



**“Ensamblaje del kit alerones de la aeronave experimental RV-10, aplicando su información técnica de acuerdo con el manual de la aeronave, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”**

Cruz Moreira, Yeltsin Skebin

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica

Tlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés

17 de febrero de 2023

Latacunga





Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

### Certificación

Certifico que la monografía: "Ensamblaje del kit alerones de la aeronave experimental RV-10, aplicando su información técnica de acuerdo con el manual de la aeronave, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe-L" fue realizada por el señor Cruz Moreira, Yeltsin Skebin, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

Tigo. Arellano Reyes, Milton Andrés

C.C.: 1723064513



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Cruz Moreira, Yeltsin Skebin**, con cédula de ciudadanía N° **1205983370**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Ensamblaje del kit alerones de la aeronave experimental RV-10, aplicando su información técnica de acuerdo con el manual de la aeronave, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

Cruz Moreira, Yeltsin Skebin

**C.C.: 1205983370**



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Autorización de Publicación**

Yo, **Cruz Moreira, Yeltsin Skebin**, con cédula de ciudadanía **N° 1205983370**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Ensamblaje del kit alerones de la aeronave experimental RV-10, aplicando su información técnica de acuerdo con el manual de la aeronave, para la carrera de Tecnología Superior en mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”** es de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

**Cruz Moreira, Yeltsin Skebin**

**C.C. 1205983370**

### **Dedicatoria**

El siguiente trabajo va dirigido para aquellas personas que han formado parte de mi vida durante este proceso lleno de logros, metas y nuevos conocimientos que he afrontado en la vida gracias al amor incondicional de mis padres por haber permitido estar siempre pendiente en cada proceso de mi vida y poder llegar lejos, para poder ser una ayuda para ellos así como ellos lo han sido para mí, no han sido momentos fáciles que hemos pasado pero gracias a la misericordia de Dios nos ha podido bendecir y salir adelante como familia gracias padre celestial por haberme dado la oportunidad de haber llegado lejos conocer nuevas personas en mi vida que me han ayudado a salir adelante y adquirir conocimientos para un futuro no muy lejano ponerlos en práctica y cuidar el bienestar de las personas a través de mi trabajo.

Cruz Moreira, Yeltsin Skebin

### **Agradecimiento**

Gracias padre celestial por haberme permitido llegar lejos y poder cumplir hoy una meta más dentro de mi vida, por tener mi familia unida señor y haberme permitido encontrar un lugar fundamental donde he podido escuchar de tu palabra señor gracias mi Dios por cuidar a mis padres y poder salir adelante siempre. A las personas que he llegado a conocer y he aprendido de ellos nuevos conocimientos gracias por ponerme en el camino del bien y de la sabiduría para ser una persona de bien, bendice a cada una de las personas que han formado parte de mi vida y trayectoria de formación profesional.

Amigos y familiares que hoy ya no están en este mundo terrenal lleno de cosas por descubrir gracias por el apoyo que me brindaron en su momento de existencia, gracias a esa persona importante que me motivo a seguir mis estudios hasta su último momento.

Cruz Moreira, Yeltsin Skebin

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula .....	1
Reporte de verificación de contenido .....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido .....	8
Índice de figuras .....	11
Índice de tablas .....	14
Resumen .....	15
Abstract.....	16
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	17
Antecedentes .....	17
Planteamiento del Problema .....	18
Justificación e Importancia .....	19
Objetivos .....	20
<i>Objetivo General:</i> .....	20
<i>Objetivos Específicos:</i> .....	20
Alcance .....	21
Capitulo II: Marco Teórico.....	22
Historia de la construcción de las aeronaves. ....	22
Fuerzas y leyes de la física en aviación.....	24
<i>Leyes de newton</i> .....	24

