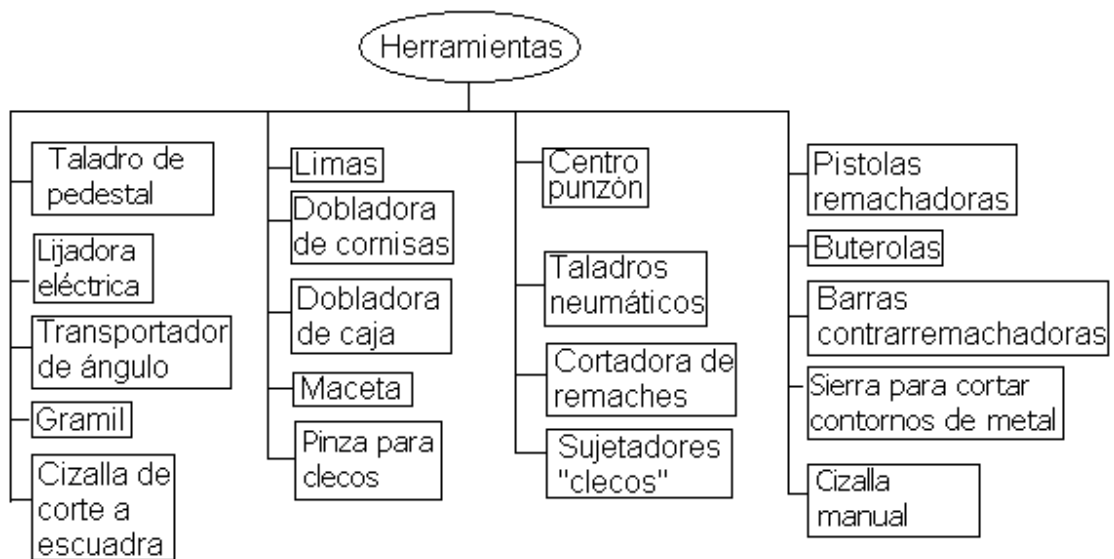
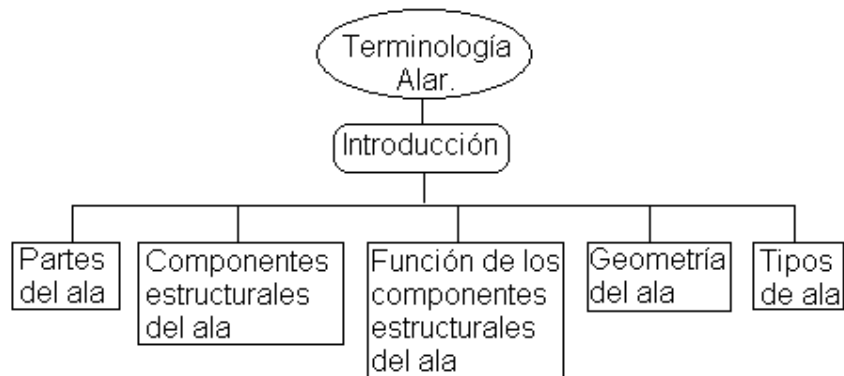
El manual consta de varios capítulos los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

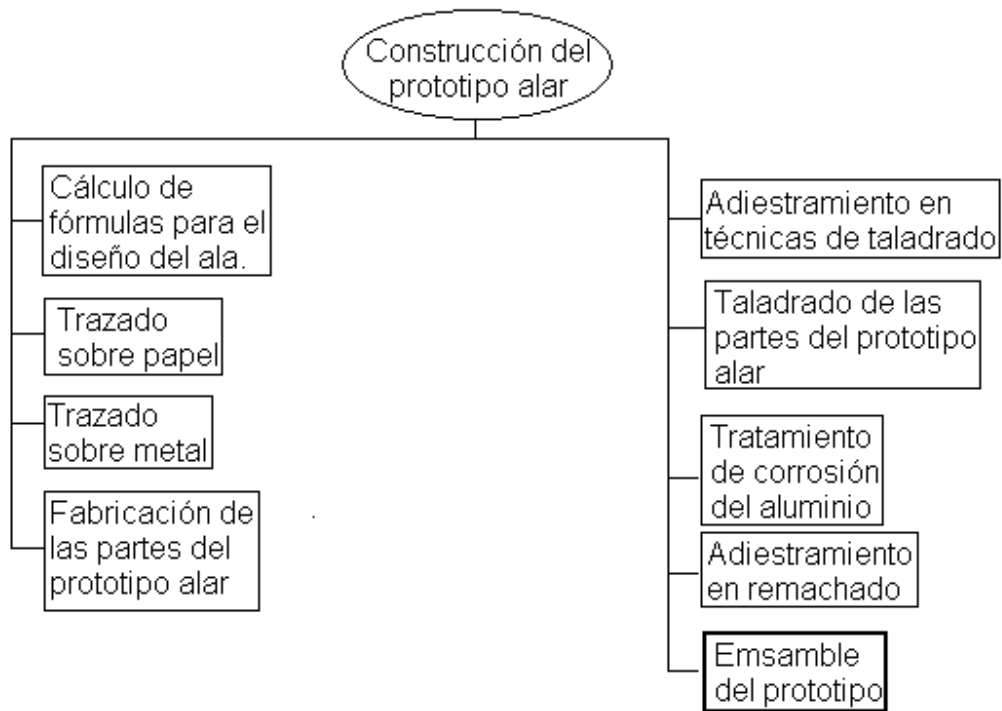
- CAPÍTULO I.-Seguridad
- CAPÍTULO II.-Terminología general del ala.
- CAPÍTULO III.-Manejo de herramientas para la construcción del prototipo alar.
- CAPÍTULO IV.-Construcción del prototipo alar.

Cada uno de estos capítulos se encuentran por separado y su orden esta definido por su nombre señalado anteriormente, los capítulos constan de un menú principal conformado con un mapa conceptual e ícono de vínculo que facilitan el acceso a cada una de los contenidos, que a continuación se muestra:

Estos diseños conceptuales fueron elaborados de acuerdo a una secuencia lógica y de complemento.







Una vez conforme con el diseño conceptual se detalla la acción que desempeña cada vínculo dentro del manual en PowerPoint:

**Vínculos del capítulo I**



Figura 17. Presentación en PowerPoint del Capítulo I del Manual

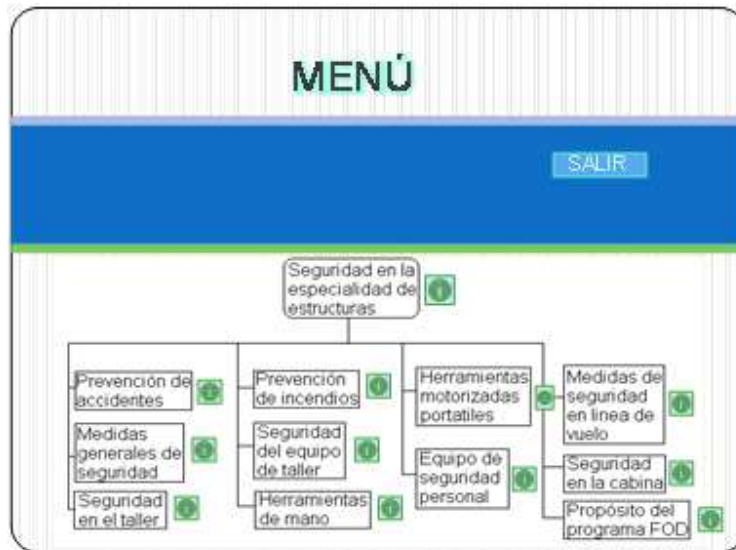


Figura 18. Presentación en PowerPoint del Menú del Capítulo I

Los colores que presentan los íconos de vínculo en este documento son los que realmente pertenecen al capítulo de seguridad en el momento de su presentación.



Su función es mostrar la información de cada uno de los tópicos que muestra el menú.



Su función es permitir retornar al menú principal.



Su función es permitir continuar con la revisión de la información del contenido del tópico.



Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico.



Su función es permitir retornar al menú intermedio del tópico.



Su función es permitir SALIR de la presentación.

## Vínculos del capítulo II



Figura 19. Presentación en PowerPoint del Capítulo II del Manual

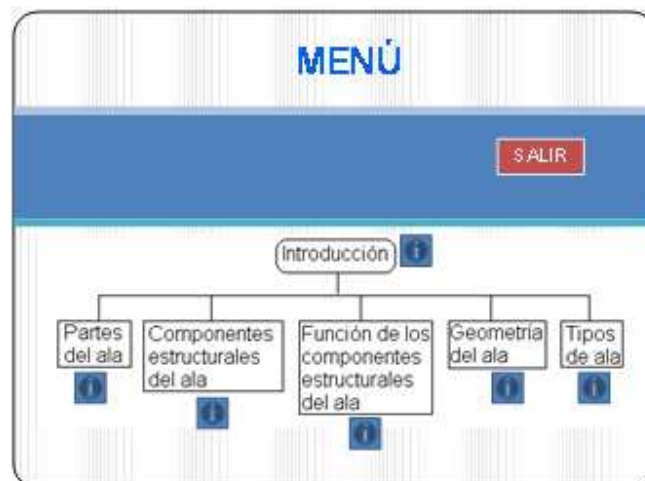


Figura 20. Presentación en PowerPoint del Menú del Capítulo II

Los colores que presentan los íconos de vínculo en este documento son los que realmente pertenecen al capítulo de terminología general del ala en el momento de su presentación.



Su función es mostrar la información de cada uno de los tópicos que muestra el menú.





Su función es permitir retornar al menú principal.



Su función es permitir continuar con la revisión de la información del contenido del tópico.



Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de las partes del ala.



Su función es mostrar la información de los subtemas de los tópicos de componentes estructurales del ala y función de los mismos



Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de la geometría del ala.



Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de tipos de alas.



Su función es permitir retornar al menú intermedio del tópico.



Su función es permitir SALIR de la presentación.

### Vínculos del capítulo III

**CAPÍTULO III**

**HERRAMIENTAS**



**REFERENCIA**

- OT 1-1A-1. Manual General para la Reparación Estructural.
- OT 32-1-2. Uso de las Herramientas de Mano.
- <http://www.monografias.com/trabajos70/definicion-utilizacion-herramientas/definicion-utilizacion-herramientas2.shtml#brocaa>

Figura 21. Presentación en PowerPoint del Capítulo III del Manual

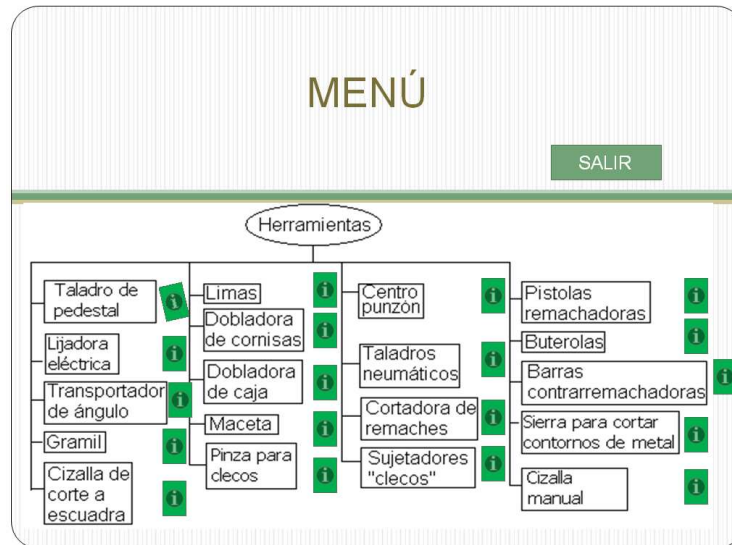


Figura 22. Presentación en PowerPoint del Menú del Capítulo III

Los colores que presentan los íconos de vínculo en este documento son los que realmente pertenecen al capítulo de herramientas para la construcción del prototipo alar en el momento de su presentación.



Su función es mostrar la información de cada uno de los tópicos que muestra el menú.



Su función es permitir retornar al menú principal.



Su función es mostrar la información de los subtemas de los tópicos del uso del gramil y limas.



Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de las limas.



Su función es mostrar la información de los subtemas de los tópicos de cizallas de corte a escuadra y dobladora de cornisas.



Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cizallas de corte a escuadra.

**OPERACIONES DE CORTE**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cizallas de corte a escuadra.

**ESCUADRADO DEL METAL**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cizallas de corte a escuadra.

**DEFINICIÓN**

Su función es mostrar la información de los subtemas de los tópicos de dobladora de cornisas, pistola remachadora y dobladora de caja.

**AJUSTE VERTICAL**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de dobladora de cornisas.

**AJUSTE HORIZONTAL**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de dobladora de cornisas.

**TALADRO COMÚN**

Su función es mostrar la información del subtema de taladro neumático común.

**C. ORIFICIO**

Su función es mostrar la información del subtema del tópico de clecos.

**C. MORDAZA**

Su función es mostrar la información del subtema del tópico de clecos.

**PINZA**

Su función es mostrar la información del subtema del tópico de clecos.

**RESORTE RETENEDOR**

Su función es mostrar la información del subtema del tópico de pistola remachadora.

**NOMENCLATURA**

Su función es mostrar la información del subtema del tópico de pistola remachadora.



Su función es permitir retornar al menú intermedio del tópico.



Su función es permitir continuar con la revisión de la información del contenido del tópico.

**SALIR**

Su función es permitir SALIR de la presentación.

## Vínculos del capítulo IV



Figura 23. Presentación en PowerPoint del Capítulo IV del Manual

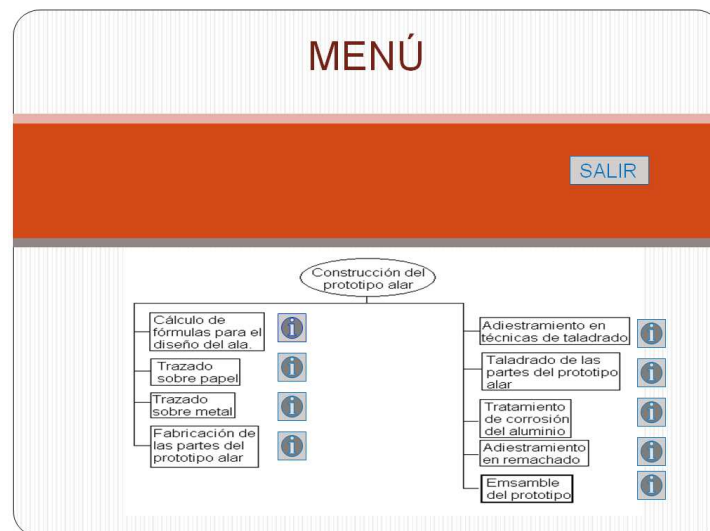


Figura 24. Presentación en PowerPoint del Menú del Capítulo IV

Los colores que presentan los íconos de vínculo en este documento son los que realmente pertenecen al capítulo de construcción de prototipo estructural del ala en el momento de su presentación.



Su función es mostrar la información de cada uno de los tópicos que muestra el menú.



Su función es permitir retornar al menú principal.

#### FINALIDAD

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cálculo de fórmulas.

#### INTRODUCCIÓN

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cálculo de fórmulas.

#### LÍNEA GUÍA

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cálculo de fórmulas.

#### DOBLECES CON RADIO

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cálculo de fórmulas.

#### EJEMPLO

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cálculo de fórmulas.

#### EJERCICIOS

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de cálculo de fórmulas.

#### VIGA DE BORDE DE SALIDA

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

#### COSTILLAMAESTRA (CENTRAL)

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

#### COSTILLA DELANTERA FALSA

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

#### COSTILLA POSTERIOR FALSA

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

#### RECORTADO DE LOS REVETIMIENTOS

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

**DESCRIPCIÓN DEL ESQUEMA**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

**VIGA DEL BORDE DE ATAQUE**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

**LARGUERILLO EXTRUIDO**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

**EQUIPO**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de fabricación de partes del prototipo estructural del ala.

**PATRONES DE REMACHADO**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de técnicas de taladrado.

**TÉCNICAS DE TALADRADO**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de técnicas de taladrado.

**INSTALACIÓN**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de adiestramiento del remachado.

**REMOCIÓN**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de adiestramiento del remachado.

**IDENTIFICACIÓN**

Su función es mostrar la información de los subtemas del tópico de adiestramiento del remachado.

**Figura** Su función es mostrar las distintas figuras que se presentan en el transcurso de la información.



Su función es permitir continuar con la revisión de la información del contenido del tópico o del subtema.



Su función es permitir retornar al menú intermedio del tópico.

**SALIR**

Su función es permitir SALIR de la presentación.

### 3.2.3 Pruebas del Software.

Las pruebas del software están dirigidas a controlar los parámetros establecidos en la presentación del manual para las PC, para lo que se utilizó el siguiente formato:

Tabla 3.2 Parámetros para pruebas del software

Aspectos	Nombre	Edición	Operación		Nº de pruebas
			Aplica	No Aplica	
Sistema Operativo para PC	Windows XP	2001	√		20
Microsoft Office	PowerPoint	2007	√		20
Tiempo de conexión entre vínculos			√		20
Tiempo en cargarse el archivo en la PC.			√		10

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Calderón Luis

Tabla 3.3 Parámetros para pruebas del software

Aspectos	Nombre	Edición	Operación		Nº de pruebas
			Aplica	No Aplica	
Sistema Operativo para PC	Windows XP	2001	√		10
Microsoft Office	PowerPoint	97-2003		√	20
Tiempo de conexión entre vínculos				√	20
Tiempo en cargarse el archivo en la PC.			√		10

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Calderón Luis

Tabla 3.4 Parámetros para pruebas del software

Aspectos	Nombre	Edición	Operación		Nº de pruebas
			Aplica	No Aplica	
Sistema Operativo para PC	Windows Vista	2007	√		20
Microsoft Office	PowerPoint	2007	√		20

Tiempo de conexión entre vínculos	√		20
Tiempo en cargarse el archivo en la PC.	√		10

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Calderón Luis

Tabla 3.5 Parámetros para pruebas del software

Aspectos	Nombre	Edición	Operación		Nº de pruebas
			Aplica	No Aplica	
Sistema Operativo para PC	Windows Vista	2007	√		10
Microsoft Office	PowerPoint	97-2003		√	20
Tiempo de conexión entre vínculos				√	20
Tiempo en cargarse el archivo en la PC.			√		10

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Calderón Luis

## **Resultados**

El tipo de características que presentan, la tabla 3.2 y tabla 3.4, son los más favorables para que el software del manual didáctico funcione sin ningún inconveniente brindándonos un respaldo importante para la ejecución del programa.

Las tablas 3.3 y 3.5 presentan características que impiden que el manual presente un desempeño acorde a lo previsto, ya que no permite ejecutar la revisión en formatos anteriores al que fue diseñado y por ende existen inconvenientes de conexión entre los vínculos establecidos para la revisión del mismo.



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES.**

- El manual didáctico cuenta con varios aspectos positivos como; su fácil accesibilidad, la importancia de la seguridad, los términos utilizados para la elaboración del prototipo son los más comunes dentro del ámbito de la aviación, se encuentran descritas todas las herramientas necesarias para la construcción del mismo, incluye el adiestramiento de cada una de las herramientas, la mayoría de herramientas se encuentran en el laboratorio de estructuras del ITSA; lo que permite concluir que el manual puede ser implementado en corto tiempo.
- El software del programa utilizado para la elaboración de la presentación del manual didáctico para PC, lo poseen un gran porcentaje de estudiantes ya que es fácil de manejarlo y se encuentra instalado en el paquete de Microsoft Office 2007, por lo que se concluye que su accesibilidad no tendrá ningún inconveniente.
- Por la experiencia obtenida al momento de recolectar la información concerniente a la construcción del prototipo estructural del ala, se estima que el tiempo para revisar detenidamente y comprender la teoría que nos muestra el manual didáctico no será mayor a dos semanas y la ejecución de la teoría anteriormente mencionada llevará un poco más de tiempo, para esto estimamos como unos 45 días máximos, utilizando cuatro horas diarias; lo que permite concluir que el manual puede ser utilizado para dictar clases en un semestre.

- La elaboración del prototipo por parte de los estudiantes no será un gasto será una inversión que entrega sus réditos el mismo instante que culmine la elaboración del mismo, lo que permite concluir que los estudiantes lo acogerán en forma positiva.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el manual sea revisado en orden para que no exista vacíos ni confusiones.
- Una recomendación importante es que los docentes de las materias de Seguridad aérea y terrestre, Avión general, Estructuras, Laboratorio básico, busque implementar en el plan de estudios el uso del manual para que se logre cumplir los objetivos del proyecto que son aportar al mejoramiento de la enseñanza teórica-práctica de la Institución.
- Se recomienda a las autoridades de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, que se busque con los docentes del Área de Estructuras la manera más acorde de introducir el uso del manual en las horas clases.
- Otra recomendación que ayudaría a que se utilice el manual es introducir una materia que se dedique exclusivamente al desarrollo del prototipo estructural del ala durante el semestre.
- Una recomendación importante que se les sugiere a los alumnos es que aplique sus proyectos de grado en ITSA, los cuales estén enfocados a construir prototipos en aluminio de las partes del avión restantes, con sus respectivos manuales de construcción, con el fin de brindarle a la institución una amplia gama de maquetas de instrucción.
- Como recomendación final del proyecto se sugiere a las Autoridades de la Carrera, que estudien el presupuesto para adquirir las herramientas que faltan para construir el prototipo las cuales son:
  1. Transportador de ángulos.
  2. Gramil.
  3. Centro punzón.
  4. Brocas de campana o coronas de corte circular.
  5. Regla con divisiones en pulgadas.

## **GLOSARIO**

### **A**

Afán.- Actitud de entregarse alguien a una actividad con todo su interés.

Afines.- Parecido o semejanza de una persona o cosa con otra.

Alcance.- El alcance de un proyecto es la suma total de todos los productos y sus requisitos o características. Se utiliza a veces para representar la totalidad de trabajo necesitado para dar por terminado un proyecto.

Asesoramiento.- Consejo, información que se otorga sobre una materia de la que se tienen especiales conocimientos.

### **C**

Concerniente.- Que concierne o se relaciona a un tema que se esté tratando.

Correlacional.- En probabilidad y estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias.

### **D**

Didáctico.- Propio, adecuado para enseñar o instruir

### **E**

Enfocar.- Dirigir la atención o el interés hacia un determinado asunto o problema.

Espesor.- Grosor de un sólido.

Estantes.- Mueble con anaqueles o entrepaños, y generalmente sin puertas, que sirve para colocar libros, papeles u otras cosas.

### **F**

Falencia.- Error al asegurar algo; quiebra, fracaso, insuceso.

## I

Ícono.- En entornos gráficos, pequeña imagen gráfica mostrada en la pantalla que representa un objeto manipulable por el usuario.

Idóneo.- Que tiene buena disposición o aptitud para algo. Adecuado, conveniente.

Inducción.- La base de la inducción es la suposición de que si algo es cierto en algunas ocasiones también lo es en situaciones similares aunque no se hayan observado.

Innovación.- Es la aplicación de nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas, con la intención de ser útiles para el incremento de la productividad. Un elemento esencial de la innovación es su aplicación exitosa de forma comercial. No solo hay que inventar algo, sino, por ejemplo, introducirlo en el mercado para que la gente pueda disfrutar de ello.

Inyectores.- Dispositivo mecánico utilizado para inyectar fluidos.

Ítem.- Se usa para hacer distinción de artículos o capítulos en un escrito.

## J

Jurisdicción.- Poder o autoridad para gobernar y poner en ejecución las leyes o para aplicarlas en juicio. / Territorio sobre el que se ejerce este poder, jurisdicción nacional, provincial.

## L

Lícita.- Preciso, adecuado; adv. m. De manera justa, como es debido.

## **M**

Minucioso.- Detallista, cuidadoso hasta en los menores detalles.

Modalidad.- Modo de ser o de manifestarse una cosa.

Manual.- Libro en que se compendia lo más sustancial de una materia.

## **P**

Potestad.- Dominio, poder o facultad que se tiene sobre una cosa.

Preliminar.- El término proyecto preliminar se utiliza generalmente para referirse a todas las etapas preparatorias necesarias para poner en marcha el proyecto.

Prototipo.- Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

## **R**

Radio de doblez.- Segmento lineal que une el centro del círculo con la circunferencia.

Reglaje.- Reajuste de las piezas de un mecanismo para mantenerlo en perfecto funcionamiento.

Relevante.- Importante, significativo.

Revoque.- Dejar sin efecto una concesión, mandato o resolución.

Remache.- Sujetador que sirve para unir dos o más láminas de metal.

## **S**

Sistemático.- Que sigue o se ajusta a un sistema.

Seguridad.- Dicho de un ramo de la Administración Pública: Cuyo fin es el de velar por la seguridad de los ciudadanos.

Dicho de un mecanismo: Que asegura algún buen funcionamiento, precaviendo que este falle, se frustre o se violente.

## T

Tomos.- Cada uno de los volúmenes en que, debido a su extensión, está dividida una obra escrita y que se suelen encuadernar por separado.

## V

Vigente.- Referido especialmente a las leyes y costumbres, en vigor, en uso.

Vínculo.- Ícono relacionado con otro contexto del cual se está tratando.

## **ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil

**CEMA:** Centro de Mantenimiento Aeronáutico

**IAAFA:** Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas

**ATA.-** Asociación de Transportes Aéreos

**RDAC.-** Regulaciones de la Dirección de Aviación Civil.

**AFOOSH.-** Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- Manual de entrenamiento de la Academia Inter-Americana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA).
- Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo.
- Tesis 104 de Monge Pazmiño Guadalupe Jeaneth.
- Manual de Mantenimiento del BOEING 737. (ATA 57)

### PÁGINAS WEB

- [www.wordreference.com](http://www.wordreference.com)
- [es.wikipedia.org/](http://es.wikipedia.org/)
- [es.thefreedictionary.com/afiné](http://es.thefreedictionary.com/afiné)
- [es.wikipedia.org/wiki/Correlación.](http://es.wikipedia.org/wiki/Correlación)
- <http://www.broncesval.com/catalogo/index.asp?categoria=1&producto=4>
- Estructuras Aeronáuticas (1ª parte, Análisis de Esfuerzos), E. De la Fuente Tremps y R. Torres Sánchez
- [http://torroja.dmt.upm.es:9673/Guillem\\_Site/Varios/ca.html](http://torroja.dmt.upm.es:9673/Guillem_Site/Varios/ca.html)
- [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS\\_AIRES/62/tecnolog/alas.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/alas.htm)
- [www.google.com/estructuradelala.](http://www.google.com/estructuradelala)
- [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)
- Microsoft ® Encarta ® 2008.

# **ANEXOS**

# **ANEXO “F”**

## **ANTEPROYECTO**

### **CAPÍTULO I**

#### **EL PROBLEMA**

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

La Dirección General de Aviación Civil (DGAC) es la encargada de controlar, establecer las leyes y regulaciones que ayudan a desempeñar de manera correcta las tareas de mantenimiento aeronáutico. Dicha entidad tiene la potestad de emitir licencias, certificados y permisos a Escuelas de Capacitación Aeronáutica, personal técnico aeronáutico, compañías operadoras de vuelo y estaciones de reparación ubicadas en el territorio ecuatoriano.

La DGAC consta de dos jurisdicciones, la primera que esta designada para las regiones Sierra y Oriente localizada en la ciudad de Quito y la segunda esta designada para las regiones Costa e Insular localizada en la ciudad de Guayaquil.

Latacunga es una de las ciudades que está bajo la dependencia de la jurisdicción de Quito por lo tanto las entidades de aviación que se encuentra dentro de su territorio estarán sujetas a que se le realicen auditorias de cumplimiento de los estatutos establecidos en los Tomos de la Recopilación de Derecho Aéreo.

Los establecimientos aeronáuticos existentes en Latacunga son:

- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), es una Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico de carácter académico la misma que

está contemplada bajo la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo; y se encuentra estructurada de manera que ofrece Capacitación Técnica en Mantenimiento de Aviones y Motores, Tecnologías en las carreras de Electrónica, Logística, Telemática y Seguridad Aérea y Terrestre.

- Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA), es una Estación Reparadora la misma que está contemplada bajo la parte 145 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo.

Estos para su funcionamiento legal deben aplicar una serie de procedimientos y requerimientos para conservar sus certificaciones y permisos obtenidos anteriormente.

El ITSA como una Escuela de Capacitación Aeronáutica que posee certificaciones de la DGAC, está en la obligación de cumplir con las exigencias dispuestas por la autoridad aeronáutica, entre una de estas obligaciones es contar con laboratorios de alto nivel que aporte al aprendizaje de los estudiantes.

El Instituto como Escuela de Capacitación Aeronáutica cuenta con un laboratorio de estructuras que permite desempeñar trabajos o tareas de mantenimiento estructural de una manera adecuada, lo que facilita a los estudiantes un aprendizaje práctico.

Para esto es beneficioso e importante que el ITSA siga avanzando en su afán de alcanzar la excelencia académica con mira de ofrecer mejores profesionales en el campo de la aviación que aporten al desarrollo aeronáutico del país, para ello es fundamental buscar nuevas alternativas que hagan del Instituto a futuro; una Escuela de Entrenamiento Aeronáutico que ofrezca cursos de especialización de estructuras.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuáles serían las nuevas alternativas de enseñanza práctica, para el mejoramiento del aprendizaje teórico-práctico en el Área de Estructuras Aeronáuticas de la Carrera de Mecánica mención Aviones?

## **1.3 Justificación e Importancia**

- Esta investigación permitirá conocer varias alternativas de aprendizaje que van ayudar a la formación académica del estudiante.
- Es fundamental el desarrollo de la investigación ya que ofrecerá nuevas propuestas de mejoramiento continuo que encaminen al Instituto a un progreso que le permita ser competitivo.
- La investigación pretende que el estudiante tenga una mejor capacitación en el ámbito teórico-práctico.
- La investigación está enfocada a que el estudiante tenga un mejor desenvolvimiento al momento de realizar trabajos o tareas prácticas en el campo aeronáutico.
- El desarrollo de la investigación proporcionará mayor información acerca del desenvolvimiento académico del Instituto.
- La ejecución de la investigación brindará una experiencia nueva que ayudará a mejorar nuestro desempeño en el ámbito profesional
- La investigación busca que los estudiantes y docentes se sientan cómodos y motivados al saber que el Instituto se preocupa por el bienestar de los mismos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Generales**

Realizar estudios de investigación que den como resultado nuevas alternativas de innovación y mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica en el Área de Estructuras Aeronáuticas de la Carrera de Mecánica mención Aviones.

### **1.4.2 Específicos**

- Recolectar información concerniente a la investigación.
- Detectar la relación que existe entre la enseñanza teórica-práctica.
- Analizar la situación actual del plan analítico en las materias de especialidad afines a estructuras que combinan la teoría con la práctica.
- Detectar cuales son las fortalezas y debilidades con las que cuenta el laboratorio.
- Analizar que tareas de mantenimiento los estudiantes pueden realizar en el laboratorio.
- Realizar entrevistas al encargado del laboratorio de estructuras del ITSA.
- Buscar asesoramiento de personas que conozcan o hayan tenido experiencia en otras Escuelas de Capacitación Aeronáutica.

## **1.5 Alcance**

Este trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios a largo plazo y de manera primordial a los estudiantes de la Carrera de Mecánica mención Aviones, tanto en su formación académica y práctica, ya que les brindará un conocimiento más amplio acerca de los trabajos prácticos de aviación y del manejo de herramientas lo que les facilitará en un futuro la obtención de su licencia de aviación y un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

## **CAPÍTULO II**

### **PLAN DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 Modalidad básica de la investigación**

El estudio se basará en una investigación de campo, debido a las múltiples actividades que involucran el contacto directo con el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico donde se va a centrar la investigación.

Así también se recurrirá a la investigación documental, para basarnos en la IAAFA que es una Escuela de Capacitación Aeronáutica Militar ubicada en los Estados Unidos de Norte América, la que permitirá obtener registros acerca de sus métodos de enseñanza que sirvan como guía para la investigación.

#### **2.2 Tipos de Investigación**

Se utilizará la investigación no experimental para conocer nuevas alternativas de enseñanza tomando como referencia a otras Escuelas Técnicas de Capacitación Aeronáutica, además será fundamental la información que proporcionen las personas que han cursado por estos centros de Capacitación y los resultados que han obtenido en estos.

#### **2.3 Niveles de Investigación**

El nivel correlacional es fundamental para el desarrollo de la investigación ya que permitirá comparar los planes analíticos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones con el Apéndice “C” de la Parte 147 de los Tomos de Recopilación

de Derecho Aéreo con finalidad de saber si el ITSA esta cumpliendo con los requerimientos que la DGAC exige.

## **2.4 Universo, Población y Muestra**

### **Universo**

Nuestro universo va estar definido por el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

### **Población**

Esta va estar limitada por los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones del ITSA, personal docente de la carrera antes mencionada y personal técnico con licencia en estructuras.

### **Muestra**

La muestra se tomará analizando diversos aspectos entre uno de ellos, si el universo es lo suficientemente grande para que exista la necesidad de sacar una muestra mediante las fórmulas correspondientes.

## **2.5 Recolección de Datos**

### **2.5.1 Técnicas de Campo.**

La observación ayudará a conseguir un registro sistemático de las tareas que se deben realizar en el Laboratorio de Estructuras del ITSA para que sea el complemento idóneo para la enseñanza teórica de la Carrera de Mecánica de Estructuras.

La encuesta va estar enfocada hacia los estudiantes para de esta forma obtener datos veraces que aclaren incógnitas que se presenten en la investigación.



La entrevista es una técnica fundamental en la investigación ya que proporcionará información lícita de personas que poseen una amplia experiencia en el campo de la aviación y de los técnicos con licencia que han recibido cursos de especialización en Mantenimiento Estructural.

### **2.5.2 Técnicas Bibliográficas**

Esta investigación tiene la necesidad de utilizar las técnicas bibliográficas para recolectar información complementaria para la investigación acerca de estudios realizados, presupuesto de herramientas, listado del personal involucrado en la población, información de internet y demás registros concernientes a la investigación.

### **2.6 Procesamiento de la Información.**

Procederemos a extraer la información más relevante de la recopilación de datos, y para la facilitación de la interpretación de los datos obtenidos se utilizarán procedimientos estadísticos.

### **2.7 Métodos de la Investigación.**

#### **2.7.1 Análisis**

Es importante y necesario realizar un análisis para encontrar las alternativas más acordes que impulsen al mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica de los estudiantes de la Carrera de Mecánica mención aviones del ITSA.

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

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

## CAPÍTULO III

### EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

#### 3.1. Marco Teórico

##### 3.1.1 Antecedentes de la investigación.

Durante el desarrollo de la investigación documental bibliográfica en la biblioteca del ITSA, se verificó la existencia de trabajos de grado realizados por estudiantes, los cuales fueron de mucha ayuda ya que aportaron a la investigación con sus propuestas y estudios realizados a las diversas áreas en busca del mejoramiento de la enseñanza teórica-práctica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto, los que serán citados en la siguiente tabla tomando en cuenta que son los trabajos más relevantes con relación a nuestros objetivos.

**Tabla 1.** Proyectos de grado desarrollados en el ITSA.

TEMA	AUTOR	Nº	OBJETIVO GENERAL	CONCLUSIONES DE IMPORTANCIA
Implementación de manuales de calidad según las normas INEN, GPE, ISO/IEC 25:95 ISO 9001:96 para el laboratorio de mecánica básica del ITSA.	Jaramillo D. Ángelo G.  Lima T. Juan Carlos	14	Implementación de manuales de calidad según las normas INEN, GPE, ISO/IEC 25:95 ISO 9001:96 para el laboratorio de mecánica básica del ITSA.	Se contribuye en especial con un soporte teórico práctico a los alumnos del ITSA facilitando el aprendizaje y realización de las prácticas y ensayos o calibraciones que se realicen

Estudio de la situación actual del sistema neumático del bloque 42 del ITSA.	Chicaiza Taipe Edgar Germánico	63	Realizar el estudio situación actual del sistema neumático del bloque 42 del ITSA, a fin de conocer su estado operativo y realizar propuestas correspondientes para su habilitación.	El sistema se encuentra en mal estado y requiere reparación general o rediseño del mismo.
Implementación de normas de seguridad para los laboratorios del ITSA.	Zapata Ormasa Juan Carlos	90	Implementar normas de seguridad para los laboratorios del ITSA.	La elaboración de manuales con normas de seguridad se realizó para cada uno de los laboratorios
Construcción de una maqueta didáctica del ala del avión de bajo performance (PILATUS PORTER) con material compuesto para la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.	Guzmán Toasa Jesús Jaime	91	Construir una maqueta didáctica del ala del avión (PILATUS PORTER) con materiales compuestos para la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.	La maqueta didáctica del ala de avión Pilatus Porter, está construida en su totalidad por materiales compuestos, además permite observar en forma clara los elementos que actúan en el ala, constituyendo un aporte en la formación académica de los futuros técnicos
Construcción de un pañol de herramientas en el laboratorio de Mecánica básica del ITSA, estudio de implementación de oficinas para los jefes de laboratorio estandarización de procedimientos de operaciones	Monge Pazmiño Guadalupe Jeaneth	104	Construir un pañol de herramientas en el laboratorio de Mecánica básica del ITSA, estudio de implementación de oficinas para los jefes de laboratorio estandarización de procedimientos de operación.	Este proyecto sirve como un aporte al mejoramiento didáctico y de operación para los alumnos del ITSA y directamente para los alumnos de la Carrera de Mecánica ya que podrán identificar y aplicar claramente los tipos de herramientas puestas a disposición.

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Calderón Luis

Así también cabe indicar que no se mencionan en la tabla otros trabajos estupendos ya que no tienen una relación fuerte con los objetivos que se plantearon para nuestro estudio, lo que no los hace menos importantes señalarlos para un conocimiento general de la existencia de simulaciones virtuales de varios sistemas de diversos aviones, la implementación de manuales y construcción de maquetas didácticas; materiales que no son utilizados en su totalidad por parte de los docentes para la instrucción académica.

### **3.1.2 Fundamentación teórica.**

#### **La Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA)**

La Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA) fue fundada el 15 de marzo de 1945. La Academia impartió adiestramiento a 11 estudiantes peruanos en la Estación Aérea Albrook, Zona del Canal de Panamá, lo que marcó el inicio del primer adiestramiento aeronáutico en América Latina. En la actualidad, un promedio de 800 estudiantes anuales egresan de la Academia un paso significativo de los 11 estudiantes de hace 60 años.

Actualmente la IAAFA, con énfasis en el adiestramiento "práctico", estableció cursos de capacitación para oficiales y una sección estudiantil. Entre sus cursos de adiestramiento que ofrece esta academia tenemos el de formación de Técnico en Mantenimiento Estructural, el mismo que sirve como guía para aportar con nuevos métodos de enseñanza teórico-práctico, los cuales ayudarán a mejorar la capacitación y entrenamiento de los estudiantes de la carrera de mecánica mención aviones del ITSA.

El curso de Técnico en Mantenimiento Estructural tiene como objetivo preparar al Técnico de aviones para las responsabilidades y deberes en el mantenimiento de aeronaves. Los estudiantes aprenderán a utilizar las herramientas que se extienden de herramientas básicas de mano a herramientas especializadas. Este curso les

enseña a reparar, modificar, y fabricar componentes o partes de aviones en láminas de metal. También aprenderán la teoría de la corrosión para tener una mejor comprensión sobre el comportamiento de los metales que se utilizan en la construcción de los aviones. Finalmente, los estudiantes aprenderán la teoría básica de estructuras y de sus reparaciones.

(Escuela IAAFA, 1996-01-10)

### **Maqueta**

Una maqueta es la reproducción, generalmente en pequeña escala, de algo real o ficticio. Se puede tratar de objetos como muebles, autos o aviones; o bien, tratarse de los componentes específicos de autos, aviones o edificios, que se pueden utilizar para retratar y recrear ciertas características las cuales se desea representar. Adicionalmente estas maquetas suelen ser utilizadas para instrucción o para pruebas de diseño de ciertos autos, aviones o edificios.

("Maqueta." Microsoft® Encarta® 2008 [DVD]. Microsoft Corporation, 2007.)

### **3.1.3 Fundamentación Legal.**

En los tomos de Recopilación de Derecho Aeronáutico, se encuentra el fundamento técnico legal que sustenta la presente investigación, que textualmente indica:

#### PARTE 147

20-R1 Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico

#### Sub parte B – Requerimientos De Certificación

147.11 Habilitaciones

Las siguientes habilitaciones son emitidas bajo esta Parte:

- a) Aeronaves;
- b) Motores; y,

- c) Aeronaves y Motores.

#### 147.13 Facilidades, equipo y materiales requeridos

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener por lo menos, las facilidades, equipos y materiales especificados, los mismos que se describirán a continuación:

##### Requerimientos de Espacio

- a) Una aula cerrada adecuada para enseñar clases teóricas;
- b) Facilidades adecuadas, ya sea en áreas centrales o localizadas para entrenamiento, distribuidas de manera que aseguren la separación del espacio de trabajo, de las partes, herramientas, materiales y artículos similares;
- c) Áreas adecuadas para la aplicación de materiales acabados, incluyendo pintura y soplete;
- d) Áreas convenientemente equipadas con tanques de agua para lavado y equipo de sangrado de aire comprimido y otro equipo adecuado de limpieza;
- e) Facilidades adecuadas para el corrido de motores;
- f) Aérea convenientemente adecuada que incluya bancos, mesas y equipos de prueba, para desarmar, dar servicio e inspeccionar:
  - 1. Equipos eléctricos, de encendido y accesorios;
  - 2. Carburadores y sistemas de combustible;
  - 3. Sistemas hidráulicos y de vacío para aeronaves, motores de aeronaves y sus accesorios.
- g) Espacio adecuado con equipos incluyendo bancos, mesas, estantes y gatas, para el desarmado inspección y reglaje de la aeronave; y,
- h) Espacios convenientes con equipo adecuado para el desarmado, inspección, armado, caza fallas, y puesta a tiempo del encendido de motores.

#### 147.17 Requerimientos del equipo de instrucción

a) Deberá tener los siguientes equipos de instrucción:

1. Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores, convenientes para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,
2. Al menos un aeronave de un tipo actualmente certificado por la DGAC para la operación privada o comercial, con motor, hélices instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizajes, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y los cuales el Técnico debe estar familiarizado.

#### 147.21 Requisitos generales del plan de estudios

- a) Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener un plan de estudios aprobado que este diseñado para calificar a sus estudiantes para desempeñar las tareas de un mecánico para una habilitación particular o habilitaciones.
- b) El plan de estudios debe ofrecer al menos el siguiente número de horas de instrucción para la habilitación y la unidad de instrucción por hora, no debe tener una duración menor de 45 minutos.
  1. Aeronaves-1150 horas (Generalidades 400, más 750 de aeronaves)
  2. Motores-1150 horas (Generalidades 400, más 750 de motores)
  3. Combinación de aeronaves y motores 1900 horas (Generalidades 400, más 700 de aeronaves y 750 de motores)

d) El plan de estudios debe indicar:

1. Los programas prácticos requeridos que requieren ser completados;
2. Para cada materia, las proporciones de teoría y otra instrucción a ser enseñada; y,
3. Una lista de las pruebas escolares mínimas a ser rendidas.

#### 147.23 Requerimientos del instructor

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe proveer el número de instructores poseedores de las licencias y habilitaciones apropiadas de mecánico que la D.G.A.C determine necesarias para impartir instrucción adecuada y supervisión de los estudiantes, incluyendo por lo menos un instructor para cada 25 estudiantes en cada clase-taller. Sin embargo, el solicitante puede proporcionar instructores especializados, que no sean mecánicos certificados, para enseñar matemáticas, física, electricidad básica, hidráulica básica, dibujo técnico y materias similares. Se requiere que el solicitante mantenga una lista de los nombres y calificaciones de los instructores especializados y a requerimiento de la D.G.A.C, facilitar a la misma una copia de esta lista.

#### Sub parte C – Reglas de Operación.

147.31 Asistencia y matriculación, exámenes y créditos por instrucción o experiencia previa.

- a) Una Escuela de Técnico de Mantenimiento Aeronáutico certificada no debe requerir que los estudiantes asistan a clases de instrucción más de 8 horas diarias en cualquier día, o más de 6 días o 40 horas, en cualquier periodo de 7 días;

147.37 Mantenimiento de las facilidades, equipo y material.



A. Toda Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico certificada, deberá proveer facilidades, equipo y material igual a los estándares vigentes requeridos para la emisión del certificado u habilitación que posee; y,

## APÉNDICE “A”

### Requerimientos del plan de estudios

#### b) Niveles de enseñanza

##### 1. El nivel 1 requiere:

- (i) Conocimientos de principios generales, pero no aplicación práctica;
- (ii) No desarrollo de habilidad manual; y,
- (iii) Instrucción por conferencias, demostración y discusión.

##### 2. El nivel 2 requiere:

- (i) Conocimiento de principios generales, y aplicación de práctica limitada;
- (ii) Desarrollo de habilidad manual suficiente para operaciones básicas; y,
- (iii) Instrucción por conferencias, demostración, discusión y aplicación práctica limitada.

##### 3. El nivel 3 requiere:

- (i) Conocimientos de principios generales y ejecución de un alto grado de aplicación práctica;
- (ii) Desarrollo de suficientes habilidades manuales para simular el retorno al servicio; y,

- (iii) Instrucción por conferencias, demostración, discusión, y un alto grado de aplicación práctica.

## APÉNDICE “C”

### Materias del Plan de Estudios de Aeronaves

Este apéndice, enumera las materias requeridas en al menos 750 horas de todo el plan de estudios de aeronaves, y por lo menos 400 horas en materias de generalidades del plan de estudios.

El número en paréntesis antes de cada ítem enumerado de cada materia indica el nivel de pro-eficiencia al cual cada ítem debe ser enseñado.

#### I. ESTRUCTURAS DE AERONAVES

##### A. ESTRUCTURAS DE MADERA

Nivel de enseñanza:

- (1) 1. Servicio y reparación de estructuras de madera.
- (1) 2. Identificar defectos de la madera.
- (1) 3. Inspeccionar estructuras de madera.

##### B. REVESTIMIENTO DE LAS AERONAVES

- (1) 4. Seleccionar y aplicar materiales de revestimiento de tela y fibra de vidrio.
- (1) 5. Inspeccionar, probar y reparar tela y fibra de vidrio.

##### C. ACABADOS DE AERONAVES

- (1) 6. Aplicar decorados, letras y pintura de retoque.
- (2) 7. Identificar y seleccionar materiales de acabado de aeronaves.

- (2) 8. Aplicar materiales de acabado.
- (2) 9. Inspeccionar los acabados e identificar defectos.

#### D. LÁMINAS DE METAL Y ESTRUCTURAS NO METÁLICAS

- (2) 10. Seleccionar, instalar y remover remaches especiales para estructuras metálicas, pegadas y de materiales compuestos
- (2) 11. Inspeccionar estructuras pegadas.
- (2) 12. Inspeccionar, probar y reparar fibra de vidrio, panales de abejas, materiales compuestos y estructuras laminadas primarias y secundarias.
- (2) 13. Inspección, chequeo, servicio y reparaciones de ventanas, puertas y equipamiento interior.
- (3) 14. Inspeccionar y reparar estructuras de láminas metálicas
- (3) 15. Instalar remaches convencionales.
- (3) 16. Formar, trazar y doblar láminas metálicas.

#### E. SOLDADURA

- (1) 17. Soldar magnesio y titanio.
- (1) 18. Soldar acero inoxidable con cautín.
- (1) 19. Fabricar estructuras titulares.
- (2) 20. Soldar con cautín con estaño, con suelda de los y con suelda de arco en acero.
- (1) 21. Soldar aluminio y acero inoxidable.

#### F. MONTAJE Y REGLAJE

- (1) 22. Calibrar aeronaves de ala rotatoria.
- (2) 23. Calibra aeronaves de ala fija.
- (2) 24. Comprobar la alineación de estructuras.

- (3) 25. Ensamblar componentes de la aeronave, incluyendo superficies de control de vuelo.
- (3) 26. Balancear, hacer el reglaje e inspeccionar las superficies móviles de vuelo primarias y secundarias.
- (3) 27. Levantar la aeronave con gatas hidráulicas.

## G. INSPECCIÓN DE LA AERONAVE

- (3) 28. Realizar inspecciones de conformidad y aeronavegabilidad de la aeronave.

(Parte 147. "Escuela de técnicos de mantenimiento aeronáutico". Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo, 2004-06-12)

### **3.2. Modalidad básica de la Investigación**

Esta investigación de campo permitió mediante la observación saber cuáles son las fortalezas y debilidades con las que cuenta el Laboratorio de estructuras del ITSA, basándonos en el formato que se lo detalla más adelante en el anexo A, el cual arrojó los siguientes resultados:

#### Fortalezas

- Cuenta con infraestructura propia.
- Cuenta con fuentes de alimentación eléctricas y neumáticas para los equipos y herramientas con motor.
- Tiene una distribución adecuada del espacio físico.
- Cuenta con normas de mantenimiento y limpieza del laboratorio.
- Cuenta con señalización y letreros de normas de seguridad en el trabajo.

- Hay un registro en el cual se lleva un listado de los estudiantes que hacen uso de los equipos y herramientas con las que cuenta el laboratorio.
- Los equipos de protección personal están a la disposición de los estudiantes para trabajar con los equipos.

Las fotografías de los siguientes equipos nombrados las pueden observar en el anexo B.

- Cuenta con equipos contra incendios.
- Cuenta con botiquín de primeros auxilios.
- Cuenta con una iluminación adecuada.
- Cuenta con los siguientes equipos y herramientas:
  - Dobladora de cañerías.
  - Formadora de ángulos.
  - Prensa hidráulica.
  - Torno paralelo.
  - Sierra circular.
  - 2 esmeriles.
  - Cizalla de ángulos.
  - Baroladora manual.
  - Dobladora de cajón.
  - Cizalla de pedal.
  - Cizalla hidráulica.
  - Baroladora eléctrica.
  - Horno de tratamiento térmico.
  - Máquina sandblasting.
  - 3 estaciones de soldadura.
  - 3 taladros de pedestal.
  - 28 entenallas.

- 7 mesas de trabajo
- 2 taburetes.

### Debilidades

- No hay un letrero en el cual se indique el horario de atención del laboratorio.
- Falta de tableros de dibujo para la realización de esquemas de reparación estructural.

La investigación documental fue obtenida del manual de la Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA) y de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo los cuales aportaron al desarrollo del formato de fortalezas y debilidades con los siguientes aspectos:

- Cuáles son los requerimientos con los que deben cumplir las Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico certificadas por la D.G.A.C.
- La IAAFA permitió saber que tareas de mantenimiento se pueden implementar en el ITSA; además, que,
- Tipos de herramientas y equipos utiliza esta academia para dictar los cursos de formación de Técnico en Mantenimiento Estructural en su laboratorio de estructuras.

### **3.3. Tipos de investigación**

Para la facilitación en el desarrollo de la investigación se recurrió a la investigación de tipo no experimental debido a que hubo la ayuda de personas que han cursado por la Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA) las cuales nos brindaron información en los siguientes puntos:

- Facilitación de manuales que recibieron en el momento de su instrucción en la Academia.

- Información acerca del tiempo de duración del curso de especialización.
- Información acerca de cómo estaba conformado el laboratorio donde recibían su adiestramiento práctico.
- Facilitación de fotografías que describen el interior del laboratorio de la Academia, las cuales están mostradas en el anexo “E”.
- Especificaron que tipos de tareas se pueden implementar al Laboratorio de estructuras del ITSA para mejorar su enseñanza práctica.

### **3.4. Niveles de investigación**

Mediante el nivel correlacional la investigación se desarrollo enfocándose a una comparación entre los planes analíticos que están establecidos en la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo y los planes analíticos que están en vigencia en el ITSA.

Los resultados obtenidos en la comparación son:

- Que el ITSA cumple con la mayoría de los requerimientos que establece la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo que hace referencia a la Certificación de Escuelas de Técnicos de mantenimiento Aeronáutico pero necesitan completar su plan analítico con la capacitación en estructuras de madera.
- Se detectó también que una de las exigencias que pide la DGAC a través de la parte 147 es que los espacios físicos y equipos que se encuentran en su interior deben ser facilitados para que los estudiantes pueden desempeñar sus prácticas.
- La parte 147.21 de requisitos generales del plan de estudios, habla acerca de que una hora clase no debe tener una duración menor de 45 minutos; y la investigación permitió saber que el ITSA no está cumpliendo con este requerimiento debido a que su hora clase es de 30 minutos.

- La sub parte 147.17 de Requerimientos del equipo de instrucción dispone que una Escuela debe contar con equipos de instrucción tales como:
  - Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado.
- La parte 147 aclara que la Escuela debe contar con una aeronave certificada que permita a los estudiantes que se familiaricen.
- Es justo aclarar que la escuela no cuenta con Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados pero que están en proceso de implementación declaraciones dadas por el Director de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

### **3.5. Universo, Población y Muestra**

La Secretaria General nos proporcionó la información sobre el número de estudiantes matriculados en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones la cual nos fue muy útil para saber nuestra población.

La muestra que se tomó para la investigación fueron los estudiantes de los tres últimos niveles debido a que estos estudiantes ya tienen bases en sus conocimientos teórico-prácticos, lo cual es una ventaja ya que brindan información más veraz a la investigación.

### **3.6. Recolección de datos**

#### **3.6.1 Técnicas de Campo.**

La encuesta fue enfocada hacia los estudiantes de los tres últimos niveles de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones con el propósito de obtener información que aclare si los objetivos específicos de la investigación pueden cubrir las necesidades que los estudiantes requieren.



El formato de la encuesta se lo detalla en el anexo “C”.

La entrevista se la realizó al subdirector de la carrera de Mecánica Aeronáutica Sargento William Vallejo, debido a que es el encargado del laboratorio de estructuras con mayor experiencia en el manejo y uso del mismo. El formato de la entrevista se lo puede revisar en el anexo “D”. Además se pidió asesoramiento al Sargento Klever Shulca, debido a que recibió un curso de especialización de estructuras de aeronaves en la IAAFA lo cual nos dará a conocer cuál fue su experiencia en lo que compete al aprendizaje teórico-práctico y poder sacar aspectos positivos que se puedan aplicar en el ITSA en busca del mejoramiento continuo.

### **3.6.2 Técnicas Bibliográficas**

Trabajos de Graduación anteriores nos dieron a conocer cuáles han sido los estudios de investigación realizados en el laboratorio de estructuras del ITSA los mismos que han solucionado parcialmente problemas como:

- Construcción de estanterías en el pañol para el ordenamiento de las herramientas que existían en el mismo.
- Implementación de herramientas que ayudaron a los estudiantes a un mejor desarrollo de sus prácticas.
- Diseño de formatos de hojas de registro para uso de herramientas del pañol, la cual se ha quedado inconclusa ya que no se está aplicando.

### 3.7. Procesamiento de la información

**Tabla 1.1** Formato de fortalezas y debilidades

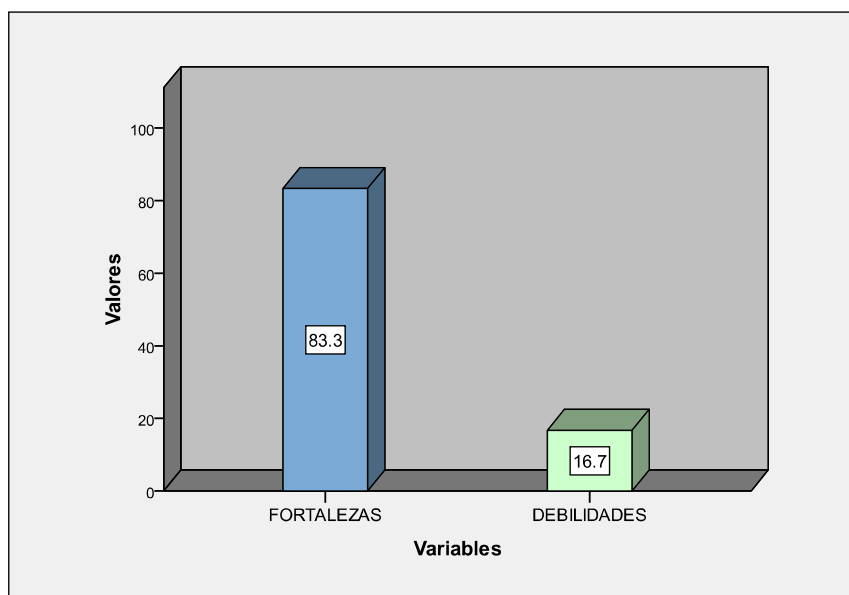
Tabla estadística de frecuencia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulativo
Fortalezas	10	83.3	83.3	83.3
Debilidades	2	16.7	16.7	100.0
Total	12	100.0	100.0	

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de fortalezas y debilidades



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

## PREGUNTA # 1

**Tabla 1.2** ¿Cree Ud. que se debería realizar estudios de investigación que den como resultado nuevas alternativas de innovación y mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica de la Carrera de Mecánica mención Aviones?

Frecuencia de resultados

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulativo
Válidos	Si	37	100.0	100.0	100.0

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

En caso de haber contestado la pregunta en forma afirmativa, continúe por favor con las siguientes preguntas.

## PREGUNTA # 2

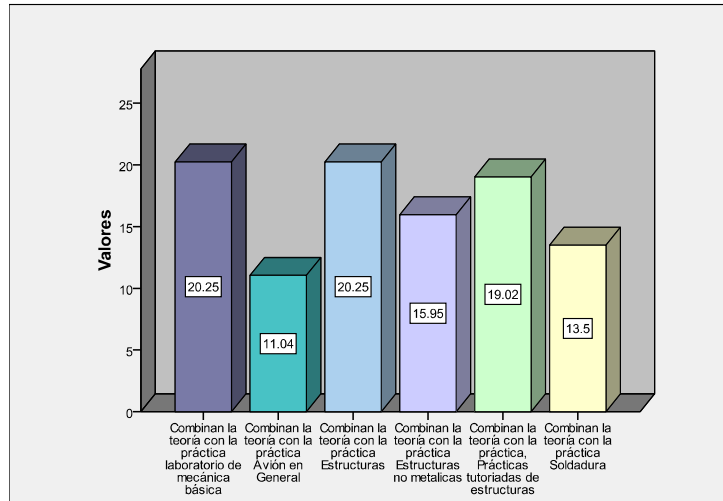
**Tabla 1.3** ¿Cuáles de las siguientes materias inherentes al Área de Estructuras Aeronáuticas combinan la teoría con la práctica? (Marcar con una X su aplicación e indicar cuantas horas)

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Combinan teoría práctica	Laboratorio de mecánica básica	33	20.2%
	Avión en General	18	11.0%
	Estructuras	33	20.2%
	Estructuras no metálicas	26	16.0%
	Prácticas tutoriadas de estructuras	31	19.0%
	Soldadura	22	13.5%
Total		163	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de las materias



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA # 3

**Tabla 1.4** ¿Qué porcentaje práctico cree Ud. que cubre en el programa analítico las siguientes materias? (marque con una X)

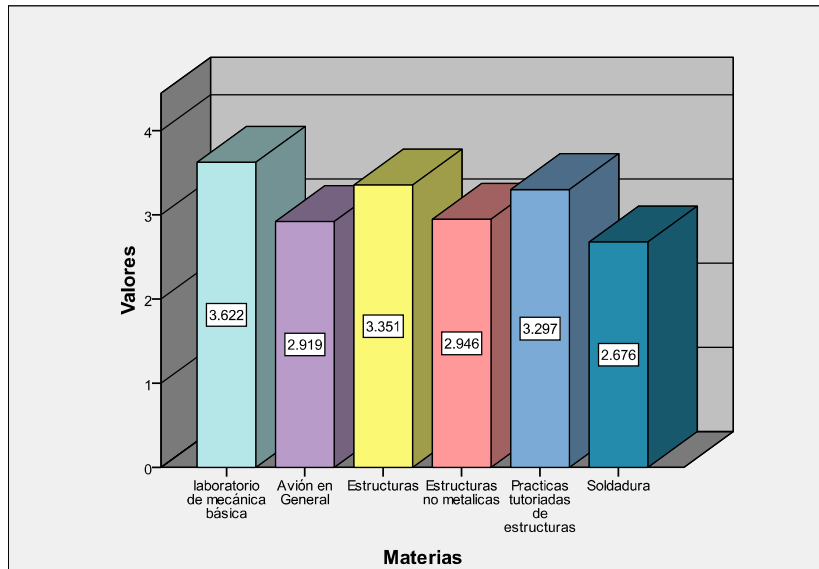
Estadística Descriptiva de porcentajes que cubren las materias

	N	Mínimo	Máximo	Media aritmética	Desviación Estándar.
Laboratorio de mecánica básica	37	1	6	3.62	1.114
Avión en General	37	1	5	2.92	1.187
Estructuras	37	1	6	3.35	1.111
Estructuras no metálicas	37	1	6	2.95	1.246
Prácticas tutoriadas de estructuras	37	1	6	3.30	1.351
Soldadura	37	1	6	2.68	1.529
No válidos	37				

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Porcentajes prácticos que cubren el plan analítico



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

## PREGUNTA # 4

**Tabla 1.5** ¿Qué tareas de mantenimiento puede Ud. realizar?

Frecuencia de tareas

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Pueden realizar	Identificación de remaches	33	7.8%
	Esquemas simples de reparación	26	6.1%
	Cortado de remaches	36	8.5%
	Taladrar agujeros en láminas	35	8.2%
	Avellanado de láminas	31	7.3%
	Cortado de láminas	33	7.8%
	Barolado de láminas	21	4.9%
	Formación de ángulos en láminas	24	5.6%
	Formación de traslapados	16	3.8%
	Remachado	36	8.5%
	Reparación con parches	31	7.3%
	Reparación de áreas Presurizadas	6	1.4%
	Reparación a ras de la estructura	15	3.5%
	Reparación con sellantes	19	4.5%
	Remoción de remaches	34	8.0%
	Tareas de soldadura	19	4.5%
	Construcción de prototipos de partes estructurales	10	2.4%
	Total	425	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### Frecuencias de tareas



Fuente: Encuestas

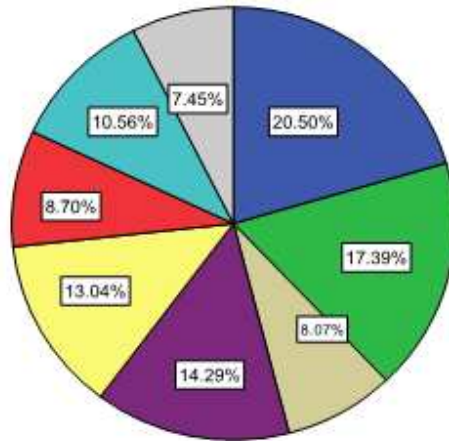
Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

En caso de haber contestado en cualquier tarea NO; señale las causas por las cuales no ha desarrollado estas habilidades con su respectivo porcentaje.

	Respuestas	
	N	Porcentaje
Causas Falta de práctica	33	20.5%
Falta de laboratorios	28	17.4%
Falta de experiencia del docente	13	8.1%
Falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves	23	14.3%
Falta de manuales de tareas prácticas que sirvan como guía para el desarrollo de las misma	21	13.0%
Falta de instructores especializados	14	8.7%
Falta de confort en el laboratorio	17	10.6%
Docente que no brindan la facilidad de entendimiento en las materias de especialidad	12	7.5%
Total	161	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Fuente: Encuestas  
 Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA # 5

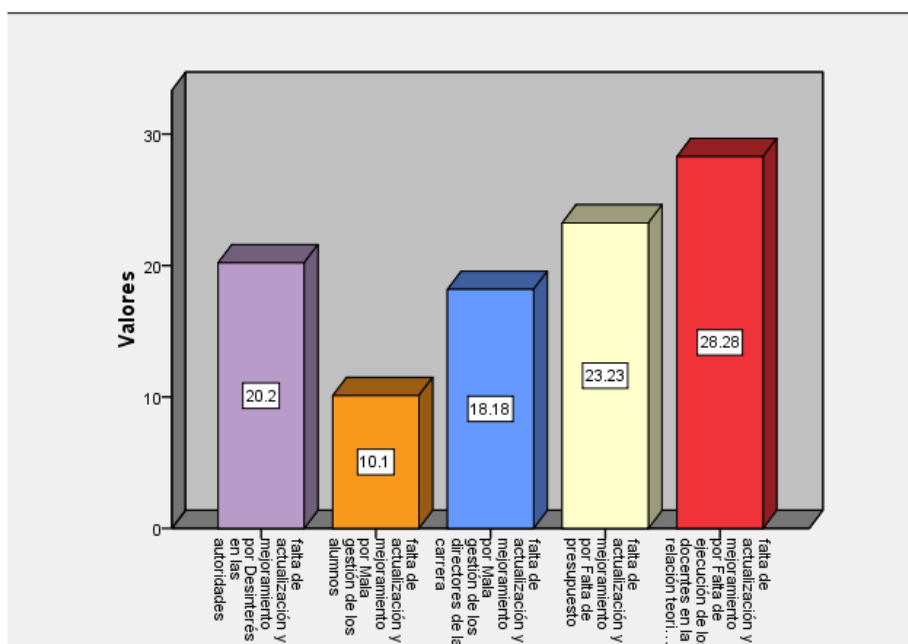
**Tabla 1.6** ¿A qué factores atribuye la falta de actualización y mejoramiento del laboratorio de estructuras?

		Frecuencia de factores	
		N	Porcentaje
Falta de actualización y mejoramiento por	Desinterés en las autoridades	20	20.2%
	Mala gestión de los alumnos	10	10.1%
	Mala gestión de los directores de la carrera	18	18.2%
	Falta de presupuesto	23	23.2%
	Falta de ejecución de los docentes en la relación teórica práctica en el plan analítico	28	28.3%
Total		99	100.0%

Fuente: Encuestas  
 Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Frecuencias de factores



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA # 6

**Tabla 1.7** ¿Según su criterio que debería hacer la Carrera de Mecánica Aeronáutica para mejorar el laboratorio de estructuras?

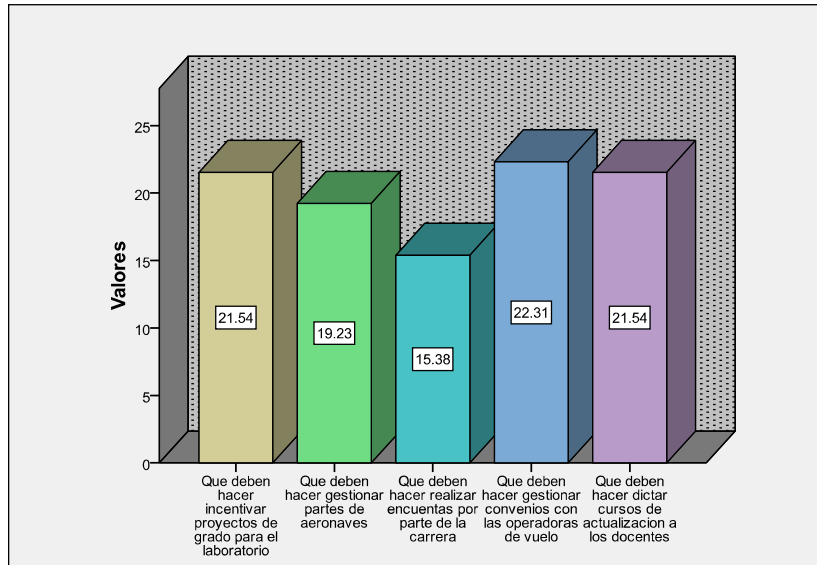
Frecuencias de Alternativas

		Respuestas	
		N	Porcentajes
Qué deben hacer	Incentivar proyectos de grado para el laboratorio	28	21.5%
	Gestionar partes de aeronaves	25	19.2%
	Realizar encuestas por parte de la carrera	20	15.4%
	Gestionar convenios con las operadoras de vuelo	29	22.3%
	Dictar cursos de actualización a los docentes	28	21.5%
Total		130	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de las Alternativas



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA # 7

**Tabla 1.8** ¿Cuál de estas alternativas cree Ud. que aportarán al mejoramiento del laboratorio de estructuras?

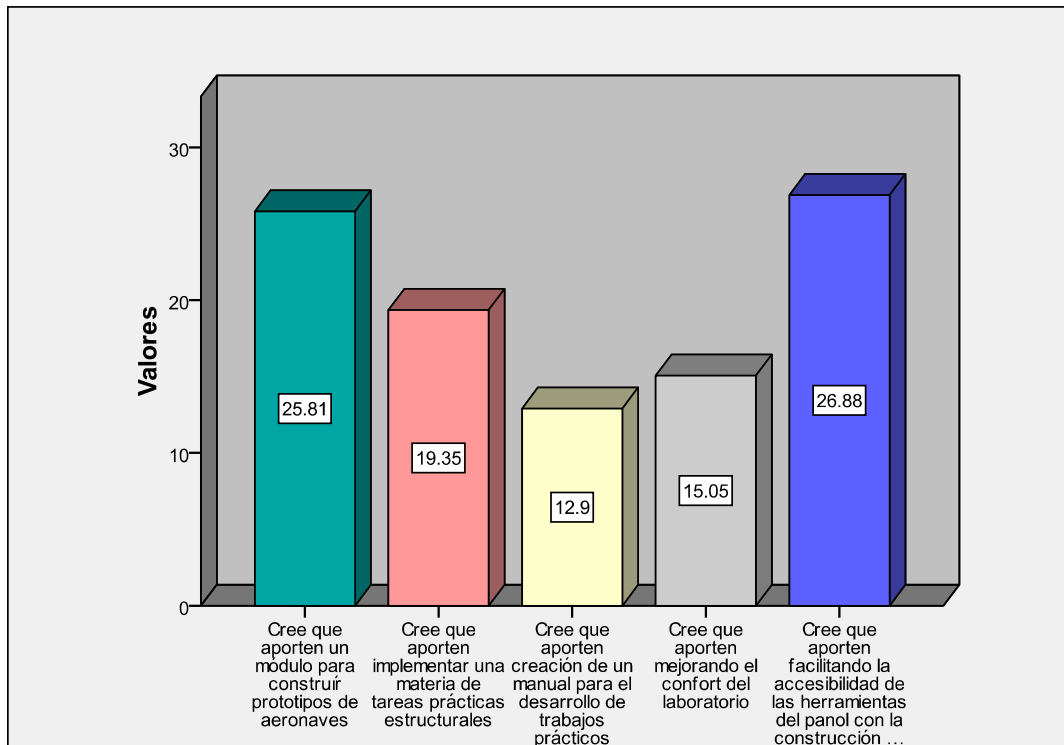
Frecuencias de Alternativas

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Cree que aporten	Módulos para construir prototipos de aeronaves	24	25.8%
	Implementar una materia de tareas prácticas estructurales	18	19.4%
	Creación de manuales para el desarrollo de trabajos prácticos	12	12.9%
	Mejorando el confort del laboratorio	14	15.1%
	Facilitando la accesibilidad de las herramientas del panol con la construcción de estanterías	25	26.9%
Total		93	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### Frecuencias de las alternativas



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA #8

**Tabla 1.9** ¿Señale el porcentaje de conocimiento práctico que cree Ud. Haya adquirido en el Laboratorio de estructuras?

#### Estadísticas

N	Válidos	36
	Perdidos	1

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

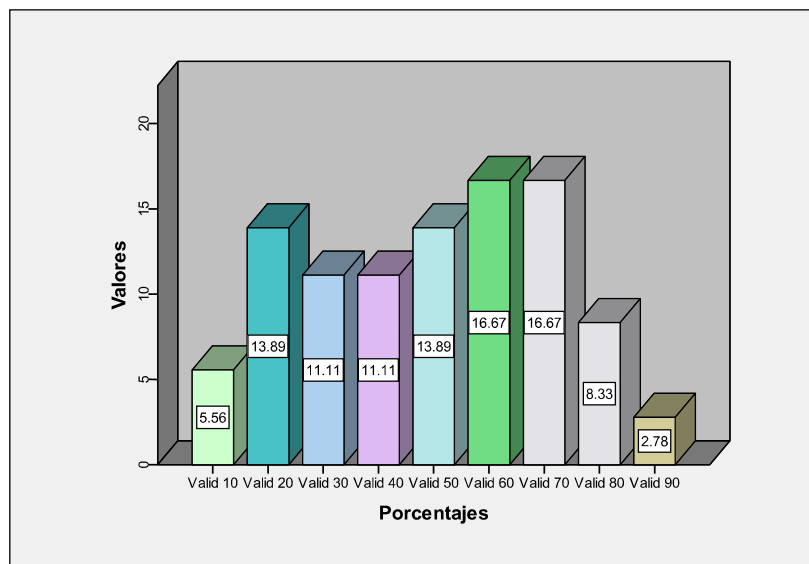
### Frecuencias de Conocimientos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentajes Válidos	Porcentaje Acumulativo
Válidos	10	2	5.4	5.6	5.6
	20	5	13.5	13.9	19.4
	30	4	10.8	11.1	30.6
	40	4	10.8	11.1	41.7
	50	5	13.5	13.9	55.6
	60	6	16.2	16.7	72.2
	70	6	16.2	16.7	88.9
	80	3	8.1	8.3	97.2
	90	1	2.7	2.8	100.0
		Total	36	97.3	100.0
Perdidos		1	2.7		
Total		37	100.0		

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### Frecuencias de conocimientos



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

## PREGUNTA #9

**Tabla 2.0** ¿Ha realizado Ud. pasantías en alguna empresa que brinde mantenimiento de aeronaves, indique en cuál empresa?

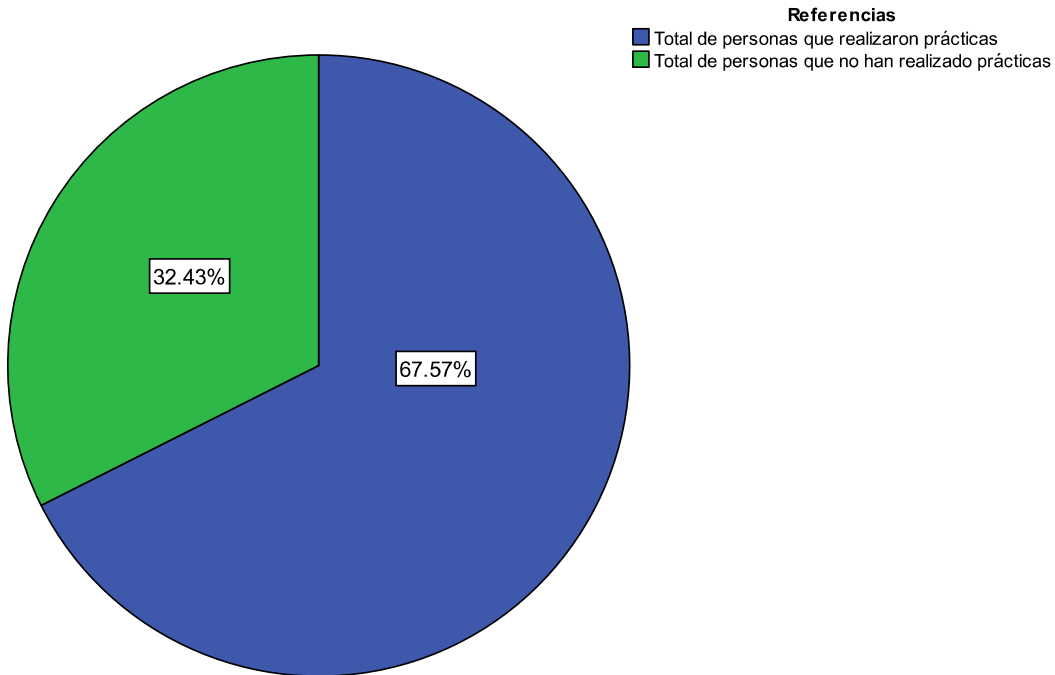
Frecuencia de datos válidos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentajes Válidos	Porcentaje Acumulativo
Válidos si	25	67.6	67.6	67.6
no	12	32.4	32.4	100.0
Total	37	100.0	100.0	

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### Frecuencias de datos válidos



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

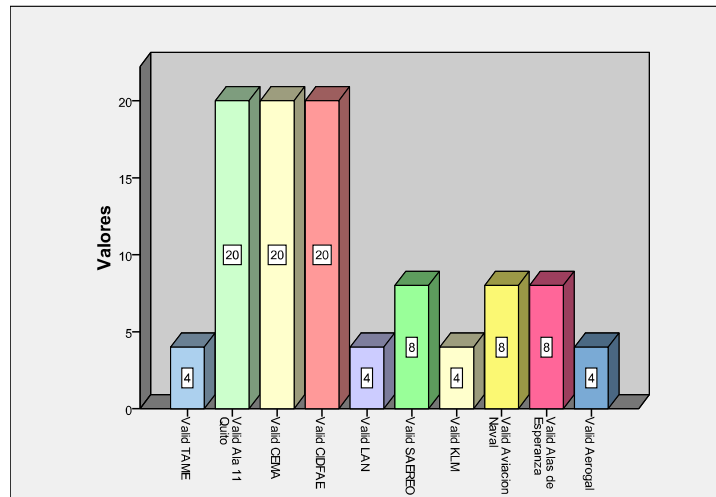
Tabla de frecuencias de empresas

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos TAME	1	2.7
Ala 11 Quito	5	13.5
CEMA	5	13.5
CIDFAE	5	13.5
LAN	1	2.7
SAEREO	2	5.4
KLM	1	2.7
Aviación Naval	2	5.4
Alas de Esperanza	2	5.4
Aerogal	1	2.7
Total	25	67.6
Perdidos	12	32.4
Total	37	100.0

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de Concurencia de los estudiantes



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Si su respuesta fue SI, indique con una (X) cuáles fueron los principales inconvenientes que se le presentaron.

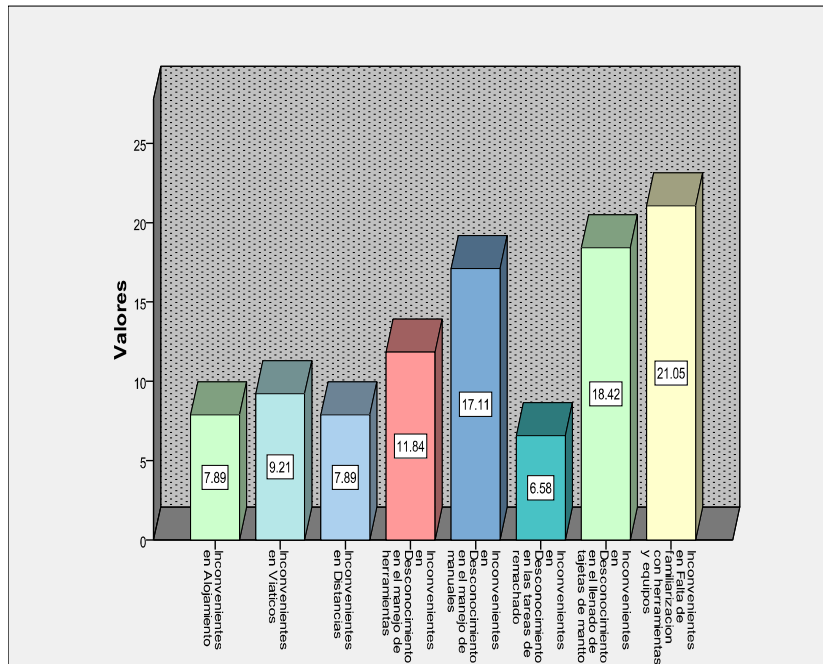
Frecuencias de Causas

	Respuestas	
	N	Porcentaje
Inconvenientes en Alojamiento	6	7.9%
Viáticos	7	9.2%
Distancias	6	7.9%
Desconocimiento en el manejo de herramientas	9	11.8%
Desconocimiento en el manejo de manuales	13	17.1%
Desconocimiento en las tareas de remachado	5	6.6%
Desconocimiento en el llenado de tarjetas de mantto	14	18.4%
Falta de familiarización con herramientas y equipos	16	21.1%
Total	76	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### Frecuencias de Causas



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA #10

**Tabla 2.1** ¿Cuáles de los siguientes equipos y herramientas saben utilizar?

#### Sumario de Casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Uso	37	100.0%	0	.0%	37	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

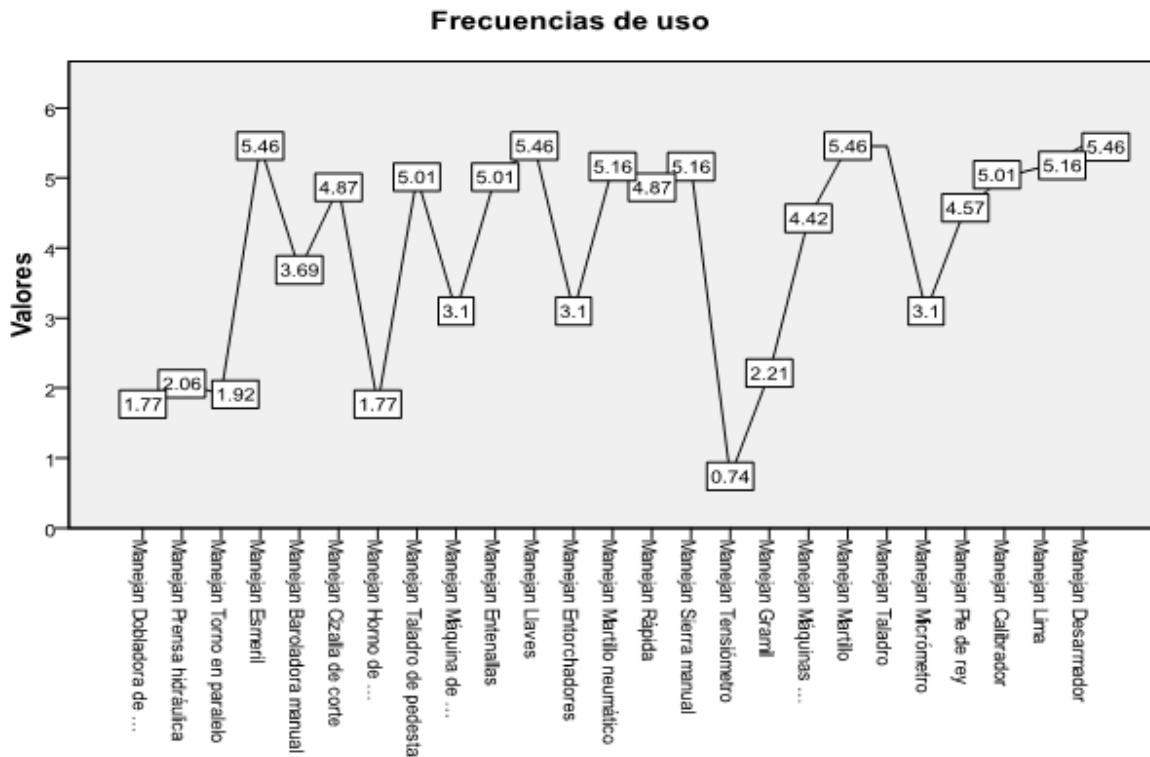


Frecuencias de Usos

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Manejan	Dobladora de cañerías	12	1.8%
	Prensa hidráulica	14	2.1%
	Torno en paralelo	13	1.9%
	Esmeril	37	5.5%
	Baroladora manual	25	3.7%
	Cizalla de corte	33	4.9%
	Horno de tratamiento térmico	12	1.8%
	Taladro de pedestal	34	5.0%
	Máquina de soldadura	21	3.1%
	Entenallas	34	5.0%
	Llaves	37	5.5%
	Entorchadores	21	3.1%
	Martillo neumático	35	5.2%
	Rápida	33	4.9%
	Sierra manual	35	5.2%
	Tensiómetro	5	.7%
	Gramil	15	2.2%
	Máquinas dobladoras de laminas	30	4.4%
	Martillo	37	5.5%
	Taladro	37	5.5%
Micrómetro	21	3.1%	
Pie de rey	31	4.6%	
Calibrador	34	5.0%	
Lima	35	5.2%	
Desarmador	37	5.5%	
Total		678	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### PREGUNTA #12

**Tabla 2.2** ¿Califique el nivel de confort del laboratorio de estructuras según su criterio?

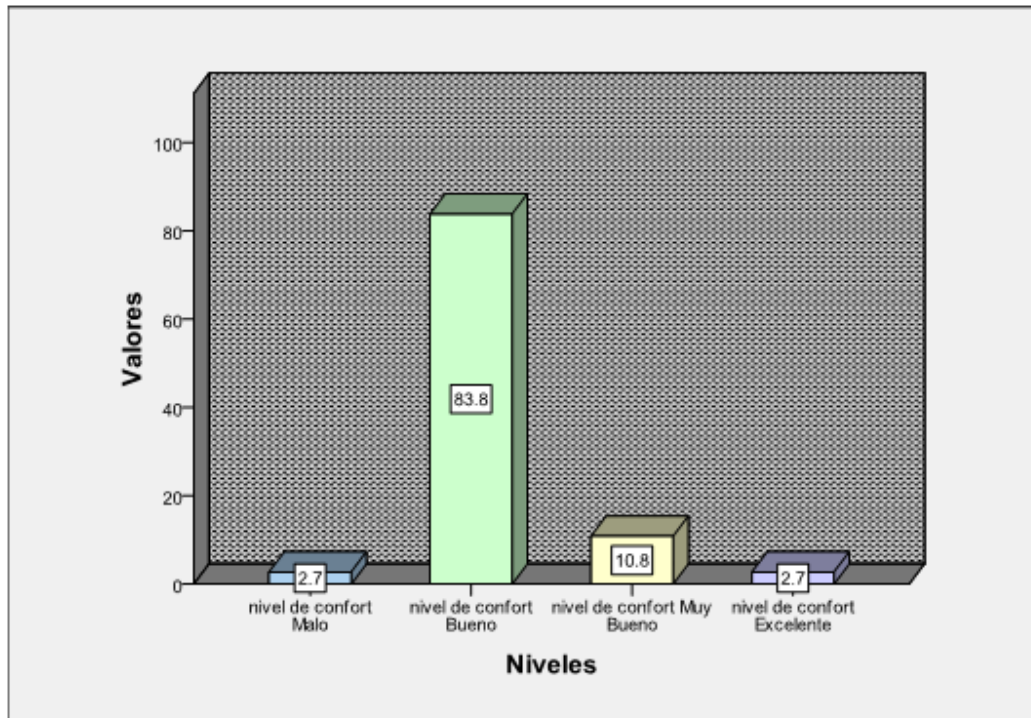
Frecuencias de Confort

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Nivel de confort	Malo	1	2.7%
	Bueno	31	83.8%
	Muy Bueno	4	10.8%
	Excelente	1	2.7%
Total		37	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### Frecuencias de confort



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

### 3.8. Análisis e interpretación de resultados

Análisis de la **tabla 1.2**: Esta pregunta se la utilizó con el propósito de conocer si los estudiantes le van a prestar el debido interés a la encuesta, ya que la información obtenida de la misma será de suma importancia para concluir con la investigación.

Interpretación de la **tabla 1.2**: Del total de los estudiantes que colaboraron con la encuesta el 100% de ellos está interesado en que se busque nuevas alternativas que mejoren su enseñanza teórica- práctica.

Análisis de la **tabla 1.3**: Esta pregunta está enfocada a saber si las materias de especialidad descritas se están complementando con la práctica.

Interpretación de la **tabla 1.3**: Las encuestas nos dieron como resultado que las materias de Laboratorio de Mecánica Básica, Estructuras y Prácticas tutoriadas de Estructuras son las que complementan en mayor grado la teoría con la práctica.

Además en las sugerencias de los estudiantes en las horas que deberían recibir, se obtuvo que se deban incrementar el número de horas créditos en las materias anteriormente descritas.

Análisis de la **tabla 1.4**: El propósito de la presente pregunta tiene como finalidad conocer en qué porcentaje se está combinando la teoría con la práctica de las materias anteriormente descritas.

Interpretación de la **tabla 1.4**: La materia que combina en mayor porcentaje la teoría con la práctica según los resultados obtenidos en las encuestas es el Laboratorio de Mecánica Básica con una media aritmética de 3.622, seguida de la materia de estructuras con una media aritmética de 3.351, prácticas tutoriadas de estructuras con una media aritmética 3.30 las que cubren con un mayor porcentaje el plan analítico y estructuras no metálicas con una media aritmética de 2.95, Avión en General con una media aritmética de 2.92, soldadura con una media aritmética de 2.68 las que cubren un menor porcentaje el plan analítico.

Análisis de la **tabla 1.5**: La presente pregunta tiene la finalidad de saber qué tareas de mantenimiento aeronáutico pueden realizar los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, para así detectar cuáles son las deficiencias que tienen los mismos.

Interpretación de la **tabla 1.5**: Los estudiantes tienen una mayor destreza en las tareas de cortado de remaches, remachado, taladrado de agujeros en láminas, remoción de remaches, cortado de láminas, Identificación de remaches.

Análisis de la **tabla 1.6**: La finalidad de esta pregunta es conocer que acciones deben considerar las Autoridades de la Carrera de Mecánica Aeronáutica como alternativas para lograr una mejor enseñanza teórica-práctica.

Interpretación de la **tabla 1.6**: La falencia de mayor consideración que deben tomar en cuenta las autoridades correspondientes es la falta de ejecución de los docentes en la relación teórica-práctica, ya que los estudiantes encuestados la colocaron como la principal falencia con un 28.3%.

Análisis de la **tabla 1.7**: El propósito de esta pregunta es detectar cuáles son las falencias que presenta el laboratorio de estructuras y conocer que alternativas pueden mejorar el desempeño del mismo y de esta forma facilitar la combinación en la enseñanza teórica-práctica.

Interpretación de la **tabla 1.7**: Las principales alternativas de solución administrativa que sugieren los estudiantes a las Autoridades de la Carrera de Mecánica Aeronáutica para mejorar la enseñanza práctica, es gestionar convenios con las operadoras de vuelo para que faciliten la utilización de sus talleres, seguida de Incentivar la aplicación de proyectos de grado enfocados al mejoramiento del laboratorio y Dictar cursos de actualización de aeronaves comerciales a los docentes de especialidad.

Análisis de la **tabla 1.8**: La finalidad de la presente pregunta es conocer alternativas de solución técnica que mejoren el laboratorio de estructuras, para de esta forma aportar al mejoramiento de la enseñanza práctica.

Interpretación de la **tabla 1.8**: La alternativa de solución técnica de construir estanterías para la colocación de herramientas la ubicó como la primera acción que se debe tomar en consideración, debido al 26.9% que alcanzó entre todos los estudiantes encuestados al momento de la ejecución de la investigación, sin descartar las opciones como: módulos para construir prototipos de aeronaves e

implementar una materia de tareas prácticas estructurales; debido a que no tienen una diferencia significativa.

Análisis de la **tabla 1.9**: La finalidad de esta pregunta es conocer qué porcentaje aportado el laboratorio en el conocimiento práctico de los estudiantes.

Interpretación de la **tabla 1.9**: Se ha notado un gran interés por parte de los docentes ya que han hecho de sus clases mucho más prácticas por lo que el 16.7% de los estudiantes encuestados han adquirido entre el 60 y 70% de conocimiento práctico en el laboratorio de estructuras.

Análisis de la **tabla 2.0**: Esta pregunta está enfocada a saber qué porcentaje de estudiantes han realizado pasantías, en que empresas y cuáles han sido sus principales inconvenientes que se les presentaron al realizar las mismas.

Interpretación de la **tabla 2.0**: El 67,6% de estudiantes que realizaron las pasantías indica que más de la mitad de los encuestados tienen experiencia necesaria para saber cuáles son los principales inconvenientes que tuvieron al momento de realizar las mismas, siendo así como uno de los principales la falta de familiarización con las herramienta y equipos, seguido con muy poca diferencia en su porcentaje el desconocimiento de llenado de tarjetas de mantenimiento y el manejo de manuales; Y además se logra conocer que empresas brindan mayor accesibilidad a los estudiantes para que puedan desarrollar sus pasantías siendo Ala 11 de Quito ,CEMA, CIDFAE, las tres que dan mayor acogida dan a los mismos.

Análisis de la **tabla 2.1**: Esta pregunta tiene el propósito de saber con qué herramientas están familiarizados los estudiantes y al mismo tiempo conocer cuáles son sus destrezas y habilidades con las mismas.

Interpretación de la **tabla 2.1**: El uso frecuente del laboratorio de estructuras por parte de los estudiantes los han hecho más diestros y hábiles en el manejo de llaves, manejo de desarmadores, manejo de martillos y manejo de esmeriles siendo estas herramientas las que los estudiantes saben mejor utilizar con un 5.46%

Análisis de la **pregunta 11**: Esta pregunta fue planteada para evaluar el grado de conocimiento que tienen los alumnos encuestados y de esta manera comprobar que la información que nos estaban brindando era válida.

Interpretación de la **pregunta 11**: Al momento de revisar los conceptos que emitían cada uno de los encuestados y compararlos con las definiciones teóricas se pudo verificar que los conocimientos de los encuestados son de acuerdo al nivel de enseñanza que están cursando de tal forma que su información brindada era válida.

Análisis de la **tabla 2.2**: Esta pregunta tiene la finalidad de conocer si los estudiantes se sienten cómodos al utilizar el laboratorio de estructuras.

Interpretación de la **tabla 2.2**: Las autoridades de la carrera deben tener en cuenta como una alternativa de incentivo hacia los estudiantes el mejoramiento de la confortabilidad del mismo para que estos se sientan motivados al realizar sus prácticas en el mismo ya que los estudiantes encuestados en su mayoría calificaron al laboratorio de estructuras como un nivel bueno con un 83.8%.

### 3.9 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

#### Conclusiones

- El estudio de Fortalezas y Debilidades contribuyó a concluir que acciones positivas se han ejecutado para el mejoramiento de la enseñanza teórica-práctica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones las mismas que son:
  - Incrementó una materia enfocada al desarrollo de prácticas estructurales en el laboratorio.
  - Contrató instructores con experiencia práctica en aviación comercial con sus respectivas licencias con el fin de transmitir sus conocimientos a los estudiantes.
  - Mejoró la distribución de equipos y herramientas en el Laboratorio de Estructuras.
  - Dieron Mantenimiento a equipos y herramientas que estaban no operacionales.
  - Facilitaron la accesibilidad a las herramientas existentes el pañol.
  
- Además el estudio de Fortalezas y Debilidades ayudó a concluir cuáles son las acciones que son necesarias complementar y ejecutar en el Laboratorio de Estructuras para seguir mejorando la enseñanza teórica-práctica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, tales como:
  - Mejorar el confort del laboratorio con el fin de brindar un ambiente agradable y acogedor a los estudiantes lo cual sea un motivó de entusiasmo que proporcione un mayor interés al momento de la realización de sus prácticas.
  - Colocar un letrero que indique el horario de atención del laboratorio.



- La encuesta permitió concluir que los docentes de las materias de Laboratorio de Mecánica Básica, Estructuras y Prácticas tutoriadas de Estructuras son los que complementan en mayor grado la teoría con la práctica, pero sería conveniente que sus conocimientos se actualicen tomando cursos de aeronaves comerciales.
- Mediante la encuesta se concluye que las materias que combina en mayor porcentaje la teoría con la práctica son Laboratorio de Mecánica Básica con una media aritmética de 3.622, Estructuras con una media aritmética de 3.351, Prácticas Tutoriadas de Estructuras con una media aritmética 3.30 las cuales obtuvieron un mayor porcentaje entre los encuestados.
- Los estudiantes tienen una mayor destreza en las tareas de cortado de remaches, remachado, taladrado de agujeros en láminas, remoción de remaches, cortado de láminas, identificación de remaches, lo cual se concluye que están recibiendo una capacitación adecuada de estas tareas por parte del docente pero existe la necesidad de que se complemente con proyectos prácticos que involucren o incluyan el desarrollo de las demás tareas.
- Mediante la encuesta se detectó las causas principales por lo que los estudiantes no pueden desempeñar algunas de las tareas de mantenimiento son; falta de práctica, falta de laboratorios, falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves, falta de manuales de tareas prácticas que sirvan como guías para el desarrollo de las mismas; las cuales nos llevan a concluir que hay la necesidad de que se busque solución para corregir estas causas.
- La investigación permitió concluir que la falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves ya no es una alternativa de solución porque el módulo constaría de herramientas que ya existen en el pañol del

laboratorio y permite desempeñar tareas estructurales que ya están siendo desempeñadas sin la necesidad de módulos.

- La investigación permitió concluir que una serie de factores como; la falta de accesibilidad al pañol, el desconocimiento de la existencia de estanterías en el interior del pañol, provocaron que los estudiantes señalaran como una alternativa de solución la construcción de las mismas en el laboratorio; los mismos factores y falta de experiencia en la realización de proyectos por parte de nosotros, influyeron para que se la agregue como una alternativa de solución en la encuesta.
- La encuesta permitió concluir que el laboratorio aportó con un gran porcentaje en el conocimiento práctico de los estudiantes, por lo que en síntesis significa que ellos están en condiciones de desarrollar prototipos de partes estructurales de aeronaves en la que se aplique la mayoría de tareas aprendidas por los mismos.

## Recomendación

- En base a la parte 147.21 de requisitos generales del plan de estudios, se recomienda que una hora clase no debe tener una duración menor de 45 minutos; y la investigación permitió saber que el ITSA no está cumpliendo con este requerimiento debido a que su hora clase es de 30 minutos.
- Los requerimientos del equipo de instrucción que una Escuela debe contar según la subparte 147.17 son:
  - Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado.
- La parte 147 aclara que la Escuela debe contar con una aeronave certificada que permita a los estudiantes que se familiaricen por lo se cree conveniente que el Instituto debe hacer la adquisición inmediata de la misma.
- Es justo aclarar que la escuela no cuenta con Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados pero que están en proceso de implementación declaraciones dadas por el Director de la Carrera de Mecánica Aeronáutica ya que mediante un proyecto de grado se esta aplicando la implementación mencionada.
- La falencia de mayor consideración que deben tomar en cuenta las autoridades correspondientes es la falta de ejecución de los docentes en la relación teórica-práctica, por lo que se puede sugerir a las autoridades de la Carrera buscar un sistema de evaluación que les permita un mayor control del desempeño de los docentes.
- Tomando en cuenta que más de la mitad de los estudiantes encuestados han realizado prácticas y que los principales problemas que se les han suscitado

ha sido la falta de familiarización con las herramientas y equipos, desconocimiento en el llenado de tarjetas de mantenimiento y el manejo de manuales, vemos necesario sugerir a las autoridades competentes prestar mayor atención a los problemas mencionados para su solución.

- Las empresas que dan mayor facilidad a los estudiantes para la realización de sus pasantías son Ala 11 de Quito, CEMA, CIDFAE, los cuales no cubren la demanda de estudiantes que requieren realizar las pasantías, a lo cual se sugiere a las autoridades gestionar convenios con más operadoras de vuelo para que faciliten la apertura de sus compañías, así también la incentivación de proyectos de grado enfocados al mejoramiento del laboratorio del ITSA y dictar cursos de actualización de aeronaves comerciales a los docentes que enseñen materias de especialidad.

#### **4. Factibilidad del Tema:**

##### **4.1 Técnica**

Analizando el respectivo manual de entrenamiento de la Academia Inter-Americana de las Fuerzas Aéreas (INTER-AMERICAN AIR FORCES ACADEMY) de Texas, EEUU, la situación actual del Laboratorio de Estructuras del ITSA y de los estudiantes que cursan los tres últimos niveles de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones; para así saber con qué herramientas, manuales didácticos y equipos cuenta el laboratorio, así también saber cuál es el nivel de enseñanza teórico-práctico que han alcanzado los estudiantes al momento, para de esta manera poder orientar a la investigación a un rumbo definido y claro, para lo cual se utilizó una entrevista dirigida al encargado del laboratorio, la técnica de la observación y mediante un análisis de Fortalezas y Debilidades realizado al laboratorio.

La entrevista ayudó a obtener información de las tareas de mantenimiento que se pueden realizar en el laboratorio así como también las herramientas, equipos que existen en el pañol y saber si existen manuales didácticos en la que los estudiantes se puedan guiar para realizar prácticas específicas en estructuras ya sea de construcción como de reparación de alguna parte o sub parte de aeronave, por lo que se ha visto en la necesidad de crear un manual didáctico e ilustrativo, el cual contenga todos los pasos, herramientas y equipos a utilizar, material, y especificaciones técnicas para la construcción de un prototipo estructural del ala, está es una práctica muy importante para los estudiantes ya que abarca la mayoría de tareas de mantenimiento aprendidas en la materia de Prácticas Tutoriadas de Estructuras, y además se contará con información que ofrecerá, la construcción de un prototipo estructural del ala por parte del alumno Andrés Balcázar de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, el cual va a realizar en su tema de proyecto de grado, lo cual será de mucha utilidad ya que servirá para tomar detalles que no ofrezcan las otras fuentes para la creación del manual.

## **4.2 Legal**

Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 100 la cual habla acerca de la fábrica de manuales, además el marco legal que se ha aplicado para el desarrollo de la investigación son las Regulaciones Aeronáuticas de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Específicamente la RDAC 147 que trata sobre Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, la sub parte B referente a requerimientos de Certificación y sub parte C referente a reglas de operación.

## **4.3 Operacional**

Con la finalización de esta ayuda didáctica se obtendrá grandes beneficios tanto para docentes como para los estudiantes ya que para su operación no tiene ninguna restricción que impida su manejo ya que se pondrá énfasis en proporcionarles un manual que sea lo más claro y entendible: y que su manejo sea de lo más sencillo ya que se buscará utilizar términos que sean los más comunes dentro de la aviación.

Sin olvidar los principios básicos de seguridad dentro de un taller de mantenimiento para la manipulación de las herramientas y teniendo en cuenta los valores básicos de respeto para el manejo del manual con el objetivo de conservarlo en buen estado.

#### 4.4 Económico Financiero

**Tabla 2.3 Presupuesto del Tema**

##### **Costos Primario**

<b>Nº</b>	<b>Materiales</b>	<b>Precio</b>	<b>Total(dólares)</b>
1	Servicio de computadora para desarrollo del tema	0.80ctvsxhora	180USD
2	Hojas de papel bond	0.02ctvs	20USD
3	Cartuchos para impresión	20	60USD
4	Servicio de Internet	0.80ctvsxhora	30USD
<b>TOTAL</b>			<b>290USD</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Calderón Luis

##### **Costos Secundarios**

<b>Nº</b>	<b>Material</b>	<b>Costo</b>
1	Pago aranceles Derechos de Grado	120 USD
2	Transporte y varios	120 USD
3	Anillados y empastados	50 USD
<b>TOTAL</b>		<b>290 USD</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Calderón Luis

**Tabla 2.4 Recurso Para la Investigación del Anteproyecto  
Costos Primarios**

<b>Nº</b>	<b>Material</b>	<b>Costo</b>
1	Estadía en Latacunga para la investigación	300 USD
2	Transporte y varios	120 USD
3	Anillados y empastados	50 USD
<b>TOTAL</b>		<b>470 USD</b>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Calderón Luis

**Tabla 2.5 Análisis Costo-Beneficios**

<b>COSTO</b>	<b>BENEFICIO</b>	
	<b>TANGIBLE</b>	<b>INTANGIBLE</b>
Elaboración del manual 580 USD		Los estudiantes ganan la experiencia que la obtienen recibiendo cursos de especialización en estructuras 1500 USD
Costos totales 580 USD	Beneficios totales 1500 USD	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Calderón Luis



## **5. Denuncia Del Tema**

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE AYUDA DIDÁCTICA PARA LOS DOCENTES Y ESTUDIANTES, EL CUAL CONTENGA TODOS LOS PASOS, HERRAMIENTAS, EQUIPOS A UTILIZAR, MATERIAL, Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA”.

## Cronograma

Tabla 2.6 Cronograma de actividades.

N°	ACTIVIDADES	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT-OCT-NOV.				DIC-ENE				FEBRERO			
		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	Formulación de Ideas	X																											
2	Recopilación de Datos		X	X																									
3	Elaboración del Anteproyecto				X	X	X	X	X	X	X																		
4	Presentación del Anteproyecto										X																		
5	Aprobación del Anteproyecto											X	X	X	X														
6	Desarrollo del Tema															X	X	X	X										
7	Desarrollo del Informe Final Trabajo de graduación.																			X	X	X	X						
8	Pre defensa del Trabajo de Graduación.																					X	X						
9	Defensa del trabajo de graduación																								X	X			

---

**Sr. Calderón Luis**

**Investigador**

## ANEXO “A”

En la técnica de la observación se utilizó el siguiente formato para facilitar la recolección de datos.

### FORMATO DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES

1. Infraestructura propia y adecuada	si.....	no.....
2. Equipos y Herramientas disponibles	si.....	no.....
3. Horarios de atención	si.....	no.....
4. Mantenimiento y limpieza del laboratorio	si.....	no.....
5. Distribución aceptable del espacio físico	si.....	no.....
6. Normas de comportamiento en el Laboratorio	si.....	no.....
7. Iluminación	si.....	no.....
8. Indicaciones para el uso de herramientas	si.....	no.....
9. Depósitos de basura	si.....	no.....
10. Botiquín de emergencias	si.....	no.....
11. Equipos de seguridad personal	si.....	no.....
12. Instalaciones de abastecimiento de energía para funcionamiento de equipos y herramientas	si.....	no.....

## ANEXO “B”

Las siguientes fotografías muestran aspectos que fueron tomados en cuenta en la investigación de campo.

### INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LAS AULAS DEL ITSA



Exterior de las aulas



Fachada exterior



Pasillos



Patios



Materiales didácticos de enseñanza



Interior de las Aulas

INFRESTRUCTURA FÍSICA DEL LABORATORIO DE MECÁNICA  
MENCION AVIONES DEL ITSA.



Oficina del Pañol



Bloque 42



Pañol de herramientas



Laboratorio de la Carrera de  
Mecánica Mención Aviones

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS CON LAS QUE CUENTA EL LABORATORIO DE MECÁNICA MENCION AVIONES DEL ITSA.



Esmeril



Cizalla Hidráulica



Baroladora eléctrica.



Cizalla de pedal



Dobladora de cajón



Horno de tratamiento térmico



Taladro de pedestal



Torno paralelo



Prensa hidráulica



Distribuidor de aire neumático



Sierra circular



Barroladora manual.



Mesa con Entenallas

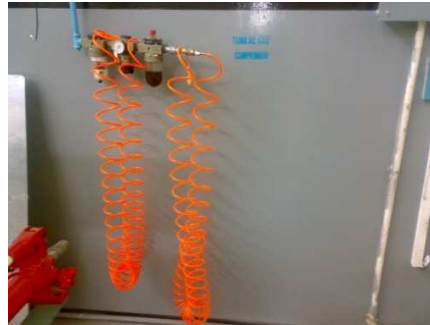


Máquina soldadora





Fuente eléctrica



Fuente neumática



Iluminación



Tomas eléctricas



Tubería neumática



Maqueta ilustrativa de remaches



## EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN EN EL LABORATORIO



Botiquín de emergencias



Extinguidor de fuego



Manguera contra incendios



Letrero de precaución en el trabajo



Letrero de salida de emergencia



Señalización de tránsito

## ANEXO "C"

### Formato de la encuesta

Nombre:.....

Fecha:.....

Carrera..... Nivel.....

1.- ¿Cree Ud. que se debería realizar estudios de investigación que den como resultado nuevas alternativas de innovación y mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica de la carrera de mecánica mención aviones?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

En caso de haber contestado la pregunta en forma afirmativa, continúe por favor con las siguientes preguntas.

2.- ¿Cuáles de las siguientes materias combinan la teoría con la práctica?  
(Marcar con una X su aplicación e indicar cuantas horas)

Laboratorio de Mecánica Básica.....Aplicación.....horas semana  
Avión en General.....Aplicación.....horas semana  
Estructuras.....Aplicación.....horas semana  
Estructuras no metálicas.....Aplicación.....horas semana  
Prácticas Tutoriadas de estructuras..... Aplicación.....horas semana  
Soldadura..... Aplicación.....horas semana

3.- ¿Qué porcentaje práctico cree Ud. que cubre en el programa analítico las siguientes materias? (marque con una X).

MATERIAS	PORCENTAJES					
	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Lab. de Mecánica Básica						
Avión en General						
Estructuras						
Estructuras no metálicas						
Prac. Tutoriadas de estructuras						
Soldadura						

4.- ¿Qué tareas de mantenimiento puede Ud. realizar?

Identificación de remaches	si..... no.....
Esquemas simples de reparación	si..... no.....
Cortado de remaches	si..... no.....
Taladrar agujeros en láminas	si..... no.....
Avellanado de láminas	si..... no.....
Cortado de láminas	si..... no.....
Formación de ángulos en láminas	si..... no.....
Formación de traslapados	si..... no.....
Remachado	si..... no.....
Reparación con parches	si..... no.....
Reparación de áreas presurizadas	si..... no.....
Reparación a ras de la estructura	si..... no.....
Reparación con sellantes	si..... no.....
Remoción de remaches	si..... no.....
Tareas de soldadura	si..... no.....
Construcción de prototipos de partes estructurales	si..... no.....

En caso de haber contestado en cualquier tarea NO; señale las causas por las cuales no ha desarrollado estas habilidades con su respectivo porcentaje.

	SEÑAL	PORCENTAJE
• Falta de práctica	_____	_____
• Falta de laboratorios	_____	_____
• Falta de experiencia del docente	_____	_____
• Falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves	_____	_____
• Falta de manuales de tareas prácticas que sirvan como guía para el desarrollo de las mismas.	_____	_____
• Falta de instructores especializados	_____	_____
• Falta de confort en el laboratorio	_____	_____
• Docente que no brindan la facilidad de entendimiento en las materias de especialidad	_____	_____

5.- ¿A qué factores atribuye la falta de actualización y mejoramiento del laboratorio de estructuras?

- |                                                                                           |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| • Desinterés en las autoridades                                                           | _____ |
| • Mala gestión de los alumnos                                                             | _____ |
| • Mala gestión de los directores de la carrera                                            | _____ |
| • Falta de presupuesto                                                                    | _____ |
| • Falta de ejecución de los docentes en la relación teórica práctica en el plan analítico | _____ |

6.- ¿Según su criterio que debería hacer la Carrera de Mecánica Aeronáutica para mejorar el laboratorio de estructuras?

- Incentivar la aplicación de proyectos de grado

- enfocados al mejoramiento del laboratorio. \_\_\_\_\_
- Gestionar partes de aeronaves \_\_\_\_\_
- Realizar encuestas por parte de la carrera enfocadas a saber cuáles son las necesidades del estudiante para su adiestramiento práctico. \_\_\_\_\_
- Gestionar convenios con las operadoras de vuelo que faciliten la utilización de sus talleres. \_\_\_\_\_
- Dictar cursos de actualización de aeronaves comerciales a los docentes de especialidad. \_\_\_\_\_

7.- ¿Cuál de estas alternativas cree Ud. que aportarán al mejoramiento del laboratorio de estructuras?

- Módulos para construir prototipos de alas de aeronaves ( )
- Implementar una materia de tareas prácticas estructurales ( )
- Creación de manuales para el desarrollo de trabajos prácticos ( )
- Mejorando el confort del laboratorio ( )
- Facilitando la accesibilidad de las herramientas del pañol con la construcción de estanterías ( )

8.- ¿Señale el porcentaje de conocimiento práctico que cree Ud. Haya adquirido en el Laboratorio de estructuras?

PORCENTAJES	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

9.- ¿Ha realizado Ud. pasantías en alguna empresa que brinde mantenimiento de aeronaves, indique en cuál empresa?

SI.....NO..... Empresa.....

Si su respuesta fue SI, indique con una (X) cuáles fueron los principales inconvenientes que se le presentaron.

- Alojamiento \_\_\_\_\_
- Viáticos \_\_\_\_\_
- Distancias \_\_\_\_\_
- Desconocimiento en el manejo de herramientas \_\_\_\_\_
- Desconocimiento en el manejo de manuales \_\_\_\_\_
- Desconocimiento en las tareas de remachado \_\_\_\_\_
- Desconocimiento en el llenado de tarjetas de Mantto \_\_\_\_\_
- Falta de familiarización con herramientas y equipos \_\_\_\_\_

10.- ¿Cuáles de los siguientes equipos y herramientas saben utilizar?

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	RESPUESTAS
• Dobladora de cañerías	_____
• Presa hidráulica	_____
• Torno en paralelo	_____
• Esmeril	_____
• Baroladora manual	_____
• Cizalla de corte	_____
• Horno de tratamiento térmico	_____
• Taladro de pedestal	_____
• Máquina de soldadura	_____
• Entenallas	_____
• Llaves	_____
• Entorchadores	_____
• Martillo neumático	_____
• Rápida	_____

- Sierra manual \_\_\_\_\_
- Tensiómetro \_\_\_\_\_
- Gramil \_\_\_\_\_
- Máquinas dobladoras de láminas \_\_\_\_\_
- Martillo \_\_\_\_\_
- Taladro \_\_\_\_\_
- Micrómetro \_\_\_\_\_
- Pie de rey \_\_\_\_\_
- Calibrador \_\_\_\_\_
- Lima \_\_\_\_\_
- Desarmador \_\_\_\_\_

11.- ¿Qué entiende Ud. por reparación y mantenimiento de estructuras de aeronaves?

Reparación.....

Mantenimiento.....