<i>Principio de Bernoulli y flujo subsónico</i> .....	24
<b>Estructura del avión</b> .....	26
<i>Fuselaje</i> .....	26
<i>Alas</i> .....	26
<i>Empenaje</i> .....	27
<i>Grupo moto-propulsor</i> .....	28
<i>Tren de aterrizaje</i> .....	28
<b>Superficies de control y ejes que actúan aeronave</b> .....	29
<i>Ejes de un avión</i> .....	29
<b>Superficies de control primaria</b> .....	31
<i>Alerones</i> .....	31
<i>Elevadores o timón de profundidad</i> .....	32
<i>Rudder o timón de dirección</i> .....	32
<b>Tipos de herramientas:</b> .....	33
<i>Regla (inch)</i> .....	33
<i>Espaciadores de remaches</i> .....	34
<i>Punzón central automático</i> .....	35
<i>Punzón de golpe</i> .....	35
<i>Duplicador de orificios</i> .....	36
<i>Die grinder and cut-off wheel</i> .....	37
<i>Nibblers</i> .....	37
<i>Tijeras de corte para aviación</i> .....	38
<i>Limas</i> .....	39
<i>Diburring tool</i> .....	39
<i>Tipos de brocas</i> .....	40

<i>Martillos y Mazos para chapa</i> .....	40
<i>Cleco pliers</i> .....	41
<i>Tipos de clecos</i> .....	42
Herramientas para la instalación de remaches.....	42
<i>Bucking bar</i> .....	42
<i>Pistola de remachadora neumática</i> .....	44
<i>Buterolas</i> .....	45
<i>Herramienta de avellanado (Countersinking Tool)</i> .....	46
<i>Avellano por Impacto (Dimpling Dies)</i> .....	47
<i>Proceso de perforación</i> .....	48
<i>Remoción de remaches</i> .....	49
<i>Avery edge rolling tool</i> .....	50
<i>Juego calibrador de remaches</i> .....	51
<i>Spring loaded back riveting</i> .....	51
Capitulo III: Proceso de ensamblaje.....	53
Herramientas a Utilizar:.....	54
Uso de EPP:.....	54
Proceso De Preparación .....	55
Proceso de Ensamblaje .....	65
Capitulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	72
Conclusiones .....	72
Recomendaciones .....	73
Glosario.....	74
Bibliografía .....	76
Anexos .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Maestro de vuelo sin motor y estudio de alas, Otto Lilienthal y George Cayley.....</i>	<b>22</b>
<b>Figura 2</b> <i>Wright Flyer .....</i>	<b>23</b>
<b>Figura 3</b> <i>Principio de Bernoulli.....</i>	<b>25</b>
<b>Figura 4</b> <i>Fuselaje .....</i>	<b>26</b>
<b>Figura 5</b> <i>Perfil Alar .....</i>	<b>27</b>
<b>Figura 6</b> <i>Empenaje.....</i>	<b>27</b>
<b>Figura 7</b> <i>Grupo Moto-Propulsor.....</i>	<b>28</b>
<b>Figura 8</b> <i>Tipos de trenes de aterrizaje.....</i>	<b>28</b>
<b>Figura 9</b> <i>Fuerzas que actúan en una aeronave .....</i>	<b>29</b>
<b>Figura 10</b> <i>Eje longitudinal .....</i>	<b>30</b>
<b>Figura 11</b> <i>Eje transversal.....</i>	<b>30</b>
<b>Figura 12</b> <i>Eje vertical .....</i>	<b>31</b>
<b>Figura 13</b> <i>Superficie de control primaria-Alerones.....</i>	<b>31</b>
<b>Figura 14</b> <i>Superficie de control primaria-Elevadores.....</i>	<b>32</b>
<b>Figura 15</b> <i>Superficie de control primaria-Rudder.....</i>	<b>33</b>
<b>Figura 16</b> <i>Regla en unidades de pulgadas.....</i>	<b>34</b>
<b>Figura 17</b> <i>Espaciador de remaches.....</i>	<b>34</b>
<b>Figura 18</b> <i>Punzón automático.....</i>	<b>35</b>
<b>Figura 19</b> <i>Punzón de golpe.....</i>	<b>36</b>
<b>Figura 20</b> <i>Duplicador de orificio.....</i>	<b>36</b>
<b>Figura 21</b> <i>Die grinder .....</i>	<b>37</b>
<b>Figura 22</b> <i>Nibblers.....</i>	<b>38</b>
<b>Figura 23</b> <i>Tijera de corte de aviación .....</i>	<b>38</b>