12.- ¿Califique el nivel de confort del laboratorio de estructuras según su criterio?

- Malo \_\_\_\_\_
- Bueno \_\_\_\_\_
- Muy Bueno \_\_\_\_\_
- Excelente \_\_\_\_\_

GRACIAS POR SU COLOBORACIÓN

-----

FIRMA DEL ENCUESTADO

## **ANEXO “D”**

### Formato de la entrevista

Entrevistado:

Cargo que desempeña:

Fecha:

Hora:

- 1.- ¿Qué equipos se encuentran operando correctamente?
- 2.- ¿Dónde se encuentra ubicados los manuales de los equipos?
- 3.- ¿El laboratorio cuentan con un pañol de herramientas?
- 4.- ¿Con qué tipos de herramientas cuenta el pañol?
- 5.- ¿Cuáles son las personas encargadas del laboratorio?
- 6.- ¿Cuál es el estado de las redes neumáticas y eléctricas?
- 7.- ¿Cuántas personas al día visitan el laboratorio para realizar prácticas?
- 8.- ¿Qué tareas de mantenimiento estructural se puede ejecutar en el laboratorio?
- 9.- ¿Se encuentra funcionando la iluminación del laboratorio?
- 10.- ¿Cuál es el encargado de dar mantenimiento a los equipos y herramientas?
- 11.- ¿Cuál es el horario de atención del laboratorio?



## ANEXO "E"

FOTOGRAFÍAS DE LOS TALLERES DE LA IAAFA FACILITADO POR PARTE DEL SARGENTO KELVER SHULCA



## ANEXO "G"

### FOTOGRAFÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ALA POR PARTE DE ANDRÉS BALCÁZAR



Taller de estructuras del CIDFAE.



Realización de cálculos.



Proceso de cortado.



Proceso de limado y lijado.



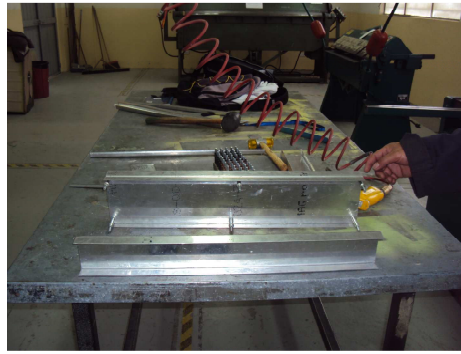
Proceso de doblado.



Partes fabricadas.



Fabricación de la parte de la costilla.



Mesa de trabajo.



Sujeción con clecos.



Recolección de información.



Proceso de taladrado.



Partes ensambladas con clecos.





Partes aplicadas el anticorrosivo.



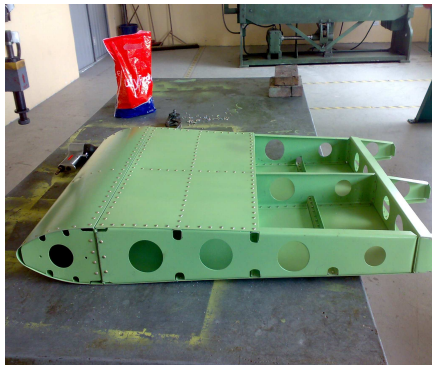
Preparación del taladro de pedestal.



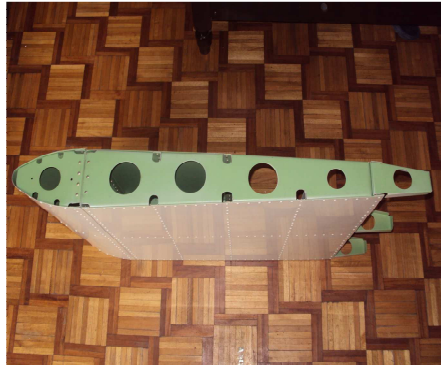
Costillas fabricadas.



Proceso de formación del perfil.



Prototipo remachado.



Prototipo terminado.

## **ANEXO “H”**

### **MANUAL PARA CONSTRUIR PROTOTIPOS DE ALAS**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo que e puesto a su consideración ha sido elaborado con esfuerzo y responsabilidad en busca de aportar a la formación académica de cada uno de los estudiantes que están en formación de su vida profesional, para el cual se ha realizado una constante investigación a fin de compilar en su totalidad cada uno de los documentos que sirvan para beneficio del adiestramiento de técnicos en estructuras y permita brindar conocimientos nuevos e innovadores que incentiven a descubrir nuevos talentos que podemos desarrollar y mejorar día tras día.

La finalidad de este manual es servir como guía tanto para estudiantes como para docentes, que sea de fácil entendimiento y explícito en cada una de las tareas que se le designa realizar.

Esta iniciativa contiene una selección de textos relevantes extraídos de diversos manuales técnicos y aprobados por cada una de las Autoridades Aeronáuticas en sus distintos países. También cabe mencionar que cada uno de los capítulos tiene un fin en común por lo cual no es conveniente que se excluya alguno al momento de su instrucción porque ocasionaría vacíos al momento de leer la información del siguiente capítulo ya que los mismos son complementarios y permiten el desarrollo del próximo.

“Amigo, amiga, recuerda que el éxito comienza con la voluntad del hombre y que para triunfar es necesario hacer las cosas mejor que los demás; la compilación es un documento de trabajo, que con la constancia y compromiso de Ud., amigo (a) lector (a), cobrará vida en la búsqueda de una formación profesional y humana de renovada trascendencia.”

## **RESUMEN**

Presentamos un manual para la “Construcción de Prototipos de Alas”, con la esperanza de colaborar en la formación de futuros mecánicos aeronáuticos.

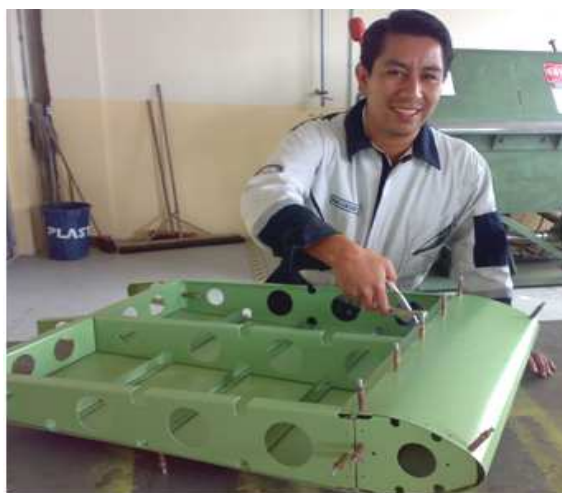
La finalidad pedagógica del manual nos ha orientado a estructurarlo en cuatro capítulos, distribuyendo la seguridad, terminología general, herramientas para la construcción y las fases de construcción en el orden mencionado anteriormente.

Para facilitar su comprensión se recomienda una lectura detenida y el cumplimiento de todas las tareas que se le designa para lograr obtener resultados óptimos.

Sus conocimientos podrán ser reforzados con los ejercicios que proponen los capítulos, además presentamos gráficos que ilustran las tareas y facilitan la comprensión.

El vocabulario utilizado en el desarrollo de los capítulos es el más común dentro del campo de la aviación.

# SEGURIDAD AÉREA Y TERRESTRE



## **SEGURIDAD EN LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS**

La seguridad es un oficio de carácter permanente; es algo que nos afecta las 24 horas de cada día ya sea que estemos trabajando o descansando. Una manera segura de vivir y trabajar es muy importante para usted y para sus compañeros, no sólo en el presente sino también en el futuro. Esto se puede afirmar porque una lesión que nos incapacite podrá alterar los planes que tengamos para un futuro feliz.

En esta época en que vivimos, ¿estamos conscientes de la seguridad? basta con darle un vistazo a un periódico diario para obtener la respuesta. Muchos titulares y reportajes tratan sobre algún incidente trágico que ha incapacitado o les ha quitado la vida a muchas personas, a veces inocentes. Lo más trágico es que la mayoría de los accidentes pudieron prevenirse. Es por ello que las organizaciones civiles publican tantos manuales de seguridad en un esfuerzo por hacer que las personas estén conscientes de los peligros que causan los accidentes.

Por lo que se acaba de expresar, es fácil notar que esta guía de estudio va dirigida a usted. Debe leerse totalmente y comprenderse a cabalidad. Es tan importante esto de la seguridad que no debe limitarse al material contenido en este curso, sino que para mantenerse al día, deberá leer todo lo que trate sobre seguridad que le sea asignado o que se le presente en sus lecturas cotidianas. Un poco de esfuerzo adicional en el aprendizaje de las reglas de seguridad será un factor que contribuirá a que usted viva una vida más feliz y provechosa.

A pesar de que su trabajo o lugar de prácticas no siempre sea el más peligroso del mundo, es el lugar donde pasa la mayor parte de su tiempo y será durante las horas de trabajo en que usted pueda ayudar u obstaculizar la eficacia de su organización de acuerdo con el grado de interés con que observe las reglas de seguridad. En efecto, consideremos algunas prácticas corrientes de seguridad que usted y sus compañeros de trabajo deberán observar. En este folleto repasaremos varios aspectos de la seguridad, incluyendo las buenas medidas de orden y aseo, la prevención de incendios, los peligros eléctricos y la seguridad en la línea de vuelo, así como el debido cuidado de las herramientas.



## 1.-INTRODUCCIÓN A LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Aproximadamente el 88 por ciento de todos los accidentes son causados por las acciones inseguras de las personas. Por lo tanto, es de suma importancia estar alertas y tratar de corregir o controlar nuestro comportamiento antes de que ocurra algo. El personal que repara las estructuras de los aviones trabaja con muchos tipos de equipo en toda clase de ambientes, los cuales a veces son peligrosos debido a la naturaleza del trabajo.

Los accidentes no ocurren sin causa. El señalamiento y la eliminación de las causas de los accidentes son esenciales para su prevención.

**1.1-Causas de accidentes.** Los accidentes prevenibles pueden encontrarse en las causas que se originan en la herencia y en el ambiente de los primeros años de los individuos. Estos inicios podrán ser por las características personales que le permiten a una persona ejecutar un acto inseguro, pasar por alto o tolerar una condición insegura que pueda producir un accidente. La detección y eliminación de las características inseguras (como la falta de atención, la excitabilidad, la impaciencia y la terquedad) generalmente son sumamente difíciles. Por otro lado, la eliminación de condiciones y actos inseguros es un medio relativamente sencillo y eficaz de prevenir los accidentes.

Las condiciones y los actos inseguros constituyen la causa inmediata de todo accidente. Por lo general las condiciones y actos inseguros pueden preverse, identificarse fácilmente y eliminarse casi inmediatamente después de ser descubiertos. De esto se trata la prevención de accidentes. Si se pueden identificar y eliminar las causas básicas, las condiciones y actos inseguros serán suprimidos y el accidente no podrá ocurrir. Por consiguiente, es necesario descubrir las causas básicas cuando sea posible.

**1.2.-Métodos de prevención.** Existen varios métodos para eliminar o advertir a las personas respecto a las condiciones o actos que puedan provocar accidentes. Todos los días estaremos en contacto con alguna forma de estos métodos.

**a).-Ingeniería.** Los accidentes o las condiciones inseguras causadas por el ambiente y el equipo a menudo pueden ser eliminados por medio de la aplicación de

principios de ingeniería. El equipo y las instalaciones deben ser diseñadas, construidas y mantenidas tomando en consideración los principios seguros de la ingeniería.

Podrá ser necesario efectuar revisiones o modificaciones mecánicas para eliminar las condiciones inseguras existentes; podrá ser necesario crear dispositivos especiales para corregir ciertas condiciones inseguras y, en algunos casos, para prevenir los actos inseguros. En términos generales la ingeniería de la seguridad implica controlar las condiciones de trabajo para reducir al mínimo los peligros físicos. Algunos ejemplos de la ingeniería de la seguridad son: el diseño de protectores para las máquinas, plataformas de trabajo, equipo personal de protección y barandillas.

**b).-Educación y adiestramiento.** Así como la ingeniería de la seguridad es el medio más efectivo de eliminar las condiciones inseguras, la educación y el adiestramiento son medios efectivos de prevenir los actos inseguros de los individuos. Mediante las instrucciones adecuadas, las personas adquieren conocimientos provechosos y desarrollan actitudes seguras. La conciencia respecto de la seguridad obtenida a través de la educación será complementada por la ampliación de la enseñanza en aspectos y tareas específicas. El adiestramiento le proporciona a cada individuo un instrumento personal de seguridad al inculcarle hábitos seguros para el desempeño de sus funciones.

**c).-Ejecución de normas de seguridad.** Los accidentes generalmente pueden prevenirse por medio de la ingeniería de la seguridad, la educación y el adiestramiento. Sin embargo, algunas personas son un peligro para sí mismas y para los demás debido a su falta de cumplimiento con las normas de seguridad establecidas. Para estas personas, es necesaria la imposición estricta de las normas de seguridad. Ningún esfuerzo organizado para la prevención de accidentes podrá alcanzar el éxito sin una imposición eficaz porque con frecuencia, los accidentes ocurren como resultado directo de la violación de los principios de seguridad. Esto es particularmente cierto en el caso de accidentes de vehículos, muchos de los cuales son causados por actos inseguros que constituyen infracciones de las leyes de tránsito.

Ejercicios:

1. ¿De qué trata el Programa de Prevención de Accidentes?
2. ¿Cuál es el propósito de la ingeniería de la seguridad?
3. ¿Por qué es necesaria la imposición de las normas de seguridad?
4. ¿Cómo se desarrolla una conciencia respecto a la seguridad?
5. ¿Cuáles son las causas inmediatas de los accidentes?
6. ¿Qué factor de la prevención de accidentes es difícil de detectar y eliminar?
7. ¿Qué factor influye directamente en el desempeño de los individuos con respecto a la seguridad?

**1.3.-AFOSH serie 127.** Los libros de texto para la seguridad en el taller y en la línea de vuelo son los Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo, el AFOSH Serie 127. Contiene información práctica sobre prevención de accidentes para todo el personal de la Fuerza Aérea. No obstante, el AFOSH 127 no puede abarcar todas las situaciones. Por lo tanto, la habilidad para reconocer y enfrentarse a las condiciones peligrosas o al equipo defectuoso podrá salvarnos la vida. Hay que trabajar con seguridad en todo momento.

Lo que se desea destacar en este reglamento es que todo individuo es responsable de la seguridad. La ropa que se vista, el equipo y las herramientas que se usen, el cumplimiento de las reglas de seguridad y los hábitos personales, son aspectos que se pueden controlar. La forma de controlarlos determinará la seguridad con que se trabaja.

## **2.-MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD.**

Hay ciertas medidas de seguridad que se deben observar todos los días para protegerse durante las horas de trabajo. El poco tiempo que tarde cumplir con estas medidas de seguridad será de mucho beneficio en el futuro.

**2.1.-Fumar.** No se permite fumar a menos de 50 pies de un hangar, tanque de combustible, avión estacionado o sitio donde se almacenan materiales inflamables. Es importante obedecer estas reglas sobre el fumar a fin, de prevenir lo que se ilustra en la Figura 1.1.

**2.2.-Payasadas.** Las payasadas están estrictamente prohibidas, particularmente alrededor de los aviones y durante las operaciones de mantenimiento. Los juegos

pesados no sólo son peligrosos para las personas, sino que pueden provocar y han provocado averías extensas en los aviones y lesiones graves en las personas.

**2.3.-Ropa.** La ropa es un factor importante que se debe considerar cuando se hace énfasis en la seguridad. El uso de la ropa adecuada a menudo determina la diferencia entre una condición de trabajo segura o peligrosa. Es peligroso el uso de ropa holgada cerca de la maquinaria. La ropa holgada puede engarzarse en las partes móviles de una máquina, arrastrándole hacia ella. Tómese un minuto y revise su ropa antes de comenzar un trabajo que implique estar cerca de las máquinas eléctricas.

La ropa impregnada de aceite o disolvente también es peligrosa. Una chispa podría encender una sustancia inflamable y causar graves quemaduras. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos proporciona ropa especial para los trabajos peligrosos o para trabajos que deben realizarse en áreas peligrosas. Nos puede proteger contra las lesiones. No importa la opinión que tenga de alguna prenda de seguridad, úsela.

**2.4.-Joyas.** Es una práctica peligrosa usar joyas cuando se ejecuta cualquier trabajo de mantenimiento. El metal es un conductor de la electricidad y se calienta rápidamente cuando a través de él pasa una corriente eléctrica. Hasta un contacto momentáneo con un conductor eléctrico puede calentar un anillo o un reloj hasta el punto de causar una grave quemadura. Jamás colocaríamos intencionalmente un hierro caliente sobre alguna parte de nuestro cuerpo; por lo tanto, ¿por qué aventurarnos usando un reloj o un anillo? Antes de comenzar a trabajar, debemos quitarnos todas las joyas.

Otra razón por la cual debemos quitarnos las joyas, es la posibilidad de que un reloj o anillo se enganche con una esquina pronunciada o un perno que sobresale. Ha habido personas que han perdido un dedo a causa de un anillo enganchado con algún objeto al saltar para bajarse de algún equipo. Debemos protegernos quitándonos las joyas antes de comenzar cualquier trabajo. Los hábitos que adquirimos en el trabajo son importantes para la prevención de accidentes.



Figura 1.1. Prohibido Fumar  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

Ejercicios:

1. ¿Qué clase de información se encuentra en el AFOSH Serie 127?
2. Indique las reglas de seguridad relativas a fumar.
3. ¿Por qué es necesario quitarnos todos los anillos antes de efectuar algún trabajo de mantenimiento?
4. Cite dos situaciones en que la ropa podría causar un accidente.
5. ¿Por qué están prohibidas las payasadas?

### **3.-SEGURIDAD EN EL TALLER**

El orden y el aseo desempeñan un papel importante en la prevención de accidentes en un taller de reparación de estructuras de aviones; el orden y el aseo son funciones de todas las personas. Es una función del supervisor, del técnico, del especialista y el aprendiz mantener el taller limpio y seguro. Para ello existe una regla básica: "Si hay algo que no hacemos en la casa, no lo hagamos aquí".

La calidad del aseo y del orden indica la eficiencia general de las funciones del taller. Además de ser la causa de muchas lesiones y peligros para la salud, un orden y aseo ineficientes contribuyen a la propagación de incendios. El orden y aseo recibirán la debida consideración al planear todas las actividades. A continuación se presentan algunas buenas medidas para el orden y aseo que deben observar a fin de reducir las causas de los accidentes.

**3.1.-Pisos del taller.** Los pisos del taller deben mantenerse limpios y libres de aceite, grasa, agua u otros materiales peligrosos y resbalosos. No se debe permitir la acumulación de limaduras o fragmentos de metal, ni de otros objetos que puedan hacer que una persona resbale o tropiece. Una vez que se termina un trabajo, se debe limpiar el área.

**3.2.-Materiales de desecho.** Los trapos aceitosos, desechos y otros materiales saturados con sustancias inflamables, deben depositarse en recipientes de metal equipados con tapas de cierre automático. Estos recipientes deben estar claramente marcados para que en ellos se depositen solamente desechos.

En el caso de los fragmentos de metal, debe haber recipientes separados para cada tipo de metal. Los fragmentos de metal deben ser tan pequeños que no sobresalgan del recipiente y no le causen una cortada a quien camine cerca del mismo.

**3.3.-Almacenamiento de las herramientas del taller.** Todo equipo del taller debe tener un sitio adecuado para su almacenamiento. Después de usar una herramienta o equipo, se debe devolver a su sitio; con esto no sólo se reduce la posibilidad de un accidente, sino que se asegura que la siguiente persona que use la herramienta o equipo pueda encontrarla fácilmente.

**3.4.-Almacenamiento de metales.** Cada clase de metal debe almacenarse por separado marcarse debidamente para impedir el uso del tipo incorrecto y prevenir la corrosión galvánica. Esta corrosión ocurre por causa del proceso de electrólisis entre los metales disímiles.

Los metales deben almacenarse en un estante que sea fácilmente accesible. El estante para almacenar los metales sirve para conservarlos alejados del piso, donde pueden ser un peligro para la seguridad. En ningún caso se deben cortar pequeños trozos de metal mientras éste se encuentre aún en el estante. Si se necesita un trozo, retire el metal del estante, corte lo que necesita y vuélvalo a colocar en su lugar. Puede que se tarde un poco más pero podrá salvarle el dedo la próxima vez que vaya a buscar un trozo de metal al estante.

**3.5.-Almacenamiento de productos químico.** Es de suma importancia recalcar las precauciones que se deben tener cuando se almacenan productos químicos. Su almacenamiento inadecuado puede causar fuegos, explosiones y daños personales.

A continuación se presentan algunas reglas básicas que se deben observar cuando se almacenan productos químicos:

- El área de almacenamiento debe ser fresca y seca.
- Debe haber ventilación adecuada para impedir la acumulación de emanaciones.
- Los ácidos y álcalis deben ser claramente marcados y almacenados individualmente.
- Si es necesario que almacenemos productos químicos, tendremos que manipularlos. Por consiguiente, es necesario conocer las reglas pertinentes, que son:
  - Estar seguro de saber de qué producto químico se trata antes de manipularlo.
  - No fumar mientras se manipulan productos químicos.
  - Limpiar inmediatamente los productos químicos derramados.
  - Lavarse con abundante agua si algún ácido le ha caído encima. Aplicarse bicarbonato de sodio para neutralizar los efectos de lo derramado.
  - Proporcionar una ventilación adecuada.

Ejercicios:

1. ¿Qué regla de seguridad debe observarse para impedir que las personas se resbalen en el taller de reparación de estructuras de aviones?
2. ¿Qué regla de seguridad debe observarse con relación a los trapos aceitosos?
3. Para evitar lesiones, ¿qué medida de seguridad debe observarse cuando se depositan fragmentos de metal en un recipiente?
4. Para evitar lesiones cuando se retiran láminas de los estantes de almacenamiento, ¿qué procedimiento de trabajo no debe seguirse?
5. ¿Cuáles son las tres medidas de seguridad que deben observarse cuando se almacenan productos químicos usados en un taller de reparación de estructuras de aviones?

#### 4.-PREVENCIÓN DE INCENDIOS

En estrecha relación con el orden y aseo está un adecuado sistema de prevención de incendios, el cual es necesario porque la mejor cura para cualquier incendio es impedir que ocurra. Todas las precauciones relativas a la prevención de incendios deben ser observadas por todos. Hay que saber lo que se debe hacer y cómo hacerlo si llega a ocurrir un incendio.









CLASES DE INCENDIOS				
 Incendio de <b>Clase A</b> Madera, papel, tela, etc.	Espuma o soda-ácido 	Bomba de agua 	Cartucho o de gas 	Otros tipos que pueden ayudar en los fuegos pequeños de <b>Clase A</b>
 Incendio de <b>Clase B</b> Aceites, grasas, pinturas	Espuma 	Líquido vaporizante 	Bióxido de carbono 	Producto químico 
 Incendio de <b>Clase C</b> Equipo eléctrico activo	Líquido vaporizante 	Bióxido de carbono 	Producto químico seco 	Se usa el tipo correcto para cada incendio

Tabla 1.1

Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Muchos incendios son causados por el descuido y la falta de un buen programa de orden y aseo. Los trapos aceitosos arrojados en una esquina constituyen un material excelente para un buen incendio. El almacenamiento inadecuado de los materiales inflamables ha causados innumerables incendios. La sobrecarga de los tomacorrientes, sumada la existencia de disyuntores de circuito, también puede ser la causa de un fuego.

Los letreros de **NO FUMAR** fueron hechos para ser respetados; los cigarrillos o fósforos encendidos que se arrojan en los recipientes de desperdicios llenos de papeles casi nunca se apagan al caer. A continuación se presentan algunas precauciones que se deben observar con relación a la prevención de incendios:



- No permita la acumulación de trapos aceitosos.
- Observe los rótulos de **NO FUMAR**.
- Nunca permita que su ropa se sature de combustible o aceite. Si llegara esto a ocurrir accidentalmente, cámbiese de ropa tan pronto como sea posible.
- No permita que se almacenen líquidos inflamables como la gasolina, el queroseno o el combustible de los motores de reacción, en recipientes destapados.
- No arroje cigarrillos o fósforos en un recipiente de desperdicios, aun cuando parezcan haberse apagado.

Hay que estar listos para combatir cualquier tipo de incendio rápida y eficazmente porque los fuegos ocurren aun cuando se hayan tomado las precauciones adecuadas. Consultando las Tabla 1.1. Se puede notar que hay tres clases de incendios y cinco tipos de extintores comúnmente usados. Las tres clases de incendios, como se muestra en la Tabla 1.1, son la A, la B y la C. Los cinco tipos de extintores que aparecen en la Tabla 1.2, son: (1) bomba-tanque, (2) soda-ácido, (3) espuma, (4) bióxido de carbono y (5) clorobromometano.

La mayoría de los extintores se parecen pero se puede agravar un fuego si se usa el tipo incorrecto de extintor. Estudie Tabla 1.2 cuidadosamente; en ella se indica qué clase de extintor se usa para cada tipo de incendio, cómo usarlo, su alcance efectivo, el principio con el cual apaga el incendio y las medidas de precaución correspondientes. Sobre todo, determine la ubicación y tipo de extintores que hay en su área de trabajo y aprenda a usarlos en caso de que se presente la ocasión, así como los tipos de fuego con que se usan. No obstante, sus acciones deben ser apoyadas por las personas especializadas en estos menesteres. Esto significa que debe conocer el número del departamento de bomberos, la ubicación de los extintores y qué tipos se usan para la clase de incendio de que se trate.

Ejercicios:

1. ¿Cuáles son las principales causas de incendio en los talleres de la Fuerza Aérea?
2. Indique las tres clases de incendio. Consulte las tablas 1.1. y 1.2 para contestar la siguiente pregunta:
3. Patee las clases de incendio de la columna B con el tipo de extintor de la columna A.

**Columna A**

**Columna B**

Producto químico seco            Clase A  
 Cartucho de gas                    Clase B  
 Vaporización                        Clase C  
 Bomba de agua  
 Soda-ácido  
 Bióxido de carbono  
 Espuma

4. El alcance efectivo de un extintor de bióxido de carbono es de \_\_\_a\_\_\_ pies.

Tipo de Extintor	Bomba-Tanque	Soda-Acido	Tipos de Espuma	Bióxido de Carbono	Clorobromo-metano
Se usa en:	Incendio de Tipo A: Madera, papel, desperdicios.	Incendios de Tipo A: Madera, basura, papel, desperdicios.	Incendios de Tipo B: Gasolina, aceite y materiales a base de aceite, barnices, etc.	Incendios de Tipo C: Fuegos eléctricos, fuegos localizados en aceite, combustibles corrientes	Incendios de Tipo C: Fuegos eléctricos
También se usa en:	-----	-----	Madera, basura, papel, desperdicios.	Incendios de Tipos A y B.	Incendios pequeños.
Método de usarse:	Chorro directo a la base de las llamas.	Se trabaja cerca para mejor penetración. Se dirige el chorro a la base de las llamas	Se aplica una capa completa de espuma sobre la superficie. Evítase un chorro directo sobre las superficies de aceite.	Se aplica de modo que el gas inunde el material en una ola, aprovechando la corriente de aire. El extintor dura sólo unos segundos.	Chorro directo a la base del fuego o sobre la superficie caliente.
Alcance efectivo:	-----	30 a 40 pies.	30 a 40 pies.	3 a 6 pies.	15 a 30 pies.
Principios de extinción:	-----	Refresca las superficies ardientes debajo del punto de ignición. Cualquier chorro generado tiende a sofocar las llamas.	Cubre el material ardiente con espuma, lo que excluye el oxígeno. Refresca y aísla la superficie contra el calor La capa impide. El retroceso	La llama es sofocada por una capa espesa de gas no inflamable	Al hacer contacto con la llama o la superficie caliente, el líquido se convierte en un vapor sofocante espeso.

		Prácticamente no sale gas de la boquilla.	de la llama.		
Advertencia:	No debe usarse nunca en equipo eléctrico, barniz, aceite y otros combustibles. Protéjase contra la congelación.	No debe usarse nunca en equipo eléctrico, barniz, aceite y otros combustibles. Protéjase contra la congelación	No debe usarse nunca en equipo eléctrico. Protéjase contra la congelación	El CO2 no sostiene la vida. Evite el contacto prolongado en las áreas donde se haya usado, especialmente en los fosas	No debe usarse en lugares encerrados. Si el líquido hace contacto con la piel o los ojos, lávese inmediatamente con agua, seguido por tratamiento médico

Tabla 1.2

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

## 5.-SEGURIDAD DEL EQUIPO DE TALLER.

El equipo con que se trabaja debe ser tan seguro como sea posible. Los Reglamentos AFOSH 127 desempeñan un papel importante en la seguridad del equipo de taller. Establece las claves de color de las piezas movibles del equipo y las inspecciones de seguridad del mismo. A continuación examinaremos brevemente estos cuatro aspectos de la seguridad del equipo de taller.

**5.1.-Claves de color de las piezas del equipo.** En la Aviación, las claves de color de las piezas del equipo indican cuáles son las piezas movibles y cuáles son las fijas. Generalmente, las piezas fijas se pintan de gris y las piezas movibles de un color brillante para que se puedan distinguir fácilmente.

**5.2.-Puesta a tierra del equipo eléctrico.** El equipo eléctrico, ya sea fijo o portátil, debe estar puesto a tierra para evitar las descargas eléctricas. Si se tiene alguna duda respecto a si está puesto a tierra, no lo use hasta asegurarse de su condición.

**5.3.-Protección de las piezas movibles del equipo.** La instalación de defensas para las piezas de una maquinaria protege al usuario contra las lesiones graves. Si hay engranajes u hojas de sierras expuestas, usted se está arriesgando innecesariamente. Hay que asegurarse que estas piezas estén protegidas y que las

personas no quiten las defensas para facilitar su trabajo. Esta regla debe obedecerse estrictamente.

**5.4.-Inspección de seguridad.** La inspección de seguridad incluye los aspectos que hemos comentado y otros más. Como supervisor o subalterno, asegúrese de que es seguro operar el equipo. Hay que saber operar el equipo correctamente y garantizar la seguridad para sí mismo y para los demás. El supervisor es responsable de asegurar el cumplimiento del AFOSH 127 en cuanto al uso de todo el equipo del taller. El hecho de que usted no sea todavía un supervisor, no le libra de esta responsabilidad porque la seguridad es la responsabilidad de todos.

Ejercicios:

1. Indique cuáles son los cuatro aspectos de seguridad en el taller reguladas por el AFOSH 127
2. Si una pieza de máquina está pintada de color naranja, ¿es fija o movable?
3. ¿Cuándo es apropiado quitar el protector de una máquina?
4. Si no está seguro de que un equipo eléctrico está puesto a tierra. ¿Qué debe hacer?
5. ¿Qué factor reducirá en gran parte las probabilidades de que ocurran accidentes mientras se opera el equipo?

El uso incorrecto de las herramientas causa muchos accidentes porque la mayoría de las personas creen que se trata de aparatos sencillos. Sí son aparatos sencillos pero pueden ser muy peligrosos si se usan incorrectamente, como se muestra en la Figura 1.2 Siempre hay que tomar en consideración la seguridad cuando se usa cualquier herramienta. Un poco de previsión podrá ahorrar mucho dinero en términos de tiempo perdido, materiales malgastados, así como lesiones dolorosas para usted y para los demás.

#### **6.-HERRAMIENTAS DE MANO.**

Se ha culpado a las herramientas inseguras de causar muchos accidentes y lesiones; no obstante, es quien las usa el que realmente tiene la culpa. Se pueden evitar accidentes usando herramientas que han sido diseñadas para un trabajo

específico (uso de la herramienta correcta para el trabajo correcto) y que se mantienen en buenas condiciones de funcionamiento. Si se usan incorrectamente algunas de las siguientes herramientas, se podrán sufrir muchas horas de dolor.

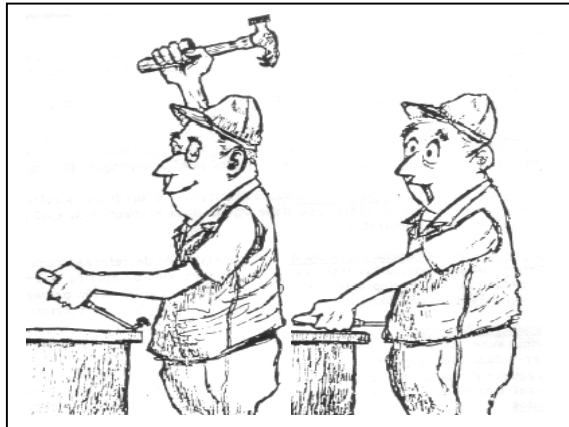


Figura 1.2. Actos Inseguros  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

**6.1.-Martillos.** El martillo es la herramienta de mano más usada y es la causa de 1 de cada 5 accidentes con herramientas de mano. Usamos con frecuencia el martillo de bola, el de hojalatero y el de celulosa.

Cuando se efectúa cualquier tipo de trabajo con el martillo, hay que usar siempre el que sea adecuado para la faena respectiva. Nunca deben usarse los extremos de los mangos del martillo para golpear con esto, se daña y se debilita el mango. Cuando se golpea un objeto con un martillo, hay que asegurarse de que su cara está paralela con la del objeto que se golpea. Para golpear herramientas y superficies templadas, se deben usar martillos con cabeza blanda y no ferrosa; nunca se deben usar martillos que tengan defectos tales como rajaduras en la cara o la cabeza. Las partículas que saltan podrán lesionar los ojos.

**6.2.-Destornilladores.** Los destornilladores presentan un riesgo de accidentes porque muchas personas no saben usarlos debidamente. El destornillador ha sido diseñado para un solo propósito principal; aflojar y apretar tornillos. Cuando se usa para otros fines, lo que con frecuencia sucede, podrá causar una variedad de accidentes. Siempre se debe usar un destornillador del tamaño apropiado para el

trabajo. Hay que asegurarse de que el tamaño de la hoja se adapte a la ranura del tornillo. No sujete el trabajo con una mano y el destornillador con la otra. Use una prensa o lugar firme para apoyar el trabajo. Nunca debe usarse un destornillador como sustituto de un sacaclavos, punzón o cincel, pues con ello se doblará el vástago, se desfigurará la hoja o se astillará el mango.

**6.3.-Limas.** Todas las limas presentan riesgos debido a su fragilidad, superficies abrasivas y mangos con espiga; por lo tanto, se deben observar en todo momento las medidas de seguridad cuando se usan. Nunca debe usarse una lima sin mango ya que se podrían introducir la espiga en la mano si se tropieza con alguna obstrucción. Escoja un mango del tamaño apropiado para la espiga y colóquelo con seguridad antes de usar la lima.

La pieza que se va a limar debe afianzarse en una prensa o inmovilizarse, protegiendo adecuadamente su superficie contra las melladuras de algún material blando entre el que se trabaja y las quijadas de la prensa. Nunca debe usarse una lima para alzaprimar. El extremo de la espiga es blando y se dobla fácilmente. El cuerpo de la lima es muy quebradizo y se romperá si se somete a un esfuerzo. Es peligroso golpear una lima porque podría astillarse y dispersar fragmentos agudos que pueden herirle a usted o a otros, incluso sacarle un ojo.

**6.4.-Punzones y diagonales.** Los punzones, diagonales y otras herramientas que deben sostenerse en la mano y golpearse, deben mantenerse libres de aceite, grasa o alguna otra sustancia resbalosa. Cuando se golpean estas herramientas, se sujetan cerca de su parte superior para reducir al mínimo el riesgo de golpearse la mano. Se podrá instalar un protector de caucho en el punzón o diagonal arriba de la mano para protegerla contra los golpes. Siempre que se use un punzón o diagonal en metal o algún otro material quebradizo, deberán usarse gafas o mascarillas de seguridad para protegerse los ojos. Las cabezas de estas herramientas que se golpean siempre deben tener la forma adecuada. Las cabezas en forma de hongo son muy peligrosas ya que los fragmentos de metal que saltan podrán chocar contra usted o alguna otra persona que esté cerca.

## **7.-HERRAMIENTAS MOTORIZADAS PORTATILES.**

La herramienta motorizada portátil obtiene su energía de una fuente externa que le permite aumentar su movilidad. Estas herramientas son accionadas por electricidad o presión neumática o por medio de un eje flexible giratorio. Los peligros relacionados con las herramientas motorizadas portátiles son la descarga eléctrica, las quemaduras, cortaduras, raspaduras, distensión de músculos, partículas en los ojos y explosiones.

**7.1.-Herramientas eléctricas.** Estas herramientas se usan en muchas operaciones. Debido a su fuente de energía, están presentes los peligros eléctricos. Algunos de estos peligros, además de los que se relacionan con la herramienta misma, pueden ser eliminados. A menos que las herramientas eléctricas sean de un diseño a prueba de explosiones, nunca deben usarse en un lugar donde se usen o almacenen líquidos o gases inflamables. Deberá percatarse siempre de que las piezas metálicas expuestas estén debidamente puestas a tierra. La puesta a tierra es muy importante cuando se usan las herramientas eléctricas en sitios mojados o húmedos. Los cordones eléctricos que se usan con estas herramientas no deben someterse a raspaduras, contacto con aceite y grasa, dobleces, flexiones, magulladuras y tensión excesiva. Siempre hay que inspeccionar el cordón antes de usarlo; si está defectuoso, obtenga uno nuevo inmediatamente. Los cordones de extensión deben conectarse y asegurarse debidamente para impedir las chispas en caso de desconexión accidental. Cuando se usen cordones de extensión, hay que utilizar un medio nudo para asegurar mejor su conexión. Los cordones de extensión deben almacenarse en un lugar donde no estén sujetos al abuso.

**7.2.-Herramientas neumáticas.** Las herramientas operadas con aire comprimido se pueden usar con seguridad cerca de los aviones y donde haya la posibilidad de incendios causados por líquidos y gases inflamables. Se deben usar mangueras de buena calidad y hay que tener la certeza de que todas sus conexiones están seguras. La válvula de aire siempre debe operarse y controlarse a mano. Si se trata de martillos neumáticos, no los apunte contra una persona ya que el equipo de remachar podría ser arrojado y herir a la persona o dañar algún objeto. Si es necesario cambiar los equipos de remachado o alguna otra herramienta, detenga el paso del aire o desconecte la manguera del martillo. Muchas personas no

comprenden los riesgos de las bromas pesadas que se hacen con aire comprimido. El aire no debe usarse para otro propósito que el debido. No se debe adquirir el hábito de quitarse el polvo o la suciedad de la ropa propia o de otros con aire comprimido.

Ejercicios:

1. Para reducir las probabilidades de causar heridas cuando se usan martillos. ¿qué debe recordarse siempre?
2. ¿Cuál es la principal razón por la cual se lesionan las personas al usar destornilladores?
3. Indique algunas medidas de seguridad para cuando se usa una lima.
4. ¿Qué dispositivos de seguridad deben usarse cuando se emplean herramientas que golpean, tales como punzones y cortafríos?
5. ¿Cuándo son permitidas las herramientas eléctricas en áreas donde haya presente líquidos o gases inflamables?
6. Indique tres acciones prohibidas con relación a las herramientas operadas con aire comprimido.

## **8.-EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL.**

Todos los años se gastan millones de dólares en el diseño del equipo más seguro posible, en ambientes seguros de trabajo y en la enseñanza de medidas de seguridad. Pero ésta es una inversión inútil si no usamos el equipo de seguridad personal requerido para protegernos contra las lesiones. Lo más valioso que posee la Institución no son los aviones ni los infraestructura física, es USTED Sin usted no habría el ITSA. Es por ello que se le da tanto énfasis al uso del equipo de seguridad personal.

Se ha diseñado una gran variedad de equipo de seguridad personal para ser usado en distintas situaciones de trabajo. Los siguientes son los que más se necesitan en un taller de reparación de estructuras de aviones.

**8.1.-Gafas.** Se puede prevenir la mayoría de las lesiones oculares mediante el uso de gafas especiales de seguridad. Se requiere protección para los ojos donde haya



una probabilidad razonable de sufrir una herida que pueda ser prevenida con el uso de gafas; por lo tanto, se deben usar donde las máquinas o las operaciones presenten el peligro de objetos que saltan.

**8.2.-Mascarillas de seguridad.** Las mascarillas de seguridad protegen los ojos y la cara contra las pequeñas partículas que saltan. Por lo general se usan en vez de gafas cuando se necesita una mejor visión o donde las gafas pueden empañarse demasiado, así como en las operaciones donde se requiere protección para toda la cara. La mayoría de las mascarillas de seguridad tiene un visor de material transparente y no inflamable conectado a la cinta que la sujeta a la cabeza, a fin de que pueda levantarse cuando sea necesario. Las mascarillas de seguridad se pueden obtener en varios tamaños, grados de solidez y capacidad para filtrar la luz.

**8.3.-Respiradores.** Muchas actividades de un taller de reparación de estructuras de aviones producen contaminaciones atmosféricas que son perjudiciales para la salud. Los contaminantes pueden ser en forma de polvos, gases, vapores, y emanaciones. Las operaciones, tales como la limadura de fibra de vidrio, la mezcla de resinas, la limpieza de las superficies de trabajo y la aplicación de preventivos a la corrosión, producen estos contaminantes. Deberá usarse un respirador como el de la serie R6000, cuando se ejecute cualquier operación que produzca contaminantes.

**8.4.-Zapatos con puntera.** Se deben usar zapatos con puntera cuando se trabaja en áreas donde se manipulan materiales pesados tales como láminas metálicas, así como cuando se ejecutan operaciones que se consideran peligrosas para los pies o dedos. La operación de las cizallas de pie y equipo similar en el taller de reparación de estructuras de aviones requiere algún tipo de protección para los pies. Los zapatos con puntera se consideran parte de la vestimenta regular.

**8.5.-Guantes.** Se deben usar guantes de cuero grueso cuando se manipulan grandes láminas de metal. La manipulación de metales tales como el acero inoxidable sin guantes, es una manera segura de cortarse. Así mismo, se requiere la protección de las manos cuando se trabaja con resinas y compuestos selladores cuando se realizan reparaciones en fibra de vidrio.

**8.6.-Protectores de oídos.** Los reparadores de estructuras de aviones trabajan en ambientes con altas intensidades de ruido. En el taller de estructuras son corrientes los niveles de ruido de 100 a 120 dB. Los niveles de 85 dB y menos se consideran relativamente seguros. Esta es la razón para protegerse los oídos mientras se encuentra en el taller. Se deben usar tapones en los oídos, orejeras o una combinación de ambos cuando nos encontremos expuestos a los peligros del ruido.

#### Ejercicios

1. ¿Cuándo es necesario protegerse los ojos?
2. Si usted tuviera que mover láminas metálicas, ¿qué equipo de seguridad usaría?
3. ¿Qué dispositivo de seguridad deberá usar el individuo que tenga que realizar actividades que producen contaminantes atmosféricos?
4. ¿Por qué se necesita protección para los oídos cuando se trabaja en un taller de reparación de estructuras de aviones?
5. ¿Qué tipo de protección personal debe utilizar la persona que opera una cizalla no motorizada de corte a escuadra?

### **9.-MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA LÍNEA DE VUELO**

La línea de vuelo puede ser un lugar muy peligroso para quien no esté al tanto de sus peligros. Hay que estar constantemente alerta para captar las situaciones que podría causarle lesiones a usted o a otros. De ser observadas las medidas y procedimientos de seguridad que se explican en esta sección, se podrán reducir los peligros de trabajar en la línea de vuelo.

Existen ciertos peligros en la línea de vuelo sobre los cuales se tiene poco o ningún control. Nuestro trabajo nos llevará a estas zonas de peligro donde debemos usar las técnicas adecuadas para protegernos. Se pueden describir mejor estos peligros dividiéndolos por categoría, peligros de los aviones, peligros del ruido y peligros de la radiación.

**9.1.-Peligros de los aviones.** Los aviones son peligrosos para las personas que trabajan en la línea de vuelo. Cuando funcionan los motores de un avión, hay una

succión en la admisión y un empuje en el escape. Se considera que es más peligrosa la entrada de aire debido a su capacidad de atraer objetos extraños. La Figura 1.3 tiene el propósito de señalar que no sólo los artículos pequeños como tornillos y pernos son absorbidos por el motor, sino que incluso personas han sido atraídas y absorbidas por el motor.

El empuje del escape puede convertir objetos en proyectiles, los cuales pueden lesionar gravemente a las personas y averiar el equipo. Debido a estos peligros, hay que observar las zonas de seguridad tanto para la admisión como para el escape. Estas zonas varían según el avión, pero generalmente se considera que son a 25 pies de la admisión y a 200 pies del escape.

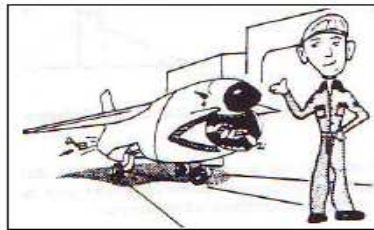


Figura 1.3. Precauciones para la Admisión

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAFA.

"Caramba' Estos aviones de reacción se lo tragan todo".

También existe el peligro de los accidentes con el mismo avión. Cuando se mueve un avión por la línea de vuelo, tiene el derecho de vía y todos los demás vehículos deben cederle el paso. Si usted conduce vehículos por la línea de vuelo, debe recordarlo.

Además, si tiene que cruzar una pista de aterrizaje o carreteo, siempre deberá mirar hacia la torre de control. Habrá una luz verde si puede cruzar, igual que la señal corriente de tránsito.

**9.2.-Peligros del ruido.** Los aviones tienen poderosos motores que crean un peligro con su ruido. La intensidad y el tono del ruido pueden causarle graves lesiones al oído humano. Protéjase siempre los oídos cuando trabaja cerca de motores que están funcionando. Igualmente, observe la zona de seguridad para el escape del avión, que es de aproximadamente 300 a 400 pies detrás del avión, dependiendo de su tipo.

Los motores de los aviones no son los únicos peligros de ruido en la línea de vuelo; también lo son el sonido agudo de una sirena; el gemido de las herramientas neumáticas o el rugido del equipo aeroespacial terrestre (AGE). No importa cuál sea la fuente del ruido, la precaución es la misma; use un protector apropiado para los oídos (tapones, orejeras o ambos).

**9.3.-Peligros de la radiación.** Este peligro no se puede ver ni oír. La exposición a la radiación proviene de dos áreas; del radar de los aviones y del equipo de rayos X que se usa para las inspecciones por medios no destructibles.

El radar de los aviones es sumamente peligroso debido a la intensidad de la radiación que produce. Esta radiación, si tiene suficiente intensidad, puede lesionar los tejidos humanos, particularmente los ojos. Este tipo de radiación también es peligroso cerca de las operaciones de reabastecimiento de combustible, cerca de los explosivos, municiones y otros materiales inflamables. Durante los períodos de transmisión terrestre la mejor protección es la distancia. En la Figura 1.4 se indican las zonas de peligro del radar de los aviones.

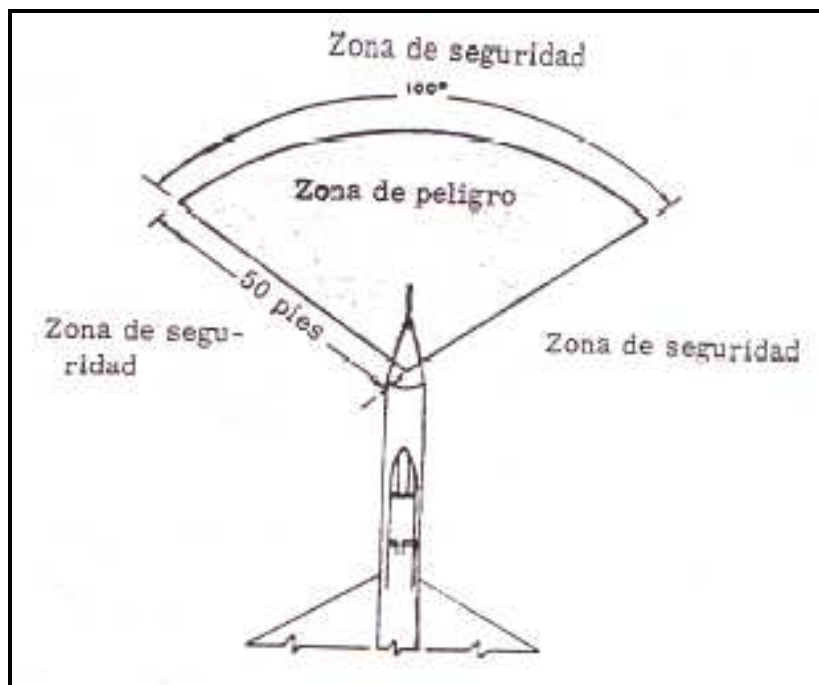


Figura 1.4. Zonas de Peligro del Radar  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Se deben colocar y obedecer los avisos de advertencia durante la comprobación operacional del radar. Cuando una zona esté aislada con cuerdas para efectuar una comprobación operacional, manténgase fuera de ella a menos que tenga permiso específico para entrar.

El equipo de rayos X que se emplea para las inspecciones por medios no destructivos produce radiación X. Los efectos perjudiciales de los rayos X aumentan con el aumento del voltaje. Al radiografiar una pieza de un avión, el voltaje requerido para producir una película aceptable genera un alto nivel de radiación X. La cantidad de efectos perjudiciales que tenga la radiación X depende del tiempo que se esté expuesto a la misma. La mejor protección es obedecer los avisos de advertencia y mantenerse alejado de la zona. En la Figura 1.5 se muestra un rótulo de advertencia de radiación. Todos los rótulos de radiación tienen la insignia distintiva en color solferino sobre un fondo amarillo con letras en negrita. Estos rótulos tienen el propósito de atraer la atención inmediata.



Figura 1.5. Formulario AFTO 9c.  
Elaborado por: Luis Calderón.

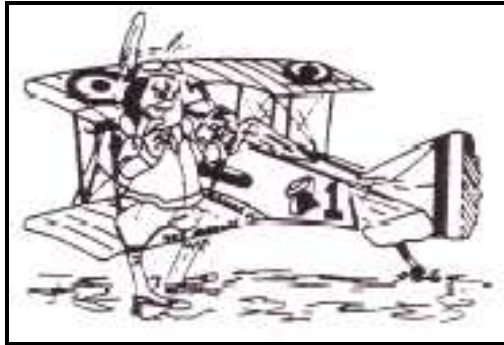


Figura 1.6. Dónde Pisar en la Estructura de un Avión  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

El avión francés Spad S.13-C.1 estaba estacionado en una pista de aterrizaje cerca de Grand Prix aquel día del mes de marzo de 1918. En su fuselaje había pintada la insignia del casi famoso escuadrón americano del "Sombrero en el Anillo" en brillantes colores rojo, blanco y azul. También pintadas en el avión estaban las instrucciones: "Non Marche" y "Marche Ici".

Después de una breve explicación sobre la patrulla del día, el piloto americano Wick N. Basket, equipado con un solo semestre de francés elemental, se dirigió al avión y metió el pie a través de un rótulo que decía. "No Pise".

Ejercicios:

1. Usted conduce un vehículo y debe cruzar la pista. La torre de control muestra una luz roja encendida. ¿Qué hace usted?
2. Usted ha estado trabajando en un desviador de ráfagas a 100 pies detrás de un avión y éste va a arrancar. ¿Qué debe hacer usted?
3. Usted se encuentra bien alejado de la zona de peligro de un avión que está por arrancar. ¿Qué debe hacer usted?
4. Usted está trabajando en la sección de proa de un avión y el mecánico jefe arranca una unidad de potencia en tierra. ¿Qué medidas de precaución debe tomar usted?
5. Si está funcionando el sistema de radar de un avión que usted está reparando. ¿Qué medidas de precaución debe tomar usted?

El mantenimiento en la línea de vuelo requiere medidas adicionales de seguridad junto con las que se observan cuando se trabaja en el taller. Al efectuar trabajos de mantenimiento en la línea de vuelo, se deben tomar las siguientes medidas de precaución.

**9.4.-Plataformas de mantenimiento.** Cuando no sea posible subir al avión desde el nivel del suelo, se usa una plataforma adecuada. Hay que estar seguros de que la plataforma esté libre de aceite, grasa o cualquier otra sustancia que pueda causar resbalones y caídas; además, que los cierres de las ruedas funcionen debidamente y que las barandas estén colocadas cuando lo permita la ubicación del trabajo y la configuración del avión. Las barandas no deben usarse como escaleras ni plataformas de trabajo. Al levantar la plataforma de trabajo, los pasadores de seguridad deben estar instalados.

**9.5.-Lugares designados para caminar en la estructura del avión.** La eficiencia aerodinámica del avión puede ser materialmente afectada por los daños que ocurran al caminar sobre sus superficies. La historieta y la ilustración de la Figura 1.6 son un buen ejemplo de lo que podría ocurrir. Cuando los trabajos de, reparación requieran pisar o caminar sobre el avión, se debe hacer sobre los sitios designados para ello.

En ninguna circunstancia se debe pisar sobre una toma de aire, tubo de escape, superficie de control, etc., que no esté designada para ese propósito. Se requieren cables y cinturones de seguridad cuando se trabaja en los aviones más grandes.

## **10.-SEGURIDAD EN LA CABINA.**

Si no se tiene nada que hacer en la cabina, no se debe entrar en ella. Se deben tomar medidas especiales de precaución si se necesita trabajar en la cabina. Primero, hay que asegurarse de que todos los pasadores de seguridad estén instalados. Si se le ha olvidado o simplemente no conoce la ubicación de los pasadores, pídale a alguien que sí sabe, para que los revise antes de entrar. En segundo lugar, después de encontrarse en la cabina, no toque ningún interruptor, palanca o botón, pues podría provocar un desastre.

**10.1.-Superficies movibles.** La mayoría de las superficies de control de vuelo de los aviones son accionadas por medio de energía hidráulica o eléctrica. Debido a ello, quien se encuentre en la cabina operando estas superficies no sabrá que su movimiento ha encontrado una obstrucción. La obstrucción podría ser su mano, brazo, cabeza o cuerpo.

La mayoría de las superficies se mueven con suficiente lentitud para que se pueda apartar, con excepción de las puertas del compartimiento de las bombas, los interceptores aerodinámicos, los frenos aerodinámicos y las puertas del tren de aterrizaje. Estas superficies se mueven tan rápido que no hay tiempo de reaccionar; son tan mortíferas como una guillotina.

Para evitar lesiones, se deben instalar cierres de seguridad cuando se trabaja en las superficies movibles. También se debe colocar un rótulo que diga: "Se efectúa trabajo de mantenimiento, no opere (indique el sistema), revise los formularios del avión, " en el área donde están situados los controles del sistema.

Ejercicios:

1. Antes de usar una plataforma de mantenimiento, ¿qué partes deberán inspeccionarse?
2. ¿Cuál es la mejor regla de seguridad que se debe observar con relación a las cabinas de los aviones?
3. Si está reparando el borde de salida de un alerón ¿qué medidas de precaución deberá observar usted para protegerse?
4. ¿Qué debe hacer si no está seguro de la ubicación de los pasadores de seguridad en el área de la cabina?
5. ¿Por qué se pintan rótulos que designan los puntos donde se puede pisar en las superficies del avión?

Debido a la inmensa cantidad de dinero y tiempo que se dedica a la reparación y reemplazo de los motores de reacción y componentes de aviones con daños causados por objetos extraños, es mucho el énfasis que se le debe dar a su prevención.



## **11.-PROPÓSITO DEL PROGRAMA FOD**

El daño por objeto extraños (FOD) Foreign Object Damage es aquél que sufre un motor de reacción por causa de un objeto sólido absorbido por la admisión e ingerido por el motor. Ocurre otro tipo de daño por objetos extraños cuando se deja un objeto en el avión que le cause daño o avería al componente.

El propósito de los programas FOD es reducir la cantidad de FOD llamándole la atención al personal de mantenimiento respecto a la importancia de reducir sus causas. Su propósito también es describir los procedimientos preventivos que se deben seguir.

La responsabilidad de prevenir los daños por objetos extraños no corresponde sólo al comandante o Jefe de Mantenimiento. Es responsabilidad de todo el personal de mantenimiento asignado y todos los individuos deberán utilizar todos los medios disponibles para eliminar los objetos extraños de las áreas de operación.

**11.1.-Clasificación de objetos FOD.-**Debido a la gran variedad de objetos que le pueden causar daños a los motores de reacción y a los componentes de los aviones, es necesario agrupar los objetos por clases. Hay tres clases básicas: piedras, metales y misceláneo.

**a).-Piedras.** Las piedras constituyen la principal causa de los daños por objetos extraños que entran por la admisión de los motores de reacción. Esta clase se subdivide en dos grupos o tipos: natural (como roscas, arena y cascajo) y artificial (como escoria, asfalto y hormigón).

**b).-Metales.** Esta clase se subdivide en tres grupos:

- Afianzadores de aviones y motores, tales como tuercas, remaches, tornillos y alambre de seguridad,
- Herramientas de mecánico, tales como alicates y llaves.
- Metales de la línea de vuelo, tales como clavos, insignias, lapiceros, llavines y monedas.

**c).-Misceláneo.** En esta clase se incluyen objetos que no pertenecen a las dos primeras clases. Algunos ejemplos son: madera, hielo, ropa y materias orgánicas como aves y personas.

**11.2.-Métodos preventivos.** Existen muchos métodos de prevenir los FOD. Lo mejor es eliminar todos los objetos extraños del área. A continuación se presentan algunas formas que han demostrado ser satisfactorias para reducir los FOD:

**a).-Caminatas.** Una forma consiste en inspeccionar el área de mantenimiento como parte de la rutina diaria, lo cual se debe hacer al comienzo de cada día y antes de los despegues y aterrizajes.

**b).-Ropa.** El segundo método consiste en asegurar que las personas que trabajan en y alrededor de los aviones y motores de reacción no usen ropa holgada que pueda ser absorbida por el motor. Los artículos tales como trapos, gorras y guantes, son fácilmente absorbidos por los motores de reacción.

**c).-Inventario de herramientas.** Todo el personal de mantenimiento está en la obligación de hacerle un inventario a su caja de herramientas ANTES y DESPUES de efectuar un trabajo de mantenimiento, para así poder comparar los dos inventarios y determinar si falta alguna herramienta. Se usa este método de inventario para reducir la posibilidad de que se dejen herramientas en los motores, compartimientos de motores, compartimientos de bombas y trenes de aterrizaje, así como en la estructura del avión.

No sea tan tonto como el individuo que se muestra en la Figura 1.7 La gran cantidad de herramientas que tiene en su caja el reparador de estructuras se presta fácilmente a que se pase alguna por alto. Si desea evitar la situación que se ilustra en la Figura 1.8, sepa dónde están sus herramientas en todo momento.

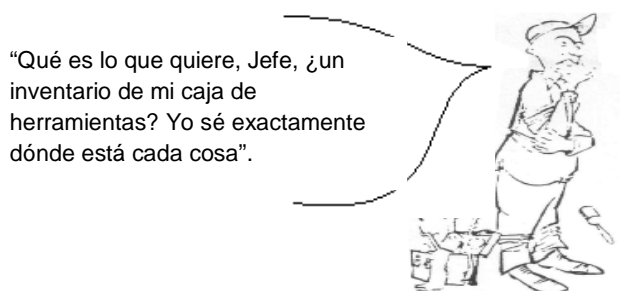


Figura 1.7 Inventario de la caja de herramientas.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.



“¿Qué te dijo el Jefe respecto a la llave que se encontró en el motor del 107?”

Figura 1.8. Resultados de los FOD.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

**d).-Inventario de piezas de reparación.** En este tipo de inventario se da cuenta de cada tuerca, perno, arandela, remache y trozo de alambre de seguridad usado durante la ejecución del trabajo de mantenimiento.

**e).-Remoción de prendas personales.** Este es el método más importante y que a menudo se pasa por alto.

El personal de mantenimiento debe retirar todos los objetos personales de sus bolsillos mientras se encuentre cerca de los aviones y motores que estén funcionando.

Ejercicios:

1. ¿Por qué existe un programa FOD?
2. Indique la clasificación de los objetos FOD.
3. Indique los métodos usados para prevenir los FOD.
4. ¿Quién es el responsable de prevenir los FOD?
5. ¿Cuál es la principal causa de los FOD en los motores?
6. ¿Cuál es el método de prevención de FOD más importante y que a menudo se pasa por alto?

## REFERENCIAS:

Manual de Instrucción de la Inter-American Air Forces Academy (IAAFA).

# TERMINOLOGÍA GENERAL DEL ALA



## ALA DEL AVIÓN.

### 1.- INTRODUCCIÓN

En aeronáutica se denomina ala a un cuerpo de perfil aerodinámico capaz de generar una diferencia de presiones entre su intradós y extradós al desplazarse por el aire lo que, a su vez, produce sustentación. Se utiliza en diversas aeronaves.

Los pioneros de la aviación, tratando de emular el vuelo de las aves, construyeron todo tipo de artefactos dotados de alas articuladas que generaban corrientes de aire. Sólo cuando se disponía de un motor de suficiente potencia, se construyeron aeroplanos con alas fijas, que surcaban el aire en vez de generarlo, fue posible el vuelo de máquinas más pesadas que el aire. Aunque hay alas de todos los tipos y formas, todas obedecen a los mismos principios explicados con anterioridad.

En un avión moderno el ala tiene aparte de la función de sustentar al avión en vuelo, las funciones de formar la estructura para los depósitos de combustible, en configuraciones con motor el ala debe transmitir los esfuerzos del motor al avión, algunos modelos (sobre todo antiguos) lleva el tren de aterrizaje.

Por ser la parte más importante de un aeroplano y por ello quizá la más estudiada, es posiblemente también la que más terminología emplee para distinguir las distintas partes de la misma. A continuación se detalla esta terminología.

### 2.-PARTES DE ALA

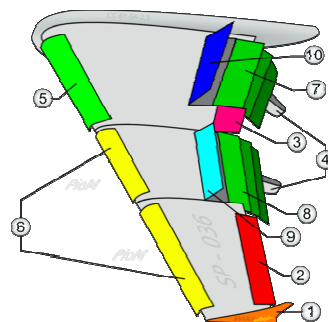


Figura 2.1. Partes del Ala.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de:[http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)).

- Punta de ala (Winglet)
- Alerón de baja velocidad.
- Alerón de alta velocidad.
- Aleta de flaps.
- Kruger flap.
- Slats
- Flap de 3 series interior
- Flap de 3 series exterior
- Spoilers
- Spoilers-Frenos de aire.

**2.1.-Winglet** : su misión es reducir la resistencia inducida del ala ya que evita la conexión entre intradós y extradós. La distribución de sustentación a lo largo del ala no es uniforme y se produce un fenómeno de barrido hacia la punta del ala, esto provoca la formación de los torbellinos de punta de ala, lo que al final es que el aire da energía cinética al aire gastando energía en este proceso. Los winglets o aletas reducen este fenómeno, pero en contra generan un elevado momento de flexión en el encastre del ala.

**2.2.-Alerones:** se encarga de controlar el movimiento de balance del avión, con la deflexión de manera asimétrica (un alerón hacia arriba y otro hacia abajo) se consigue que el avión gire sobre su eje longitudinal. De esta forma el avión puede hacer giros laterales.

**2.3.-Dispositivos hipersustentadores:** son usados durante el despegue o el aterrizaje. La misión de estos elementos es aumentar la superficie de ala o el coeficiente de sustentación del ala, de esta forma se incrementa la fuerza total de sustentación pudiendo aterrizar a una menor velocidad. La deflexión de estos dispositivos incrementa la resistencia del avión.

**2.4.-Flap (Aleta):** es un dispositivo hipersustentador pasivo. Superficie hipersustentadora de borde de salida. Están diseñados para aumentar la sustentación del ala, están situados junto al encastre y actúan a la vez en ambas semialas.

Los flaps son aquellas superficies móviles del ala, ajustables en vuelo, que aumentan la curvatura del perfil, y por tanto del Coeficiente de Sustentación (CL) máximo, consiguiendo reducir las velocidades de aterrizaje y despegue, y acortando las longitudes de las pistas para dichas operaciones. Aunque en la actualidad hay flaps de borde de ataque y de borde de salida, solo vamos a ver los últimos, ya que son los que fueron usados en los aviones de la época del simulador en el que nos movemos.

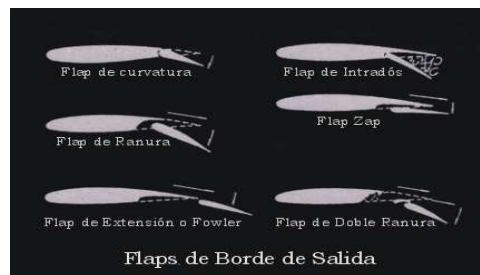


Figura 2.2. Flaps de Borde de Salida  
Fuente: Investigación documental.

Tomado de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)).

En la imagen superior podemos ver varios tipos de flaps de borde de salida. Como se puede observar, en todos los casos se varía la curvatura del perfil. En unos no aumenta la cuerda (longitud) del perfil mientras que en otros, al desplazarse hacia atrás la superficie móvil, sí que aumenta su cuerda. El efecto final en todos ellos es el mismo: un aumento de la sustentación del ala a la vez que un aumento de su resistencia

**2.5.-Spoilers:** son unos elementos usados para destruir la sustentación del ala. Son usados durante el aterrizaje, una vez que el avión toca suelo con las ruedas se despliegan estos dispositivos que evita que el avión vuelva al aire de nuevo, a su vez también son usados en caso de descompresión en cabina, al romper la sustentación el avión baja rápidamente a un nivel de vuelo donde la presión sea la adecuada. Son también llamados aerofrenos

### 3.-COMPONENTES ESTRUCTURALES DEL ALA

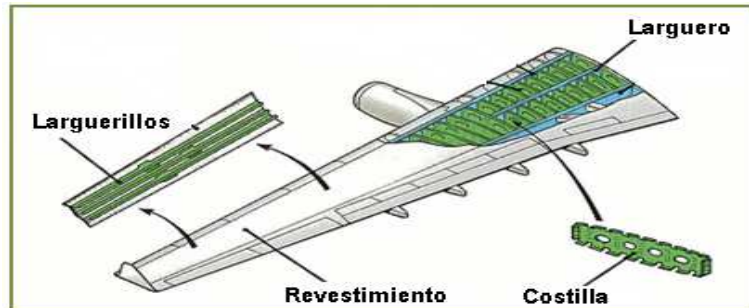


Figura 2.3. Componentes del Ala.  
Fuente: Investigación documental.

Tomado de:[http://www.oni.esuelas.edu.ar/2003/BUENOS\\_AIRES/62/tecnolog/alas.htm](http://www.oni.esuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/alas.htm).

De acuerdo con la función de cada componente se lo denomina principal o secundario.

Componentes principales:

- Largueros
- Costillas
- Revestimiento
- Herrajes

Componentes secundarios:

- Falsas costillas
- Larguerillos
- Refuerzos



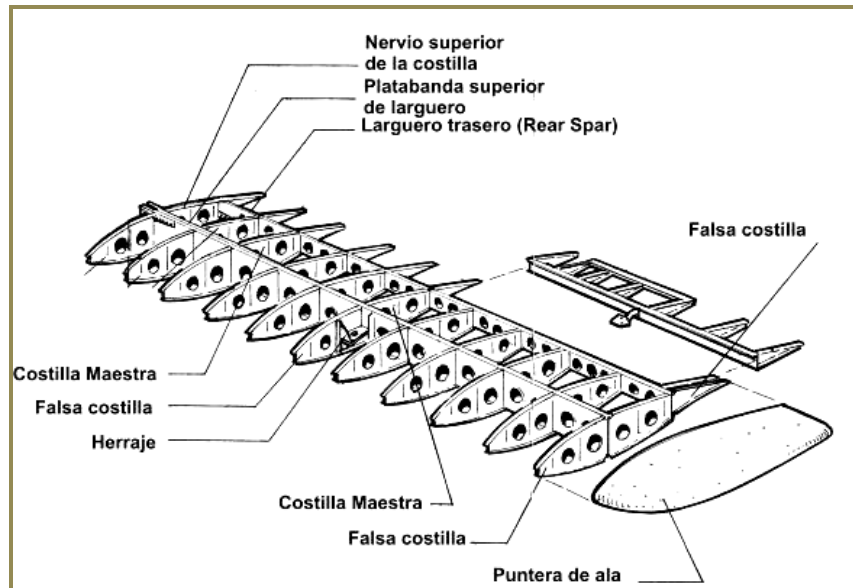


Figura 2.4. Componentes Principales y Secundarios.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: [http://www.oni.esuelas.edu.ar/2003/BUENOS\\_AIRES/62/tecnolog/estruc.htm](http://www.oni.esuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruc.htm)

**3.1.-Larguero (Spar):** Viga que se extiende a lo largo del ala. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión. En los aviones de fuselaje ancho suele haber tres largueros en la raíz. Dos forma la caja de torsión y el tercero asegura la forma cerca del encastre donde el ala es más grande. Entre los largueros anterior y posterior están situados los depósitos de combustible del ala.

**3.2.-Costilla (Rib):** Miembro delantero y posterior de la estructura del ala, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros. Son estructuras que dan resistencia a la torsión del ala. Se encuentran intercalados de manera 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.

**3.3.-Revestimiento (Skin):** Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, pudiendo contribuir también en su resistencia estructural. Es la parte externa del ala, cuya misión es resistir esfuerzos cortantes y aislar el combustible del medio ambiente.

**3.4.-Herrajes (Fitting):** Son componentes de metal empleados para unir determinadas secciones del ala. De su cálculo depende buena parte de la resistencia estructural del ala. Resisten esfuerzos, vibraciones y deflexiones.

**3.5.-Larguerillos (Stringer):** Son miembros longitudinales de las alas a lo largo de las mismas que transmiten la carga soportada por el recubrimiento a las costillas del ala. Son pequeñas vigas que se sitúan entre costillas para evitar el pandeo local del revestimiento. Pueden estar integrados en el propio revestimiento formando una sola pieza.

**3.6.-Placa o Alma (Web):** Es una placa delgada que soportada por ángulos de refuerzo y estructura, suministra gran resistencia al corte.

La función del ala es producir sustentación y soportar cargas, por lo tanto, su forma y estructura desde el punto de vista estructural se deberá comportar como una viga capaz de resistir esfuerzos, y entre ellos:

- Cargas aerodinámicas. (sustentación y resistencia).
- Cargas debidas al empuje o tracción del motor.
- Reacción debida al tren de aterrizaje.
- Esfuerzos debidos a la deflexión de las superficies móviles.

#### **4.- FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES**

##### **4.1.-Largueros**

Las fuerzas que soporta el ala varían a lo largo de la envergadura, por lo cual los largueros pueden ser de sección variable a lo largo de ésta, con lo que se consigue disminuir el peso estructural.

Forma de la sección transversal del larguero: Depende de la forma del perfil, su altura, la resistencia exigida y el material empleado.

- Sección rectangular: Es macizo, económico y sencillo.
- Sección I: Posee una platabanda inferior y superior unidas mediante el alma.

- Sección canal: Soporta mejor los esfuerzos que el rectangular, sin embargo es inestable bajo cargas de corte. Se lo utiliza solo como larguero auxiliar.
- Sección doble T: Tiene buena resistencia a la flexión y es liviano.
- Sección I compuesta: Tiene la platabanda inferior y superior del mismo material, mientras que el alma es de diferente material y se fija a las platabandas mediante remachado.



Figura 2.5. Secciones del Larguero.

Fuente: Investigación documental.

Tomado por: [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)

#### 4.2.-Costillas

- Sus funciones son:
- 1- Mantener la forma del perfil
  - 2- Transmitir las fuerzas aerodinámicas a los largueros.
  - 3- Distribuir las cargas a los largueros.
  - 4- Estabilizar el ala contra las tensiones.
  - 5- Cerrar las celdas.
  - 6- Mantener la separación de los largueros.
  - 7- Proporcionar puntos de unión a otros componentes (tren de aterrizaje).
  - 8- Formar barreras de contención en los tanques de combustible.

#### Clasificación por su Función

- Costillas de compresión: Unen los largueros entre sí. Transmiten y distribuyen equitativamente los esfuerzos en los largueros. Se colocan donde se producen esfuerzos locales. No siempre se disponen perpendicularmente, pueden colocarse en diagonal.
- Costillas Maestras: Mantienen distanciados los largueros y dan rigidez a los elementos.

- Costillas Comunes: No son tan fuertes. Su tarea es la de mantener la forma del perfil y transmitir las fuerzas interiores a los largueros, distribuyéndolas en varias partes de ellos.
- Falsas costillas: Solo sirven para mantener la forma del revestimiento, y se ubican entre el larguero y el borde de ataque o fuga.

#### a).-Partes de la Costilla

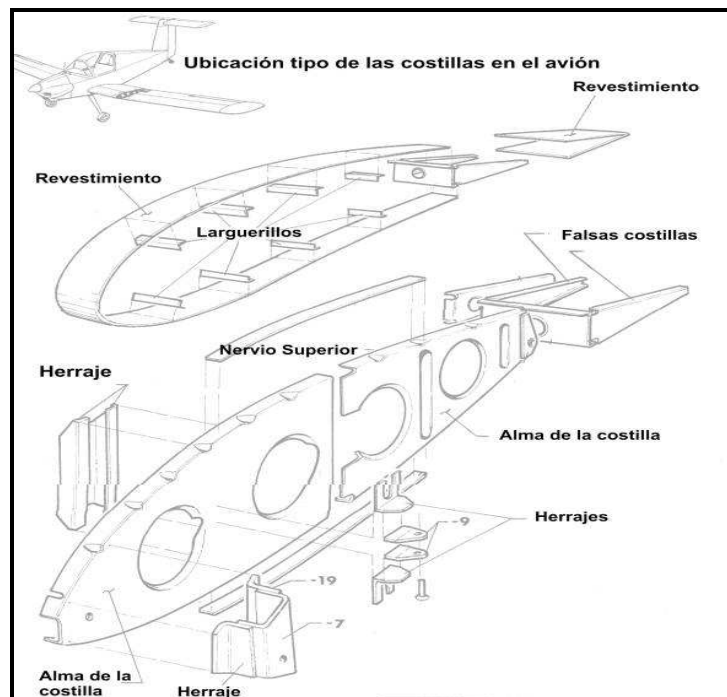


Figura 2.6 Partes de la Costilla.

Fuente: Investigación documental.

Tomado por: [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)

#### b).-Ubicación de las Costillas

Se colocan perpendicularmente al larguero a una distancia de separación entre costillas que depende de los siguientes factores:

- Velocidad del avión
- Carga alar
- Construcción de la costilla
- Recubrimiento
- Tipo de perfil

### **4.3.-Revestimiento**

El revestimiento de la estructura del ala proporciona a la misma una forma aerodinámica para alcanzar el máximo rendimiento.

Forma parte del ala y se conocen dos tipos de revestimiento:

- No resistente o Pasivo (tela).
- Resistente o Activo (metálico).

#### **a).-Revestimiento Resistente o Activo**

Es el revestimiento de ala realizado con lámina metálica, que contribuye a soportar los esfuerzos de tracción, compresión, flexión, torsión y corte. Contribuye a la resistencia estructural y permite eliminar piezas de refuerzos de la estructura del ala obteniéndose estructuras fuertes y livianas.

La contribución del revestimiento a la resistencia de flexión del ala depende su grado de arrugamiento y módulo de elasticidad (es la propiedad que tienen los cuerpos de recuperar su forma primitiva, cuando desaparecen las fuerzas exteriores que le han deformado).

Los esfuerzos de tracción no ofrecen dificultades por más delgadas que sean las láminas. Para resistir la compresión se refuerzan las láminas mediante perfiles Y ó Z, o bien con láminas onduladas que se fijan a la parte inferior de las mismas. Los esfuerzos de corte son resistidos sin deformaciones si la lámina tiene espesor suficiente.

El revestimiento se fija sobre la estructura del ala mediante remaches. Estos deben ser de cabeza hundida para ofrecer la mínima resistencia al avance.

## 5.-GEOMETRÍA DEL ALA



Figura 2.7. Partes del Perfil Alar.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de:[http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)).

**5.1.-Perfil alar:** Es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos ésta transversalmente "como en rodajas". Salvo en el caso de alas rectangulares en que todos los perfiles ("rodajas") son iguales, lo habitual es que los perfiles que componen un ala sean diferentes; se van haciendo más pequeños y estrechos hacia los extremos del ala.

**5.2.-Borde de ataque:** Es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala; o dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire. Es también la zona más susceptible a tener formación de hielo, por lo tanto suele tener sistemas de deshielo o antihielo.

**5.3.-Borde de salida:** Es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala; o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna a la corriente libre.

**5.4.-Extradós:** Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal del avión) se forman bajas presiones.

**5.5.-Intradós:** Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal del avión) se forman sobrepresiones.

**5.6.-Espesor:** Distancia máxima entre el extradós y el intradós.

**5.7.-Cuerda:** Es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.

**5.8.-Cuerda media:** Como los perfiles del ala no suelen ser iguales, sino que van disminuyendo hacia los extremos, lo mismo sucede con la cuerda de cada uno. Por tanto, al tener cada perfil una cuerda distinta, lo normal es hablar de cuerda media. Se definen dos tipos de cuerda: la cuerda media aerodinámica y la cuerda media geométrica.

**5.9.-Línea del 25% de la cuerda:** Línea imaginaria que se obtendría al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil, distancia medida comenzando por el Borde de ataque.

**5.10.-Superficie alar:** Es la superficie que ocupan las alas incluido el fuselaje comprendido entre ellas.

**5.11.-Envergadura:** Distancia entre los dos extremos de las alas. Por simple geometría, si multiplicamos la envergadura por la cuerda media geométrica debemos obtener la superficie alar.

**5.12.-Alargamiento:** Cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y la anchura del ala (Envergadura/Cuerda media). Este cociente afecta a la resistencia inducida de forma que: a mayor alargamiento, menor resistencia inducida. Las alas cortas y anchas son fáciles de construir y muy resistentes pero generan mucha resistencia; por el contrario las alas alargadas y estrechas generan poca resistencia pero son difíciles de construir y presentan problemas estructurales. Normalmente el alargamiento suele estar comprendido entre 5:1 y 10:1.

**5.13.-Flecha:** Ángulo que forman las alas (más concretamente la línea del 25% de la cuerda) respecto del eje transversal del avión. La flecha puede ser positiva (extremos de las alas orientados hacia atrás respecto a la raíz o encastre, que es lo habitual), neutra, o negativa (extremos adelantados). Para tener una idea más gráfica, pongamos nuestros brazos en cruz como si fueran unas alas; en esta posición tienen flecha nula, si los echamos hacia atrás tienen flecha positiva, y si los echamos hacia delante tienen flecha negativa.

**5.14.-Ángulo de ataque:** Es el ángulo que forma la cuerda con la corriente de aire.

## 6.-TIPOS DE ALA.

Por las formas en planta se pueden clasificar en:

**6.1.-Rectangular o recta.** Es típica de las avionetas, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir.

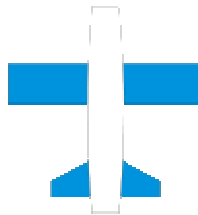


Figura 2.8. Ala Rectangular o Recta.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.

**6.2.-Trapezoidal.** También típica de avionetas, es un ala que su anchura de la raíz a la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta.

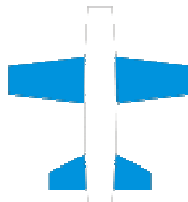


Figura 2.9. Ala Trapezoidal.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.

**6.3.-Elíptica.** Ala que minimiza la resistencia inducida. Típica de algunos cazas de la Segunda Guerra Mundial.

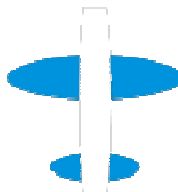


Figura 2 .10. Ala Elíptica.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.



**6.4.-Flecha.** El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje. Típico de aviones en vuelo subsónico alto.

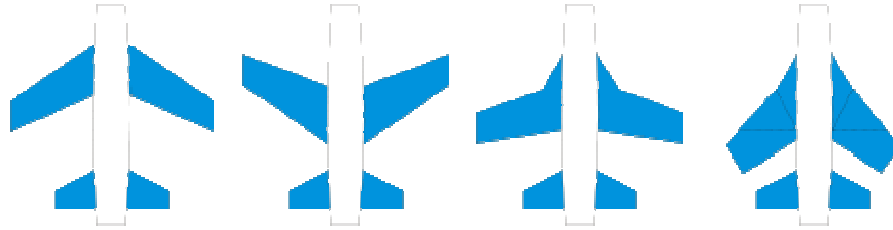


Figura 2.11. Distintos Tipos de Ala.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.

Delta Usado en nuevas tecnologías aeronáuticas.

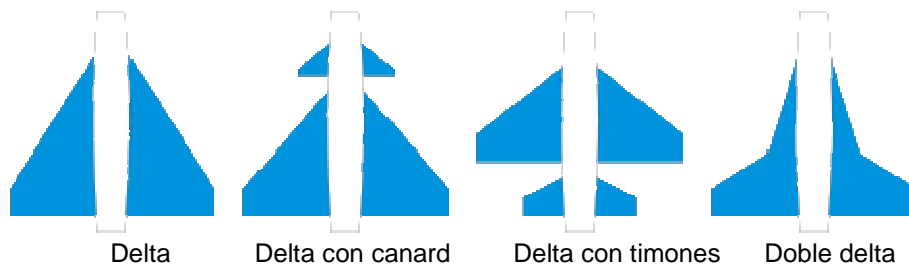


Figura 2.12. Distintos tipos de alas delta.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.

**6.5.-Ojival.** Es una variación del ala en forma de delta. El avión supersónico Concorde es un claro ejemplo para este tipo de ala.

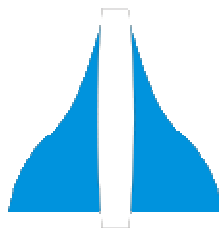


Figura 2.13. Ala ojival.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.

**REFERENCIAS:**

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/avi%3%B3n>.
- [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://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS\\_AIRES/62/tecnolog/alas.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/alas.htm)

# HERRAMIENTAS



## 1.-TALADRO DE PEDESTAL

### 1.1-DEFINICIÓN

Taladrar significa perforar o hacer un agujero (pasante o ciego) en cualquier material. Es un trabajo muy común en cualquier tarea de bricolaje y muy sencillo si se realiza con las herramientas adecuadas. Lo principal es contar con un taladro decente y una broca apropiada para taladrar el material. En algunos casos será imprescindible la utilización de algún accesorio, como por ejemplo el soporte vertical o los topes de broca.

Los taladros de pedestal son de mayor potencia y producen por lo tanto mayor trabajo. Están constituidos por una sólida columna de fundición que forma un eje rígido sobre el cual se desplazan los diferentes elementos de la máquina. Esta constitución mucho más robusta permite a este tipo de taladros efectuar agujeros de hasta 100 mm de diámetro.

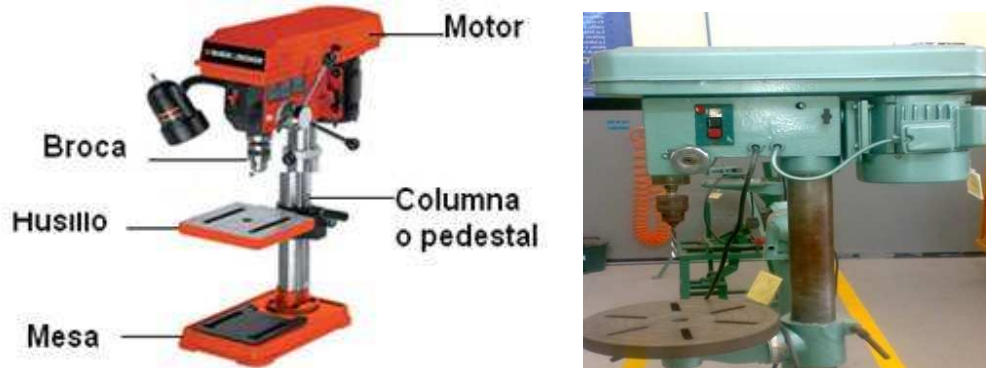


Figura 3.1. Dibujo del taladro pedestal y sus partes

Fuente: Investigación documental y de campo.

Editado por: Luis Calderón.

### 1.2.-UTILIZACIÓN.

Esta máquina consiste en un husillo que imparte movimiento rotatorio a la herramienta de taladrar (broca), un mecanismo para alimentar la herramienta al material y un pedestal.

Consiste en producir un agujero en una pieza de trabajo.

Con la adición de las herramientas apropiadas. En forma resumida, son muchas las operaciones de mecanizado que se pueden realizar en un taladro, tales como: escariado, avellanado, refundido, roscado, etc.

### 1.3.- ACCESORIOS.

#### a.-) Brocas para metales.

Sirven para taladrar metal y algunos otros materiales como plásticos por ejemplo, e incluso madera cuando no requiramos de especial precisión. Están hechas de acero rápido (HSS), aunque la calidad varía según la aleación y según el método y calidad de fabricación



Figura 3.2. Broca para metales.

Fuente: Investigación documental.

Tomado por: <http://www.monografias.com/trabajos70/definicion-utilizacion-herramientas/definicion-utilizacion-herramientas2.shtml#brocaa>

#### b.-) Coronas de corte circular o brocas de campana.

Para hacer orificios de gran diámetro, se utilizan las coronas de corte circular o brocas de campana. Estas brocas las hay para todo tipo de materiales (metales, obra, madera, cristal). Consisten en una corona dentada en cuyo centro suele haber fijada una broca convencional que sirve para el centrado y guía del orificio. La más utilizada en bricolaje es la de la siguiente foto, que incluye variedad de diámetros en una sola corona.



Figura 3.3. Brocas de campana.

Fuente: Investigación de campo y documental.

Editado por: Luis Calderón.

### c.-) Adaptador para las brocas de campana.

Para la colocación de las brocas de campana en el taladro de pedestal vienen con un adaptador que le permite ubicar estas de una manera sencilla.



Figura 3.4. Adaptador para la broca de campana.  
Fuente: Investigación documental.  
Editado por: Luis Calderón.

### 1.4.- INSTALACIÓN DE LAS BROCAS DE CAMPANA EN EL TALADRO DE PEDESTAL.

Paso 1.- Inserte la broca guía en el adaptador.

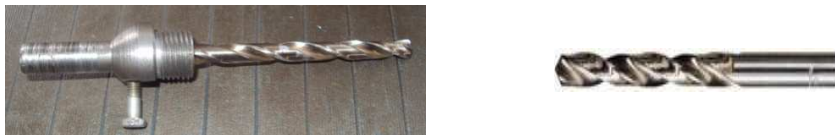


Figura 3.5. Insertado de la broca guía en el adaptador.  
Fuente: Investigación de campo y documental.  
Editado por Luis Calderón.

Paso 2.- Inserte la broca de campana en el adaptador. (Gire la broca de campana para que se enrosque en el adaptador). Mire la siguiente figura.



Figura 3.6. Insertado de la broca de campana en el conjunto (adaptador y broca guía).  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 3.- Afloje el mandril con la llave de mandril e inserte el conjunto en el taladro de pedestal.



Figura 3.7. Instalación del conjunto de la broca de corona en el taladro de pedestal.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 4. Ajuste el mandril con la llave de mandril.



Figura 3.8. Ajuste con la llave de mandril.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

## 2.-CIZALLA MANUAL

### 2.1.-DEFINICIÓN

La cizalla manual también lleva el nombre de cizalla sin garganta este nombre deriva de la forma en que están construidas. El bastidor de la cizalla nunca obstruye la operación de corte. Esto permite cortar láminas metálicas de cualquier longitud y anchura. El metal que se corta puede virarse en cualquier dirección lo cual permite seguir trazados irregulares y hacer hendiduras.



Figura 3.9. Cizalla manual o sin garganta.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

### 3.-SIERRA PARA CORTAR CONTORNOS DE METAL

#### 3.1.-DEFINICIÓN

La sierra para cortar contornos de metal, que se muestra en la siguiente figura, se usa para el corte de contornos de metal y de otros materiales y para otros usos generales en el taller. Corta materiales que son demasiado gruesos para las cizallas o tijeras de hojalatero. La mayoría de las sierras de contornear tienen accesorios que permiten limar, pulir, lijar, hacer cortes circulares y cortes al hilo. Algunas tienen un dispositivo de soldadura a tope que se usa para soldar las hojas rotas.



Figura 3.10. Sierra para cortar contornos de metal.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.



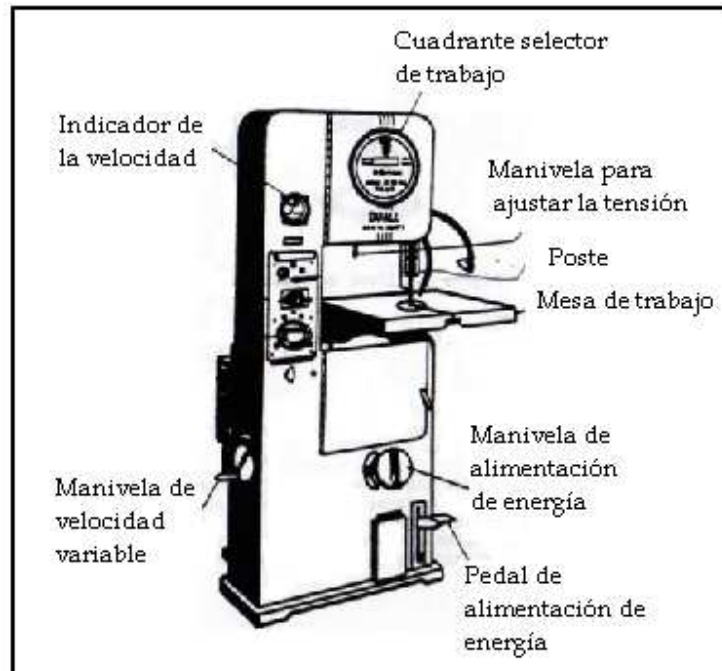


Figura 3.11. Partes de la sierra para cortar contornos de metal.  
 Fuente: Investigación de campo.  
 Editado por: Luis Calderón.

1. Indicador de velocidad.
2. Cuadrante selector de trabajo.
3. Cuadrante para ajustar la tensión
4. Mesa de trabajo.
5. Poste.
6. Manivela de alimentación de energía
7. pedal de alimentación de energía

**a.-) Indicador de velocidad.**

Cuando se usa una sierra para cortar contornos de metal, la precisión de la operación será determinada por la velocidad de la hoja, el espesor u el tipo de material que se corta. La velocidad de la hoja se expresa en “pies por minuto” y es la distancia que recorre la hoja en un minuto.

Las sierras de contornear que utilizaremos son de velocidad variable. Estas sierras tienen palancas de cambio y manivelas para controlar la velocidad de la hoja, así como indicadores que muestran la velocidad. En la figura 3.12 pueden ver un

indicador de velocidad de una sierra “DO-ALL”; este modelo tiene dos alcances de velocidad, marcados “HIGH” (alta) y “LOW” (baja).

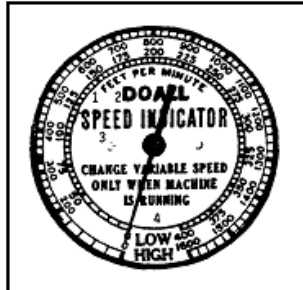


Figura 3.12. Indicador de velocidad.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

#### **b.-) Cuadrante selector de trabajo.**

Este cuadrante sirve como un medio rápido y fácil de operación y para encontrar los ajustes correctos de la sierra. Indica el tipo de hoja y la velocidad de la sierra que se debe usar para cada tipo y espesor de material que se vaya a cortar en la máquina “DO-ALL”. El cuadrante selector de trabajo de esta máquina también indica el radio mínimo que se corta con cada anchura de hoja de la sierra.

El cuadrante exterior del selector de trabajo contiene los nombres de varios tipos de material para usar el selector de trabajo haga girar el cuadrante hasta llegar al tipo de material deseado en la posición inferior.



Figura 3.13. Cuadrante selector de trabajo.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

### **c.-) Cuadrante para ajustar la tensión.**

La hoja de la sierra se ajusta cuando se instala y debe tener la tensión apropiada para que corte con precisión. Una tensión inadecuada hará que se dañe la hoja y podrá causarles lesiones al operador y a otras personas. Con demasiada tensión en una hoja angosta, se hará que corte una ranura en la porción del calce en la rueda, mientras que con muy poca tensión permitirá que la hoja se resbale cuando se someta a una carga pesada. Al mover la manivela de ajuste de la tensión hacia la derecha, se bajara la rueda superior para permitir la instalación de una nueva hoja. Al invertir la dirección de la manivela, se le aplica tensión a la hoja. Algunas sierras tienen un indicador de tensión, lo cual simplifica la tarea de graduar la tensión. Otras requieren un método de ajuste al tanteo. Una regla práctica consiste en apretar la hoja hasta que produzca un tono metálico bajo cuando se puntea (Como lo haría un instrumento de cuerdas).

### **d.-) Mesa de trabajo.**

La mesa de trabajo tiene un ajuste de inclinación, el cual se encuentra debajo del borde delantero de la mesa. Vista desde la posición de cortar, la mesa de trabajo se puede inclinar sobre los muñones, a los ángulos siguientes: desde 5° a la izquierda hasta 45° a la derecha desde el centro. Tienen una escala que muestra este ángulo y una manivela de fijación para mantener la mesa en el ángulo seleccionado.

### **e.-) El Poste.**

El poste se extiende desde la parte superior de la máquina y tiene propósitos principales: alojar la hoja para fines de seguridad y sostener firmemente en su lugar las guías superiores de la hoja. El poste se puede mover (hacia arriba y hacia abajo) para mantener las guías, en la parte posterior del armazón superior, se encuentra dos manivelas una sirve para fijar el poste en su lugar y la otra para ajustar. Cuando el poste esta debidamente ajustado, no debe haber mas de 1/8" sobre la superficie del trabajo.

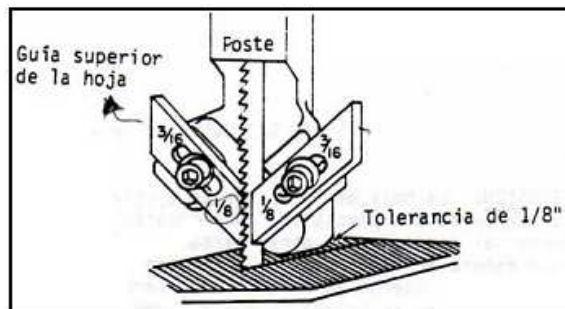


Figura 3.14. El Poste.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

## 4.-TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS

### 4.1.-DEFINICIÓN

El transportador de ángulos es un instrumento muy útil cuando tenemos que fabricar algún elemento con ángulos no rectos. También sirve para copiar un ángulo de un determinado sitio y trasladarlo al elemento que estemos fabricando.



Figura 3.15. Transportador de ángulos.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado por: <http://www.bricotodo.com/medir.htm>.

Cuando es usado con la escala de 12 pulgadas, puede ser usados para hacer ángulos que no sean de 45 y 90 grados. La cabeza tiene una escala de grados, una marca de referencia, dos tornillos de fijación y un tornillo de agarre.

## 5.-GRAMIL

### 5.1.-DEFINICIÓN

El gramil está diseñado y le sirve al reparador de estructuras de aviones para marcar la línea de corte en el metal. Es una herramienta de acero de 1/8 de pulgada y tiene un largo de 12 pulgadas. Ambos extremos están ahusados y terminan en una punta aguda con un extremo doblado a un ángulo de 90° para marcar en sitios difíciles de alcanzar.

El gramil se sostiene en los dedos, lo mismo que el lápiz. Se debe inclinar, manteniendo la punta cerca al borde de la guía, cuando se esté trazando una línea. La punta recta del marcador se usa para rayar una línea. La punta recta en el gramil se usa para trazar líneas en las áreas de fácil acceso. La punta curva se usa para trazar líneas en las áreas de difícil acceso. Cuando trace una línea tire siempre del gramil, no lo empuje nunca. La línea trazada debe ser suficientemente gruesa para que se vea, pero nunca más profunda de lo que sea necesario. Las líneas rayadas sólo se dibujan donde se va a hacer un corte, nunca se usan para otro tipo de líneas. Se debe usar un lápiz o un marcador que no raye, para las líneas que no son líneas de corte. El gramil nunca se debe usar como un punzón.



Figura 3.16 Gramil

Fuente: Investigación documental y campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

## 6.-CIZALLA DE CORTE A ESCUADRA HIDRÁULICA

### 6.1.-DEFINICIÓN

Las cizallas de corte juegan un papel importante en la labor del dibujo. Las cizallas hidráulica, que vemos en la Figura 3.17, proporcionan un medio rápido y conveniente de cortar y poner a escuadra el metal laminado y, por consiguiente simplifica la tarea de dibujo y la hace más exacta. Cuando se gradúa y se usa correctamente, esta máquina cortadora, cortará bordes nítidos, rectos y a escuadra.



Figura 3.17. Cizallas hidráulica de corte a escuadra.  
 Fuente: Investigación de campo.  
 Editado por: Luis Calderón.

Las cizallas de corte a escuadra tiene una armazón sólida, a la cual están fijadas todas las otras piezas. La mesa está sólidamente fijada con pernos a la armazón y proporciona una mesa donde descansa la lámina de metal. Fijado a la parte posterior de la mesa está una cuchilla fija. Cuando se usa, la cuchilla superior desciende y corta el metal en el punto en que se pasa por la cuchilla fija. La cuchilla superior está sujeta en su lugar a un ángulo leve y produce una acción de corte en forma muy parecida a las tijeras, como se puede apreciar en la Figura 3.18.

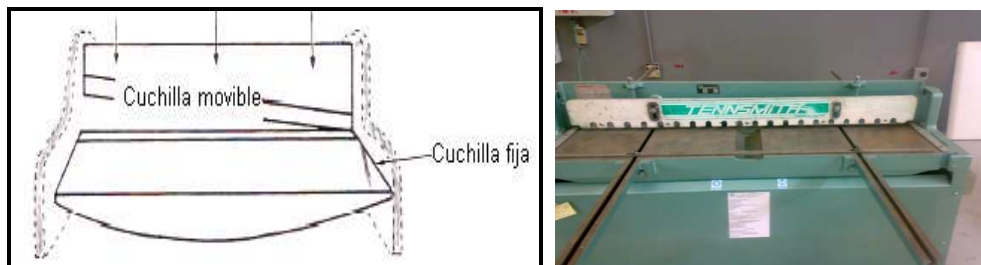


Figura 3.18. Movimiento de la Cuchilla.  
 Fuente: Investigación de campo y documental.  
 Tomado de: Manual de la IAFA y Fotografías.

Se proporciona un dispositivo de sujeción, para evitar que se mueva el metal y que se salga del alineamiento, cuando se corta. Para hacer funcionar este dispositivo de sujeción, las palancas se halan hacia adelante y después hacia abajo, sujetando así al metal en su lugar. En la mayoría de las cizallas de corte a escuadra se le fija una defensa de seguridad a la abrazadera de sujeción. Esta defensa se mueve hacia abajo con la abrazadera y evita así que el operador meta sus dedos debajo de la cuchilla. Úselas con mucho cuidado, ya que este dispositivo de sujeción y la defensa

pueden aplastarle los dedos. La seguridad sigue siendo su responsabilidad. Piense en lo que está haciendo y trabaje con seguridad.

**Estudie las precauciones siguientes, antes de continuar.**

PRECAUCIÓN: NO EXPONGA NI SUS MANOS NI SUS DEDOS AL PELIGRO: Las abrazaderas de sujeción le aplastarán los dedos, si no tiene cuidado. La cuchilla corta a través del acero. Piense lo que podría hacerle a sus dedos:

PRECAUCIÓN: Cuando suelta las palancas de sujeción, tenga el cuidado de no aplastarse un dedo entre la barra en la cual descansa, cuando queda completamente liberada.

PRECAUCIÓN: PROTEJA SUS COMPAÑEROS DE CLASE. No haga funcionar la cizalla, mientras se encuentre alguno de ellos cerca a la misma.

**Ponga una marca frente a cada una de las oraciones que son ciertas.**

\_\_\_ Las abrazaderas de sujeción pueden aplastarle los dedos.

\_\_\_ La seguridad es su responsabilidad.

\_\_\_ La defensa de seguridad evita que se le aplasten los dedos.

\_\_\_ La defensa de seguridad evita que se le aplasten los pies.

\_\_\_ No ponga sus dedos debajo de la abrazadera de sujeción ni de la cuchilla cortante.

Mantenga sus dedos completamente a la vista, fuera del peligro. Despeje el área que está alrededor de la cizalla antes de comenzar su operación.

Si usted comprende a cabalidad las precauciones que se le han presentado anteriormente, entonces está preparado para operar la cizalla de corte a escuadra. Infórmele a su docente que usted va operar la cizalla por primera vez. El vigilará su operación y se cerciorará que está trabajando con seguridad. Después de informar a su docente, vaya a la cizalla de corte a escuadra que esté más cerca y obsérvela bien. En este momento no corte los proyectos de metal.

Haga funcionar las abrazaderas de sujeción, LENTAMENTE y observe la forma en que trabajan. ALEJE SUS DEDOS DEL PELIGRO. Pise el pedal LENTAMENTE y observe como trabajan las hojas cortantes. CUIDE SUS MANOS Y SUS PIES.

Ahora que ha observado detenidamente la cizalla de corte a escuadra, probablemente ha observado muchas otras características que se incorporan a la máquina. Hay graduaciones que están marcadas en la mesa de la cizalla, que ayudan al operador a recortar una pieza de lámina metálica a un tamaño especificado. Hay medidores laterales que ayudan a cortar a escuadra un pedazo de metal. También hay un medidor posterior que se usa para hacer cortes múltiples en una lámina metálica grande. Obsérvese detenidamente la siguiente figura para que conozca donde se encuentran ubicados estos medidores.

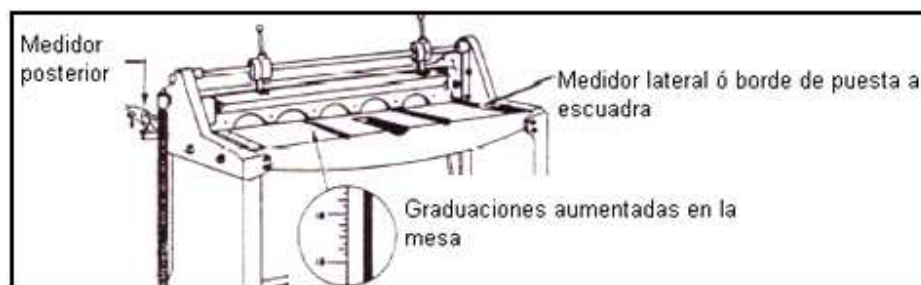


Figura 3.19. Ubicaciones de los Medidores.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

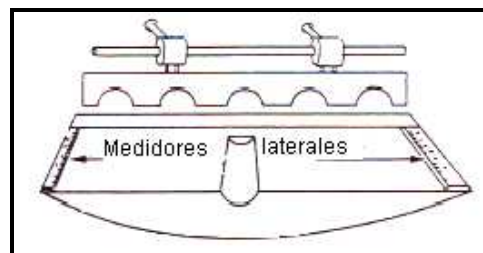


Figura 3.20. Medidores Laterales.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

A cada lado de la mesa encontrará un medidor lateral, que se puede ver en la Figura 3.20, que también se llama borde de puesta a escuadra. Estos medidores laterales están ajustados a un ángulo preciso de  $90^\circ$ , desde la hoja y se usan para poner a escuadra una lámina metálica.



Las cizallas de corte a escuadra pueden efectuar tres operaciones diferentes:

- Corte a escuadra.
- Corte en una línea.
- Corte múltiple a un tamaño específico.

## **6.2.-OPERACIONES DE CORTE**

### **a.-) Puesta a escuadra**

La puesta a escuadra de una pieza de metal requiere varios pasos el primero de los cuales es el de recortar uno de los bordes. Esto se hace insertando el metal entre las hojas de las cizallas y cortando entonces. El metal se debe insertar de modo que su borde quede escasamente fuera del borde delantero de la hoja superior a todo lo largo del metal. Ponga a escuadra el resto de los bordes, sosteniendo el borde recortado contra el medidor lateral y haciendo el resto de los cortes de una sola vez. Cada vez que se haga un corte, usted deberá usar la abrazadera de sujeción para asegurarse que el trabajo no se resbale o se vire mientras se está cortando.

### **b.-) Corte en una línea**

Cuando se corta en una línea con las cizallas de cortar a escuadra, no se usa el medidor lateral. Sólo se necesita tener un nivel visual. Primero se debe marcar el metal donde intente cortarlo. Entonces parándose frente a las cizallas e inclinándose hacia adelante, usted puede ver hacia abajo, entre la abrazadera de sujeción y la hoja cortante. Mirando directamente hacia abajo a lo largo de la hoja móvil, ajuste la lámina metálica hasta que la línea quede exactamente debajo del borde delantero de la hoja. Sujete el trabajo en su lugar con la abrazadera y córtelo.

### **c.-) Corte múltiple**

El corte múltiple, a un tamaño específico, se puede hacer rápidamente, usando el medidor posterior. El medidor posterior no es otra cosa que un tope ajustable. Cuando deban hacerse cortes múltiples, el medidor posterior se ajusta para una profundidad específica de corte. El metal se puede empujar entonces en las cizallas

hasta que quede en contacto con el tope, se sujeta y, entonces se corta. Este procedimiento se puede repetir una y otra vez, cortando láminas metálicas grandes, en tiras de un tamaño específico, con mucha rapidez.

Para usar el medidor posterior, primero tiene que aflojar el seguro del medidor. Entonces se gradúa la profundidad del corte, haciendo girar la perilla de graduación hasta que aparezca la lectura (indicación) correcta en el indicador. Cuando el metal que se va a cortar debe ser de un tamaño muy exacto, es una buena práctica, verificar la graduación del medidor con su cinta de medir para cerciorarse que se ajustó con precisión.

## 7.-LIMAS

### 7.1.-TIPOS DE LIMAS

Las limas se clasifican por su nombre, grado y corte. El nombre de una lima se determina por su forma transversal. La Figura 3.21, ilustra algunas de las formas de limas de uso más común.

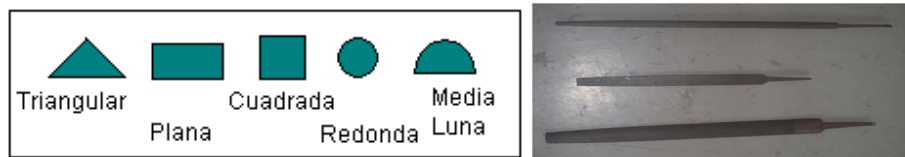


Figura 3.21. Tipos de limas.

Fuente: Investigación de campo y documental.

Editado por: Luis Calderón

- Lima Triangular.- Se usa para limar ángulos internos y limpiar esquinas.
- Lima plana.- Se usa para limar superficies planas y bordes externos de arcos.
- Lima cuadrada.- Es la más útil para darle acabado al fondo de ranuras.
- Lima redonda.- Se usa para agrandar agujeros redondos y para limar el interior de arcos pequeños.
- Lima de media luna.- Se usa para limpiar el interior de arcos de gran tamaño, y para limar espacios donde no llegan otras limas.

El grado de una lima se refiere a la distancia que hay entre las hileras paralelas de dientes. Si se toma en consideración el grosor de estos dientes, los grados incluyen: el grueso o de desbaste, el bastardo, el entrefino, fino y muy fino.

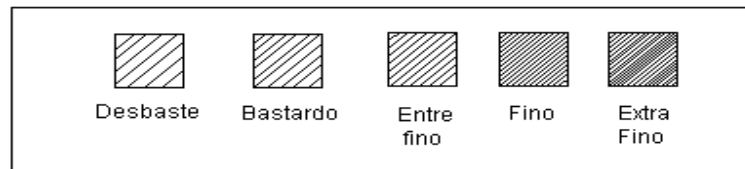


Figura 3.22. Distancias entre hileras de las limas.

Fuente: Investigación documental.

Elaborado por: Luis Calderón.

El corte de una lima se refiere en la forma que la lima fue cortada. La lima de un solo corte tiene una hilera de dientes con forma de formón dispuestos en ángulo con respecto a la línea central de la lima. La lima de corte doble tiene una segunda hilera de dientes dispuestos en ángulo con respecto a la primera hilera, ofreciendo unos dientes más pequeños de forma romboidal.

## 7.2.-SELECCIÓN Y USOS DE LAS LIMAS

La lima que se escoja para cualquier trabajo en particular depende de la forma que tenga el cuerpo que se va limar, la dureza del material y del acabado que se desee obtener. Para limar materiales suaves o en los casos en que solo basta un acabado tosco, se utiliza una lima para corte de desbaste. Los materiales duros, o acabados pulidos, requieren el uso de una de corte fino. El procedimiento corriente que se aplica para limar aleaciones de aluminio consiste en eliminar el exceso de material con una lima de desbaste, para luego uniformar los bordes con una lima de corte fino.

En la Figura 3.23 se demuestra la manera correcta de sostener una lima. El mango se agarra con la mano derecha con los dedos por debajo y el pulgar arriba. La mano izquierda debe ir en la punta de la lima con firmeza, utilizando para ello el pulgar y el dedo índice. En algunas ocasiones la ubicación del trabajo puede exigir la manipulación diferente de la lima, pero ésta es la posición recomendada. Lo importante es completar el trabajo satisfactoriamente.

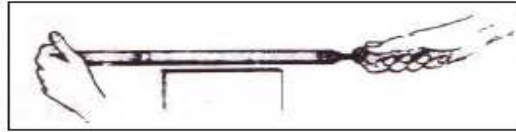


Figura 3.23 Posición Correcta de la Lima.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

El material que se va a limar se debe sostener firmemente en un tornillo de banco. Si es posible, la pieza que se va a trabajar debe estar a la altura del codo ya que así podrá usted efectuar pasadas largas y uniformes. Las pasadas deberán realizarse a lo largo del borde del metal, con una velocidad máxima de aproximadamente 60 pasadas por minuto. Cuando se lima muy rápido los dientes se calientan y pierden filo. No le haga presión a la lima cuando la está retrocediendo hacia la posición inicial, ya que esto puede romper los dientes que están inclinados hacia adelante.

Acabamos de decir que no se debe aplicar presión a la lima cuando se está retrocediendo a la posición inicial. Hay una excepción a esta regla. Cuando se esta limando un material suave, como lo es el aluminio puro, una ligera presión sobre la lima cuando se está retrocediendo ayudará a remover las blandas virutas que se adhieren a los dientes.

El limado de retoque es otra técnica importante con la cual debe usted familiarizarse. El limado de retoque produce un acabado muy fino sobre los bordes de la lámina metálica. Al emplear esta técnica se utiliza una lima de corte fino, la cual se sostiene perpendicularmente con respecto al borde, imprimiéndosele un movimiento de vaivén en sentido lateral. Cuando se está efectuando una labor de limado de retoque, se debe utilizar la lima de corte doble, vea la Figura 3.24.

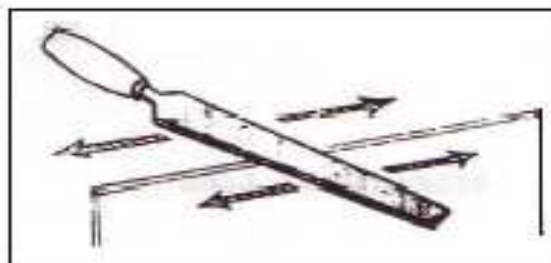


Figura 3.24. Limado de Retoque.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

## 8.-DOBLADORA DE CORNISAS



Figura 3.25. Dobladora de cornisas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

### 8.1.-DEFINICIÓN

La dobladora de cornisas, se usa para doblar en línea recta. Las dobladoras de cornisas están disponibles en varios tamaños. Algunas tienen hojas de tres pies de largo, mientras que otras tienen hojas de doce pies de largo. La longitud del doblado que se puede hacer está limitada por la longitud de esta hoja.

Las partes principales de la dobladora son: plataforma, hoja dobladora, contrapesos, barra sujetadora y palanca de la barra sujetadora. Observe que la hoja dobladora está engoznada a la parte delantera de la plataforma. La barra sujetadora está montada encima de la plataforma y se puede ajustar para acomodar distintos grosores de metal.

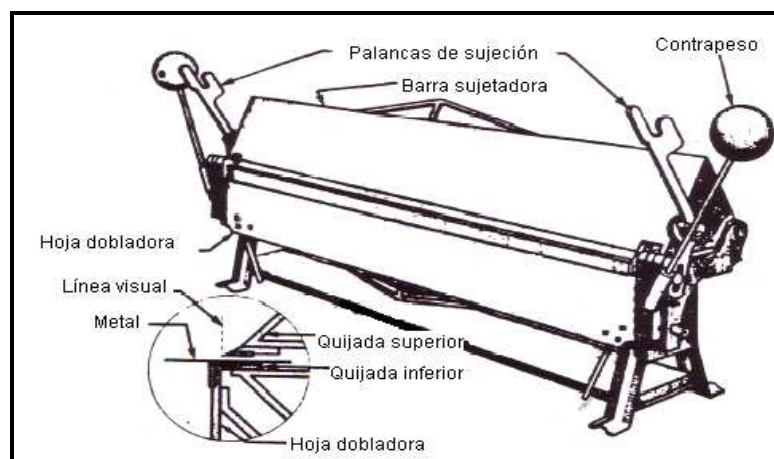


Figura 3.26. Partes de la dobladora de cornisas.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

## 8.2.-PRECAUCIÓN

Cuando use la dobladora de cornisas, tenga cuidado de mantenerse alejado de las palancas y los contrapesos conectados a la hoja dobladora. Asegúrese de que otras personas estén alejadas antes de levantar la hoja dobladora.