<b>Figura 24</b> <i>Limas</i> .....	<b>39</b>
<b>Figura 25</b> <i>Diburring tool</i> .....	<b>39</b>
<b>Figura 26</b> <i>Estructura de una brocas</i> .....	<b>40</b>
<b>Figura 27</b> <i>Martillos o Mazos para chapas</i> .....	<b>41</b>
<b>Figura 28</b> <i>Cleco Pliers</i> .....	<b>41</b>
<b>Figura 29</b> <i>Tipos de clecos</i> .....	<b>42</b>
<b>Figura 30</b> <i>Bucking bar</i> .....	<b>43</b>
<b>Figura 31</b> <i>Estructura de una remachadora neumática</i> .....	<b>45</b>
<b>Figura 32</b> <i>Buterolas</i> .....	<b>46</b>
<b>Figura 33</b> <i>Countersinking tool</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 34</b> <i>Dimpling dies</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 35</b> <i>Remoción de remaches</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 36</b> <i>Doblador de borde</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 37</b> <i>Calibrador de remaches</i> .....	<b>51</b>
<b>Figura 38</b> <i>Spring loaded back rivet</i> .....	<b>52</b>
<b>Figura 39</b> <i>Packing list Nota. Revisión del kit de ensamblaje</i> .....	<b>53</b>
<b>Figura 40</b> <i>Revisión del manual de ensamblaje</i> .....	<b>53</b>
<b>Figura 41</b> <i>Herramientas para aviación</i> .....	<b>54</b>
<b>Figura 42</b> <i>Equipo de protección personal</i> .....	<b>54</b>
<b>Figura 43</b> <i>Hinge Brackets</i> .....	<b>55</b>
<b>Figura 44</b> <i>Pretaladrado nose Ribs</i> .....	<b>55</b>
<b>Figura 45</b> <i>Realizado de Countersink</i> .....	<b>56</b>
<b>Figura 46</b> <i>Pretaladrado y realización de Countersink</i> .....	<b>56</b>
<b>Figura 47</b> <i>Separación de las costillas principales</i> .....	<b>57</b>
<b>Figura 48</b> <i>Kit de limpieza de filos y orificios</i> .....	<b>57</b>

<b>Figura 49</b>	<i>Realizar countersink Outboard hinge brackets y inboard hinge brackets</i> .....	<b>58</b>
<b>Figura 50</b>	<i>Dimplado y countersink A-1007-1C y A-1007-1B</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 51</b>	<i>Unión de nose rib y nose skin al counterbalance</i> .....	<b>59</b>
<b>Figura 52</b>	<i>Perforación del counterbalance</i> .....	<b>60</b>
<b>Figura 53</b>	<i>Perforación frontal del counterbalance</i> .....	<b>61</b>
<b>Figura 54</b>	<i>Segunda perforación counterbalance</i> .....	<b>61</b>
<b>Figura 55</b>	<i>Perforación final broca #27</i> .....	<b>62</b>
<b>Figura 56</b>	<i>Diferencia de alerones de acuerdo a la aeronave</i> .....	<b>62</b>
<b>Figura 57</b>	<i>Preparación y corte de los stiffeners</i> .....	<b>63</b>
<b>Figura 58</b>	<i>Preparación de la piel Top y Bottom</i> .....	<b>64</b>
<b>Figura 59</b>	<i>Proceso de aplicación de primer</i> .....	<b>65</b>
<b>Figura 60</b>	<i>Remachado de costilla con hinge brackets</i> .....	<b>66</b>
<b>Figura 61</b>	<i>Remachado hinge brackets con las costillas de nariz inboard</i> .....	<b>66</b>
<b>Figura 62</b>	<i>Remachado de costilla principal al hinge brackets</i> .....	<b>67</b>
<b>Figura 63</b>	<i>Remachado de costilla principal al hinge brackets izquierdo</i> .....	<b>67</b>
<b>Figura 64</b>	<i>Unión del counterbalance con la piel nose skin</i> .....	<b>68</b>
<b>Figura 65</b>	<i>Remachado de la piel nose skin</i> .....	<b>68</b>
<b>Figura 66</b>	<i>Modelo del remachado anterior nose skin</i> .....	<b>69</b>
<b>Figura 67</b>	<i>Representación de acuerdo a la posición de los stiffeners</i> .....	<b>70</b>
<b>Figura 68</b>	<i>Proceso y aplicación de técnica back riveting</i> .....	<b>70</b>
<b>Figura 69</b>	<i>Unión de las pieles principales a la piel nose skin</i> .....	<b>71</b>
<b>Figura 70</b>	<i>Proceso de remachado del trailing edge</i> .....	<b>71</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Ejes y movimientos que actúan en una aeronave</i> .....	<b>33</b>
<b>Tabla 2</b> <i>Tabla de medición de broca</i> .....	<b>48</b>
<b>Tabla 3</b> <i>Cantidad de stiffeners y costillas principal</i> .....	<b>69</b>