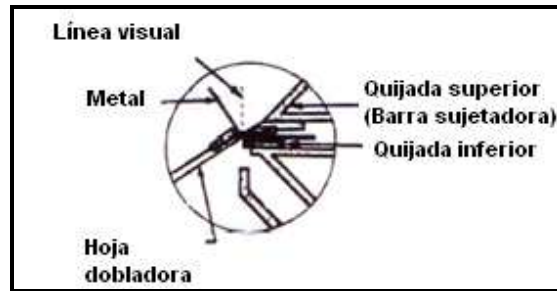


Figura 3.27. Colocación del Metal.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

La dobladora de cornisas tiene pernos de ajuste horizontal y vertical en cada extremo. Con estos pernos se ajusta la barra sujetadora y deben reajustarse cada vez que se vaya a doblar un metal de distinto espesor.

## 8.3.-AJUSTE VERTICAL

El perno de ajuste vertical sube y baja la barra sujetadora para mantener la presión correcta cuando se doblan materiales de distinto espesor. Para los ajustes verticales, se deben seguir los siguientes pasos. (Esta sólo es una lista de procedimientos -NO HAGA AJUSTES EN ESTE MOMENTO.)

Paso 1. Afloje los pernos de cierre del ajuste vertical (uno en cada extremo).

Paso 2. Coloque un trozo pequeño de metal del espesor igual al que va a doblar en cada extremo de la dobladora.

Paso 3. Baje la barra sujetadora.

Paso 4. Ajuste cada extremo de la barra sujetadora moviendo los pernos de ajuste vertical. Las palancas de la barra sujetadora deben tirar hacia sus topes con igual presión en cada extremo.

Paso 5. Apriete los pernos de cierre del ajuste vertical para evitar los cambios graduales de este ajuste durante el uso.

#### **8.4.-AJUSTE HORIZONTAL**

La barra sujetadora también debe ajustarse horizontalmente para dejar entre el borde de la barra sujetadora y la hoja dobladora, un espacio que sea igual al espesor del metal que se va a doblar. Siga los siguientes pasos para hacer los ajustes horizontales.

Paso 1. Afloje los pernos de cierre del ajuste horizontal.

Paso 2. Sujete verticalmente un trozo de metal del espesor adecuado con su borde entre la nariz de la barra sujetadora y la hoja dobladora.

Paso 3. Para mover la barra sujetadora horizontalmente, haga girar los pernos de ajuste posterior y delantero en la misma dirección. De acuerdo con la dirección en que se muevan estos pernos, la barra sujetadora se moverá hacia adelante o hacia atrás.

Paso 4. Una vez que tenga el espacio apropiado entre la barra sujetadora y la hoja dobladora, apriete los pernos de cierre del ajuste horizontal.

## 9.-DOBLADORA DE CAJA



Figura 3.28. Dobladora de caja.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

### 9.1.-DEFINICIÓN

La dobladora de caja, Figura 3.29, ha sido específicamente diseñada para hacer cajas de diferentes tamaños y formas. Con ella se puede moldear todos los lados sin deformar ninguno de los dobleces ya terminados.

La construcción de la dobladora de cajas que se muestra en la figura es semejante a la de la dobladora de cornisas. La principal diferencia es que la barra sujetadora está dividida en secciones que se conocen como dedos o zapatas. Estos dedos son de diferente anchura e intercambiables.

En la Figura 3.29, se muestra cómo se hace una caja. Observe cómo se ajusta el dedo entre los extremos de la caja, permitiendo que se doble los lados sin deformar los extremos.



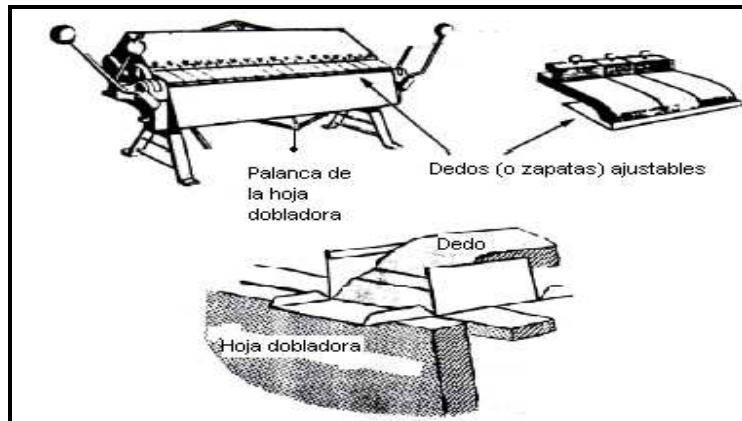


Figura 3.29. Dobladora de caja.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Los ajustes horizontales y verticales de esta dobladora son muy similares a los de la dobladora de cornisas. El único nuevo ajuste debemos aprender es el del dedo. Como se dijera anteriormente, estos dedos son intercambiables. Están asegurados a la vigueta superior por medio de tornillos. Los dedos se deben asentar firmemente y luego apretar los tornillos antes de usar la dobladora.

## 10.-MACETA

### 10.1.- DEFINICIÓN

Los mazos de cara plana se fabrican de una variedad de materiales como por ejemplo, maderas duras, caucho, plástico u cuero crudo. El más indicado para la fabricación del prototipo del ala es de cuero crudo y se muestra en la Figura 3.30. Se presta sobre todo para sacar pequeñas abolladuras y dobleces, o para darle nueva forma a piezas de aluminio de aviones.

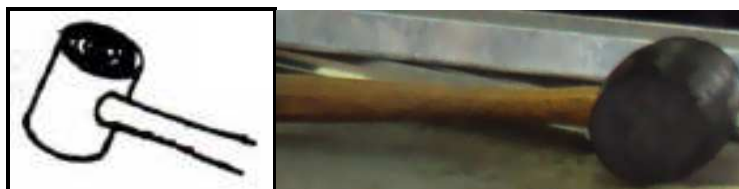


Figura 3.30. Maceta.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.  
Editado por: Luis Calderón.

## 11.-CENTRO PUNZÓN



Figura 3.31. Centro Punzón.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

### 11.1.-DEFINICIÓN

El centro punzón y el martillo de bola también se usan para sus dibujos en metal aunque no son realmente herramientas de dibujo. El centro punzón se usa para hacer pequeñas muescas antes de taladrar o perforar un orificio. La marca del punzón ayuda a evitar que la broca se "salga" del punto donde se va a taladrar y también ayuda a iniciar los bordes cortantes de la broca. El martillo de bola se usa para golpear el centro punzón.

El centro punzón, que vemos en la Figura (A), se debe revisar para determinar si está afilado y ver si no se ha formado la cabeza de hongo. Las cabezas de hongo, que vemos en la Figura (B) son un peligro, por la posibilidad de que se desprendan las astillas de metal y golpeen al usuario.

La punta del centro punzón está esmerilada a un ángulo de aproximadamente 90 grados. El docente debe darle una demostración sobre como esmerilar, antes de que se le permita usar la esmeriladora para afilar y desbastar sus herramientas.

## 12.-TALADROS NEUMÁTICOS

### 12.1.-TALADRO NEUMÁTICO COMÚN

La herramienta neumática que se usa más comúnmente es el taladro neumático. Estas herramientas se encuentran disponibles en una variedad de tamaños. La capacidad del taladro se determina por la broca más grande que pueda sujetar el mandril. Un taladro neumático de 1/4 de pulgada es el que se usa con más

frecuencia y sujetará brocas de tamaños que alcanzan hasta 1/4 de pulgada de diámetro. El motor cuenta con suficiente potencia para hacer girar la broca más grande que sujete el mandril, cuando se taladre la mayoría de los materiales. En la Figura 3.32, aparece un taladro neumático común.

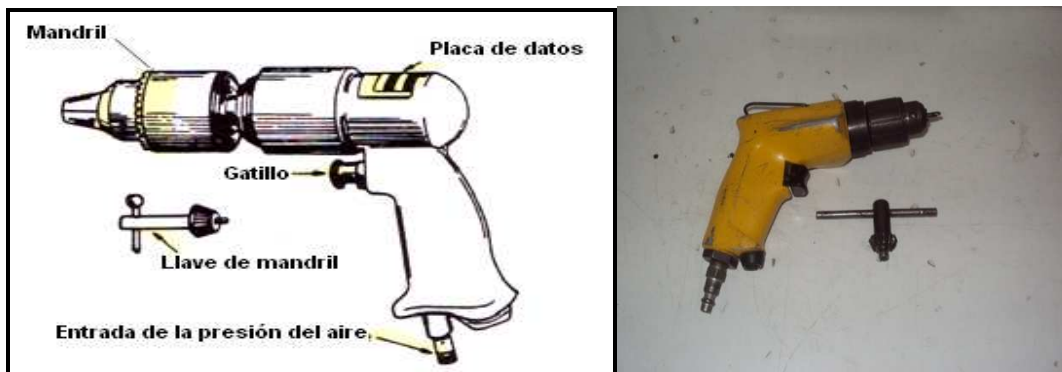


Figura 3.32. Taladro Neumático Común.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

Usted observará que el mandril en el taladro neumático tiene dientes de engranaje en el manguito exterior y una llave de mandril con dientes de apareamiento. El mandril del taladro neumático se aprieta con una llave de mandril debido a la alta velocidad y torsión que se desarrollan. Si la broca no se aprieta lo suficiente dejará que ésta se resbale del mandril rayando el eje, con lo cual quedará la broca inservible.

#### **a.-) Aire comprimido**

Las herramientas neumáticas requieren una fuente externa de aire comprimido. La presión recomendada para la mayoría de las herramientas neumáticas es de 90 a 100 psi (libras por pulgada cuadrada). El aire se le suministra a las herramientas neumáticas a través de una manguera flexible de aire con herrajes de desconexión rápida.

### **b.-) Lubricación diaria**

Las herramientas neumáticas requieren que se les lubrique todos los días, antes de usarlas. Se lubrican poniéndoles una gota de aceite en la entrada de aire, antes de conectar la manguera a la herramienta.

### **c.-) Precauciones al taladrar**

Cuando esté taladrando, la broca debe mantenerse siempre en posición perpendicular a la pieza que está taladrando. Es bien fácil oprimir accidentalmente el gatillo y poner el taladro en movimiento, especialmente cuando se le deja a un lado con la manguera del aire conectada. Haga un hábito de trabajo permanente el desconectar la manguera del aire antes de poner cualquier herramienta neumática a un lado.

Se debe tener la precaución de evitar el daño a la superficie de metal cuando se esté operando un taladro neumático. Un error común es el de atravesar el metal hasta que las quijadas del mandril golpeen el metal. Las quijadas giratorias del mandril mellan el metal, dejando marcas circulares alrededor del orificio. Estas marcas se conocen como las marcas del mandril y podemos verlas en la Figura 3.33.



Figura 3.33. Marcas del Mandril.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

#### **d.-) Precauciones de seguridad**

Se deben cumplir las precauciones de seguridad, mientras se operan los taladros neumáticos. Algunas de las precauciones que se deben observar mientras se usan los taladros neumáticos, son las siguientes:

- Use anteojos de seguridad o protector de la cara, mientras esté taladrando. Los taladros neumáticos lanzan virutas de metal en todas direcciones.
- Desconecte la manguera del aire cuando no esté usando el taladro neumático.

**Nota:** Cuando se esté instalando una broca o cuando se haga un ajuste al micro-avellanador el taladro neumático debe estar desconectado de la manguera del aire.

- NUNCA se aleje de su sitio de trabajo dejando el taladro conectado a la manguera del aire. Puede caer al piso y romperse o caerle a alguien en los dedos de los pies. También el gatillo puede oprimirse accidentalmente y el taladro puede causar una lesión.
- Aparte sus dedos del taladro en movimiento.

### **13.- LOS SUJETADORES CLECO**

#### **13.1.-FINALIDAD DE LOS SUJETADORES CLECO.**

En la mayoría de los trabajos de perforación hay que perforar más de un orificio. Las piezas deberán mantenerse firmemente unidas mientras se taladra para asegurar que todos los orificios queden alineados. Para mantenerlos unidos se usan los sujetadores clecos que son abrazaderas accionadas por resorte. Estos sujetadores se conocen comúnmente como "clecos".

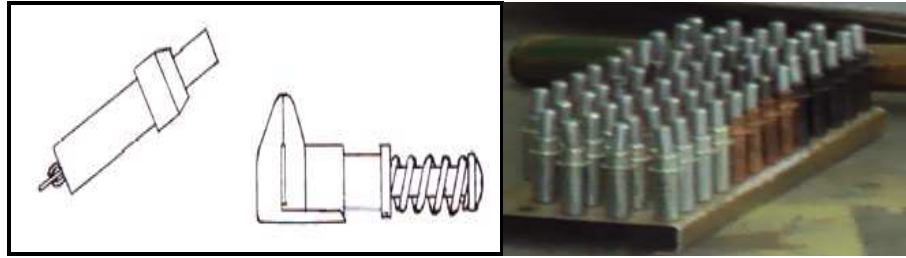


Figura 3.34. Tipos de Sujetadores Clecos.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

1. Tipo de orificio
2. Tipo zapato o de láminas.

### 13.2.-CLECOS DE ORIFICIO.

Estos clecos se instalan en los orificios para sostener las láminas metálicas unidas y alineadas y vienen en distintos tamaños que se distinguen mediante un código de colores, para facilitar su identificación. Cada tamaño de cleco tiene su propio color identificador.

### 13.3.-CLECOS TIPO ZAPATO O DE LÁMINAS.

Estos se instalan en los bordes de las láminas metálicas para mantenerlas unidas cuando no hay perforaciones para acomodar los sujetadores de orificio. Los sujetadores tipo zapato tienen un par de quijadas accionadas por resorte para sujetar el borde de las láminas metálicas.

## 14.- FORCEPS (PINZAS PARA CLECOS).

### 14.1.- DEFINICIÓN

Para insertar los sujetadores clecos se usa una herramienta llamada fórceps o pinzas para clecos, que aparece en la Figura 3.35. Los fórceps comprimen un resorte y extienden la mordaza lo que permite insertar el cleco. Cuando se suelta el resorte, la mordaza se retrae. Esto hace que las mordazas se extiendan y sujeten el metal. Las quijadas de los clecos se abren y cierran comprimiéndose y soltándose el resorte en los clecos tipo zapato.

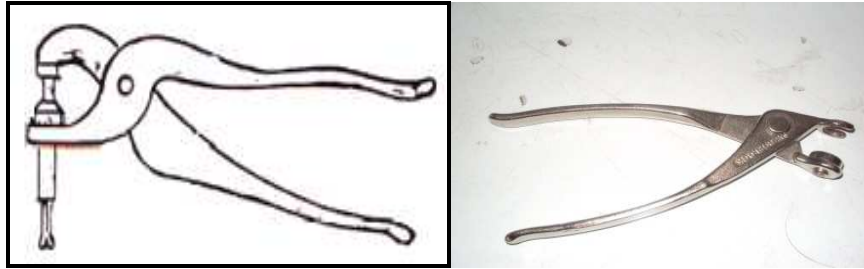


Figura 3.35. Forceps o Pinzas para Clecros.  
 Fuente: Investigación documental y de campo.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

#### 14.2.-CLECOS TIPO ZAPATO.

Usted usará los clecros tipo zapato para sostener las piezas firmemente antes de taladrar un orificio. El uso de los clecros tipo zapato o de láminas se ilustra en la Figura 3.36.

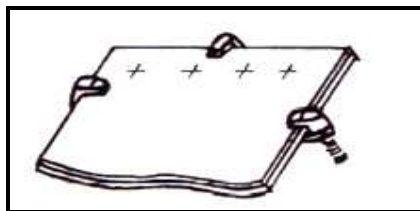


Figura 3.36. Uso de los Clecros tipo zapato.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

#### 14.3.-CLECOS DE ORIFICIO.

Después de hacer la primera perforación, insertará uno de estos clecros en el orificio en la forma indicada en la Figura 3.37. Lo que le ayudará a mantener las piezas alineadas mientras taladra los otros orificios.

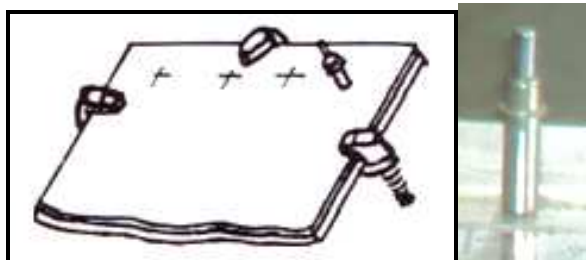


Figura 3.37. Clecros de Orificio Insertado en el Primer Orificio.  
 Fuente: Investigación documental y campo.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

**a.-) Agregue más clecos.** A medida que perfora más orificios añadirá más clecos de orificio y quitará los clecos tipo zapato. Espacie los clecos según sea necesario para mantener las piezas firmemente unidas, mientras completa el taladro, como se muestra en la Figura 3.38. Los clecos también se usan para mantener las piezas alineadas durante los trabajos de remachado.

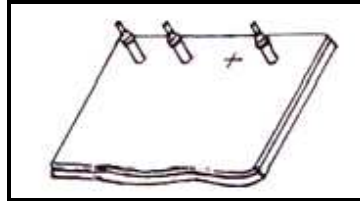


Figura 3.38. Varios Clecos Instalados.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

## 15.-CORTADORA DE REMACHES

### 15.1.-DEFINICIÓN

Algunas veces no se pueden conseguir en su taller los remaches de la longitud correcta. Cuando esto ocurre, pueden cortarse los remaches que son demasiado largos a la longitud que se necesita. Esto se hace con una cortadora de remaches, como la que se ilustra en la Figura 3.39. La cortadora consta de un juego de cuchillas que al apretar sus mangos, cortan el remache. En la cabeza de la cortadora hay varios orificios de diferentes tamaños que aceptan los remaches de diámetros más comunes. Hay varios espaciadores que se pueden usar para sostener los remaches a la longitud correcta en caso de cortes repetidos.

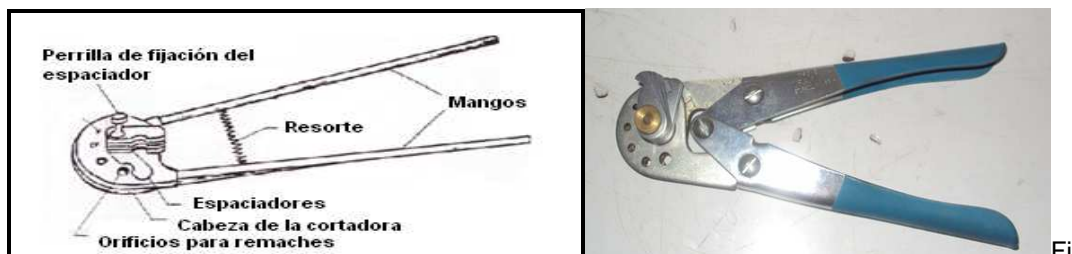


Figura 3.39. Cortadora de Remaches.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.



1. Perrilla de fijación del espaciador
2. Resorte de retorno
3. Mangos
4. Espaciadores
5. Cabeza de la cortadora
6. Orificios para remaches

## 16.-BUTEROLAS

### 16.1.-DEFINICIÓN

La buterola se requiere cuando se efectúa el remachado neumático. La buterola encaja en el extremo de la pistola remachadora. La buterola se ubica entonces contra la cabeza fabricada. Las buterolas se hacen de distintos tamaños para que se adapten a todos los tipos de remaches y los tamaños de las cabezas de los remaches. Las buterolas también se hacen en diferentes formas, para salvar las obstrucciones. En la figura 3.40 Observe la buterola “en forma de hongo” que se usa para los remaches planos o al ras.



Figura 3.40 Tipos de Buterolas.  
 Fuente: Investigación documental y de campo.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

## 17.-PISTOLAS REMACHADORAS

### 17.1.-DEFINICIÓN

La pistola remachadora, que algunas veces se llama martillo neumático, instalará rápidamente un remache, dando golpes rápidos similares a los de un martillo. Cada una de las pistolas remachadoras esta diseñada para instalar un alcance determinado de diámetro de remaches. A este alcance se le llama la capacidad de la pistola remachadora y se encuentra estampado en el cilindro de la pistola, en forma de clasificación "X", por ejemplo 3X, 4X, 6X, etc. Mientras mas alto es la clasificación "X", más fuertes serán los golpes de la pistola. Las pistolas remachadoras de golpes más fuertes se usan para instalar remaches de diámetro mayor. En la Tabla 3.1, aparece la medida de la pistola que se debe usar para instalar los remaches de distintas medidas.

MEDIDA DEL REMACHE	MEDIDA DE LA PISTOLA REMACHADORA
1/16" – 3/32"	2X – 3X
1/8" – 5/32"	3X – 4X
5/32" – 3/16"	4X
1/4" y más.	5X – 7X

Tabla 3.1.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Las pistolas remachadoras se fabrican en una variedad de formas y tamaños, lo que permite que se ejecuten los distintos trabajos que usted tenga que hacer. Las pistolas remachadoras también se clasifican como pistolas de golpe lento y pistolas de golpe rápido. En la Figura 3.41. Aparecen algunas de las pistolas remachadoras que están disponibles.



Figura 3.41. Pistolas remachadoras.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

### 17.2.-RESORTE RETENEDOR.

Todas las pistolas remachadoras deberán estar equipadas con un resorte de retención. El resorte sostiene la buterola en su lugar de modo que no se caiga o salte accidentalmente de la pistola remachadora, como se puede apreciar en la Figura 3.42. El resorte de retención servirá su propósito si el resorte y la buterola están debidamente instalados. NUNCA USE UNA PISTOLA REMACHADORA SIN UN RESORTE DE RETENCION.



Figura 3.42. Resorte de retención de la Buterola.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

### 17.3.-NOMENCLATURA DE LA PISTOLA REMACHADORA.

Una pistola remachadora tiene un cilindro (barril), un mango, un gatillo y un regulador del aire, como aparece en la Figura 3.43. El cilindro tiene roscas en la

parte exterior del extremo sobre la cual se atornilla el resorte de retención. La buterola se desliza en el orificio del cilindro y el resorte la retiene en su lugar. El mecanismo que funciona por aire descarga golpes similares a los del martillo a la buterola, la cual instala el remache. La pistola remachadora esta conectada a una fuente de aire de 90/100 PSI. El regulador de aire gradúa la cantidad de aire que se envía al mecanismo para controlar la velocidad y la firmeza de los golpes de la pistola remachadora.



Figura 3.43. Nomenclatura de la Pistola Remachadora.  
Fuente: Investigación documental y de campo.  
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

## 18.-BARRAS CONTRA-REMACHADORA

### 18.1.-DEFINICIÓN

Una barra contra-remachadora es una herramienta que se sostiene contra el vástago del remache, mientras se forma la cabeza de taller.

Las barras contra-remachadoras se hacen en una variedad de tamaños y formas, para facilitar la operación de contra-remachado de remaches en muchas áreas. En la Figura 3.44. Se ilustran algunas de las tantas barras contra-remachadoras.

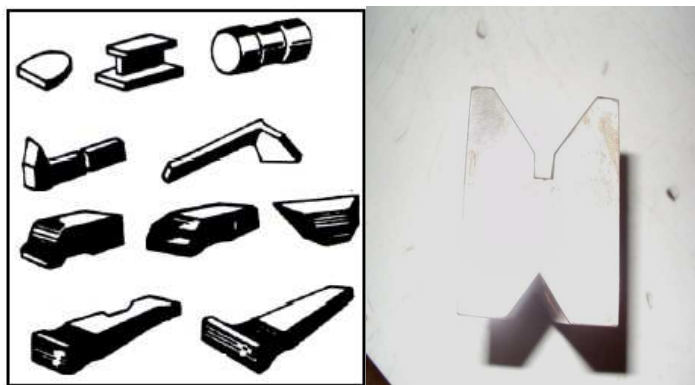


Figura 3.44. Barras contra remachadoras.  
 Fuente: Investigación documental y de campo.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

El peso de las barras contra-remachadoras va desde unas cuantas onzas hasta diez libras. Es necesario tener una buterola del peso correcto para lograr un remachado adecuado. La Tabla 3.2 contiene los pesos recomendados, para las barras contra remachadoras que se deben usar en los distintos remaches.

DIÁMETRO DEL REMACHE	PESO (En libras)
3/32	2 a 3
1/8	3 a 4
5/32	3 a 4 ½
3/16	4 a 5
1/4	5 a 6 ½

Tabla 3.2. Pesos Recomendados.  
 Elaborado por: Luis Calderón.

## 19.-LIJADORA ELÉCTRICA

### 19.1.-DEFINICIÓN

Lijar significa alisar, pulir, abrillantar o limpiar algo mediante el frotamiento con un objeto abrasivo, generalmente una lija. El lijado es una tarea fundamental en cualquier trabajo de acabado (pintura, barniz, etc.). **Un buen acabado es imposible sin un perfecto lijado.**

Siempre que sea posible lijaremos con ayuda de una lijadora o de un taladro eléctrico con un acople lijador, ya que el ahorro de tiempo será muy considerable y el acabado mejor. Cuando lijemos con una máquina, deberemos tener ésta siempre en movimiento para que el lijado sea uniforme.

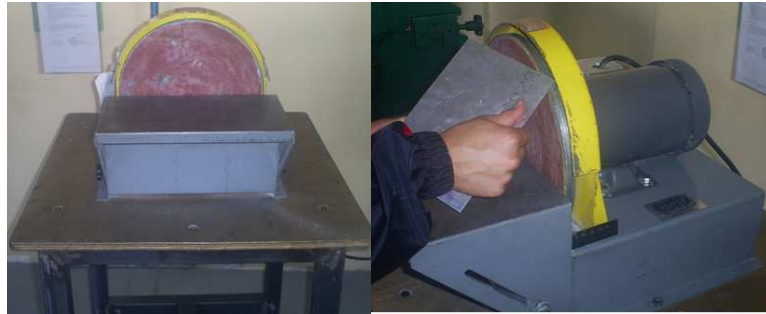


Figura 3.45. Lijadora eléctrica.  
Fuente: Investigación documental.  
Editado por: Luis Calderón.

Al plato lijador se le pueden poner más accesorios como por ejemplo la BOINA DE LANA para pulir, los DISCOS DE ALGODÓN O DE FIELTRO para pulir y abrillantar, un DISCO FLEXIBLE ABRASIVO para todo uso, un DISCO DE MALLA ESPACIADA con gran poder abrasivo. También podemos utilizar un DISCO METÁLICO LIJADOR de muy larga duración y limpiable.

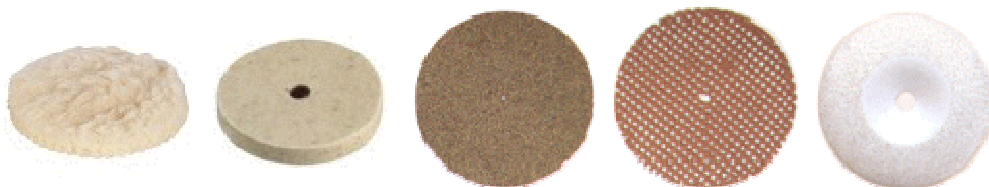


Figura 3.46. Diferentes lijas.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: <http://www.bricotodo.com/lijar.htm>

## 19.2.-MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Aunque las lijadoras son máquinas muy seguras, conviene tener en cuenta algunas precauciones. Cuando lijemos tanto manualmente como con lijadora es recomendable protegerse la vista del polvo con gafas adecuadas. Si lijamos con lijadora sin sistema de extracción de polvo o con el taladro, es imprescindible la mascarilla. Además, hay algunas maderas que provocan alergias y constantes

estornudos. La máquina hay que mantenerla perfectamente sujeta con las dos manos durante el lijado. Debemos apagarla (mejor desenchufarla) para un cambio de lija. Por último, no conviene olvidar las medidas de seguridad comunes a todos los aparatos eléctricos (no ponerlos cerca de fuentes de humedad o calor, no tirar del cable, etc).

## **20.-MAGUERAS DE PRESIÓN**

### **1.-DEFINICIÓN**

Las mangueras de goma son conductos flexibles utilizados para conducir sustancias sólidas, líquidas y gaseosas.

Posee la capacidad de resistir multiplicidad de fluidos corrosivos, absorber vibraciones, permitir una fácil aplicación y proveer una elevada flexibilidad.



Figura 3.47.Mangueras de presión.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

## **21.-MESA DE TRABAJO**

### **21.1.-DEFINICIÓN**

Mesa de trabajo para este proyecto la llamaremos a la mesa donde nosotros realizaremos los trazos sobre el papel y el metal y donde realizaremos la mayoría de actividades que permitan el correcto desenvolvimiento de sus tareas que piden que ejecute este texto de ayuda didáctica.



Figura 3.48. Mesa de trabajo.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

## 22.-REGLA EN PULGADAS

### 22.1.- DEFINICIÓN

Instrumento de metal u otra materia rígida que sirve principalmente para trazar líneas rectas y medir divisiones en pulgadas.



Figura 3.49. Regla con divisiones en pulgadas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

### REFERENCIAS:

- [OT 1-1A-1, Manual General para la Reparación Estructural.](#)
- [OT 32-1-2, Uso de las Herramientas de Mano.](#)
- <http://www.monografias.com/trabajos70/definicion-utilizacion-herramientas/definicion-utilizacion-herramientas2.shtml#brocaa>
- [http://www.bricotodo.com/medir.htm.](http://www.bricotodo.com/medir.htm)



# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DEL ALA



## FASE 1

### CÀLCULO DE FÒRMULAS PARA EL DISEÑO DEL ALA

#### 1.-FINALIDAD

El cálculo de las siguientes fórmulas proporcionará al estudiante un conocimiento óptimo para poder desarrollar cada una de las operaciones que se le presentaran al momento de elaborar el diseño de las partes que constan el ala.

#### 2.- INTRODUCCIÓN.

Las exigencias profesionales de un Reparador de Estructuras de Aviones constituyen un reto constante a su ingenio y habilidades. El reparador de estructuras siempre debe tener en mente dos factores: el sentido de responsabilidad por la seguridad de la tripulación de la aeronave y la necesidad de reducir el tiempo que dedica a los trabajos de reparación. Se espera de él no sólo que repare o reconstruya una aeronave con piezas solicitadas a la sección de abastecimiento sino que, cuando no haya las piezas que se necesitan, deberá fabricar los componentes necesarios en el sitio donde se encuentre.

Los dobleces, pliegues, ángulos o canales que se necesiten en la fabricación de componentes deben ser exactos si se quiere obtener resultados satisfactorios. La labor de darle forma al metal mediante cualquier proceso constituye una tarea delicada. Las partes pueden dar muestras de un pobre trabajo cualitativo a menos que se les fabrique siguiendo los procedimientos apropiados. Peor aún, un trabajador descuidado puede inducir tensiones innecesarias en el metal durante el proceso de fabricación ofreciendo, como consecuencia, una parte que no llena los requisitos de seguridad.

El trabajo de hacer un doblez requiere un planeamiento y tolerancias exactas en la etapa de trazado y corte, así como también habilidad en la labor de efectuar el doblez propiamente dicho. En esta guía de estudio práctico vamos a explicar

primero, desde el punto de vista mecánico la operación del doblamiento. Luego expondremos algunas consideraciones técnicas que forman parte vital de todo el proceso de calcular, trazar y doblar.

### 3.- DOBLECES CON RADIO

#### 3.1.- Principios del Doblamiento

Se pueden usar varios tipos de máquinas para formar un doblez redondeado en una pieza de metal, pudiendo aplicarse varias técnicas con cada tipo de máquina. Las máquinas que tendrá que manipular son las que más comúnmente se emplean en los talleres de mantenimiento de aeronaves en el mundo.

Las dobladoras de cornisa y la de caja pueden equiparse con una quijada superior redondeada a un radio específico, para evitar que se raje el metal templado cuando se le está dando forma. Estas quijadas se conocen con el nombre de barras se encuentran disponibles en diferentes tamaños de radio, desde 1/16 de pulgada para arriba. Observe la diferencia que presenta la Figura 4.1, la cual muestra a la izquierda la quijada superior de una dobladora de cornisa que sólo permite hacer dobleces angulares, mientras que a la derecha de la misma aparece la dobladora equipada con una quijada con barra para hacer dobleces redondeados.

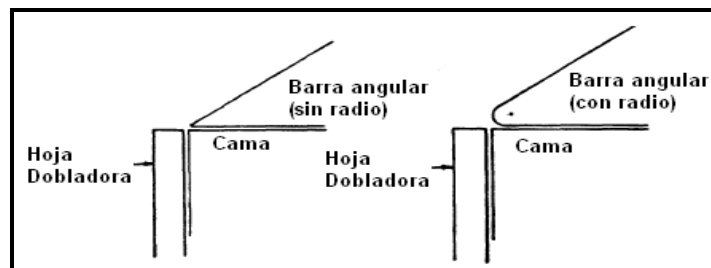


Figura 4.1. Quijadas Superiores de una Dobladora de Cornisa.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

El aluminio 2024-T3 es más fuerte por el hecho de haber sido tratado térmicamente, pero no puede resistir dobleces muy agudos. Como ejemplo usted puede tratar de hacer un doblez de 180° en el resorte metálico de la cuerda de un reloj, y luego

compárelo con el doblado de una delgada pieza de estaño. El metal del resorte se romperá cada vez que usted trate de doblarlo, pero esto no ocurrirá con el estaño.

Mientras más grueso y duro sea cualquier clase de material, como por ejemplo el aluminio, mayor deberá ser el radio del doblado que se le haga. Si el metal está recocido, entonces se le puede hacer un doblado de menor radio. Si una pieza de aluminio 2024 de 0.040 de pulgada de espesor está en condición "O", usted puede hacerle un doblado más agudo que el que podría hacerle al mismo metal de igual espesor estando en condición "T".

Cuando el metal se dobla, la parte interna del doblado se encoge y la exterior se estira en la forma que lo ilustra la Figura 4.2. Si el radio del doblado es demasiado pequeño, las tensiones y esfuerzos que se originan debilitan el metal y producen las rajaduras. El doblado o curvatura más cerrada que puede hacerse sin debilitar el metal se conoce como radio mínimo de doblado.

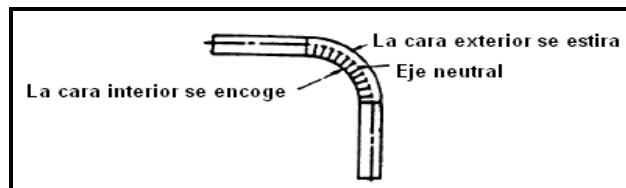


Figura 4.2. Doblamiento de un Metal.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Antes de intentar doblar una lámina de metal en cualquiera de las dobladoras usted debe familiarizarse con las especificaciones de cada dibujo, incluyendo las medidas necesarias, para poder determinar cómo y dónde colocar el metal antes de doblarlo. También debe estar familiarizado con la terminología aplicable al equipo para comprender a cabalidad que es lo que ocurre dentro del propio metal a medida que se le va dando forma.

### **3.2.-Términos empleados en los trabajos de doblamiento.**

Las partes acanaladas con esquinas redondeadas incluyen las tolerancias de doblamiento y las superficies planas. Existen otros términos que usted debe conocer para determinar la tolerancia de doblamiento y el retroceso. Estudie cuidadosamente las figuras y las dimensiones que se le dan a continuación.

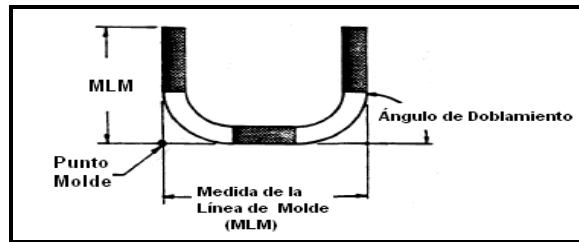


Figura 4.3. Partes y Términos que se Emplean en la Formulación.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

**a.-) Punto Molde.-** Representa el punto de intersección de las líneas superficiales exteriores extendidas.

**b.-) Medida de la Línea de Molde (MLM).-** Es la distancia que hay desde el borde del metal hasta el punto del molde, o desde un punto del molde a otro punto del molde.

**c.-) Ángulo de Doblamiento.-** Es el número de grados que el metal se ha doblado partiendo de su posición original.

### 3.3.-Tolerancia de Doblamiento.

En primer lugar veamos cómo determinar la tolerancia de doblamiento. Recuerde que esta tolerancia representa la cantidad de metal que desplaza el doblamiento.

MD.- Margen de dobléz

V1°.- Valor 1 °

A.- Ángulo de dobléz

E.- Espesor del metal

R.- Radio de dobléz

DT.- Dimensión de Trabajo

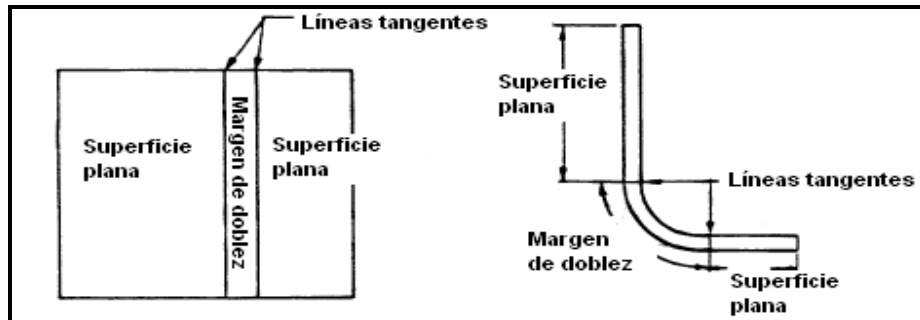


Figura 4.4. Margen de doblado.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.  
 Editado por: Luis Calderón.

$$V1^\circ = \frac{2\pi\left(\frac{1}{2}E + R\right)}{360}$$

$$MD = V1^\circ \times A$$

$$MD = \frac{2\pi\left(\frac{1}{2}E + R\right)}{360^\circ} \times A$$

### 3.4.- Retroceso.

Ahora que ya sabe usted cómo determinar la tolerancia de doblamiento, el siguiente paso consiste en aprender a determinar el retroceso. Recuerde que el retroceso representa la medida en que las dos líneas del molde se traslapan cuando se les dobla alrededor de la barra. Una forma más fácil de definir esto sería considerar el retroceso como la distancia que hay entre la línea tangente del doblado y el punto de molde. Esta medida es luego restada de la medida correspondiente a la línea del molde (MLM) para determinar la longitud de la superficie plana.

El retroceso se determina sumando el radio del doblado con el espesor del metal, y multiplicando la suma por el valor "K". Es probable que usted no sepa todavía el significado del valor "K"; no deje que esto le preocupe ya que en breve recibirá explicaciones al respecto.

Ret.- Retroceso  
 K.- Constante  
 E.- Espesor del metal  
 R.- Radio de doblez

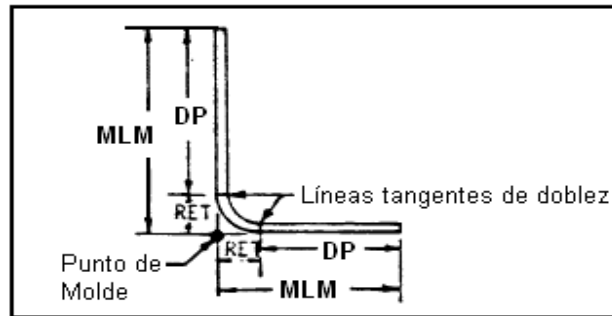


Figura 4.5. Retroceso.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

Para la aplicación de la siguiente fórmula necesitamos saber el valor “K” el cual se encuentra en el Diagrama de Retroceso en la Tabla 4.10. En la parte izquierda de las columnas del Diagrama de Retroceso aparecen listados todos los ángulos de dobleces desde 1° hasta 180°, y a la derecha de cada ángulo aparece su factor “K”; entonces nuestro factor “K” se lo encontrara según nuestro ángulo de doblez que tengamos.

$$\text{Ret} = K(E + R)$$

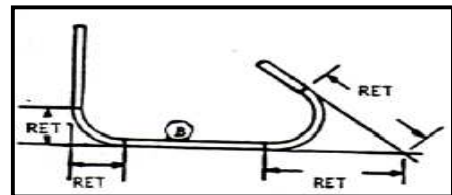


Figura 4.6. Retroceso.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

### 3.5.- Ángulo del Doble.

Para determinar el ángulo del doblez usted debe encontrar el **ÁNGULO COMPLEMENTARIO** del ángulo que se da. Una pieza de metal plana, o una línea recta, tiene 180°. Para determinar el ángulo del doblaz sencillamente reste el ángulo que se da de los 180°, en la siguiente forma:

$$\frac{180^\circ}{-135^\circ} \\ 45^\circ$$

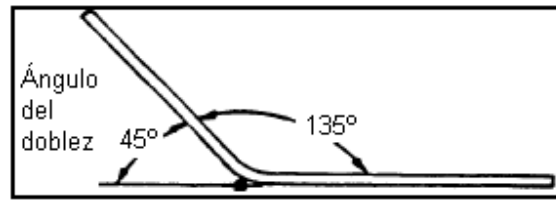


Figura 4.7. Ángulo del doblado.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

**Nota:** Recuerde que el ángulo de doblado representa el número de grados a que ha sido doblado el metal partiendo de su condición plana. En la Figura 4.7 se muestra cual es el ángulo del doblado que se debe tomar en cuenta para las operaciones.

DP.- Dimensión Plana  
MLM.- Medida de la Línea del Molde  
Ret.- Retroceso

$$DP = MLM - Ret$$

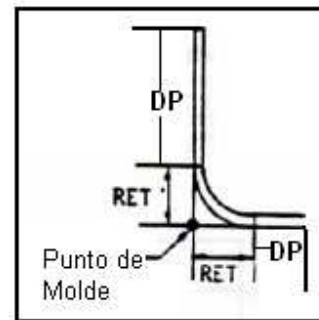


Figura 4.8. Dimensión Plana.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

### Ejemplo:

Si esto le parece confuso no se preocupe; se le explicará paso por paso y usted se dará cuenta de lo sencillas que son las operaciones al momento de su aplicación. Probaremos con el siguiente problema.

Datos:

Espesor del metal: 0.050 de pulg.

Radio del doblado: 3/16 de pulg.



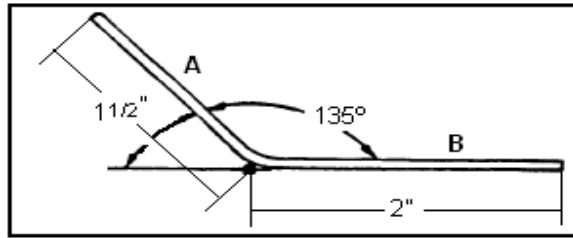


Figura 4.9. Ejercicio  
Elaborado por: Luis Calderón.

1. Para empezar calcularemos el margen de doblado para este problema

$$MD = \frac{2\pi\left(\frac{1}{2}E + R\right)}{360^\circ} \times A$$

$$MD = \frac{2\pi\left(\frac{1}{2}0.050'' + 0.1875''\right)}{360^\circ} \times 45^\circ$$

$$\underline{MD=0.1668''}$$

2. Ahora determinemos el retroceso del lado A. En primer lugar, cambie la medida del radio a factor decimal. Escriba 3/16 en factor decimal.

$$\underline{0.1875''}$$

3. El siguiente paso consiste en determinar el ángulo correcto del doblado que se lo encuentra aplicando ÁNGULOS COMPLEMENTARIOS

$$\frac{180^\circ}{-135^\circ}$$

$$\underline{45^\circ}$$

4. Ahora que se conoce el ángulo del doblado usted puede determinar el valor "K", Busque en el Diagrama de Retroceso en la Tabla 4.10. El cual es 0.41421

5. Ahora que ya se obtuvo todos los valores que necesitan procedan a reemplazar todos los datos en la fórmula del retroceso.

$$\text{Ret} = K(E + R)$$

$$\text{Ret} = 0.41421(0.050'' + 0.1875'')$$

$$\text{Ret} = 0.098$$

6. Como siguiente paso, La medida de la línea del molde (MLM) del lado A (1 ½ pulgadas) debe cambiarse a factor decimal (1.500) de modo que el retroceso pueda restarse de dicha medida, para así determinar la Dimensión Plana.

$$DP = MLM - Ret$$

$$DP = 1.500 - 0.098$$

$$DP = 1.402$$

7. Como último paso consiste en ordenar los datos en un diagrama de datos como se muestra a continuación en la Tabla 4.1.

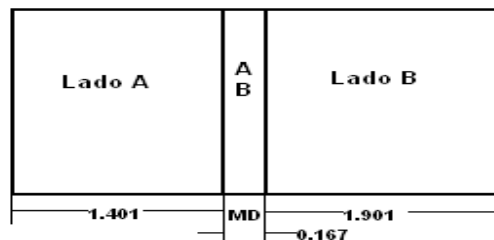


Figura 4.10. Trazado del Patrón Plano  
Elaborado por: Luis Calderón.

**Nota:** Para el lado B volvemos aplicar los pasos anteriores únicamente cambiando la MLM del lado A por la del lado B y ya no es necesario sacar la MD porque se relaciona con ambos lados como muestra la Figura 4.10.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1 ½ "	A	1.500	0.099	1.401		1.401
	45°	-----	-----	-----	0.167	0.167
2"	B	2.000	0.099	1.901	-----	1.901

Tabla 4.1. Diagrama de Datos  
Elaborado por: Luis Calderón.

### Ejercicio 1.

Determine el margen de dobléz para los siguientes problemas. Escriba sus respuestas en los espacios en blanco.

PROBLEMA 1

Espesor del metal: 0.032 de pulg.

Radio del dobléz: 1/8 de pulg.

Ángulo de dobléz: 45°

Margen de dobléz\_\_\_\_\_

PROBLEMA 2

Espesor del metal: 0.040 de pulg.

Radio del dobléz: 5/32 de pulg.

Ángulo de dobléz: 60°

Margen de dobléz\_\_\_\_\_

PROBLEMA 3

Espesor del metal: 0.063 de pulg.

Radio del dobléz: 1/4 de pulg.

Ángulo de dobléz: 120°

Margen de dobléz\_\_\_\_\_

PROBLEMA 4

Espesor del metal: 0.050 de pulg.

Radio del dobléz: 3/16 de pulg.

Ángulo de dobléz: 90°

Margen de dobléz\_\_\_\_\_

**Nota:** Es importante que el docente verifique el cumplimiento de la realización de los ejercicios por parte de los estudiantes ya que es un tema fundamental y no se permite emitirlo o saltarse porque ocasionará vacíos en procedimientos posteriores.

## Ejercicio 2.

Aquí tiene otro problema de práctica que es un poco más difícil que el anterior. Trabaje con calma y siga los pasos aplicables a la Tolerancia de Doblamiento (MD) y el Retroceso.

Datos

Espesor del metal: 0.040"

Radio del doblado: 3/16"

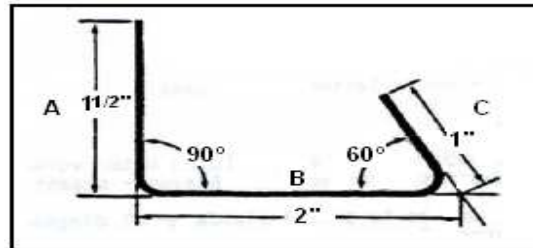


Figura 4.11. Ejercicio 2.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

1.-Determine los datos que se pide en el diagrama.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1 1/2"	A				-----	
	90°	-----	-----	-----		
2"	B				-----	
		-----	-----	-----		
1"	C				-----	

Tabla 4.2. Diagrama de Datos  
Elaborado por: Luis Calderón.

## 4.-LÍNEA GUÍA

Cuando esté haciendo un doblado, por lo menos una de las líneas tangenciales del doblado debe colocarse debajo de la barra para iniciar el doblado sobre la tangente. Como usted no puede ver por debajo de la barra para localizar la línea tangente del doblado, se traza una línea, que de aquí en adelante será designada "línea de Mira", para que sirva de referencia en la alineación del metal.

Esta línea de mira deberá trazarse a una distancia que corresponda al **Radio del Doblez** con respecto a la primera línea tangencial del **Margen de Doblez**, la cual

debe colocarse debajo de la barra hacer doblada. En la Figura 4.12 se detalla claramente.

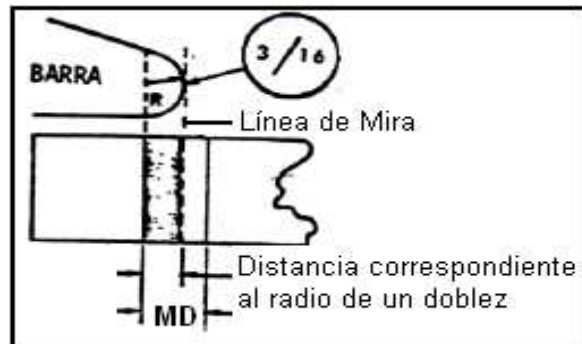


Figura 4.12. Línea de Mira  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.  
Editado por: Luis Calderón.

Alineando la línea de mira con el extremo de la barra usted puede estar seguro de que el doblado se iniciará sobre la primera línea tangente. Proceda conforme se ilustra en la Figura 4.13.

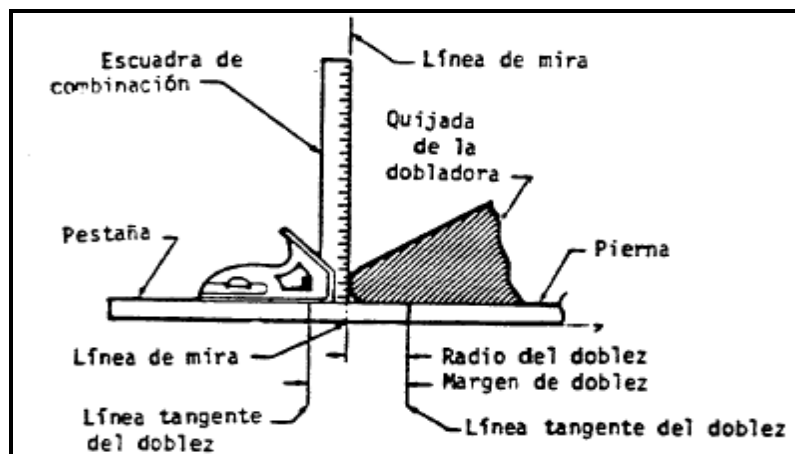


Figura 4.13. Alineamiento de la Línea Guía.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

En la mayoría de casos la línea de mira **no quedará** en el centro del Margen de doblado (MD). En realidad, en los ángulos de doblados pequeños la línea guía puede quedar fuera de la tolerancia de doblamiento (MD) como se muestra en la Figura 4.14. En todo caso, la línea de mira **siempre** deberá trazarse a una distancia

equivalente al radio de un doblez partiendo desde la primera línea tangente del Margen de Doblez.

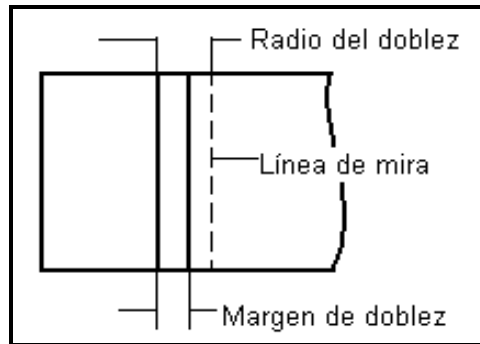


Figura 4.14. Trazado exterior de la línea de Mira  
Elaborado por: Luis Calderón.

**REFERENCIAS:**

- Manual de Instrucción de la Inter-American Air Forces Academy (IAAFA).

## FASE 2

### TRAZADO SOBRE PAPEL

#### 1.- EQUIPO

- ✓ Lápiz.
- ✓ Regla con divisiones en pulgadas.
- ✓ Papel.
- ✓ Borrador.

**Nota:** La dimensión de trabajo (DT) es la dimensión con la que se trabaja para los trazados sobre el papel y metal.

Su siguiente paso consiste en hacer un trazado sobre papel (Figura 4.15) utilizando el diagrama de datos siguiente.

LM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1 ½	A	1.500	0.397	1.103	-----	1.103
	60°	-----	-----	-----	0.222	0.222
1"	B	1.00	0.397	0.603	-----	0.603

Tabla 4.3. Diagrama de datos.  
Elaborado por: Luis Calderón.

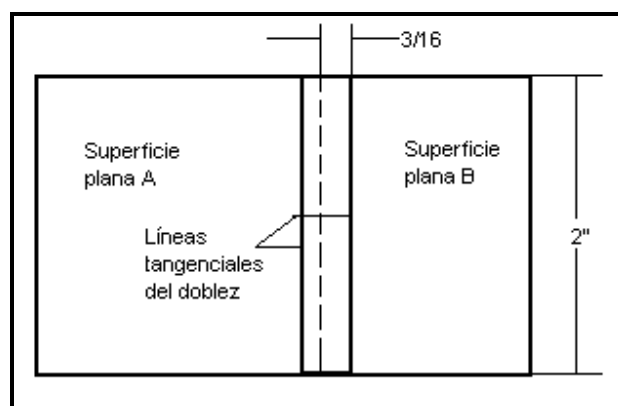


Figura 4.15. Trazado de un patrón plano.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 1. Trace la longitud del proyecto.

**Nota:** Use únicamente la última columna (DT) de los diagramas de datos para los trazados sobre papel.

Paso 2. Trace la anchura del proyecto.

Paso 3. Dibuje las líneas tangenciales del dobléz.

Paso 4. Dibuje la línea de mira

Tenga presente que esta línea de mira debe dibujarse por **“fuera”**, a una distancia que corresponda a la medida del radio del dobléz, con respecto a la línea del mismo dobléz que se va a colocar primero debajo de la barra.

La línea de mira debe trazarse como una línea invisible como se muestra en la Figura 4.16.



Figura 4.16. Trazado de la línea guía.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 5. Preséntele el trazado sobre papel a su docente para su evaluación. Si se lo aprueba, obtenga de su docente una pieza de aleación 2024-T3 de espesor 0.050" y regrese a su mesa de trabajo. Luego ponga en práctica las siguientes instrucciones.

#### REFERENCIAS:

[Manual de Instrucción de la Inter-American Air Forces Academy \(IAAFA\)](#)



## FASE 3

### TRAZADO SOBRE EL METAL

#### 1.- EQUIPO

- ✓ Una pieza de aleación 2024-T3 de espesor 0.050".
- ✓ Lápiz y borrador.
- ✓ Regla con medidas en pulgadas.
- ✓ Cizalla de corte a escuadra hidráulica.
- ✓ Dobladora de cornisas.
- ✓ Lima y lija.
- ✓ Gramil.

Ya usted está listo para hacer el trazado sobre metal del patrón que muestra la figura 4.15.

**PRECAUCIÓN:** Las líneas del dobléz se trazan con lápiz y no con gramil. Las líneas del dobléz que se tracen con gramil debilitarán el metal hasta el punto de rajarse cuando se hace el dobléz.

Paso 1. Dibuje el patrón plano sobre el metal.

Paso 2. Utilice las cizallas de corte en escuadra y sus herramientas manuales para cortar el proyecto.

Paso 3. Lime y lije los bordes hasta dejarlos uniformes. (Cualquier rugosidad en el área del dobléz puede producir rajadura.

Paso 4. Forme el ángulo.

**Nota:** Verifique nuevamente para asegurarse de que la línea de mira está en el lugar apropiado. Deberá estar a una distancia que corresponda a la medida del radio del dobléz.

Paso 5. Inserte la pieza plana debajo de la quijada de la dobladora y alinee la línea de mira.

Paso 6. Afirme el metal en posición.

Paso 7. Compruebe nuevamente su alineamiento.

Paso 8. Levante la hoja plegadora hasta doblar el metal a un ángulo de 60° grados.

Paso 9. Verifique el ángulo con su transportador y la escala.

**Nota:** El ángulo debe ser medido en una parte plana para comprobar que desde cero sea levantado los grados apropiados hasta la lámina de metal.

Paso 10. Si el ángulo que se obtiene es menor de 60° grados, someta a la lámina a un doblamiento adicional.

Paso 11. Si el ángulo obtenido es mayor de 60°, coloque la pieza angular hacia abajo sobre su mesa de trabajo y dele golpecitos con un mazo de caucho hasta restaurarla al ángulo apropiado.

Paso 12. Cuando usted considere que ya tiene un trabajo satisfactorio lléveselo a su docente para su evaluación.

#### **REFERENCIAS:**

Manual de Instrucción de la Inter-American Air Forces Academy (IAAFA)

## FASE 4

### FABRICACIÓN DE LAS PARTES DEL PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA.

#### 1.- EQUIPO

- ✓ Lápiz, borrador y regla con medidas en pulgadas.
- ✓ Maceta.
- ✓ Cizalla de corte a escuadra hidráulica.
- ✓ Cizalla manual o sin garganta.
- ✓ Lima y una máquina lijadora eléctrica.
- ✓ Dobladora de cornisas.
- ✓ Dobladora de caja.
- ✓ Taladro de pedestal (Con coronas de corte circular).
- ✓ Sierra para cortar contornos de metal o sierra manual.
- ✓ Transportador de ángulos.
- ✓ Centro punzón y martillo.

Su próxima tarea será la de trazar cada una de las partes del prototipo del ala sobre papel, aplicando las técnicas de retroceso y margen de doblez. Las pocas páginas que siguen contienen instrucciones para la construcción de nueve piezas de aleación de aluminio 2024-T3, las cuales conformarán el prototipo estructural del ala, para esto necesitarán comprar una plancha de aluminio de 0.040" de espesor y de 6 ft<sup>2</sup> de área y otra plancha de 0.050" de espesor y 2 ft<sup>2</sup> de área.

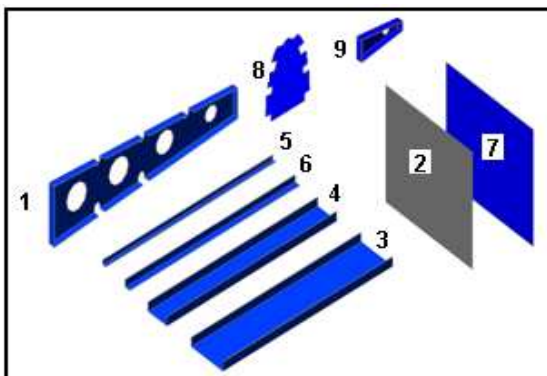


Figura 4.17. Partes del Prototipo Alar.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

1. Costillas maestra (3 en total) de 0.040"
2. Plancha de revestimiento de 0.040"
3. Viga de borde de ataque de 0.050" (Front spar)
4. Viga del borde de salida de 0.050" (Rear spar)
5. Pestaña posterior de la viga de borde de ataque formado en "L"
6. Refuerzo extruido.
7. Plancha de revestimiento de 0.040"
8. Costilla delantera falsa
9. Costilla posterior falsa

## 2.- FABRICACIÓN DE LA VIGA DEL BORDE DE SALIDA (REAR SPAR)

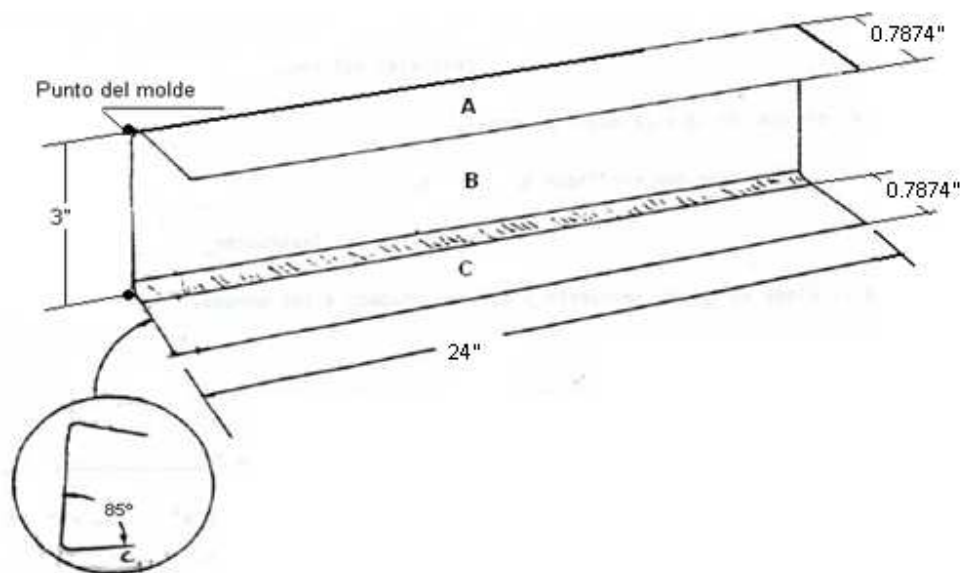


Figura 4.18. Viga del Borde de Salida (Rear spar).  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.



Figura 4.19. Viga del Borde de Salida (Rear spar).  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Datos

- Material: Aluminio 2024-T3
- Espesor del metal: 0.050 de pulgada
- Todos los dobleces son de 95° con tolerancia de  $\pm 2$  tomados desde la parte plana.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	A	1.00	0.2591	0.7409		0.7409
	95°				0.3523	0.3523
3"	B	3.00	0.5182	2.4818		2.4818
	95°				0.3523	0.3523
1"	C	1.00	0.2591	0.7409		0.7409

Tabla 4.4. Diagrama de datos.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 1. Utilizando la columna **DT** que aparece en el diagrama de datos de la Tabla 4.4, realice el patrón que se muestra a continuación sobre el papel.

**Nota:** Los diámetros de los agujeros de aligeramiento son de 1.9685 pulgadas, y la línea que está entre cortada es la línea de mira y se encuentra ubicada en la mitad del margen de dobléz y le sirve en el momento de doblar las pestañas.

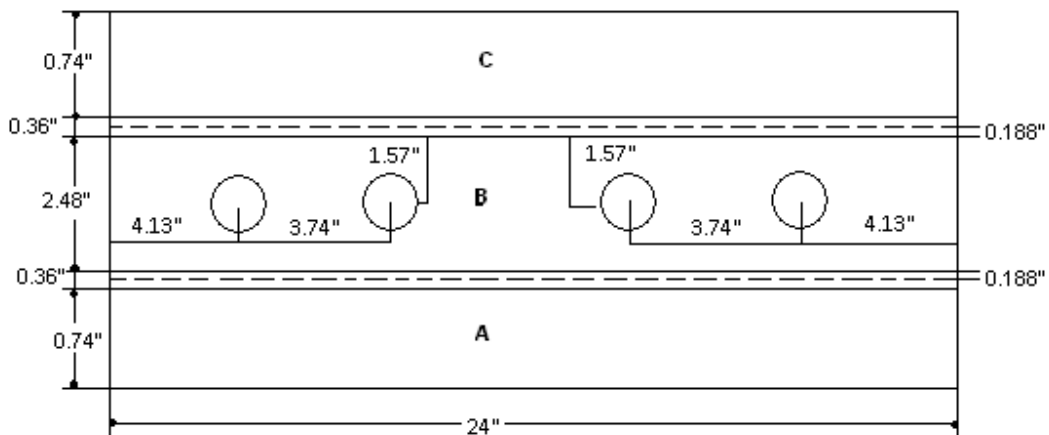


Figura 4.20. Patrón de diseño de la Viga del Borde de Salida.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 2. Una vez desarrollado el patrón sobre el papel pídale al docente que compruebe su trabajo.

Paso 3. Como siguiente paso seleccione una lámina de 0.050" de espesor.

Paso 4. Ahora realice el mismo trazado que acabó de hacer en el papel sobre la lámina de aluminio que seleccionó. (Utilice el gramil para asentar las líneas de corte).

**Nota:** Para este trazado va a necesitar de una regla con medidas en pulgadas, lápiz, gramil y borrador.



Figura 4.21. Trazado sobre la lámina.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 5. Ya terminado el trazado del patrón en la lámina pídale al docente que verifique su trabajo.

Paso 6. Una vez aprobado su trabajo proceda a cortar la parte y dele un acabado a los bordes limándolos.



Figura 4.22. Corte y Limado de la lámina.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 7. Doble la viga teniendo presente en ubicar correctamente los márgenes de doblez y la línea de mira en la quijada de la dobladora, además el ángulo al cual debe ser doblada la viga se encuentra en la tabla 4.4.



Figura 4.23. Doblado de la viga.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 8. Su siguiente paso será utilizando el taladro de pedestal y la broca de campana perforar los agujeros de aligeramiento. (Debe utilizar guantes de cuero para su protección y un bloque de madera en la parte de abajo de la lámina).



Figura 4.24. Perforación de los agujeros de aligeramiento.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 9. Dele la parte terminada al docente para que se la evalúe.



Figura 4.25. Viga del Borde de Salida terminada.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

### 3.- FABRICACIÓN DE LA VIGA DEL BORDE DE ATAQUE (FRONT SPAR)

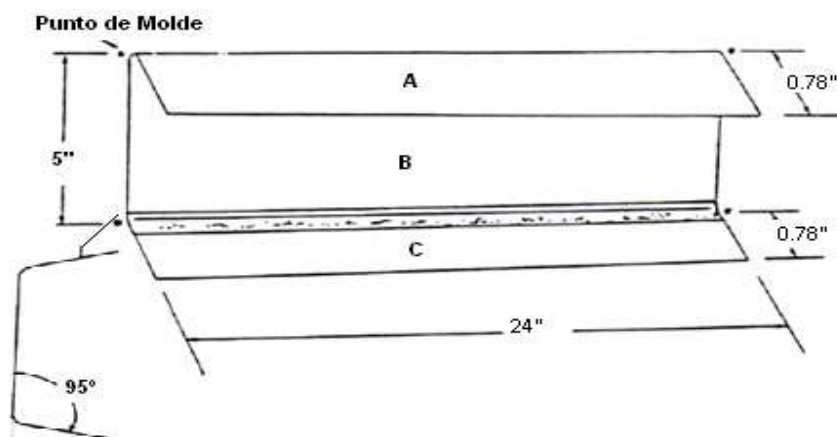


Figura 4.26. Viga del borde de ataque (Front Spar).  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.  
Editado por: Luis Calderón.



Figura 4.27. Viga del borde de ataque (Front Spar).  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

#### Datos

- Material: Aluminio 2024-T3
- Espesor del metal: 0.050 de pulgada
- Radio del dobléz: 3/16 de pulgada



- Todos los dobleces son de 85° con tolerancia de  $\pm 2$  tomados desde la parte plana.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	A	1.00	0.2176	0.7823		0.7823
	85°				0.3152	0.32
5"	B	5.00	0.4052	4.60		4.60
	85°				0.3152	0.32
1"	C	1.00	0.2176	0.7823		0.7823

Tabla 4.5. Viga del borde de ataque.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 1. Utilizando la columna **DT** que aparece en el diagrama de datos de la tabla 4.5, realice el patrón que se muestra a continuación sobre el papel.

**Nota:** Los diámetros de los agujeros de aligeramiento son de 1.9685 pulgadas, y la línea que está entre cortada es la línea de mira y se encuentra ubicada en la mitad del margen de dobléz y le sirve en el momento de doblar las pestañas.

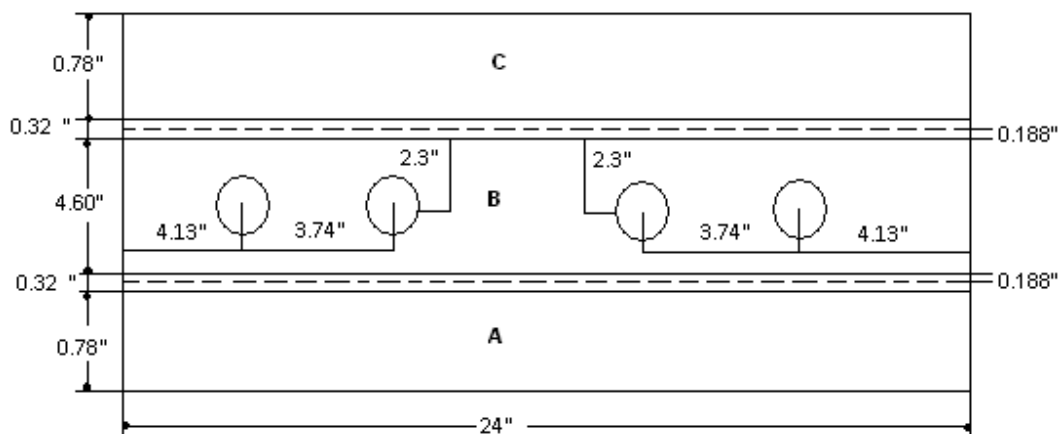


Figura 4.28. Patrón de diseño de la Viga del borde de ataque.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 2. Una vez desarrollado el patrón sobre el papel pídale al docente que compruebe su trabajo.

Paso 3. Como siguiente paso seleccione una lámina de 0.050" de espesor.

Paso 4. Ahora realice el mismo trazado que acabó de hacer en el papel sobre la lámina de aluminio que seleccionó.



Figura 4.29. Trazado sobre la lámina.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 5. Ya terminado el trazado del patrón en la lámina pídale al docente que verifique su trabajo.

Paso 6. Una vez aprobado su trabajo proceda a cortar la parte y dele un acabado a los bordes limándolos y lijándolos.



Figura 4.30. Corte y Limado de la lámina.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 7. Doble la viga poniendo cuidado en colocar bien los márgenes de doblez en la quijada de la dobladora de cornisas y revisando el ángulo de doblado que se encuentra en la tabla 4.5.



Figura 4.31. Doblado de la viga.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 8. Su siguiente paso será utilizando el taladro de pedestal y la broca de campana perforar los agujeros de aligeramiento. (Debe utilizar guantes de cuero para su protección y un bloque de madera en la parte de abajo de la lámina para evitar que la broca tope con la mesa de metal del taladro de pedestal).



Figura 4.32. Perforación de agujeros de aligeramiento.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 9. Dele la parte terminada al docente para qué se la evalúe.

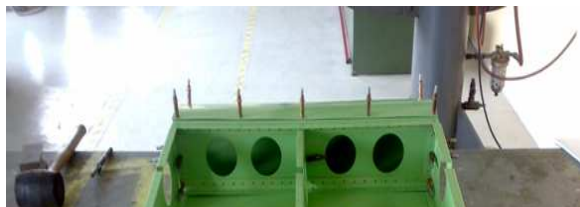


Figura 4.33. Viga del Borde de Ataque terminada.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

#### 4.- FABRICACIÓN DE LOS LARGUERILLOS EXTRUIDOS.

Algunas aeronaves usan larguerillos extruidos para darle mayor resistencia al forro externo entre las costillas o miembros de contorno. Ahora haga usted una de estas partes de refuerzo.



Figura 4.34. Larguerillos extruidos.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

#### Datos

- Material: Aluminio: 2024-T3
- Longitud: 24 pulgadas
- Espesor del metal: 0.040 de pulgada
- Radio del doblé: 3/16 de pulgada

MLM (decimal)	LADO	Ret	DP	MD	DT
0.199"	A	0.094	0.105	-----	0.105
	45°	-----	-----	0.1629	0.1629
0.5501"	B	0.2275	0.3226	-----	0.3226
	90°	-----	-----	0.3258	0.3258
0.5501"	C	0.2275	0.3226		0.3226
	45°			0.1629	0.1629
0.199"	D	0.094	0.105		0.105

Tabla 4.6 Diagrama de datos.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 1. Utilizando la columna **DT** que aparece en el diagrama de datos de la Tabla 4.6, realice el patrón que se muestra a continuación sobre el papel.

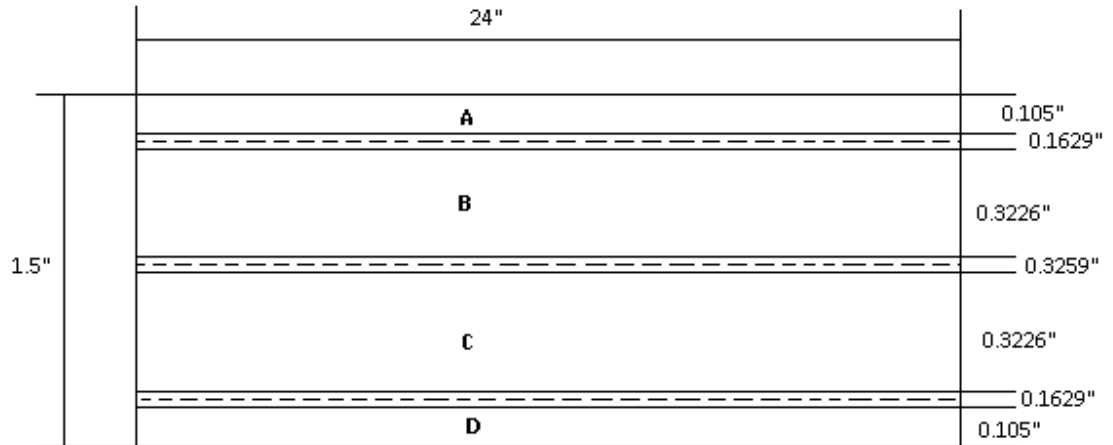


Figura 4.35. Patrón de diseño del Larguerillo extruido.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 2. Una vez desarrollado el patrón sobre el papel pídale al docente que compruebe su trabajo.

Paso 3. Como siguiente paso seleccione una lámina de 0.040" de espesor.

Paso 4. Ahora realice 5 trazados idénticos sobre la lámina de aluminio que seleccionó.

**Nota:** Si prefiere realizar los 5 patrones en forma continua no existe ningún problema al contrario ahorra material, porque la línea de corte será la misma.



Figura 4.36. Trazado sobre la lámina.  
Fuente: Investigación de Campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 5. Ya terminado el trazado del patrón en la lámina pídale al docente que verifique su trabajo.

Paso 6. Una vez aprobado su trabajo proceda a cortar las cinco partes y dele un acabado a los bordes limándolos.

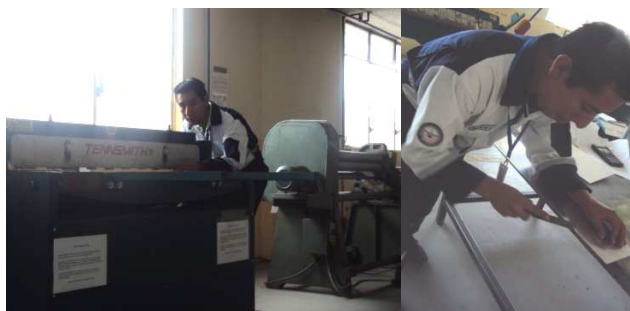


Figura 4.37. Corte y Limado de la lámina.

Fuente: Investigación de Campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 7. Ya cortadas las cinco partes proceda a doblarlas teniendo en cuenta los márgenes de dobléz MD y los ángulos de dobléz que se encuentran en la tabla 4.6.



Figura 4.38. Doblado de los larguerillos.

Fuente: Investigación de Campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 8. Dele la parte terminada al docente para que se la evalúe.



Figura 4.39. Larguerillos extruidos terminados.  
 Fuente: Investigación de Campo.  
 Editado por: Luis Calderón.

Paso 9. Ahora van a desarrollar 2 pestañas adicionales, las cuales van a servir para unir el borde de ataque con los revestimientos tanto superior como inferior. Para mayor entendimiento observe la siguiente figura.



Figura 4.40. Pestañas posteriores para la viga del borde de ataque.  
 Fuente: Investigación de campo.  
 Editado por: Luis Calderón.

Paso 10. Ahora proceda a realizar el patrón de la pestaña posterior de la viga de borde de ataque sobre el papel. Guíese en la ilustración.

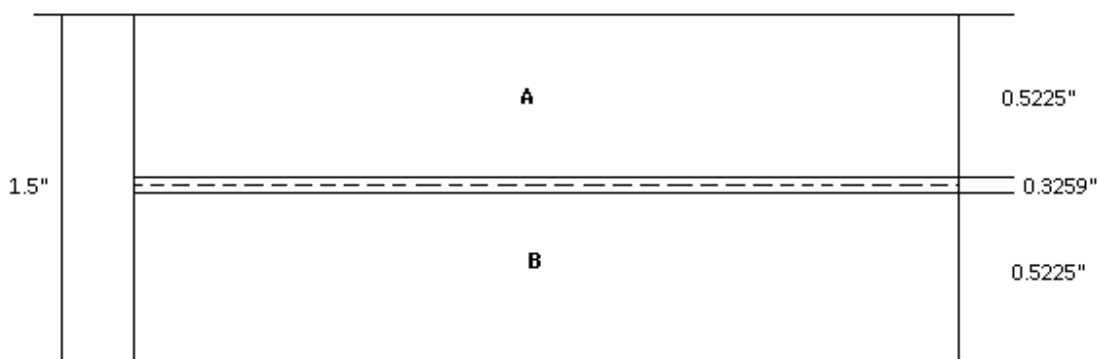


Figura 4.41. Patrón de diseño de las pestañas posteriores para la viga de borde de ataque.  
 Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 11. Haga que el docente verifique su trabajo para su aprobación.

Paso 12. Una vez aprobado su trabajo proceda a realizar 2 patrones idénticos en la lámina de 0.040" de espesor.



Figura 4.42. Trazado del patrón sobre la lámina.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 13. Muestre su trabajo al docente para que verifique su correcto desempeño y proceda a cortar la lámina por los trazados que acabó de hacer.

Paso 14. Lime y lije los bordes de los cortes para darle un acabado liso.

Paso 15. Doble la pestaña teniendo en cuenta que el ángulo de dobléz es de 90°.

Paso 16. Presente su trabajo terminado al docente para su aprobación.



Figura 4.43. Pestañas posteriores para la viga de borde de ataque terminadas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.



Paso 17. Como para este paso ya tiene fabricados la viga del borde de ataque y las pestañas posteriores de la viga de borde de ataque (Front spar) que acabaron de fabricar, su siguiente tarea será marcar tres señales en las pestañas para ir montando las partes poco a poco. Observe la Figura 4.44, para obtener las medidas donde van ir ubicados los puntos.

**Nota:** La distancia de borde es de  $5/16$ " y la distancia tomada entre los dos puntos dividen para dos para obtener la mitad que sale 11.68". Estas medidas deben ser marcadas en las dos pestañas posteriores de la viga de borde de ataque.

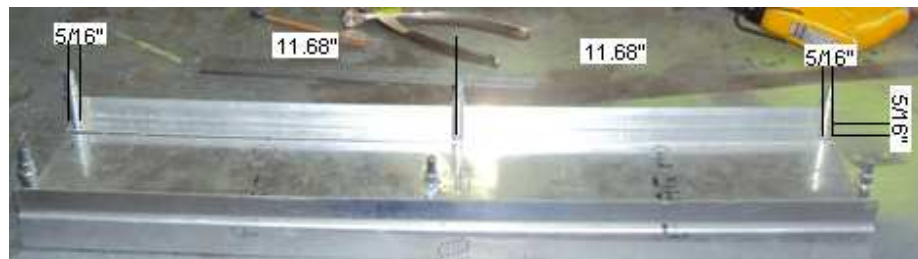


Figura 4.44. Ubicación de las marcas para taladrar.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 18. Una vez marcados los puntos donde va a pasar la broca, marque con el centro punzón y un martillo esas señales para evitar que al momento de taladrar la broca se resbale.

Paso 19. Con una broca de  $3/32$ " taladre los puntos y vaya utilizando los clecos para ir sujetando la viga con la pestaña y evitar que le mueva las dos partes.



Figura 4.45. Taladrado en las pestañas posteriores y la viga del borde de ataque.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Su parte debe quedar unida de esta forma.



Figura 4.46. Pestañas posteriores taladradas y sujetadas con clecos a la viga.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

### 5.- FABRICACIÓN DE LAS COSTILLAS MAESTRAS (CENTRALES)

Su siguiente tarea consistirá en la fabricación de tres costillas. Observe que hay tres diagramas de datos para el mismo trazado (Tablas 4.7, 4.8 y 4.9). Esto se debe a que el trazado de las costillas se angosta de 5 a 3 pulgadas. Los orificios que presentan las costillas se llaman “orificios de aligeramiento” (Para restar el peso de la parte). Su nombre obedece a la función que tienen; aligeran el peso de la parte y, en consecuencia, el peso total del avión. La Figura 4.57 y 4.58 le proporciona toda la información necesaria para sus diagramas de datos. Primero haga un trazado sobre papel y luego sobre metal. Para las tres costillas solo se requiere un trazado sobre papel.

Aplique los siguientes procedimientos para el trazado de su primera costilla sobre papel y sobre metal. Cuando termine su primer trazado preséteselo a su docente para que este verifique su exactitud, antes de seguir adelante.

#### Datos

- Material: Aluminio 2024-T3
- Espesor del metal: 0.040 de pulgada
- Todos los dobleces:  $90^\circ \pm 2^\circ$
- Orificios de alivio de tensión de 3/16 de pulgada.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	D	1.00	0.228	0.772	-----	0.772
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
27.55"	A	27.55	0.456	27.094	-----	27.094
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
1"	E	1.00	0.228	0.772	-----	0.772

Tabla 4.7. Diagrama de Datos (Lados D, A, E)  
Elaborado por: Luis Calderón

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	B	1.00	0.228	0.772	-----	0.772
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
5"	A	5.00	0.456	4.544	-----	4.544
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
1"	C	1.00	0.228	0.772	-----	0.772

Tabla 4.8. Diagrama de Datos (Lados B, A, C).  
Elaborado por Luis Calderón.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	B	1.00	0.228	0.772	-----	0.772
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
3"	A	3.00	0.456	2.544	-----	2.544
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
1"	C	1.00	0.228	0.772	-----	0.772

Tabla 4.9. Diagrama de Datos (Lados A, B, C).  
Elaborado por Luis Calderón.

Paso 1. Trace el patrón de la costilla maestra sobre el papel fijándose en el diseño que se muestra a continuación. (Todas las medidas están en pulgadas).

**Nota:** Los centros de las circunferencias se le enseñará a trazar más adelante por el momento trace únicamente las otras medidas.

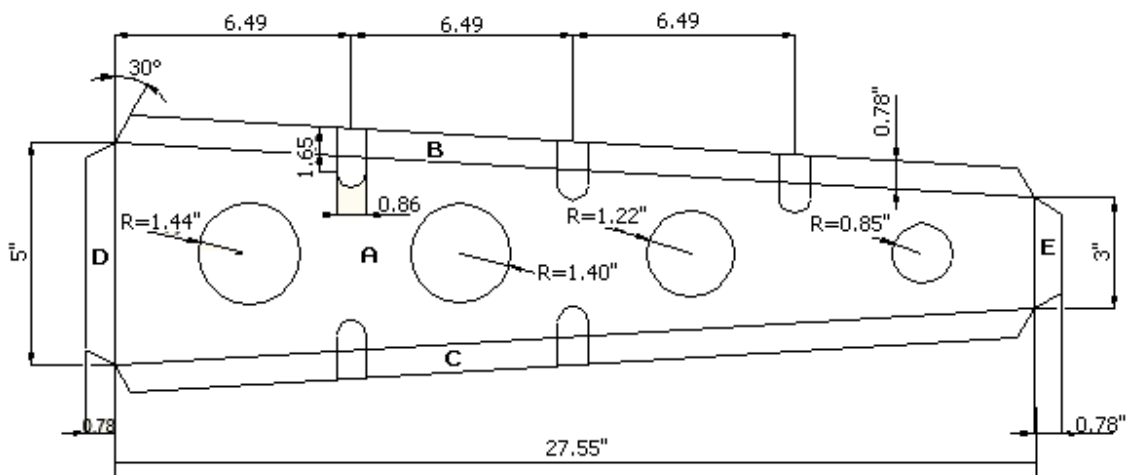


Figura 4.47. Patrón de diseño de la costilla maestra (central).  
Elaborado por Luis Calderón.

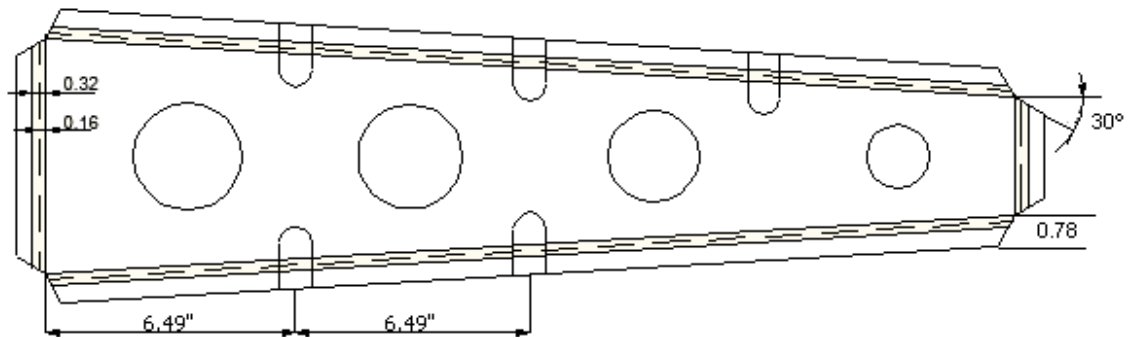


Figura 4.48. Patrón de la costilla maestra (central).  
Elaborado por Luis Calderón.

Paso 2. Una vez realizado el diseño sobre el papel, ejecute el mismo diseño sobre la lámina de aluminio de 0.040" de espesor.

**Nota:** Con el motivo de no desperdiciar material es recomendable realizar los diseños de los moldes de las 3 costillas maestras en la misma lámina para poder ubicarlas seguidas y en sentido contrario, ya que la línea de corte será la misma para los tres moldes que se encuentran juntos. Para mejor entendimiento guíese en la siguiente ilustración.

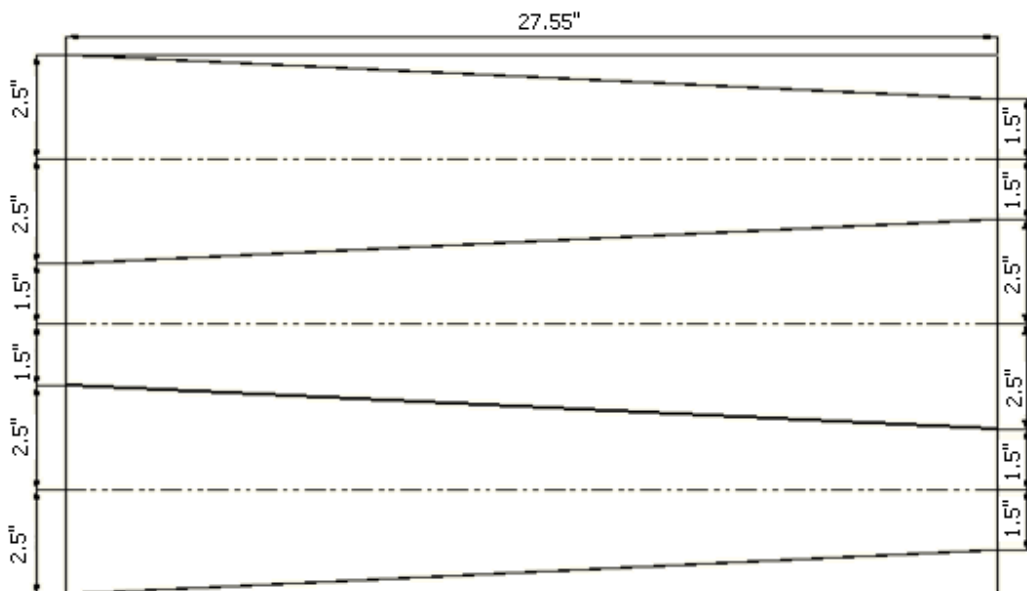


Figura 4.49. Tres trazados de la costilla maestra en la lámina.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 3. Corte los moldes de las costillas maestras en la cizalla “únicamente los trazos exteriores que se encuentra con negrillas”.

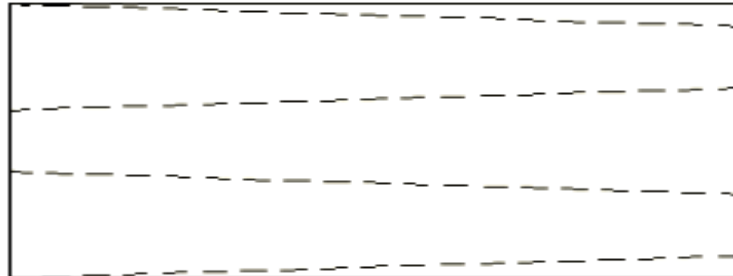


Figura 4.50. Líneas acentuadas con el gramil para cortar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 4. Guiándose en la siguiente figura ubique los orificios de alivio, estos orificios deben estar ubicados en donde se cruzan las líneas interiores del margen del dobléz

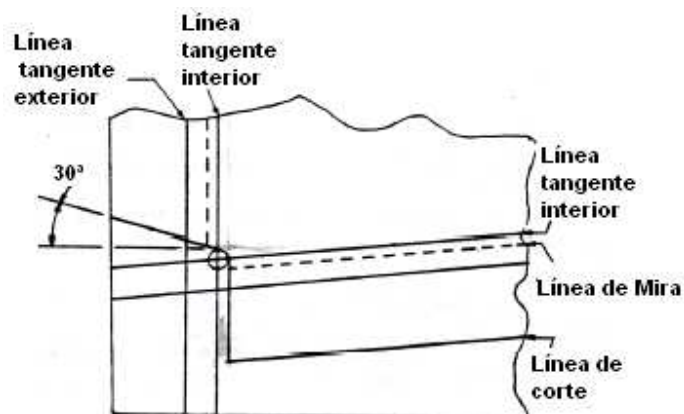


Figura 4.51. Trazo de los orificios de Alivio de Tensión.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de. Manual de la IAFA.

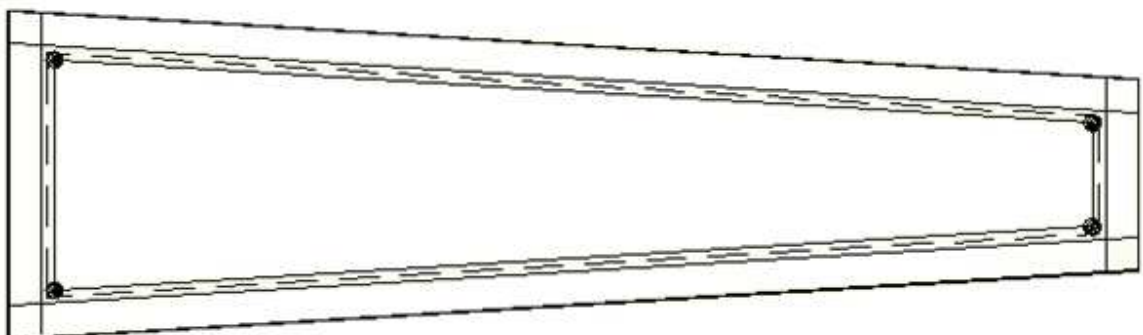


Figura 4.52. Ubicación de los orificios de Alivio de Tensión.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 5. Utilice el taladro con una broca de 3/16" para hacer los orificios de alivio.



Figura 4.53. Taladrado de los orificios de Alivio de Tensión.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 6. Trace las líneas que se le indica a continuación a 30 grados escuadrando desde el punto como se indica en la ilustración.

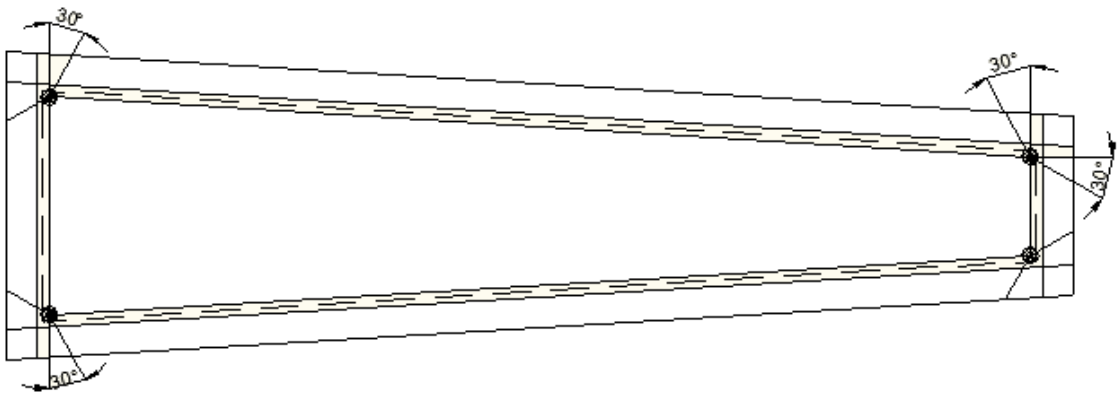


Figura 4.54. Trazado de las líneas de corte a 30°.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 7. Utilizando la cizalla manual proceda a cortar las líneas que acabó de trazar. Y su trabajo debe terminar de la siguiente forma.

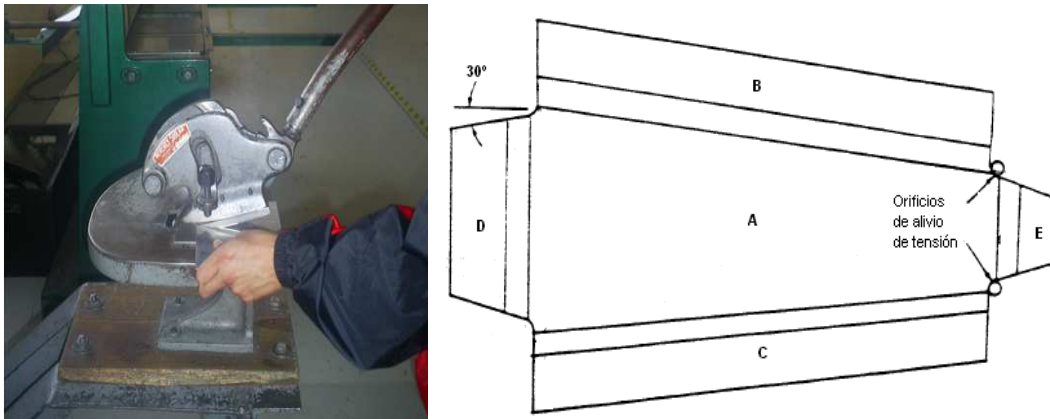


Figura 4.55. Corte con la cizalla manual o sin garganta.  
 Fuente: Investigación documental y de campo.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

Paso 8. Proceda a alinear la línea de mira de las pestañas B y C con la quijada de abajo de la dobladora de cornisas, ya seguro (a) de que está alineada doble las pestañas B y C de las costillas maestras a un ángulo de 90 grados. Mientras que las pestañas D y E deben ser dobladas en la dobladora de caja al mismo ángulo.



Figura 4.56. Doblado de las pestañas en la dobladora de caja.  
 Fuente: Investigación de campo.  
 Editado por: Luis Calderón.

Paso 9. Realice los siguientes trazos en las costillas maestras para elaborar las ranuras donde van a caer los largueros extruidos. Para su ayuda se le muestra la siguiente ilustración.

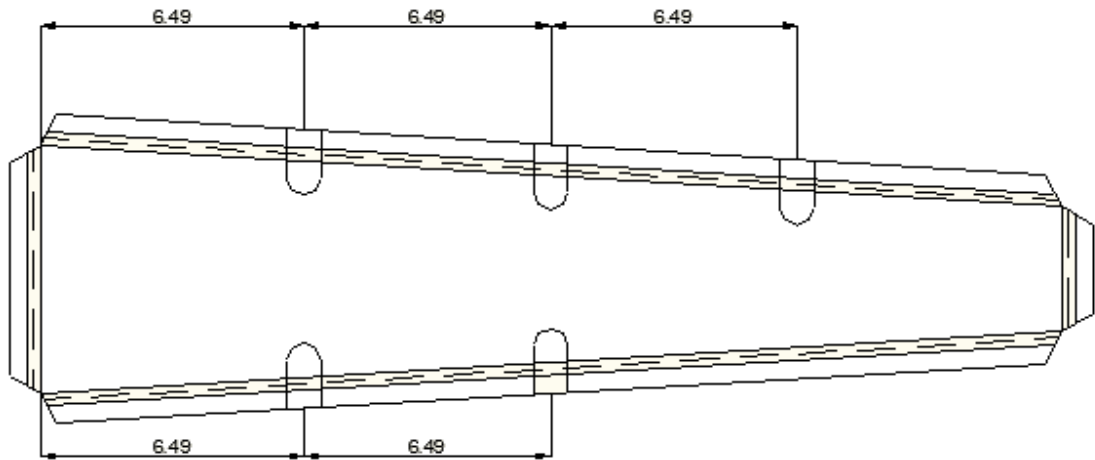


Figura 4.57. Ubicación de las ranuras donde caben los larguerillos extruidos.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 10. Una vez obtenidas las medidas de profundidad y ancho de las ranuras en la figura 4.47 procedan a utilizar la sierra para cortar contornos de metal o una sierra manual y corte el material. Guíese en la siguiente ilustración.

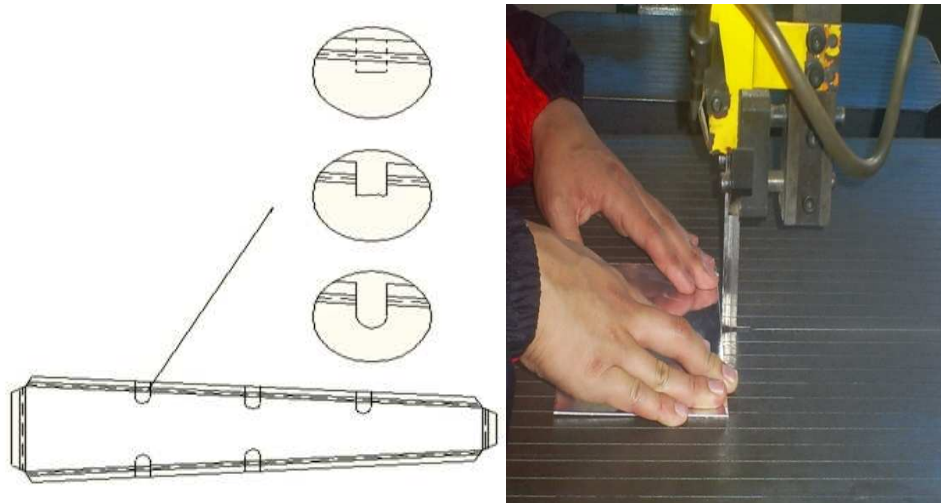


Figura 4.58. Corte de las ranuras donde caben los larguerillos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado y elaborado por: Luis Calderón.

Paso 11. Se van a encontrar con que el material no está cortado en su totalidad y no se la podrá cortar con facilidad esa parte con la sierra, así que se le recomienda no hacerlo y solicitar un alicate y con ayuda de este proceder a mover en forma oscilatoria la parte cortada hasta lograr que el material se fatigúe y se rompa a través de esta acción.



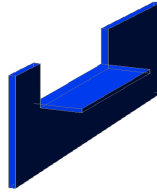


Figura 4.59. Material de las ranuras que no está cortado.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 12. Una vez roto el material tendrá un acabado tosco, no se preocupe y busque una lima media luna y comience a limar ese borde hasta lograr un acabado semilunar como se muestra en el gráfico.



Figura 4.60. Ranura donde caben los larguerillos extruidos ya terminado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 13. Muestre su trabajo que acabó de realizar a su docente para que le dé su aprobación.

Paso 14. Trace los centros y las circunferencias de los agujeros de aligeramiento como se ilustra en la siguiente Figura.

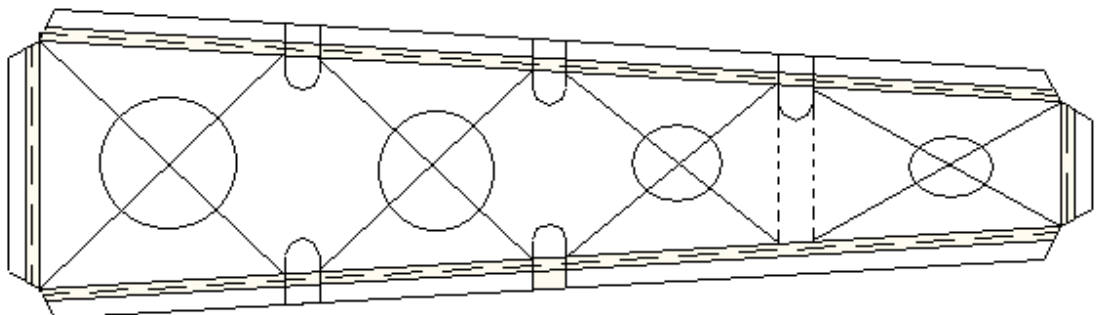


Figura 4.61. Trazo de los centros de los agujeros de aligeramiento.  
Elaborado por: Luis Calderón.

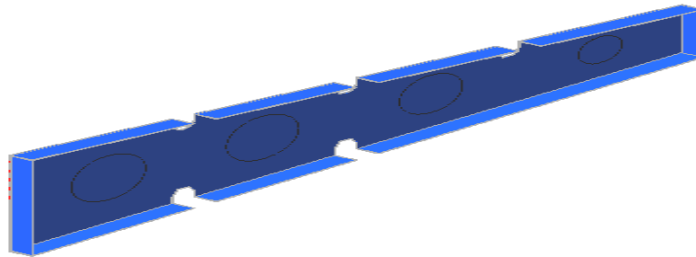


Figura 4.62. Trazo de los centros de los agujeros de aligeramiento.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 15. Como siguiente paso van a realizar los agujeros de aligeramiento utilizando el taladro de pedestal con la broca de campana. Mire los diámetros de los agujeros en la figura 4.48.



Figura 4.63. Perforación de los agujeros de aligeramiento.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 16. Una vez culminado con el trabajo sus costillas deberán estar de esta forma.

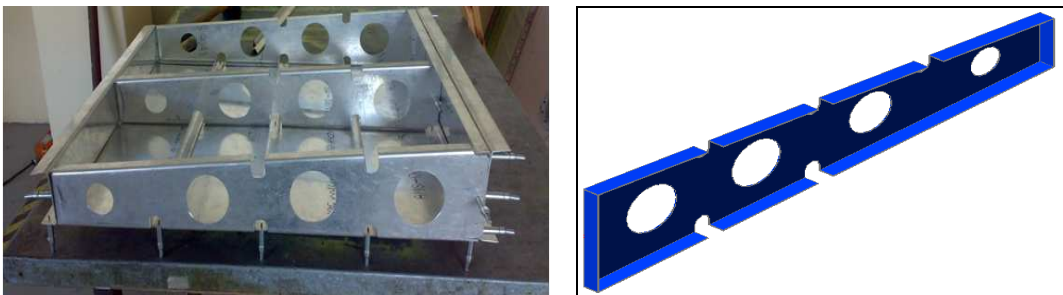


Figura 4.64. Costillas maestras terminadas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado y elaborado por: Luis Calderón.

Paso 17. Ahora su próxima tarea será realizar las costillas delanteras falsas, para esto primero necesitaremos cortar una lámina de 24" de ancho por 15.74" de largo

en la cual se fabricará el perfil alar. En la siguiente figura se indican todas las medidas que va a necesitar.

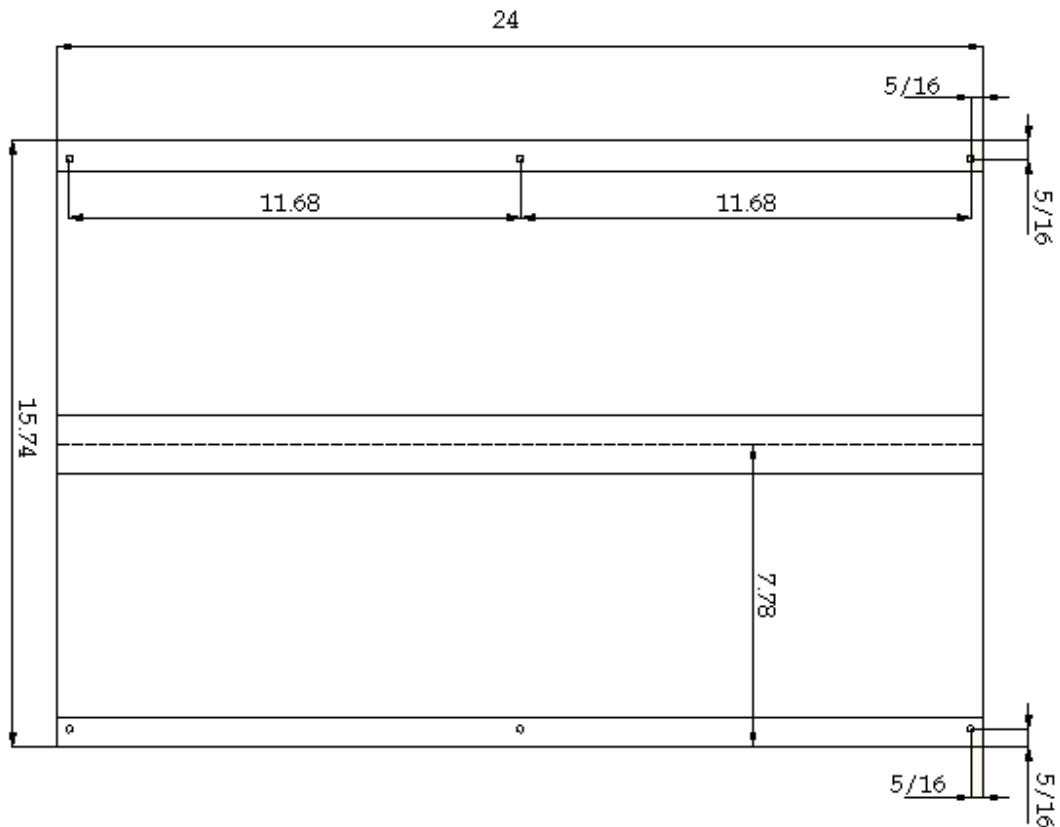


Figura 4.65. Patrón de diseño del perfil alar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 18. Una vez cortada la lámina procederán a dividirla en la mitad.

Paso 19. Para el siguiente paso necesitarán comprar un tubo de 1 ½ pulgadas el cual servirá para formar el ángulo del perfil alar y este tubo debe ir bien sujetado con alambre en la mitad de la lámina que acabaron de señalar. Si existen dudas guíense en la siguiente ilustración.

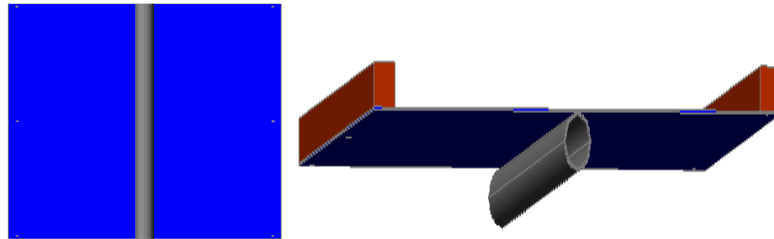


Figura 4.66. Ubicación del tubo en la lámina del perfil alar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 20. Ya sujetado el tubo ahora necesitarán dos maderas adecuadas para poderlas taladrar y sujetar de la forma que se muestra en la ilustración.

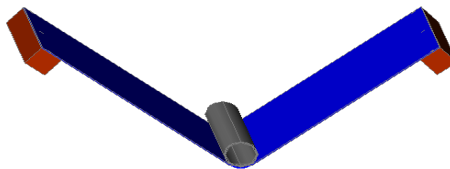


Figura 4.67. Ubicación de las maderas en la lámina del perfil alar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

**Nota:** Los agujeros que va a perforar a la lámina y los maderos deben estar ubicados en las distancias que se muestran en la siguiente ilustración. (Las medidas deben ser trazadas en la lámina).

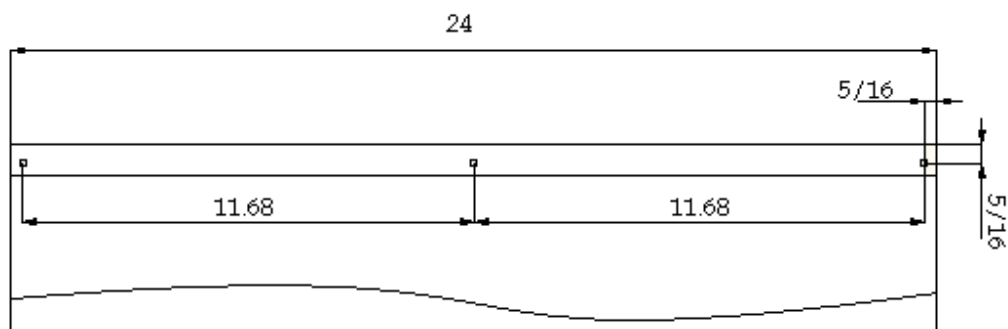


Figura 4.68. Ubicación de los orificios en la lámina del perfil alar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 21. Taladrar los orificios con una broca de 3/32" y poner pernos del mismo diámetro de los orificios para lograr sujetar la lámina con las maderas.

Paso 22. Una vez hecho eso, este paso se le tornará complicado pero no desista, consiga una cuerda y amárrela con fuerza al perfil de esta forma, y déjela por una semana hasta lograr conservar el ángulo del tubo en la lámina.

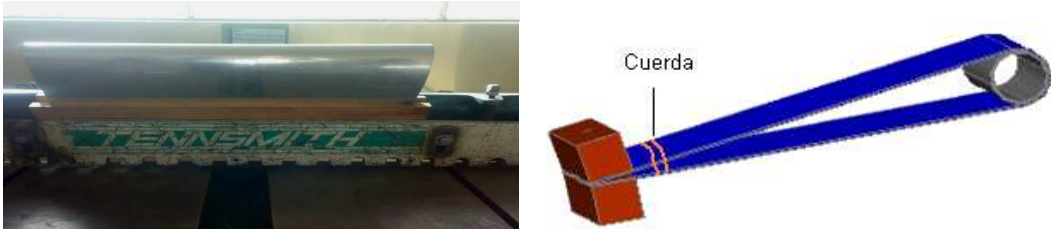


Figura 4.69. Perfil alar sujetado para darle el ángulo.  
Fuente: Investigación de campo y documental.  
Elaborado y editado por: Luis Calderón.

Paso 23. El perfil debe quedar de esta forma al momento de soltarlo de la cuerda.

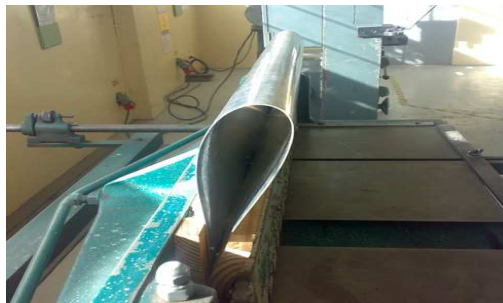


Figura 4.70. Perfil alar con el ángulo formado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 24. Una vez culminado con la forma del perfil procederán a taladrar los mismos orificios que tiene el perfil, ahora en las pestañas de la viga de borde ataque. La siguiente figura le servirá como ilustración.



Figura 4.71. Marcas para taladrar las pestañas delanteras de la viga del borde de ataque.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 25. Ya taladrada tanto la pestaña de arriba como la pestaña de abajo de la viga del borde de ataque, ahora proceda a sujetar con clecos el perfil alar con las pestañas delanteras de la viga de borde de ataque como le muestra la siguiente ilustración.



Figura 4.72. Perfil alar sujetado a las pestañas de la viga del borde de ataque.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 26. Con ayuda de las partes sujetadas procederán a dibujar sobre un cartón el molde para la fabricación de las costillas delanteras falsas. Básese en la siguiente Figura.



Figura 4.73. Trazado del molde de la costilla delantera falsa sobre el cartón.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 27. Su siguiente tarea será recortar el molde del cartón y verificar que coincida exactamente con el interior del perfil alar.



Figura 4.74. Recortado del molde de cartón.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 28. Una vez comprobado que el molde del cartón es el idóneo, ahora van a construir dos moldes de madera con las medidas del molde del cartón que acabaron de recortar.

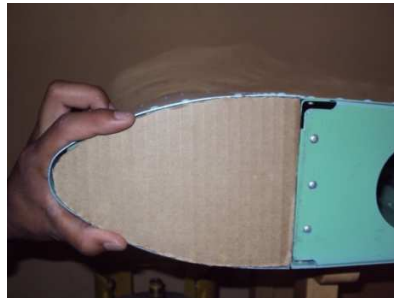


Figura 4.75. Comprobación de coincidencia del molde del cartón sobre el perfil alar.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Estos moldes van a tener un desbaste con un ángulo aproximado de  $30^\circ$  como se muestra en la Figura.

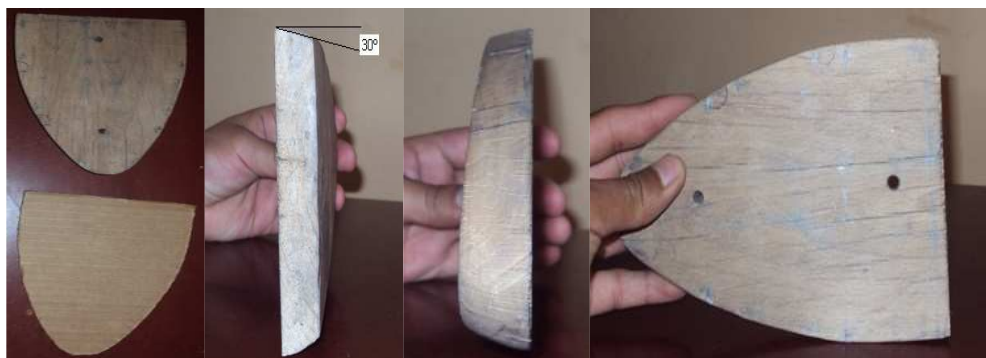


Figura 4.76. Molde de madera.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 29. Ya contruidos los moldes de madera, su siguiente tarea será la de diseñar un patrón sobre la cartulina, si prefiere traza este patrón con ayuda del molde de cartón hágalo, pero tenga en cuenta que van añadir las medidas de 0.7874 pulgadas para las pestañas con el objetivo de tener donde remachar el perfil alar en las costillas delanteras falsas.

Paso 30. Tome el molde de cartón y trace su forma sobre la cartulina.

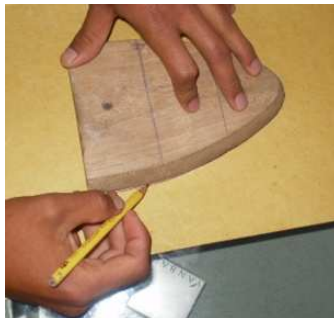


Figura 4.77. Trazado del molde de cartulina con ayuda del molde de cartón.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 31. Mida 0.78" desde las líneas de la figura del molde que acabó de trazar para señalar las pestañas donde van a ir sujetadas las partes.



Figura 4.78. Trazado de las medidas de las pestañas en el molde de cartulina.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 32. Trace las líneas que se le indica a continuación.





Figura 4.79. Alargamiento de las líneas para que se corten entre si.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 33. Recorte las líneas que acabó de trazar.



Figura 4.80. Recortado del espacio que se formó.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 36. Doble las pestañas de la cartulina como se le indica en la Figura.



Figura 4.81. Doblado de las pestañas de la cartulina hacia adentro para ver donde se arruga.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 34. Marque una línea recta en la parte frontal de la pestaña tomando como referencia las arrugas que se formaron en esa parte.

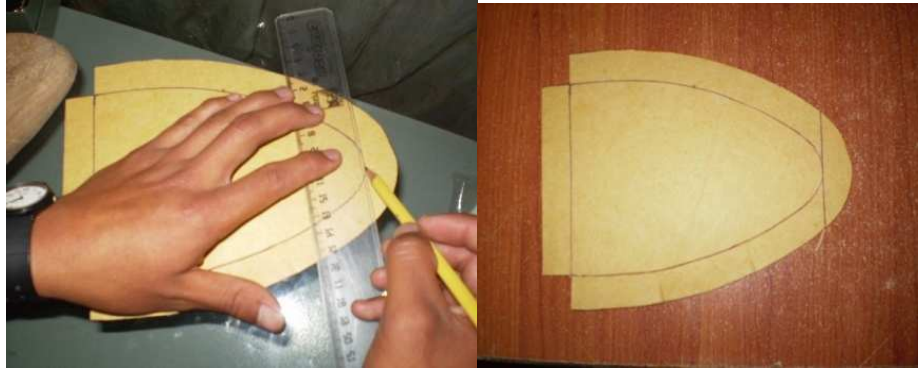


Figura 4.82. Trazado de una línea recta donde se formó las arrugas en la parte delantera.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 35. Ahora corte esa parte.

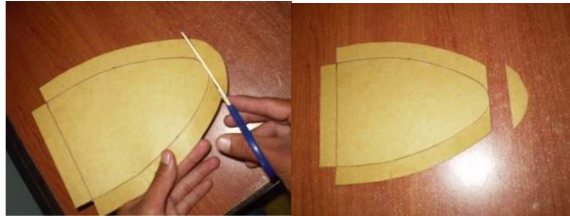


Figura 4.83. Recortado del espacio que trazo.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 36. Trace 2 líneas rectas donde se le formó los dos primeros dobleces en la primera pestaña del lado derecho. Estas líneas son recomendables trazar para que las ranuras del lado izquierdo este en la misma ubicación y el molde tenga una forma simétrica.



Figura 4.84. Trazado de las líneas ubicación de las ranuras.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 37. Trace desde la parte donde se le arrugó la cartulina hacia derecha 0.29 " e igual hacia la izquierda. Guíese en la figura.



Figura 4.85. Trazado de las líneas para las ranuras a 0.29"  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 38. Ya hecho esto recorten las ranuras de esta forma.

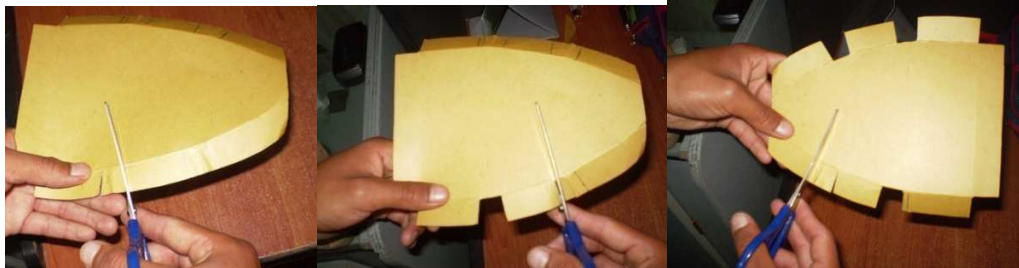


Figura 4.86. Recortado de las ranuras del molde de cartulina.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 39. Su molde le debió quedar de esta forma.



Figura 4.87. Molde de cartulina terminado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 40. Una vez elaborado el molde en la cartulina, su siguiente paso será trazar el molde en la lámina de aluminio de 0.040" de espesor.

Paso 41. Ahora ya con los trazos efectuado corte la lámina, para esto ayúdese de la cizalla manual y haga los cortes tratando de darle la forma del diseño; no logrará cortar el diseño exactamente pero para lograr obtener la forma correcta de la costilla delantera falsa utilizarán una máquina lijadora.



Figura 4.88. Lijado de la costilla delantera falsa para darle su forma.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 42. Dada ya la forma correcta a la costilla delantera falsa ahora proceda a cortar las ranuras que se muestran a continuación. (Estas ranuras serán cortadas de la misma manera como se corto las ranuras de la costilla maestra).



Figura 4.89. Costilla delantera falsa lijada.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

Paso 43. Ahora taladre dos orificios con una broca de 3/16" los cuales van a traspasar la lámina y los moldes de madera. Guíese en la siguiente ilustración.

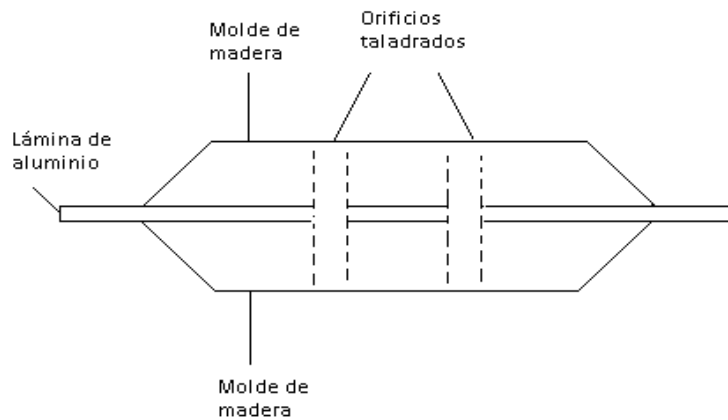


Figura 4.90. Orificios taladrados en los moldes y costilla delantera falsa.  
Elaborado por: Luis Calderón.



Figura 4.91.  
. Orificios taladrados en los moldes y costilla delantera falsa.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 44. Compre dos tornillos del mismo diámetro con tuercas y sujete los moldes con la lámina en medio.

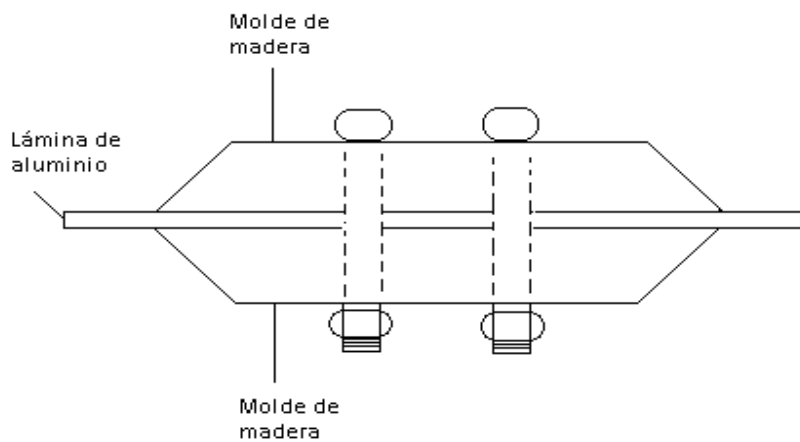


Figura 4.92. Instalación de tornillos en los moldes de madera y la lámina.  
Elaborado por: Luis Calderón.

**Nota:** Antes de proceder a doblar las pestañas de las costillas delanteras falsas recortadas deben tener en cuenta que dos de las costillas delanteras falsas deben tener los dobleces de las pestañas o bien a la izquierda o la derecha mientras que la tercera deberá tener las pestañas dobladas al lado contrario observe el siguiente gráfico para que entienda el porque de esta exigencia.



Figura 4.93. Demostración de cómo deben ir ubicadas las costillas delanteras falsas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 45. Ya sujeta la lámina su siguiente tarea es con ayuda de la maceta de caucho proceder a golpear las pestañas para ir las doblando y que vayan tomando la forma de los moldes.



Figura 4.94. Doblado de las pestañas en el molde.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.



Paso 46. Ya terminadas las partes entréguele a su docente para que verifique su trabajo.



Figura 4.95. Costilla delantera falsa terminada.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 47. Dibujar el patrón de las costillas posteriores falsas sobre el papel.

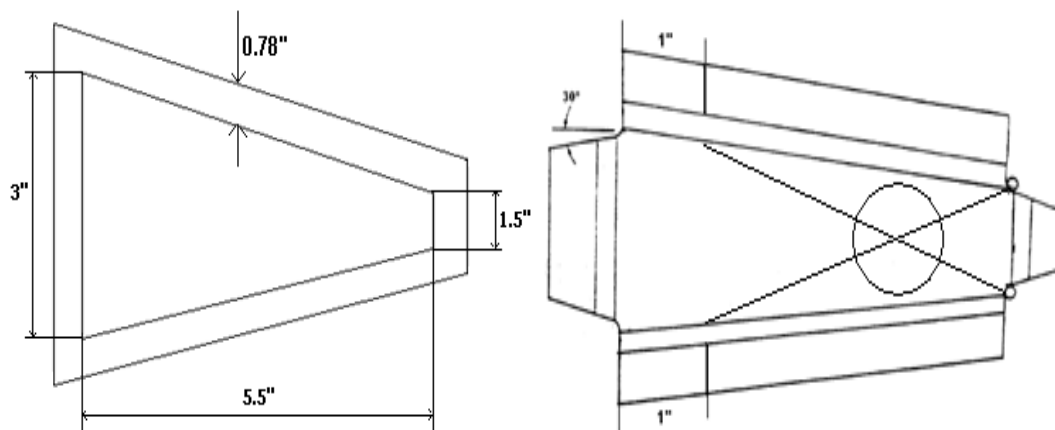


Figura 4.96. Patrones de diseño de las costillas posteriores falsas.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 48. Una vez realizado el diseño sobre el papel presénte a su docente para su aprobación.

Paso 49. Ya aprobado su trazado ahora realice el mismo trazado sobre la lámina de 0.040" de espesor.



Figura 4.97. Trazado del patrón sobre la lámina.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 50. Utilice la cizalla hidráulica y corte las líneas del contorno de la parte que trazó sobre la lámina.



Figura 4.98. Corte de la parte trazada.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 51. Trace las líneas a 30° esquadrande desde el punto como se indica en la ilustración y corte con la cizalla manual.

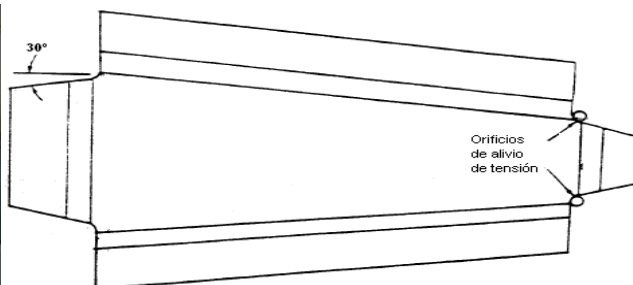


Figura 4.99. Cortado de las líneas de 30 grados.  
Fuente: Investigación de campo y documental.  
Editado y elaborado por: Luis Calderón.



Paso 52. Trace las siguientes líneas en las pestañas horizontales como indica el gráfico a una medida de 1" desde la línea interior de las pestañas laterales. Observe el gráfico para mayor entendimiento de este paso.

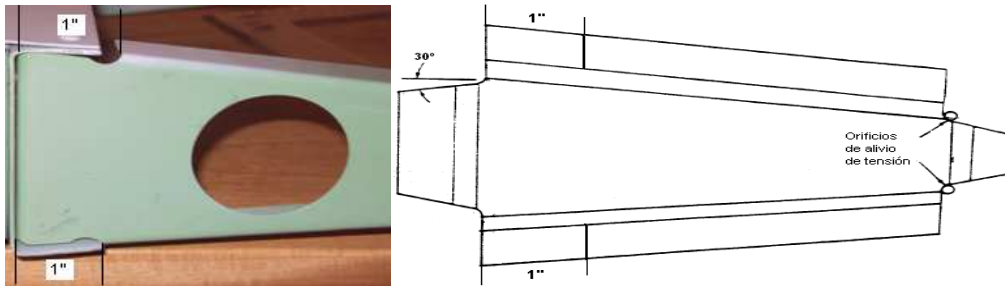


Figura 4.100. Trazo de las líneas en las pestañas laterales a 1".  
Fuente: Investigación de campo y documental.  
Editado y elaborado por: Luis Calderón.

Paso 53. Con la cizalla manual corte los trazos que acaba de hacer.



Figura 4.101. Cortado de los trazos en las pestañas laterales.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 54. Doble las pestañas en la dobladora de caja ubicando bien la línea de mira en la quijada inferior de la dobladora.



Figura 4.102. Doblado en la dobladora de caja.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 55. Perfore los agujeros de aligeramiento en la costilla posterior falsa, utilizando una broca de campana con un diámetro adecuado.

Paso 56. Ya terminada la costilla posterior falsa indíquela a su docente para su aprobación.



Figura 4.103. Costilla posterior falsa terminada.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

#### 6.- RECORTAR LOS REVESTIMIENTOS (PIELES) SUPERIOR E INFERIOR.

Paso 1. Trazar las medidas que se le proporciona en la siguiente ilustración en la lámina de 0.040" de espesor.

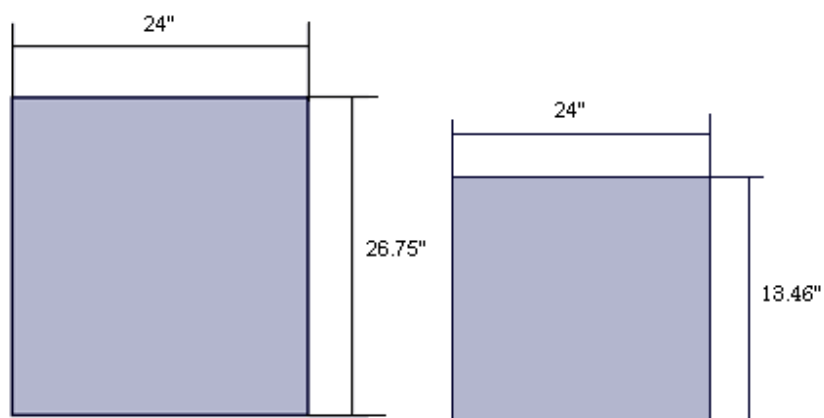


Figura 4.104. Medidas del revestimiento superior e inferior.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 2. Recortar las láminas en la cizalla hidráulica.



Figura 4.105. Corte de la lámina en la cizalla hidráulica.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 3. Limar y lijar los bordes para darle un acabado liso.



Figura 4.106. Limado y lijado de los bordes de la lámina que corto.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 4. Preséntele su trabajo a su docente para su aprobación.



Figura 4.107. Revestimientos cortados.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 5. Tome la lámina que mide 24" de ancho por 26.75" de largo y marque los siguientes puntos para taladrar. (Acentué las marcas con el centro punzón y un martillo).

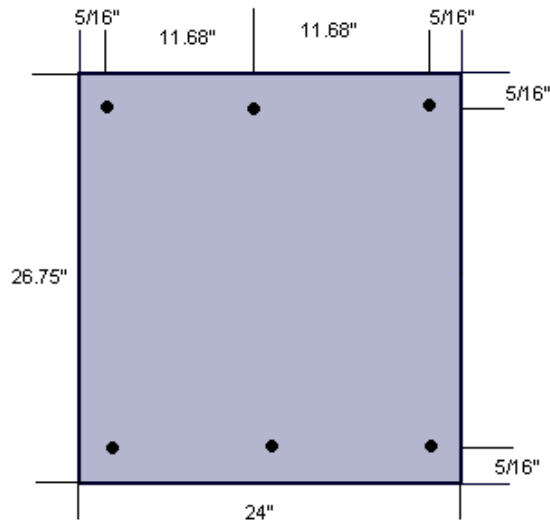


Figura 4.108. Ubicación de los puntos en el revestimiento.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 6. Tome la viga del borde de ataque (Front spar) y ubique el revestimiento de 24"X26.75" sobre una de las pestañas posteriores de la viga. Ayúdese de la ilustración.

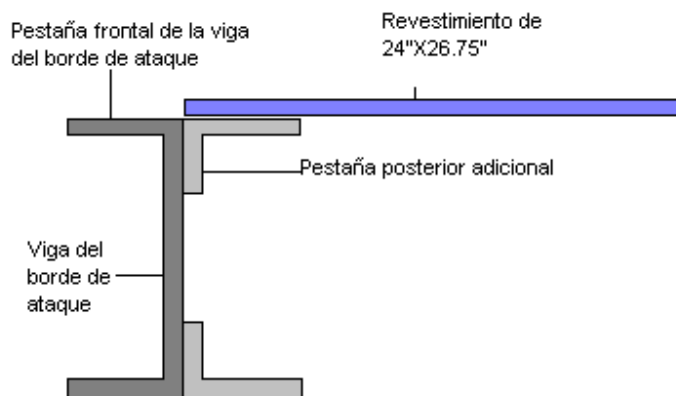


Figura 4.109. Ubicación de las partes.  
Elaborado por: Luis Calderón.



Figura 4.110. Ubicación de las partes.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

**Nota:** Al momento de ubicar el revestimiento cerciórese de que este alineado con los bordes de la pestaña de la viga.

Paso 7. Una vez escuadrado proceda a taladrar los 3 orificios que señaló anteriormente en el revestimiento de 24"X26.75". Estos orificios deben traspasar el revestimiento y las pestañas. Observe la figura.

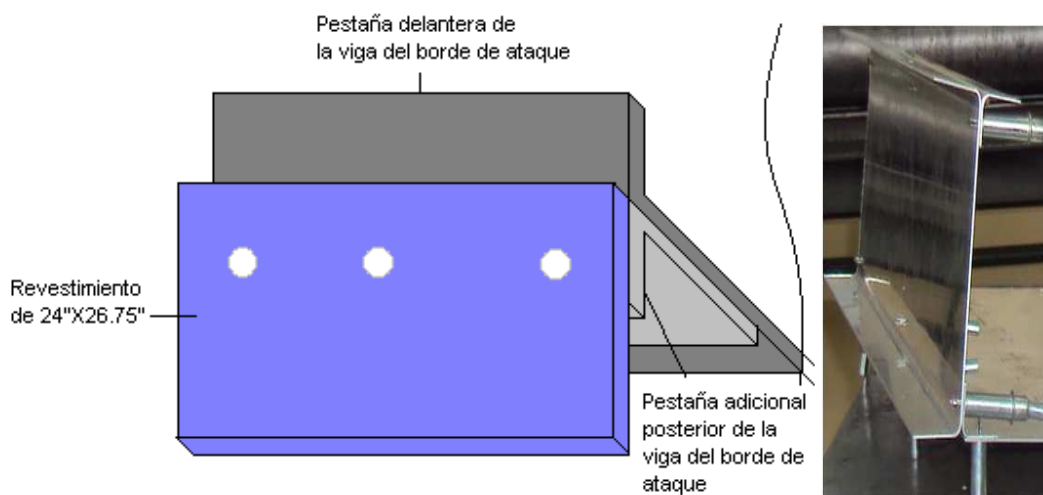


Figura 4.111. Orificios taladrados.

Fuente: Investigación de Campo.

Elaborado y editado por: Luis Calderón.

Paso 8. Tome la viga del borde de salida (Rear spar) y ubique una de las pestañas sobre el revestimiento de 24"X26.75" como se le indica en la siguiente figura.



Figura 4.112. Ubicación de la viga de borde de salida.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Luis Calderón.

**Nota:** Verifique que los bordes de la viga con los bordes de la pestaña estén bien alineados.

Paso 9. Taladre los orificios que se encuentran marcados en el revestimiento. Observe la Figura 4.108.

Paso 10. Ahora sujete con clecos las partes que acabó de taladra y su trabajo debe quedar así.

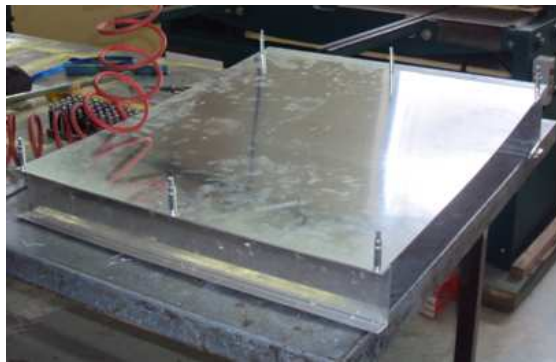


Figura 4.113. Partes ensambladas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"	ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"	ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"	ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"
1	0.00873	46	0.42447	91	1.0176	136	2.4751
2	0.01745	47	0.43481	92	1.0355	137	2.5386
3	0.02618	48	0.44523	93	1.0538	138	2.6051
4	0.03492	49	0.45573	94	1.0724	139	2.6746
5	0.04366	50	0.46631	95	1.0913	140	2.7475
6	0.05241	51	0.47697	96	1.1106	141	2.8239
7	0.06116	52	0.48773	97	1.1303	142	2.9042
8	0.06993	53	0.49858	98	1.1504	143	2.9887
9	0.07870	54	0.50952	99	1.1708	144	3.0777
10	0.08749	55	0.52057	100	1.1917	145	3.1717
11	0.09629	56	0.53171	101	1.2131	146	3.2708
12	0.10510	57	0.54295	102	1.2349	147	3.3759
13	0.11393	58	0.55431	103	1.2572	148	3.4874
14	0.12278	59	0.56577	104	1.2799	149	3.6059
15	0.13165	60	0.57735	105	1.3032	150	3.7320
16	0.14054	61	0.58904	106	1.3270	151	3.8667
17	0.14945	62	0.60086	107	1.3514	152	4.0108
18	0.15838	63	0.61280	108	1.3764	153	4.1653
19	0.16734	64	0.63487	109	1.4019	154	4.3315
20	0.17633	65	0.63707	110	1.4281	155	4.5107
21	0.18534	66	0.64941	111	1.4550	156	4.7046
22	0.19438	67	0.66188	112	1.4826	157	4.9151
23	0.20345	68	0.67451	113	1.5108	158	5.1455
24	0.21256	69	0.68728	114	1.5399	159	5.3995
25	0.22169	70	0.70021	115	1.5697	160	5.6713
26	0.23087	71	0.71329	116	1.6003	161	5.9758
27	0.24008	72	0.71329	117	1.6318	162	6.3137
28	0.24933	73	0.73996	118	1.6643	163	6.6911
29	0.25862	74	0.75355	119	1.6977	164	7.1154
30	0.26795	75	0.76733	120	1.7320	165	7.5957
31	0.27732	76	0.78128	121	1.7675	166	8.1443
32	0.28674	77	0.79543	122	1.8040	167	8.7769
33	0.29621	78	0.80978	123	1.8418	168	9.5144
34	0.30573	79	0.82434	124	1.8807	169	10.3850
35	0.31530	80	0.83910	125	1.9210	170	11.4300
36	0.32492	81	0.85408	126	1.9626	171	12.7060
37	0.33459	82	0.86929	127	2.0057	172	14.3010
38	0.34433	83	0.88472	128	2.0503	173	16.3500
39	0.35412	84	0.90040	129	2.0965	174	19.0810
40	0.36397	85	0.91633	130	2.1445	175	22.9040
41	0.37388	86	0.93251	131	2.1943	176	26.6360
42	0.38386	87	0.94896	132	2.2460	177	38.1880
43	0.39391	88	0.96596	133	2.2998	178	57.2900
44	0.40403	89	0.98270	134	2.3558	179	
45	0.41421	90	1.00000	135	2.4142	180	

Tabla 4.10. Diagrama de Retroceso.

ALEACIONES DE ALUMINIO SERIES Y TEMPLE								
ESPESOR	1100-0 2219-0	2024-0 2219-T42	2219-T31 2219-T37	7075-0 7178-0	2024-T3 2024-T4	2024-T36 7075-T6	2024- T86 2219- T87	2024- T3
	3003-0	3003-H14			2219-T62	7178-T6		
	5052-0	5052-H34			2219-T81			
	6061-0	6061-T4			6061-T6			
0.016	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.09	0.25	
0.020	0.03	0.03	0.06	0.03	0.06	0.09	0.25	
0.025	0.03	0.06	0.06	0.06	0.09	0.12	0.31	
0.032	0.03	0.06	0.06	0.06	0.12	0.16	0.44	0.09
0.036	0.06	0.06	0.09	0.06	0.16	0.19	0.50	
0.040	0.06	0.06	0.09	0.06	0.16	0.19	0.56	0.16
0.045	0.06	0.09	0.09	0.09	0.19	0.25	0.56	
0.050	0.06	0.09	0.12	0.09	0.19	0.25	0.62	0.19
0.056	0.06	0.12	0.12	0.12	0.22	0.28	0.62	
0.063	0.06	0.12	0.16	0.12	0.22	0.25	0.62	
0.071	0.09	0.12	0.16	0.12	0.28	0.38	0.75	0.22
0.080	0.09	0.16	0.19	0.19	0.34	0.44	0.88	
0.090	0.09	0.19	0.19	0.19	0.38	0.50	1.12	
0.100	0.12	0.22	0.25	0.22	0.44	0.62	1.25	
0.112	0.12	0.25	0.34	0.28	0.50	0.75	1.75	
0.125	0.12	0.25	0.50	0.28	0.56	0.88		
0.140	0.12	0.34	0.56	0.38	0.62	1.00		
0.160	0.16	0.38	0.62	0.44	0.75	1.12		
0.180	0.19	0.44	0.69	0.50	0.88	1.25		
0.190	0.19	0.50	0.75	0.56	0.88	1.25		

Tabla 4.11. Radios Mínicos Permisibles en Aluminio.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Mm	In.	Mm	In.	Mm	In.	Mm	In.	Mm.	In.
1 = 0.0394		21 =0.8268		41 = 1.6142		61 = 2.4016		81 =3.1890	
2 = 0.0787		22 =0.8662		42 = 1.6536		62 = 2.4410		82 = 3.2284	
3 = 0.1181		23 =0.9055		43 = 1.6929		63 = 2.4804		83 = 3.2678	
4 = 0.1575		24 =0.9449		44 = 1.7323		64 = 2.5197		84 = 3.3071	
5 = 0.1969		25 =0.9843		45 = 1.7717		65 = 2.5591		85 = 3.3465	
6 = 0.2362		26 =1.0236		46 = 1.8111		66 = 2.5985		86 = 3.3859	
7 = 0.2756		27 =1.0630		47 = 1.8504		67 = 2.6378		87 = 3.4253	
8 = 0.3150		28 =1.1024		48 = 1.8898		68 = 2.6772		88 = 3.4646	
9 = 0.3543		29 =1.1418		49 = 1.9292		69 = 2.7166		89 = 3.5040	



10 = 0.3937	30 =1.1811	50 = 1.9685	70 = 2.7560	90 = 3.5434
11 = 0.4331	31 =1.2205	51 = 2.0079	71 = 2.7953	91 = 3.5827
12 = 0.4724	32 =1.2599	52 = 2.0473	72 = 2.8241	92 = 3.6221
13 = 0.5118	33 =1.2992	53 = 2.0867	73 = 2.8141	93 = 3.6615
14 = 0.5512	34 =1.3386	54 = 2.1260	74 = 2.9134	94 = 3.7009
15 = 0.5906	35 =1.3780	55 = 2.1654	75 = 2.9528	95 = 3.7402
16 = 0.6299	36 =1.4173	56 = 2.2048	76 = 2.9922	96 = 3.7796
17 = 0.6693	37 =1.4567	57 = 2.2441	77 = 3.0316	97 = 3.8190
18 = 0.7081	38 =1.4961	58 = 2.2835	78 = 3.0709	98 = 3.8583
19 = 0.7480	39 =1.5355	59 = 2.3229	79 = 3.1103	99 = 3.8977
20 = 0.7874	40 =1.5748	60 = 2.3622	80 = 3.1497	100 = 3.9371

Tabla 4.12. Milímetros a Decimal de Pulgadas.  
Elaborado por: Luis Calderón.

In.	Mm.	In.	Mm.	In.	Mm.	In.	Mm.
1/64 = 0.397		17/ 64 = 6.747		33/64 = 13.097		49/64 = 19.447	
1/32 = 0.794		9/32 = 7.144		17/32 = 13.494		25/32 = 19.844	
3/64 = 1.191		19/64 = 7.541		35/64 = 13.890		51/64 = 20.240	
1/16 = 1.587		5/16 = 7.937		9/16 = 14.287		13/16 = 20.637	
5/64 = 1.984		21/64 = 8.334		37/64 = 14.684		53/64 = 21.034	
3/32 = 2.381		11/32 = 8.731		19/32 = 15.081		27/32 = 21.431	
7/64 = 2.778		23/64 = 9.128		39/64 =15.478		55/64 = 21.828	
1/8 = 3.175		3/8 = 9.525		5/8 = 15.875		7/8 = 22.225	
9/64 = 3.572		25/64 = 9.922		41/64 = 16.272		57/64 = 22.622	
5/32 = 3.969		13/32 = 10.319		21/32 = 16.669		29/32 = 23.019	
11/64 = 4.366		27/64 = 10.716		43/64 = 17.065		59/64 =23.415	
3/16 = 4.762		7/16 = 11.113		11/16 = 17.462		15/16 = 23.812	
13/64 = 5.159		29/64 = 11.509		45/64 = 17.859		61/64 = 24.209	
7/32 = 5.556		15/32 = 11.906		23/32 =18.256		31/32 = 24.606	
15/64 = 5.953		31/64 = 12.303		47/64 = 18.653		63/64 = 25.003	
1/4 = 6.350		1/2 = 12.700		3/4 = 19.050		1 = 25.400	

Tabla 4.13. Fracciones de Pulgada a Milímetros.  
Elaborado por: Luis Calderón.

## REFERENCIAS:

Construcción del Prototipo Estructural del Ala por parte del Sr. Andrés Balcázar.

## FASE 5

### PATRONES DE REMACHADO

#### 5.1.-INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de reparar las estructuras dañadas de los aviones, es importante conocer los procedimientos para determinar el trazado de un patrón de remachado. Con un buen patrón de remachado se asegurará que cada remache participe por igual en la distribución de la carga requerida. Los remaches incorrectamente espaciados podrán causar la deficiencia de la reparación o la estructura debido a la carga excesiva que tendrían que resistir unos cuantos remaches.

El trazado del patrón de remachado incluye determinar el tamaño de los remaches, el número de remaches requeridos, la distancia entre los remaches y el borde del metal (distancia de borde), el espaciamiento de los remaches en toda la reparación (paso de remaches y paso de hileras) y el marcar con el contrapunzón la ubicación de los orificios para los remaches.

#### 5.2.-INFORMACIÓN

**5.2.1.-Distancia de borde.** La distancia de borde es la distancia desde el centro de un remache hasta el borde más cercano del metal. Es necesario mantener la distancia correcta del borde para que la junta remachada desarrolle la resistencia requerida. En la Figura 4.114, se ilustra el significado de la distancia de borde. La distancia de borde a menudo se abrevia como DB.

Se debe mantener la distancia de borde en la hoja tanto de arriba como de abajo la distancia de borde no debe ser menos del doble del diámetro del remache que se use. No debe ser más de cuatro veces el diámetro del remache. La distancia de borde recomendada es dos diámetros y medio del remache. La distancia recomendada es la que usaremos, a menos que se especifique lo contrario.

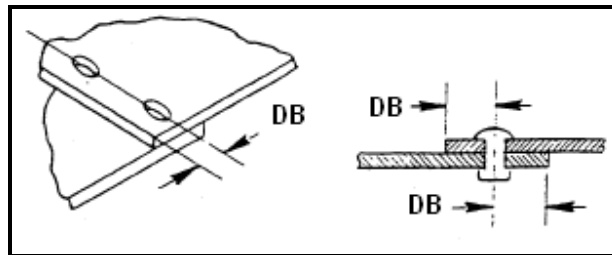


Figura 4.114. Distancia de Borde.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

Los remaches colocados a menos de la distancia mínima de borde podrían causar rajaduras entre el orificio del remache y el borde del metal, lo que produciría una deficiencia en las partes que se remachan. Los remaches colocados a más de cuatro diámetros (la distancia máxima), podrían causar el levantamiento del borde del metal (especialmente en los metales más delgados). Debajo de estos bordes se acumula la suciedad y la humedad, lo que causa corrosión. En la Figura 4.115, se ilustran los resultados del uso correcto e incorrecto de la distancia del borde.

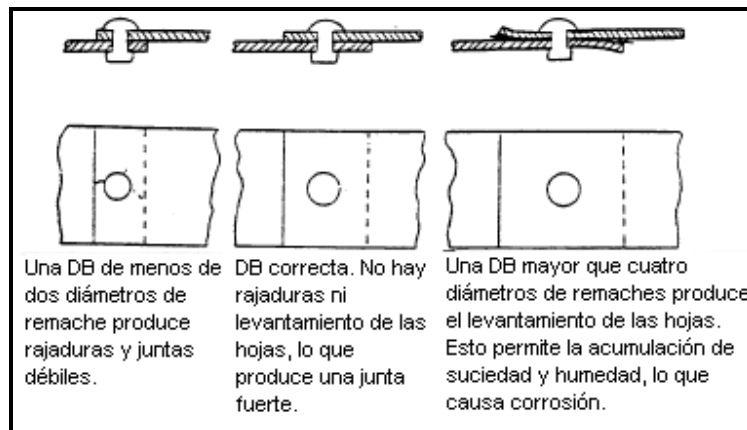


Figura 4.115. Distancia Correcta e Incorrecta del Borde.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAFA.

**5.2.2.-Paso de los remaches.** El paso de los remaches es la distancia entre los centros de dos remaches en la misma hilera, como se muestra en la Figura 4.116. Esta distancia se mide desde el centro de un remache hasta el centro de otro. En ningún caso debe ser esta distancia mayor o menor que ciertos límites establecidos. Estos límites especifican que la distancia mínima entre dos remaches es 4 veces el diámetro del remache y que la distancia máxima es de 10 veces el diámetro del

remache. Esta regla de limitaciones también expresa que hay un paso de remache recomendado entre el mínimo y el máximo, que es entre 6 y 8 veces el diámetro del remache. Es preferible este paso porque es el más ventajoso para asegurar que cada remache resista su parte de la carga. Cuando se trabaja en un avión y se traza un patrón de remachado para una reparación, se usa el paso de remache recomendado siempre que sea posible.

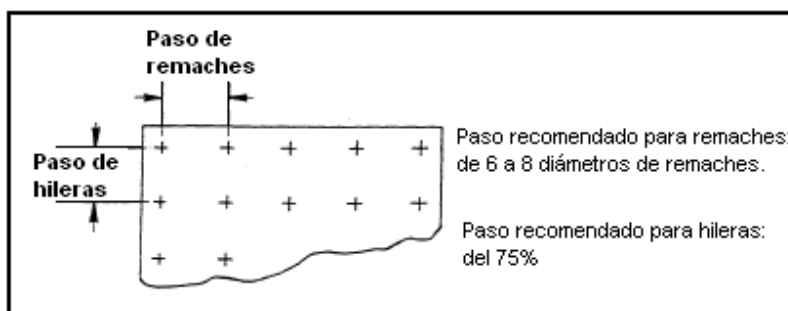


Figura 4.116. Paso de Remaches y de Hileras.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

**5.2.3.-Paso de hileras (Transversal).** El paso de hileras es la distancia entre las hileras paralelas de remaches. En la Figura 4.116 se muestra el paso entre dos hileras de remaches. El paso de las hileras generalmente es del 75% o  $3/4$ " del paso del remache.

### 5.3.-MEDIDAS DE LOS REMACHES

**5.3.1.-Diámetro del remache.** La distancia de borde, el paso del remache y el paso de las hileras de remaches dependen del diámetro del remache. Antes de poder determinar los pasos anteriormente mencionados, hay que determinar primero el diámetro del remache a usar. Por lo general se usará el mismo paso que el del fabricante.

**5.3.2.-Selección de los remaches.** El remache que se escoja debe tener un diámetro que corresponda al grosor combinado de las partes que se van a unir. Si se usa un remache demasiado grande en un material delgado, podrá presentarse un abultamiento indeseable alrededor de la cabeza del remache. Esto se debe al exceso de fuerza requerida para remachar. Si se usa un remache pequeño, el

esfuerzo cortante de la costura no será suficiente para resistir la carga impuesta sobre la junta. El diámetro del remache no debe ser menor que el grosor combinado de las partes que se van a unir.

#### 5.4.-TIPOS DE PATRONES DE REMACHADO

En los trabajos con aviones se usan varios patrones de remachado. En la Figura 4.117, se muestran dos de los más comunes.



Figura 4.117. Patrones de Remachado.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAFA.

##### 5.4.1.-Patrón rectangular

El patrón de remachado de la izquierda es el "rectangular", que es el más usado. Es un patrón fácil de trazar. En esta reparación el paso de los remaches en cada hilera es igual y cada remache queda directamente en línea debajo de los remaches de la hilera anterior. Con esto se forma un patrón rectangular.

##### 5.4.2.-Patrón escalonado

Del lado derecho de la Figura 4.117, se ilustra el patrón escalonado. Cada hilera de remaches se mueve la mitad del paso hacia la derecha o izquierda para que los remaches queden equidistantes entre los remaches de la hilera de arriba. El patrón escalonado se conoce por su forma de rombo.

### 5.4.3.-Patrón circular

Otro patrón de remachado es el circular. Como lo indica su nombre, este patrón tiene forma de un círculo. Los remaches del patrón circular podrán alinearse o escalonarse. Este es el patrón que se usa para reparar orificios redondos o para instalar objetos redondos.

## 5.5.-TÉCNICAS DE TALADRADO

### 5.5.1.-Selección de la broca.

Es necesario que los orificios sean del diámetro correcto si los remaches han de tener la resistencia requerida. La tolerancia recomendada entre el vástago del remache y el orificio es de .002" a .004" en el diámetro. El Cuadro de Referencia Cruzada en la Tabla 4.14 indica el tamaño correcto del taladro para los distintos tamaños de remaches. En el cuadro también aparece el código del color de los sujetadores "cleco", para señalar sus diferentes tamaños, los cuales se explicarán posteriormente.

MEDIDA DEL REMACHE	MEDIDA DE LA BROCA	MEDIDA DEL TALADRO EN DECIMALES	CÓDIGO DE COLORES DE LOS SUJETADORES CLECO
3/32	#40	0.098	Plateado
1/8	#30	0.1285	De cobre
5/32	#21	0.159	Negro
3/16	#11	0.191	Bronceado
1/4	"F"	0.257	De cobre

Nota: La tolerancia que se recomienda para los orificios de los remaches es de .002 a .004 de pulgada.

Tabla 4.14. Cuadro de Referencia Cruzada.  
Elaborado por: Luis Calderón.

### 5.5.2.-Inserción de la broca.

La broca del taladro se introduce y se aprieta bien en las quijadas del mandril del taladro con la llave de mandril.

### 5.5.3.-Manejo del taladro.

Para perforar orificios perpendiculares a la superficie, debe sostenerse el taladro en ángulo recto al trabajo. En la Figura 4.118, se muestra que esto se hace fuera cual fuere a curvatura de la superficie. Nunca debe permitirse que el taladro oscile o se incline longitudinalmente, cuando se está introduciendo o sacando la broca del metal. Esto ocasiona un alargamiento de (forma ovalada) al orificio. En la Figura 4.119 se muestra la táctica correcta e incorrecta de taladrar. No haga girar la broca hacia atrás al sacarla sino más bien siga haciéndola girar hacia adelante. El hacer girar la broca hacia atrás quita rápidamente el filo de los bordes cortantes.

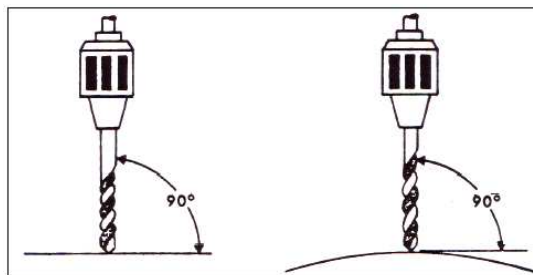


Figura 4.118. Ángulos de Taladrado.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

- Pieza recta de trabajo
- Pieza curva de trabajo

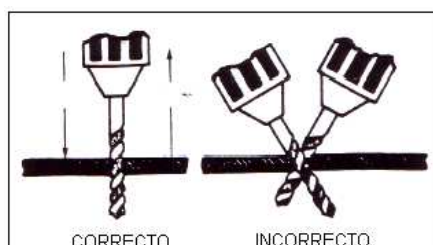


Figura 4.119. Técnicas de Taladrado.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

1. Entrada
2. Salida
3. El taladrado recto produce orificios redondos
4. CORRECTO
5. El taladrado en ángulos produce orificios alargados y rompe las brocas
6. INCORRECTO

#### **5.5.4.-Taladrado con guía.**

El taladrado con guía es la técnica que se usa para perforar un orificio a un diámetro menor que el tamaño final que se requiere. Esta técnica permite producir orificios del tamaño exacto y facilita taladrarlos a su tamaño final. El taladro con guía impide que se atasque la broca del tamaño final y se alargue el orificio. Generalmente se usa una broca #40 para el taladro con guía de los orificios en trabajos de estructuras de aviones.

#### **REFERENCIAS:**

- Manual de Instrucción de la Inter-American Air Forces Academy (IAAFA).
- La O.T 1-1A-1 Titulada "Manual General de Reparaciones Estructurales".



## FASE 6

### TALADRADO DE LAS PARTES DEL PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA.

#### 6.1.- EQUIPO

- ✓ Taladro Neumático (juego de brocas).
- ✓ Gafas.
- ✓ Protectores de oídos.
- ✓ Pinzas para clecos y clecos.
- ✓ Centro punzón y martillo.
- ✓ Mangueras para conectar la fuente neumática con el taladro.
- ✓ Regla de pulgadas.
- ✓ Lápiz.

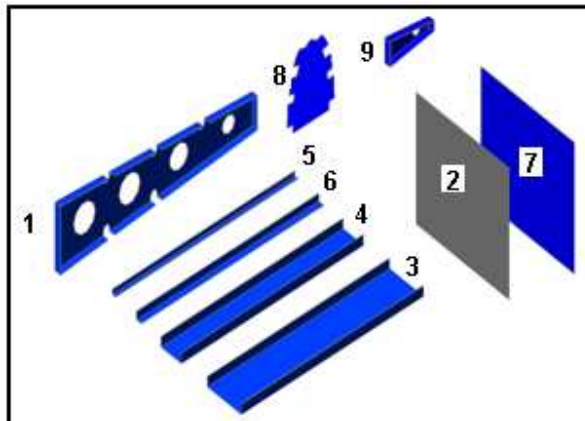


Figura 4.120. Vista Detallada del Conjunto de Partes del Prototipo Alar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

**Nota:** Todo este proyecto se sujeta con remaches de 1/8". Sin embargo, usted no taladrará los orificios suficientemente grandes para estos tamaños de remaches sino en el último paso del proyecto. Al avanzar en cada uno de los pasos de los procedimientos, usted perforará orificios guías, usando la broca espiral 3/32".

Entonces si las piezas se resbalan levemente mientras usted está taladrando, no habrá dañado el proyecto. Después de hacer todos los orificios guías, usted hará los

orificios al tamaño final (1/8"). Al hacer los dibujos de remaches, cerciórese de comenzar con el paso mínimo recomendado para los remaches. Aumente la abertura de sus compases de división, en una pequeña cantidad, para mantener la fijación tan cerca como sea posible del mínimo recomendado. Esto produce un número más alto de remaches y un máximo de fuerza en cada empalme. Utilice la distancia de borde recomendada (DB), a menos que se especifique lo contrario.

#### ESPECIFICACIONES PARA ESTE PROYECTO

- Distancia de borde (DB) es de 5/16".
- El paso del remache será el recomendado para todo el proyecto.

**Nota:** En la PARTE SUPERIOR del Prototipo va el revestimiento con dos larguerillos extruidos. En la PARTE INFERIOR va el revestimiento con tres larguerillos extruidos.

**PRECAUCIÓN:** Haga todos los dibujos preliminares con lápiz.

Se le recuerda que su prototipo ya se encuentra semi-taladrado hasta esta etapa. Observe la siguiente Figura.

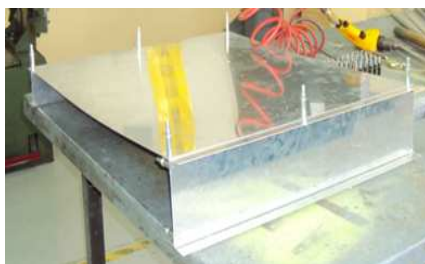


Figura 4.121. Partes que se encuentran taladradas únicamente para irles armando.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 1. Quite los clecos y desmonte la lámina de 24"X26.75".

Paso 2. Trace con un lápiz y una regla de pulgadas, los siguientes puntos en la lámina. En la siguiente figura se le indica todas las medidas que va a necesitar para este paso.

ESPECIFICACIONES PARA ESTE PASO:

- Paso del Remache 17/16" (1.0625").
- Distancia de Borde (DB) 5/16"
- Las marcas son hechas entre los orificios que ya taladraron anteriormente.

**Recomendación:** No cuente las marcas de la ilustración, realice las 11 marcas que se le indica.

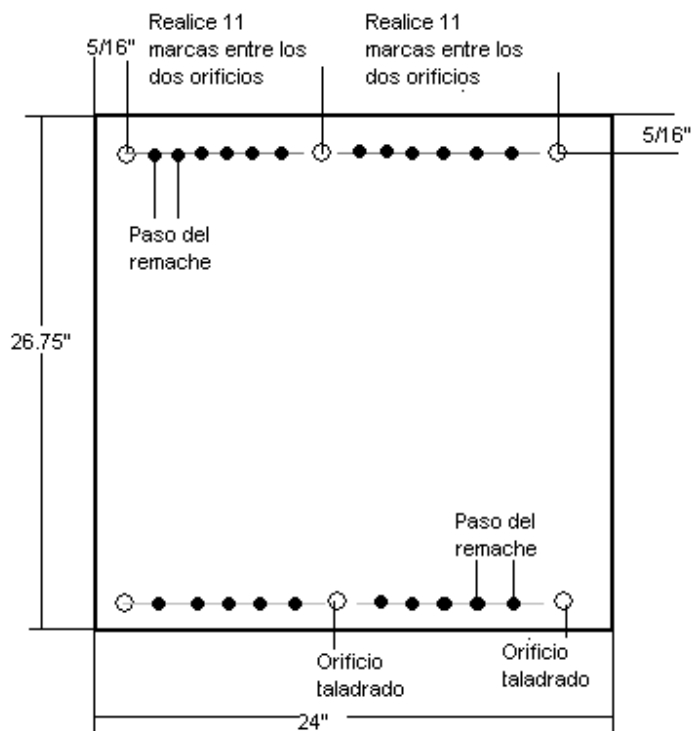


Figura 4.122. Ubicación de los puntos para taladra en el revestimiento grande.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 3. Indique su trazado a su docente para su aprobación

Paso 4. Acentué las marcas con un centro punzón y un martillo.

Paso 5. Sujete con clecos el revestimiento sobre las pestañas posteriores de la viga de borde de ataque y con las pestañas delanteras de la viga de borde de salida.

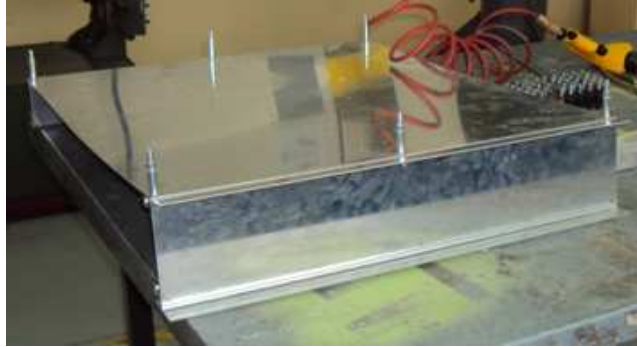


Figura 4.123. Partes sujetadas con clecos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 6. Proceda a taladrar las marcas que acabó de realizar con una broca de 3/32" y vaya ubicando clecos para facilitar su trabajo.

Paso 7. Ya terminado su trabajo presénte a su docente para su aprobación.

Paso 8. Una vez aprobado su trabajo tome tres larguerillos extruidos y las tres costillas maestras (centrales) y ubíquelas en la forma que indica la ilustración.



Figura 4.124. Larguerillos y costillas maestras sobrepuestas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 9. Con el lápiz rayen las ubicaciones que tienen los larguerillos extruidos de esta forma.



Figura 4.125. Señalamiento de las ubicaciones de los larguerillos en el revestimiento.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

**Nota:** Los trazos que acabaron de hacer con el lápiz les van a servir para ubicar los larguerillos en una forma correcta, ya que a veces suelen moverse las ubicaciones por la acción de los dobleces al momento de fabricar cada una de las partes.

Paso 10. Ya sabiendo las ubicaciones ahora si van a trazar las distancias de borde en una de las pestaña de los larguerillos como se muestra en la ilustración 4.126.

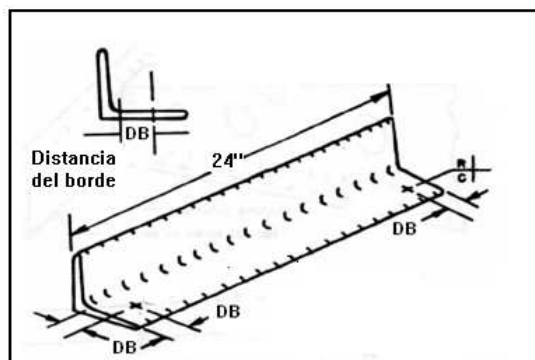


Figura 4.126. Ubicación de los puntos para taladrar en el larguerillo extruido.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 11. Ubiquen los larguerillos sobre el revestimiento de 24"X26.75" haciendo coincidir las líneas que trazo en el paso 9.

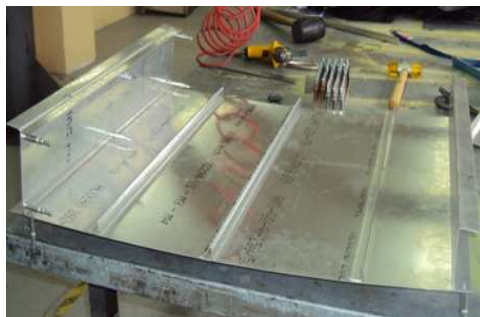


Figura 4.127. Ubicación de los larguerillos sobre el revestimiento.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 12. Ahora taladre los orificios con una broca de 3/32" y sujete con clecos las partes.

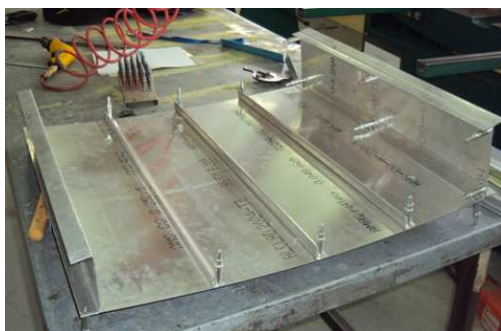


Figura 4.128. Larguerillos y el revestimiento sujetado con clecos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 13. Ahora retire los clecos que unen el revestimiento de 24"X26.75" y los larguerillos extruidos y lleve los larguerillos a su mesa de trabajo para proceder a realizar las marcas por donde van a taladrar. Guíese en las siguientes ilustraciones.

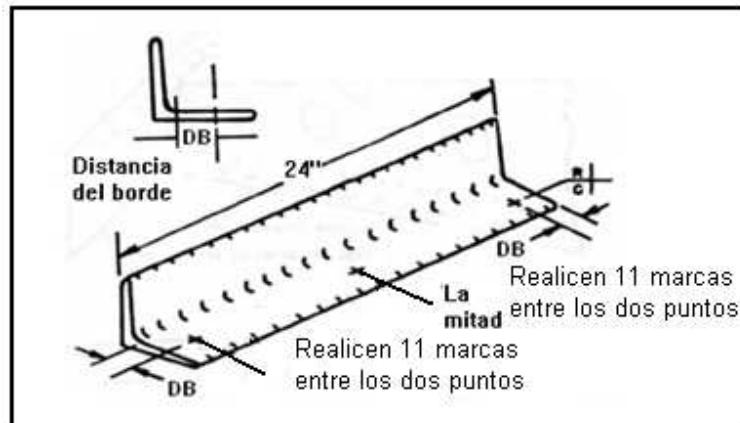


Figura 4.129. Ubicación de los puntos para taladrar en una de las pestañas del larguero.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

#### ESPECIFICACIONES

- Paso del Remache  $17/16''$  (1.0625").
- Distancia de borde  $5/16''$ .

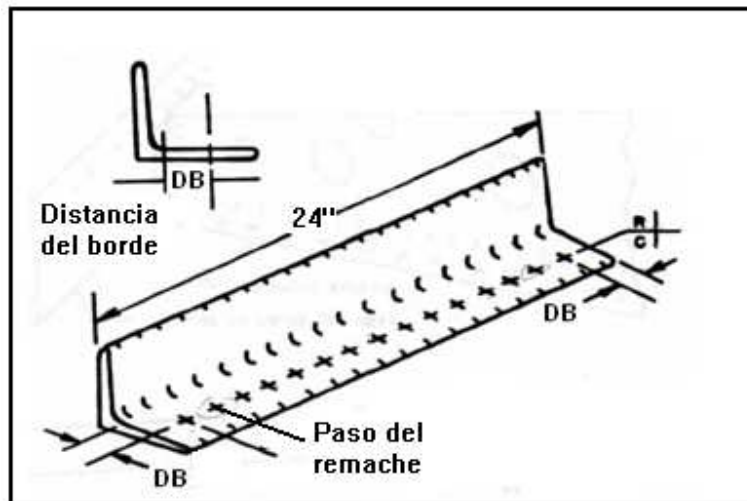


Figura 4.130. Ubicación de los puntos para taladrar en una de las pestañas del largueros.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 14. Con un centro punzón y un martillo acentué las marcas del lápiz que acabó de señalar.

Paso 15. Ahora ponga los larguerillos sobre el revestimiento como se le indica en la Figura y proceda a taladrar.

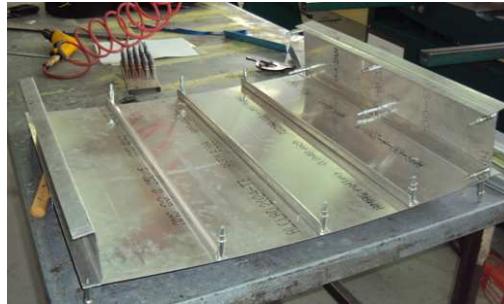


Figura 4.131. Partes sujetadas para proceder a taladrar.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 16. Tome las costillas maestras y haga los siguientes trazos en las pestañas del borde de ataque y la del borde de salida.

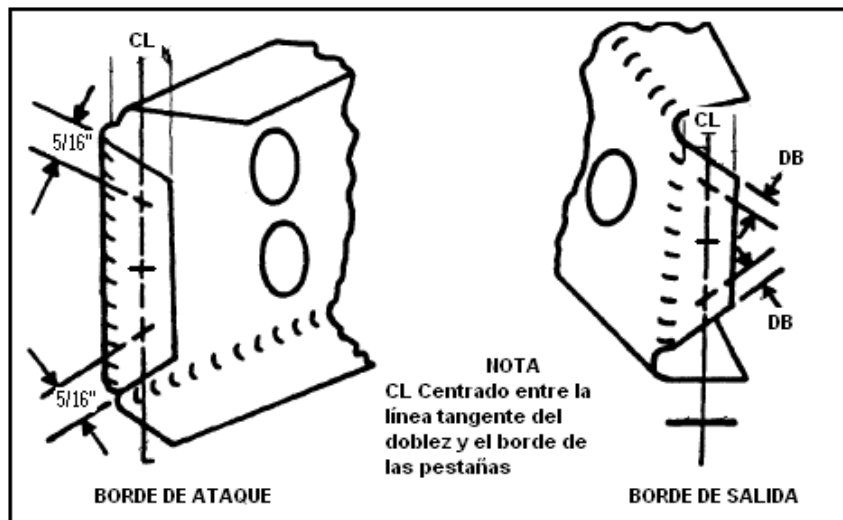


Figura 4.132. Ubicación de los puntos en las pestañas para taladrar.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 17. Ubique las costillas maestras en la posición que indica la figura 4.133 y taladre las marcas que acaba de señalar con una broca de 3/32". (Cabe recalcar que los orificios traspasan a las pestañas de las costillas maestras y a las vigas tanto de borde de ataque como de borde de salida, así también que la costilla de la mitad se encuentra centrada.





Figura 4.133. Partes ubicadas para taladrar.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 18. Desmonte de nuevo el revestimiento y trasládele a su mesa de trabajo para proceder hacer las siguientes marcas.

**Recomendación:** No cuente las marcas de la ilustración porque esta ilustración únicamente le va a servir para saber donde debe ubicar dichas marcas, Lo que si debe utilizar son las medidas porque son reales.

#### ESPECIFICACIONES

- Paso del Remache  $17/16''$  (1.0625").
- Distancia de borde  $5/16''$ .

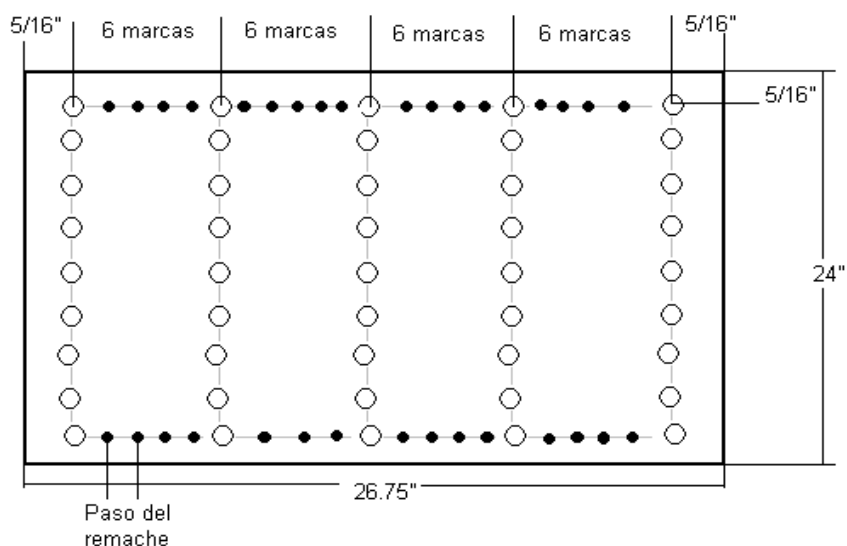


Figura 4.134. Ubicación de los puntos para taladrar en el revestimiento grande.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 19. Alineé los bordes de las costillas maestras con los bordes laterales del revestimiento y centre la costilla maestra de la mitad y proceda a taladra las marcas que hizo en el revestimiento 24"X26.75" con una broca 3/32".



Figura 4.135. Ubicación de las costillas maestras para taladra.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 20. Ahora marque los siguientes puntos en el revestimiento de 24"X13.46". Guíese en la siguiente ilustración.

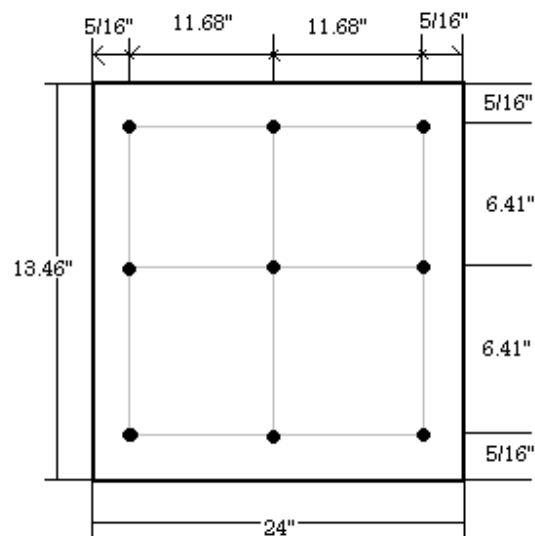


Figura 4.136. Ubicación de los puntos para taladrar en el revestimiento pequeño.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 21. Con el centro punzón acentué las marcas y proceda a taladrar los orificios con una broca de 3/32".

Paso 22. Tome los dos larguerillos extruidos que sobraron y trace los siguientes puntos en una de sus pestañas.

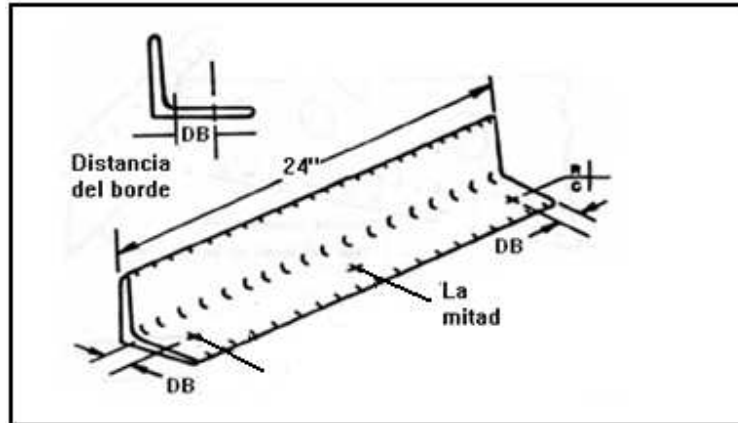


Figura 4.137. Ubicación de los puntos para taladrar en las pestañas de los larguerillos.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 23. Ahora proceda a ubicar de la siguiente manera tanto el revestimiento como los larguerillos.



Figura 4.138. Ubicación de los larguerillos sobre el revestimiento pequeño.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado y elaborado por: Luis Calderón.

Paso 24. Ya ubicados de la forma que se le indicó taladre los puntos que señaló en el revestimiento de 24"X13.46" fijándose que coincidan todos los trazos y que las partes queden bien ubicadas.

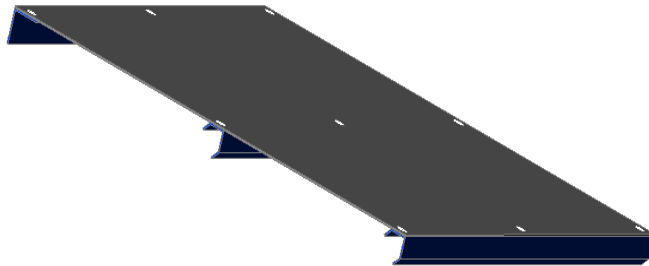


Figura 4.139. Revestimiento, larguerillos y pestaña posterior de la viga de borde de ataque taladrados.

Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 25. Ahora trace los siguientes puntos a lo largo y ancho del revestimiento de 24"X13.46", acentúe las marcas con el centro punzón y taladre con una broca de 3/32".

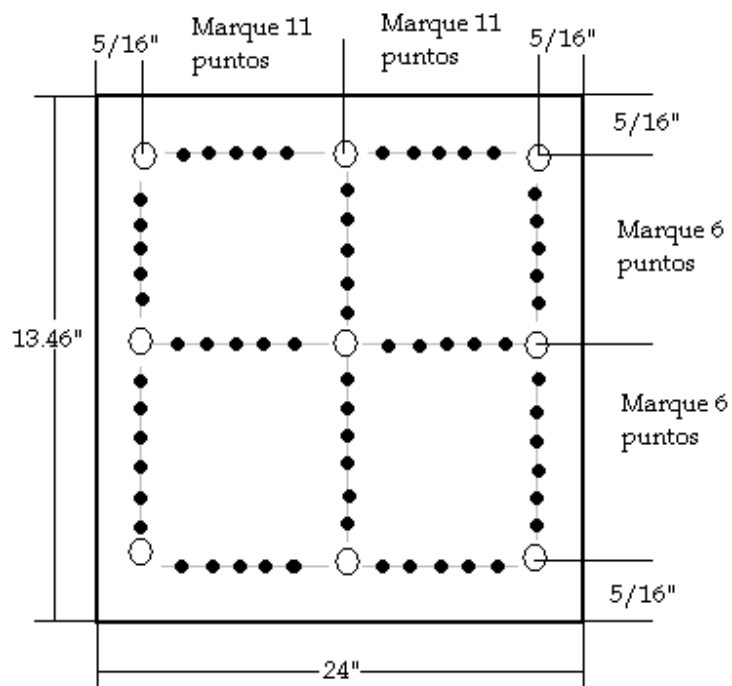


Figura 4.140. Ubicación de los puntos para taladrar en el revestimiento pequeño.

Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 26. Culminado con su trabajo preséntele a su docente para que le revise.



Figura 4.141. Revestimiento, larguerillos y pestaña de la viga del borde de ataque taladradas.

Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 27. Ahora marque los siguientes puntos en las pestañas de las costillas delanteras falsas (estas pestañas se van unir con la viga de borde de ataque). Observe la siguiente ilustración.

**Nota:** Los puntos que van a trazar deben coincidir con los orificios que taladró en la pestaña delantera de la costilla maestra en el paso 16 (Figura 4.132).

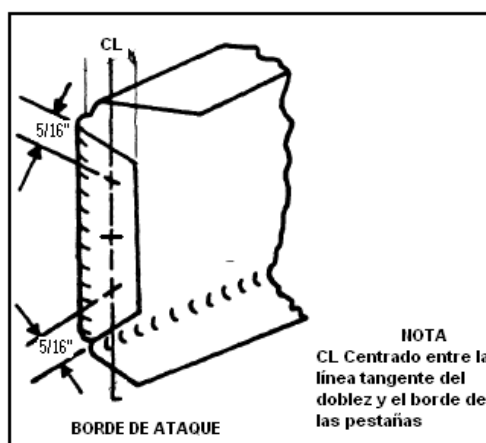


Figura 4.142. Ubicación de los puntos en la pestaña posterior de la costilla delantera falsa.

Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 28. Sujete con clecos todas las partes que al momento tienen taladradas. Su proyecto debe encontrarse de esta forma.



Figura 4.143. Partes sujetadas con clecos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 29. Recuerde que usted ya tiene realizados 6 orificios en el perfil alar, entonces ahora partirán de esos orificios para realizar los siguientes trazos. Observe la ilustración.

#### ESPECIFICACIONES.

- Paso del remache  $17/16''$  (1.0625").
- Distancia del Borde  $5/16''$ .

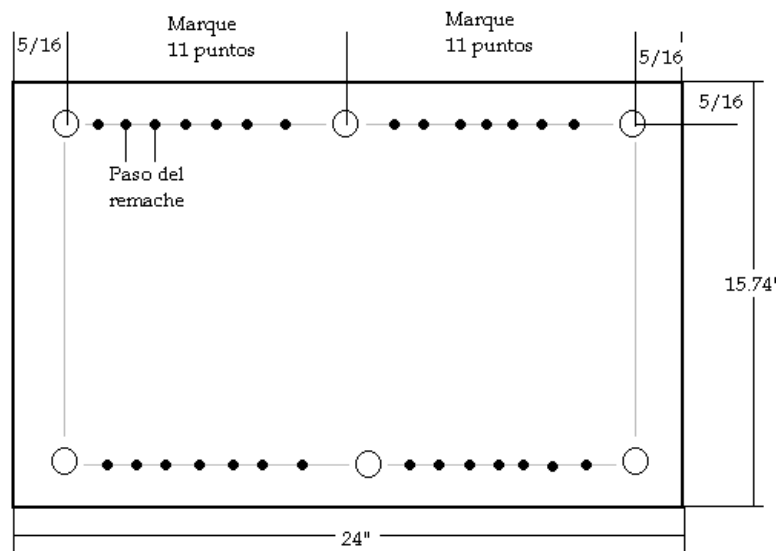


Figura 4.144. Ubicación de los puntos para taladrar en el perfil alar.  
Elaborado por: Luis Calderón.

Paso 30. Utilice el centro punzón para acentuar las marcas, luego ubique el perfil con clecos en la viga del borde de ataque y proceda a taladrar con una broca de 3/32". Observe la siguiente figura.



Figura 4.145. Perfil alar sujetado a la pestaña delantera de la viga del borde de ataque.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 31. Para este paso se necesitará de su pre-disponibilidad para que salgan bien las cosas porque no existen planos de diseño para realizar los trazos de los puntos donde van a ir colocados los remaches que sujeten las pestañas de las costillas delanteras falsas con el perfil. Así que van a medir 5/16" desde las ranuras hacia adentro en las pestañas que les permitan hacer eso y en las que no tomarán la mitad de la pestaña para taladrar los orificios en la mitad. Observe como.

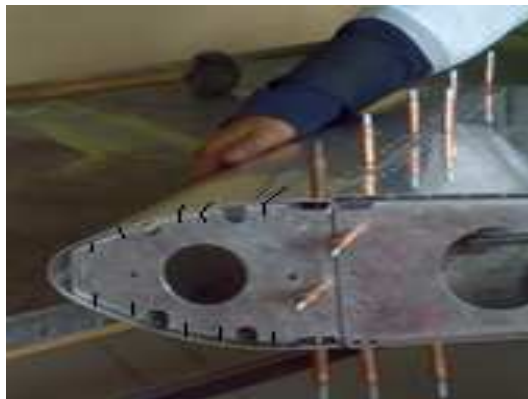


Figura 4.146. Trazado de las líneas donde ubicaran los puntos para taladrar.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 32. Una vez obtenidos los puntos en las pestañas ahora midan desde el borde externo del perfil hacia adentro 5/16" para todos los puntos esa será la distancia de borde.

Paso 33. Ahora si bien ubicados esos puntos y con la aprobación de su docente procedan a taladrar los orificios con una broca de 3/32”.

Paso 34. Realice las siguientes marcas con ayuda de la Figura 4.147. En la pestaña delantera de la costilla posterior falsa.

#### ESPECIFICACIONES

- Distancia del borde 5/16”.
- La marca del centro debe esta ubicada entre la mitad de los otros dos puntos.

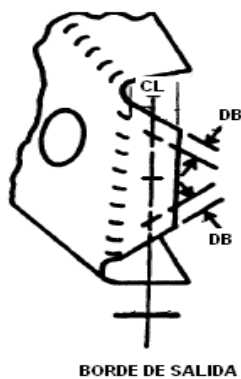


Figura 4.147. Ubicación de los puntos en la costilla posterior falsa.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 35. Con el centro punzón acentúe los puntos y taladre los orificios percatándose de que estos coincidan con los orificios que hicieron en las pestañas posteriores de las costillas maestras.

Paso 36. Arme las partes del prototipo con clecos para revisar el acoplamiento de las mismas.





Figura 4.148. Partes ensambladas con clecos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

**REFERENCIAS:**

Construcción del Prototipo Estructural del Ala por parte del Sr. Andrés Balcázar.

## FASE 7

### TRATAMIENTOS DE CORROSIÓN DEL ALUMINIO.

**Nota:** Antes de que usted ejecute lo que prescribe esta FASE. Debe leer la información siguiente y entonces ejecutar los siguientes pasos.

#### 7.1.- INFORMACIÓN

La corrosión ocurre debido a la diferencia en el potencial eléctrico entre dos tipos de metales o entre dos áreas, dentro de una pieza de metal. Para que ocurra la corrosión debe existir lo siguiente: una trayectoria del metal que permita el flujo de los electrones, (2) una diferencia en potencial al que haga que fluir los electrones y (3) un electrólito. El electrólito puede ser cualquier líquido que transmita electricidad. El ácido de la batería es un ejemplo de un electrólito. La humedad y el polvo que se encuentren en la superficie del avión se pueden combinar para formar un electrólito. Vea la Figura 4.149.

Para evitar que la corrosión se forme deberá eliminarse uno de los tres factores que están relacionados con la corrosión. Sin embargo, para los fines prácticos, sólo se pueden controlar dos de estos factores. Siempre existirá un potencial eléctrico en una pieza de metal y no hay forma práctica de eliminarlo. Teniendo este hecho en mente, la corrosión se puede controlar, eliminando la trayectoria del metal o el electrólito. Una forma simple de controlar la corrosión es mantener el metal limpio y seco. Si no hay humedad no puede haber el electrólito.



Figura 4.149. Acción Electrolítica.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

### 7.1.1.- Recubrimiento de la Superficie.

El recubrimiento de las aleaciones de aluminio, con aluminio puro es una forma efectiva de prevenir la corrosión. Esto produce casi el mismo efecto que pintar la superficie. Con esto se evita que el electrólito entre al núcleo interior de la aleación de aluminio. El aluminio "Clad" en esta forma se conoce generalmente como puro ó Alclad. Cuando se usa la aleación de aluminio en forma de lámina de Alclad, se debe tener el cuidado de no rayar la cubierta protectora de aluminio puro. Aún las pequeñas rayaduras pueden atravesar el clad y contribuir a la formación de la corrosión.

### 7.1.2.- Imprimador de Cromato de Zinc.

Uno de los preventivos de la corrosión que es más efectivo y común, que se ha encontrado en el taller de reparaciones de estructuras de aviones es la lata de aerosol de imprimador de cromato de zinc. El imprimador está disponible en una variedad de colores. Los más comunes son los de color amarillo ó verde. Todas las superficies de contacto de las partes deberán rociarse con cromato de zinc, antes de ensamblarlas. Este imprimador no es un buen conductor de la electricidad y por consiguiente, corta eficazmente la trayectoria del metal entre dos piezas de metal que estén unidas. Igualmente, al pintarse la superficie se evita que la humedad quede en contacto con el metal y se impide de manera eficaz que le electrolito quede en contacto con el metal, como se muestra en la Figura 4.150.

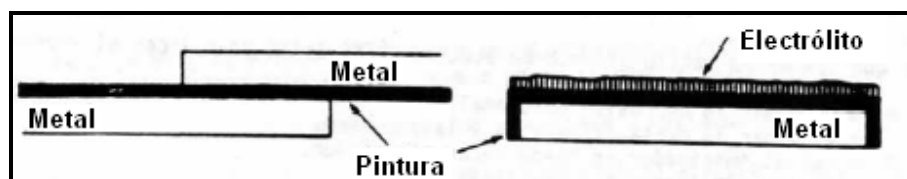


Figura 4.150. Superficies Pintadas.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

### 7.1.3.- Aplicación de los Imprimadores

**a.-) Limpieza de la superficie.** Antes de aplicar el cromato de zinc, usted debe limpiar la superficie de metal que se va a imprimir. Para limpiar la superficie use un pedazo de tela suave y Metilo Elítico de Acetona (MEK). Elimine toda la suciedad, grasa y aceite de la superficie. Recuerde que hay aceite en los poros de su piel y, una vez que haya limpiado la superficie, no debe tocarla con las manos. Como el MEK dejará un residuo blanco en la superficie, usted debe tomar otro pedazo de tela limpia y suave, para eliminar esta película. Una vez que haya completado esta operación, el área estará lista para ser imprimada.

**b.-) Uso de las latas de aerosol.** La lata de cromato de zinc deberá mezclarse, como se hace con todas las pinturas, antes de aplicarlas. Esto se logra sacudiendo la lata por aproximadamente un minuto. Dentro del recipiente hay un agitador de metal (una bola), que hace la mezcla. Cuando el imprimador está completamente mezclado, sostenga la lata aproximadamente 20 a 30 cm de la superficie que se va a rociar. Comience moviendo la lata a lo largo del trabajo, mientras presiona la boquilla. Mantenga la lata en movimiento para producir una capa delgada y uniforme del imprimador. Suelte la boquilla cuando se sale del extremo del trabajo. No deje de mover la lata mientras rocía la parte de trabajo. Si la detiene se producirá una acumulación gruesa que daña el imprimador. Usted debe lograr una capa delgada y uniforme de cromato de zinc, que sea casi transparente. Al completar la operación de rociado, invierta la posición de la lata y suelte la boquilla para limpiar la cabeza de rociado.

**PRECAUCIÓN DE SEGURIDAD:** En casi todas las tareas existen peligros que deben identificarse y prevenirse. A continuación se indican unos cuantos, relacionados al uso de la lata de cromato de zinc.

- Es inflamable--- aléjese de cualquier llama directa.
- Su contenido está sometido a presión---no la perfore.
- Si se expone por largo tiempo al calor o a la luz del sol, puede hacer que la lata se rompa. No la almacene a temperaturas de más de 120° o tire la lata al fuego. Explotará.

- Evite respirar sus vapores o el contacto prolongado con la piel. La buena ventilación es indispensable.

#### ESPECIFICACIONES PARA ESTE PROYECTO

- Únicamente se rociarán las superficies de contacto.
- El preventivo de corrosión deberá quedar listo y uniforme.

Paso 1. Usted debe localizar un lugar ventilado en su taller de trabajo el cual sea apropiado para la aplicación del cromato de zinc, ubique una mesa que sirva como mesa de rociado.

Paso 2. Desmonte las partes del Prototipo Alar.

Paso 3. Usando un pedazo de tela limpia y MEK, limpie las superficies de empalme para prepararlas para la aplicación de los preventivos de la corrosión. Cuando todas las partes estén limpias, llévelas a la mesa de rociado.

Paso 4. Colóquese una mascarilla, guantes y gafas, agite la lata para mezclar al imprimador, de acuerdo con las instrucciones del recipiente.

Paso 5. Tome un pedazo de metal desecho de aleación de aluminio límpielo y pruebe rociar primero en este metal para verificar las condiciones de la lata del cromato de zinc.

Paso 6. Una vez comprobada las buenas condiciones de la lata proceda. Usando los procedimientos explicados al inicio, rocíe las superficies de empalme de todas las partes. Recuerde que sólo se necesita una capa delgada.

Paso 7. Deje que pasen de tres a cinco minutos para que se seque. Vuelva a su mesa de trabajo.



Figura 4.151. El antes y el despues del prototipo.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

#### REFERENCIAS:

- Construcción del Prototipo Estructural del Ala por parte del Sr. Andrés Balcázar.
- La O.T 1-1-2 Control y Tratamiento de Corrosión para el Equipo Aeroespacial.

## FASE 8 INSTALACIÓN DE LOS REMACHES

### 8.1.-LIMPIEZA DE LAS LÁMINAS

Antes de instalar los remaches asegúrese de que todos los agujeros estén alineados correctamente. A las partes de trabajo deben haberse quitado todas las virutas o rebabas. Si quedan virutas o rebabas entre las partes. Los remaches se combarán entre las partes, como se muestra en la Figura 4.152, las partes deben estar unidas firmemente.

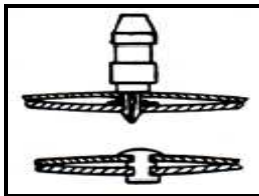


Figura 4.152. Combadura del Remache.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

### 8.2.-SELECCIÓN DE LA PISTOLA REMACHADORA Y LA BUTEROLA

Para lograr un remachado de calidad deberán seleccionarse la pistola remachadora y la buterola del tamaño correcto. La Tabla 4.15, indica el tamaño adecuado de pistola remachadora que se debe usar. Usted deberá seleccionar la buterola de acuerdo con el tipo y la medida de la cabeza del remache. Si se usan buterolas de medidas incorrectas se dañaran el revestimiento o la cabeza del remache, como se indica en la Figura 4.153 La buterola al ras o plana se usa para instalar los remaches planos o embutidos.



Figura 4.153. Buterolas Correctas e Incorrectas.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAFA.

MEDIDA DEL REMACHE	MEDIDA DE LA PISTOLA REMACHADORA
1/16" – 3/32"	2X – 3X
1/8" – 5/32"	3X – 4X
5/32" – 3/16"	4X
1/4" y más.	5X – 7X

Tabla 4.15.  
 Elaborado por: Luis Calderón.

### 8.3.-AJUSTE DE LA PISTOLA REMACHADORA

Instale las buterolas y los resortes de retención. Cerciórese de que el resorte de retención encaja en la pistola remachadora y se asiente firmemente. Ajuste la velocidad de la pistola con el regulador del aire. La presión completa hace que la pistola golpee fuerte y rápidamente, mientras que la presión baja hace que golpee en forma lenta y suave. Cuando se este probando la presión, sostenga SIEMPRE la buterola contra un pedazo de madera, como se muestra en la Figura 4.154, de lo contrario se dañaran la buterolas o el material. La presión correcta del aire se aprenderá con la experiencia, cuando usted la "sienta" en la pistola remachadora.



Figura 4.154. Ajuste de la pistola Remachadora en el Bloque de Madera.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAFA.



**PRECAUCIÓN:** NUNCA haga funcionar la pistola remachadora sin resistencia contra la buterola, debido a que la acción de vibración puede hacer que se rompa el resorte. Esto permitiría que la buterola salte de la pistola remachadora causando lesiones al personal o daño a la propiedad. Igualmente, las vibraciones libres pueden ensanchar o darle la forma de hongo al extremo de la pistola remachadora de la buterola, haciendo que se doble en el cilindro de la pistola remachadora.

#### 8.4.-SELECCIÓN DE LA BARRA CONTRA-REMACHADORA

Usted debe seleccionar una barra contra-remachadora que sea adecuada para el remachado que sea a de efectuar. La barra contra-remachadora que usted seleccione debe tener la forma correcta que se adapte al remachado: Es probable que necesite varias barras contra-remachadoras para ejecutar el trabajo. Igualmente. La barra contra-remachadora deberá tener el peso correcto, según lo indicado en la Tabla 4.16.

DIÁMETRO DEL REMACHE	PESO (En libras)
3/32	2 a 3
1/8	3 a 4
5/32	3 a 4 ½
3/16	4 a 5
¼	5 a 6 ½

Tabla 4.16.  
Elaborado por: Luis Calderón.

#### 8.5.-REMACHADO

Sostenga la pistola remachadora contra la cabeza fabricada del remache y la barra contra-remachadora contra el vástago del mismo, como se indica en la Figura 4.155.



Figura 4.155. Posición de la Pistola Remachadora y de la Barra Contra-remachadora.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

Cuando tenga todas las partes preparadas, usted estará listo para comenzar el remachado de la costura. Hay una secuencia que se sigue normalmente. Usted coloca el remache cerca del centro y localiza unos cuantos remaches a lo largo de la hilera. Esto se hace para evitar que las partes se “resbalen”.

Al remachar las costura. Comience en el centro y trabaje hacia ambos extremos. Si usted comienza en uno de los extremos y trabaja hacia el otro, es posible que los orificios de los remaches no estén debidamente alineados con el revestimiento, cuando se fuerza el alineamiento de los orificios.

Usted observará que la pistola remachadora y la barra contra-remachadora se sostienen perpendicularmente al trabajo. Observe también que el “extremo” de la barra contra-remachadora se sostiene contra el vástago del remache. Use el “extremo” en lugar de los lados de la barra, ya que así se logra una mejor acción de vibración contra el vástago del remache. NUNCA use un lado de la barra contra-remachadora que no esté pulido.

Cuando esté remachando usted solo, sostendrá la pistola remachadora en una mano y la barra contra-remachadora en la otra, como se ve en la Figura 4.155. Con frecuencia dos personas trabajarán en equipo un “remachador” y un “contra-remachador”. Cuando trabaje en un equipo, sostenga la pistola remachadora con una mano y la buterola con la otra, como se ve en la Figura 4.156.

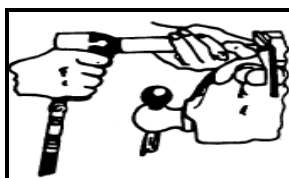


Figura 4.156. Manera de sostener la pistola remachadora y la buterola.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

Sostenga la pistola remachadora y la buterola firmemente contra la cabeza del remache. La barra contra-remachadora se sostiene firmemente contra el vástago del remache. Oprima el gatillo de la pistola remachadora para insertar el remache. Inserte el remache con una sola ráfaga de la pistola remachadora, hasta que la cabeza de taller se vea del tamaño apropiado. Si la cabeza de taller queda demasiada alta, impulse el remache hasta que la cabeza de taller resulte satisfactoria. Si la cabeza de taller queda demasiada plana, marque el remache para sacarlo. Quizás le convenga dispararle un ráfaga corta al remache y comprobar si queda debidamente asentada; entonces se impulsa el remache lo que haga falta.

#### **8.6.-LOS REMACHES.**

Antes de comenzar a remachar usted querrá revisar los remaches y enterarse de lo que debe conocer de los mismos.

**8.6.1.-Longitud del Remache.-** para formar una cabeza de taller que sea aceptable, el remache deberá tener la longitud correcta. Si el vástago es demasiado corto, no habrá suficiente material para formar una cabeza de taller que desarrolle la fortaleza requerida. Si el vástago es demasiado largo tenderá a “doblarse”, cuando comience a instalarlo.

No todo el tiempo tendrá a su disposición los remaches de la longitud correcta. Si no los tiene, tendrá que cortar los remaches a la longitud correcta. Muy pocas veces el vástago del remache sobresaldrá  $1 \frac{1}{2}$  diámetros a través del metal. Usted tendrá que escoger entre un remache que es ligeramente muy largo y uno que es un poco corto. Usualmente querrá escoger uno que sea ligeramente muy largo, ya que tendrá más material para formar una cabeza de taller fuerte.

**8.6.2.-Cabezas de Taller.-** Una cabeza de taller formada correctamente tendrá  $\frac{1}{2}$  diámetro de altura y  $1 \frac{1}{2}$  diámetros de ancho. Al variar la longitud exacta del remache, variará el tamaño exacto de la cabeza de taller en una pequeña cantidad; sin embargo, las proporciones de alto y del ancho de la cabeza de taller seguirán siendo aproximadamente las mismas.

**a.-) Costuras Remachadas.-** Antes de remachar cualquier costura, usted deberá limpiar las partes completamente y eliminar las rebabas. Entonces las partes se afianzarán con clecos, manteniendo un alineamiento adecuado. Use un número adecuado de clecos o de afianzadores para mantener las partes firmemente sujetadas y en la alineación correcta.

**b.-) Defectos del Remachado.-** Para asegurar la integridad de las estructura, durante las reparaciones del avión, todos los remaches insertados deben satisfacer las especificaciones. Para cerciorarse de esto, se deben inspeccionar todos los remaches. La inspección consiste en una revisión detenida, tanto de la cabeza fabricada, como de la cabeza de taller para determinar si tienen deformación. También deberán inspeccionarse las otras partes estructurales, para ver si se dañaron durante el remachado. Se usa una regla o un calibrador de remaches para ver si satisfacen los requisitos de la especificación. La cabeza fabricada se puede verificar para ver si tiene alguna deformidad, mediante una inspección visual.

DESCRIPCIÓN DE LA FIGURA 4.157.

1. **Corte alrededor de la cabeza del remache.-** Buterola muy grande
2. **Se desvió la cabeza formada.-** la buterola o la barra contra-remachadora no cubrieron el extremo del remache.
3. **La cabeza formada muy alta en un lado.-** La barra contra-remachadora se colocó a un ángulo cuando se estaba remachando.
4. **Orificio abierto.-** Vástago largo. – Forzado hacia un lado.
5. **Cabeza ahusada.-** Cabeza dura o remaches más grandes que no se golpearon debidamente.
6. **Cabeza rajada.-** Se golpeó demasiado tiempo o remache duro.
7. **Cabeza abierta.-** La buterola no se mantuvo recta sobre la cabeza. – El orificio se perforó a un ángulo.
8. **La buterola mutiló la cabeza.-** Buterola de tamaño pequeño.
9. **Cabeza extendida.-** La buterola no se centró en la cabeza.
10. **Avellanado abierto.-** El orificio o la cabeza del remache no son redondos o el orificio se perforó o se avellano a un ángulo.

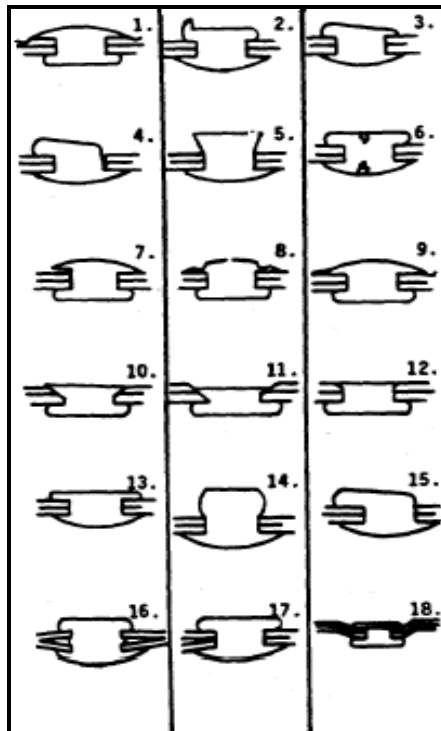


Figura 4.157.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

11. **Avellanado muy profundo.**- El remache o el avellanado incorrectos.
12. **Avellanado formado muy pequeño.**- El avellanado no tiene suficiente profundidad.
13. **Cabeza delgada.**- No se golpeó con suficiente fuerza o vástago corto.
14. **Cabeza alta.**- No se golpeó con suficiente fuerza o vástago largo.
15. **Doblado.**- La barra contra-remachadora se sostuvo a un ángulo o vástago largo.
16. **Se deforma entre las láminas.**- Las partes no se afianzaron debidamente o había astillas entre las láminas.
17. **Costura abierta.**- Demasiada presión.
18. **La cabeza se hundió en las láminas.**- Demasiada presión sobre láminas delgadas.

Las causas más comunes de los remaches no satisfactorios son el contra-remachado hecho en forma inadecuado, resbalamiento de la buterola o que la misma se sostenga a un ángulo equivocado, los orificios o los remaches del tamaño

equivocado, los remaches embutidos no están al ras con el material, el material no se afianzó en forma apropiada, la presencia de rebabas, la excesiva o poca presión en la instalación de los remaches.

## 8.7.-REMOCIÓN DE LOS REMACHES

### 8.7.1.-Propósito

Los remaches se sacan de la estructura del avión para hacer reparaciones en aviones dañados. Para reemplazar piezas gastadas o defectuosas remachadas a la estructura se necesita sacar los remaches que las mantiene unidas. Además, usted debe sacar cualquier remache defectuoso que haya instalado.

### 8.7.2.-Técnicas de remoción

La remoción de los remaches es una tarea sencilla si se siguen los procedimientos correctos. Es muy importante que no dañe ningún revestimiento o su estructura en buenas condiciones. Es esencial que se proceda con sumo cuidado al sacar los remaches para evitar mayores daños a las piezas que estén buenas. Debe tener cuidado de no agrandar o alargar los orificios de los remaches porque si agranda o alarga cualquiera de los orificios, se le exigirá volver a taladrar e instalar el remache de una medida mayor.

**a).-Lime una superficie plana.** En la cabeza fabricada de los remaches de cabeza universal se lima una superficie plana. Esta pequeña superficie plana facilita centrar el punzón marcador como se ilustra en la Figura 4.158. Es posible que no siempre sea necesario limar una superficie plana en los remaches de cabeza embutida o plana.

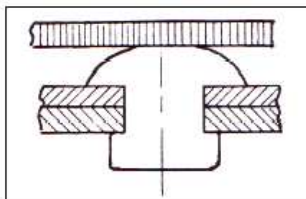


Figura 4.158. Lime una Superficie Plana.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

Paso 1. Lime una superficie plana en la cabeza fabricada

**b).-Punzón marcador.** El remache se marca con un punzón marcador en la forma que se ilustra en la Figura 4.159. Esto es necesario para que se pueda taladrar en el centro del remache sin perforar y dañar la estructura. Asegúrese de que con éste punzón marca exactamente el centro del remache.

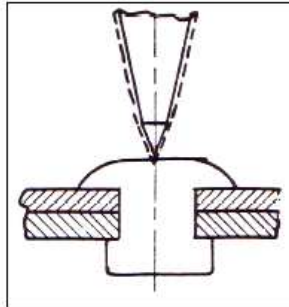


Figura 4.159. Marcado con el Punzón Marcador.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

Paso 2. Marque la superficie plana con el punzón

**c).-Taladro.** Seleccione una broca que sea un poco más pequeña que el diámetro del remache. Use una broca del mismo diámetro del remache si no se dispone de una broca mas pequeña. Nunca use una broca de mayor diámetro que la del remache. Perfore la cabeza del remache como se ilustra en la Figura 4.160. NO taladre en el vástago del remache porque esto alargará o ensanchará el orificio. Si la broca comienza descentrándose, corrija esto inclinando el taladro hacia el centro. Cuando la punta esté en el centro, enderece el taladro y continúe taladrando.

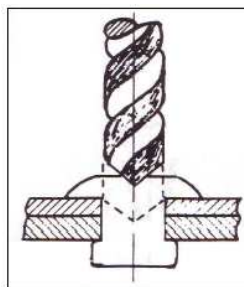


Figura 4.160. Taladrado de la Cabeza del Remache.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

Paso 3. Perfore la cabeza del remache

**d).-Remoción de la cabeza del remache.** Introduzca un punzón botador del mismo diámetro de la barrena en la cabeza perforada. Desprenda la cabeza del remache como se indica en la Figura 4.161. Si no tiene un punzón botador del tamaño correcto, puede usar la broca que utilizó para taladrar el remache. Si no se desprende la cabeza, profundice un poco más el orificio, teniendo cuidado de no perforar los miembros remachados.

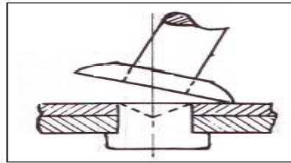


Figura 4.161. Remoción.de la Cabeza del Remache.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.

Paso 4. Desprenda la cabeza del remache

**e).-Remoción del remache con punzón.** Sostenga firmemente las láminas por detrás para sacar los remaches con el punzón. Un compañero debe sostener los revestimientos y los miembros por la parte interior del avión cuando se trata de conjuntos grandes, como un ala o fuselaje. Si se trata de piezas pequeñas, como su pieza de revestimiento, se pueden sostener las mismas en las quijadas de su tornillo de banco, como se ilustra en la Figura 4.162. Mantenga el material de apoyo cerca de la cabeza de taller para que no se doblen las láminas. Saque el remache con un punzón botador de un diámetro un poco menor que el del remache. Si el remache está demasiado apretado porque se ensanchó entre las láminas, taladre el remache con una broca de tamaño inferior a la normal. A continuación saque el resto de las partes del remache.

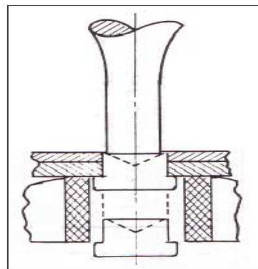


Figura 4.162. Remoción del Remache con un Punzón.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAFA.



Paso 5. Saque el remache con punzón

## **8.8.-IDENTIFICACIÓN DE REMACHES**

### **8.8.1.-Objetivos**

Dándosele seis remaches comunes de aviones que sean diferentes, identifíquelos por su número de pieza apropiado.

### **8.8.2.-Introducción**

El uso de los remaches se rige por las propiedades del metal del cual se fabrican. Por consiguiente, es de mucha importancia que el reparador de estructuras de aviones esté en condiciones de identificar correctamente los remaches comunes y comprender la aplicación de cada uno de los tipos. Los remaches se identifican por la forma de su cabeza fabricada, las marcas en la cabeza y el número de pieza del remache.

### **8.8.3.-Información**

A principios del siglo XX los Estados Unidos se estaban industrializando rápidamente. Los metales tenían que fabricarse de acuerdo con ciertas normas (o standards). De allí nació la Sociedad de Normas de Ingeniería Automotriz (SAE). Entonces las fuerzas armadas adoptaron la Norma del Ejército-Armada (AN). En la actualidad esto se ha convertido en la Norma Militar (MS). Por esta razón usted se encontrará ambos números claves, AN y MS, en la identificación de los remaches.

### **8.8.4.-Tipos de cabezas de los remaches**

Cada tipo de remache se identifica mediante un número AN o MS, como se puede apreciar en la Figura 4.163. Estos son los dos tipos básicos de cabezas de remache que usa el Especialista Reparador de Estructuras de Aviones. Todos los remaches de aleación de aluminio con cabezas embutidas de 100° tienen un número clave AN426 ó MS20426, y los remaches de cabeza universal tienen un número clave AN470 ó MS20470.

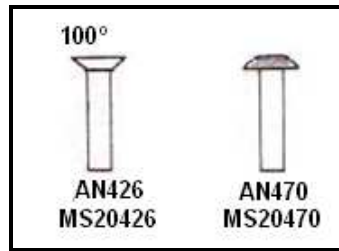


Figura 4.163. Identificación de la Cabeza de los Remaches.  
 Fuente: Investigación documental.  
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

1. Embutida 100°
2. Universal

#### 8.8.5.-Aleaciones de los remaches y marcas de las cabezas

Los remaches que se usan son de aleación de aluminio, titanio, monel. Sin embargo, sólo se deben usar remaches de aleación de aluminio para sujetar las piezas de aleación de aluminio, porque se produciría corrosión si se usa otro tipo de aleación de remache. Aún entre los remaches de aluminio existen diferentes aleaciones que se pueden utilizar para construir el remache. Esto es porque la resistencia a la corrosión se mejoraría si el remache fuera de la misma aleación o casi la misma que la del metal al cual se va a fijar. La aleación de un remache de aluminio se identifica por una letra o letras que siguen a un número AN o MS.

En la Figura 4.164, hay dos diagramas de un número típico de identificación de pieza de remache (no incluye el diámetro ni la longitud del mismo).

Los remaches de aleación de aluminio tienen marcas en sus cabezas que indican las letras en su número de identificación y, por consiguiente, nos sirven para identificar la aleación de la cual están hechos. Ahora aprenderá el tipo de cabeza de cinco remaches de aleación de aluminio.

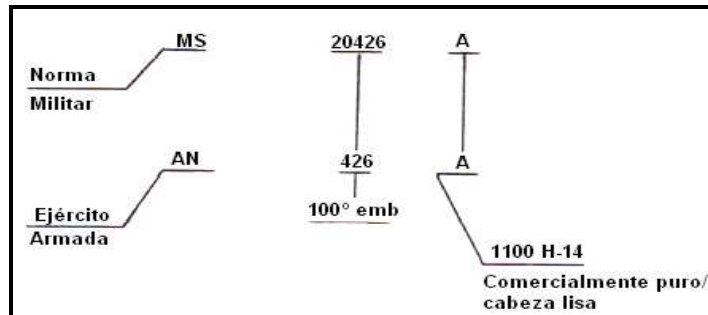


Figura 4.164.

Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

- A Lisa.
- AD Con hoyuelos indentado.
- D Con punta en relieve.
- DD Doble guión en relieve.
- B Sólido en relieve (marca +).

En las páginas que vienen a continuación le explicaremos las aleaciones que representan estos tipos de cabeza y sus usos comunes.

Figura 4.165. La composición del material es aluminio comercialmente puro, no tiene marcas en la cabeza. La letra A en el número de pieza identifica la composición del material como aluminio 1100.



Figura 4.165.

Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.166. A este remache se le denomina comúnmente remache de campo y se usa en la mayoría de las áreas del avión. Se usa sin ningún procesamiento especial del mismo. La composición del material es aleación de aluminio 2117-T4, con un hoyuelo en la cabeza para su fácil identificación visual. Las letras AD en el número de pieza identifican la composición del material como aleación de aluminio 2117-T4.



Figura 4.166.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.167. A este remache se le denomina remache "D" o remache de nevera. Se usa en las áreas del avión que requieren una cantidad mayor de fuerza. La composición del material es aleación de aluminio 2017-T4 con una punta en relieve en la cabeza para facilitar su identificación visual. Antes de que se pueda usar este remache, debe ser tratado térmicamente e insertado inmediatamente antes de que se endurezca, o almacenado a temperaturas inferiores al punto de congelamiento hasta el momento en que se vaya a usar.



Figura 4.167.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.168. Este es el último de los dos remaches de nevera que usan los reparadores de estructuras de aviones. Es el más fuerte de los remaches de aleación de aluminio. La composición de su material es 2024-T4, con una cabeza de doble guión en relieve. Se le denomina el remache 'DD'.

Este remache no se puede insertar en la condición que está fabricado, sino que debe someterse a tratamiento térmico. Si se va a instalar posteriormente, debe almacenarse en un lugar frío para retardar el proceso de envejecimiento. Después de un período de dos semanas (si no lo ha usado), debe someterlo nuevamente a tratamiento térmico.



Figura 4.168.

Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.169. Remache de aleación de magnesio 5056. Este remache de aleación de magnesio que aparece en la ilustración tiene el magnesio como su elemento de aleación principal. Se usa generalmente cuando se remachan piezas de magnesio. La letra "B" en su número de pieza y la cruz en relieve en la cabeza se usan para indicar la aleación 5056. No requiere tratamiento especial antes de instalarlo.



Figura 4.169.

Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Hasta este momento usted ha aprendido que los remaches de aluminio se fabrican en dos tipos de cabeza básicos, 100° embutido y el universal. Las cinco aleaciones diferentes se identifican mediante las marcas de la cabeza correspondientes a la composición del material en el remache.

### 8.8.6.-Diámetro y longitud del remache

Para identificar por completo un remache, usted también debe saber cómo medir el diámetro y la longitud del remache, para hacer la selección e instalación apropiadas.

Consideremos primero el diámetro del remache, usando el ejemplo siguiente AN426D4. Consulte la Figura 4.170.

El número subrayado indica el diámetro en 32avos de pulgada. En este ejemplo, 4/32 ó 1/8 de pulgada. Este diámetro se mide a través del extremo del vástago del remache, desde el borde exterior hasta el otro borde exterior (pasando a través del centro), como aparece en la Figura 4.170.

El diámetro del remache no debe ser inferior que el espesor combinado de las partes que se remachan entre sí. Los siguientes son los diámetros de los remaches que se usan más comúnmente: 3/32", 1/8", 5/32", 3/16" y 1/4".

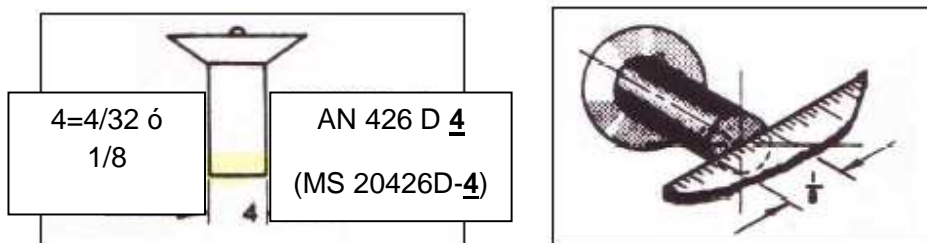


Figura 4.170. Diámetro del Remache.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

El último número (subrayado) AN426A4-6 indica la longitud del remache. La longitud se mide en dieciseisavos de pulgada. Ejemplo: (-6) igual a 6/16 ó 3/8 de pulgada. En la Figura 4.171, se muestra cómo se mide la longitud.

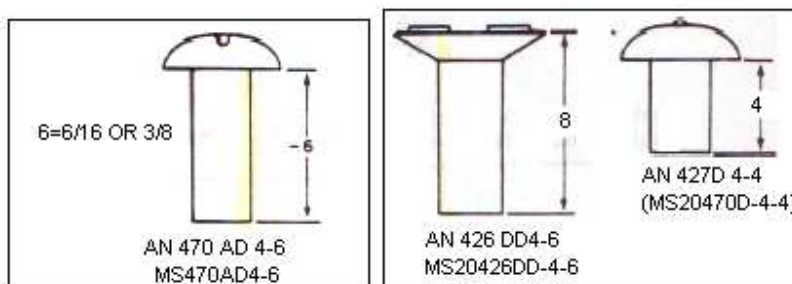


Figura 4.171. Longitud de Remache.  
Fuente: Investigación documental.  
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Un resumen completo de la identificación de los remaches se explica a continuación:

Ejemplo: AN426AD5-6 (MS20426AD5-6)

AN----- Norma del Ejército-Armada

MS----- (Norma Militar)

426----- 100°embutido

(20426)----- (100°embutido)

AD                    Composición de aleación de aluminio 2117-T4

5                    Diámetro de 5/32 de pulgada

6                    Longitud de 6/16 ó 3/8 de pulgada

**REFERENCIAS:**

- La O.T 1-1A-1 Ferretería Estructural.
- La O.T 1C-135(K) A-3-1 Instrucciones para la Reparación Estructural.

## FASE 9

### ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO ALAR.

#### 1.-EQUIPO

- ✓ Taladro neumático y broca de 1/8".
- ✓ Pistola Remachadora Neumática.
- ✓ Buterolas.
- ✓ Barras Contra-remachadoras.
- ✓ Remaches AN470AD.
- ✓ Cortadora de remaches.
- ✓ Equipo de Protección Personal.

Usted remachará ahora algunas de las partes del Conjunto de la Estructura del Prototipo del Ala, usando la pistola remachadora neumática y las barras contra-remachadoras. La longitud de los remaches que usted use variará de acuerdo con el espesor y el número de piezas que esté afianzando.

La secuencia que aparece aquí no es la única secuencia posible, si no que se ha descubierto que es la que mejor para facilitar el aprendizaje de los procedimientos que se requieren. Siga los pasos que se enumeran aquí. Trabaje cuidadosamente y evite cualquier error que lo obligaría remover y reemplazar una parte.

Si a usted se le han olvidado los procedimientos para la remoción de los remaches, consulte las fases anteriores específicamente remaches. Al sacar los remaches tenga cuidado de no alargar los orificios o dañar las partes. Si usted alarga los orificios tendrá que prepararlos para usar los remaches de mayor tamaño.

**Nota:** Haga su remachado entre dos personas, la una persona se encargará de utilizar la pistola neumática mientras la otra sostendrá la barra contra-remachadora. La guía de estudio que se le esta proporcionando explica el uso de las técnicas de remachado en equipo.

Paso 1. Sujetar con clecos el revestimiento de 24" X 26.75" con los tres larguerillos y las partes intermedias de las costillas maestras como se muestra en la figura.





Figura 4.172. Partes sujetadas con clecos para proceder a remachar.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 2. Con una broca de 1/8" vuelva a taladrar todos los orificios de las partes que tienen sujetas con clecos y con ayuda de una broca de mayor diámetro saque las rebabas de los orificios taladrados.

Paso 3. Pase un remache y mida el largo del vástago del remache que va utilizar para sujetar los larguerillos con el revestimiento.

Paso 4. Utilice la cortadora de los remaches para cortar el largo correcto del vástago de los remaches que va utilizar para unir esas partes.



Figura 4.173. Cortado de los vástagos de los remaches.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 5. Tome una pistola neumática con una buterola recta de 1/8" y una barra contra-remachadora de superficie plana y proceda a remachar.



Figura 4.174. Remachado de las partes.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 6. Sujete las costillas maestras a las pestañas posteriores de la viga de borde de ataque, a la viga del borde de ataque (Front spar) y a la costilla delantera falsa. Guíese en la ilustración.

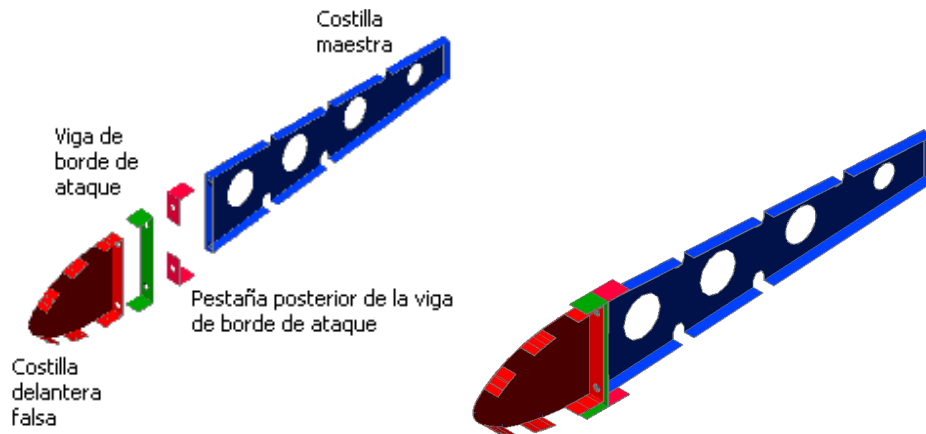


Figura 4.175. Colocación de las partes para remachar.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 7. Corte los remaches al largo necesario y proceda a remachar.

Paso 8. Inspeccione y reemplace los remaches que estén defectuosos.

Paso 9. Como siguiente tarea tendrán que sujetar el perfil alar con las costillas delanteras falsas mediante clecos. Vea la siguiente figura.



Figura 4.176. Perfil alar sujetado con clecos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 10. Con una broca de 1/8" vuelva a taladrar los orificios de las partes que acabó de unir y saque las rebabas con una broca de mayor diámetro de la que utilizó para taladrar.

**Recomendación:** En este momento la tarea de remachado se le tornará difícil así que tenga paciencia y haga las cosas despacio y con cuidado para no dañar las partes que van a unir, será importante de que la persona que va a sostener la barra contra-remachadora al momento de insertar su mano por los agujeros de aligeramiento de la viga del borde de ataque se acomode bien y este seguro (a) de que esta ubicada la barra en el vástago de remache con el que se va a trabajar.

Paso 11. Ya determinado el largo del vástago del remache proceda a cortar el número de remaches que va utilizar para unir estas partes. Proceda a remachar el perfil alar



Figura 4.177. Perfil alar remachado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 12. Tome las costillas posteriores falsas y sujételas a la viga de borde de salida (Rear spar) y a las pestañas del borde de salida de las costillas maestras. Guíese en el gráfico.



Figura 4.178. Costillas posteriores falsas sujetadas con clecos.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 13. Con una broca de 1/8" vuelva a taladrar los orificios de las partes que acabó de unir y saque las rebabas con una broca de mayor diámetro de la que utilizó para taladrar.

Paso 14. Corte el largo necesario de los remaches y proceda a remachar desde el centro hacia los extremos.



Figura 4.179. Costillas posteriores falsas remachadas.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 15. Inspeccione sus remaches y reemplace los que estén defectuosos.

Paso 16. Sujete los larguerillos extruidos al revestimiento de 24" X 13.36" y este a las costillas maestras. Observe la siguiente figura.



Figura 4.180. Ubicación de los larguerillos y el revestimiento pequeño para remachar.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

Paso 17. Corte los remaches y proceda a remachar desde el centro hacia los extremos.



Figura 4.181. Prototipo estructural de ala terminado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

**HAGA QUE EL DOCENTE REVISE SU PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA.**



Figura 4.183. Prototipo estructural de ala terminado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.



Figura 4.184. Prototipo estructural de ala terminado.  
Fuente: Investigación de campo.  
Editado por: Luis Calderón.

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Calderón Peralvo Luis Orlando

NACIONALIDAD: Ecuatoriana.

FECHA DE NACIMIENTO: 20 de Julio de 1987

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172089759-2

TELÉFONOS: 092176079

CORREO ELECTRÓNICO: lukalde8787@yahoo.es

DIRECCIÓN: Amaguaña (Calle Espejo)



### ESTUDIOS REALIZADOS

#### PRIMARIA

Escuela Fiscal "Gabriel Noroña".

#### SECUNDARIA

Colegio Nacional "General Pintag".

#### SUPERIORES

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Ciencias "Físico Matemático".

Tecnólogo en "Mecánica Aeronáutica mención Aviones".

### EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Prácticas realizadas en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA).

Corporación La Favorita C.A (Supermaxi)

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

SEMINARIO-TALLER de Capacitación y difusión de la Ley Orgánica de  
Defensa del Consumidor.

SEMINARIO de Jornadas y tecnología ITSA 2006 Capítulo Aeroespacial.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**Luis Orlando Calderón Peralvo**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Ing. Guillermo Trujillo**

Latacunga, 27/05/2010



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

Yo, LUIS ORLANDO CALDERÓN PERALVO, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 172089759-2, autor del Trabajo de Graduación Elaboración de un manual de ayuda didáctica para docentes y estudiantes, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Luis Orlando Calderón Peralvo**

Latacunga, 27/05/2010