## Resumen

El siguiente trabajo está basado en el ensamblaje del kit de alerones siguiendo un manual emitido por la casa fabricante VAN'S AIRCRAFT las diferentes configuraciones alar de las aeronaves se adaptan de acuerdo al performance que necesita la aeronave y el uso que se le dará a la misma. Para aquello una de las diferencias en este modelo de aeronave experimental es catalogado al nivel de una aeronave Cessna 182 debido a las características del performance es su semejanza al RV-10 este modelo de configuración de ala baja usa un sistema de sistema de control de vuelo a través de tubos de torque adicional a eso dispositivos de control electrónico haciendo una aeronave más eficiente y segura, todas sus superficies control y planos de la aeronave son lisos debido a que su objetivo es reducir la resistencia parasita que genera la aeronave y el flujo de aire sea más eficiente al generar mayor sustentación y aerodinámica dela aeronave, cuenta con un sistema de combustible de tanque rígidos forman parte del perfil alar asiendo la función de borde de ataque su capacidad máxima es de 60 galos. Las aeronaves Cessna su diferencia es usa una configuración ala alta y preforman de mayor estabilidad usualmente utilizada para uso comercial de transporte de pasajeros este modelo de aeronave su sistema de control de vuelo es a través de cables y poleas, tanques de combustible flexible o de balsa usualmente usados.

*Palabras Claves:* aeronave experimental RV-10, ensamblaje, kit de alerones, tubo de torque, stiffeners.

### **Abstract**

The following work is based on the assembly of the aileron kit following a manual published by the manufacturer VAN'S AIRCRAFT. The different wing configurations of the aircraft are adapted according to the performance that the aircraft needs and the use that will be given to it. same For that one of the differences in this model of experimental aircraft is cataloged at the level of a Cessna 182 aircraft due to the performance characteristics is its similarity to the RV-10 this model of low wing configuration uses a system of control system flight through torque tubes additional to these electronic control devices making an aircraft more efficient and safer, all its control surfaces and planes of the aircraft are smooth because their objective is to reduce the parasitic resistance generated by the aircraft and the flow of air is more efficient by generating greater lift and aerodynamics of the aircraft, it has a fuel system of rigid tanks for Man part of the wing profile, acting as the leading edge, its maximum capacity is 60 gallons. The difference between Cessna aircraft is that it uses a high wing configuration and preforms with greater regulatory stability used for commercial passenger transport use. This aircraft model has a flight control system through cables and pulleys, flexible or raft fuel tanks. normal uses.

*Key words:* experimental aircraft RV-10, assembly, kit aileron, torque tube, stiffeners

## Capítulo I

### Planteamiento del problema

#### Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnología de la carrera de “Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica” en la actualidad forma parte de la “Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE-L” asentado sus laboratorios prácticos y teóricos en el campus Gral. Guillermo Rodríguez cuenta con personal altamente capacitado, aeronaves de uso prácticos en beneficio del aprendizaje para los estudiantes, en su funcionalidad como centro de instrucción aeronáutico civil certificado por la DGAC (Ecuador) bajo la enmienda de la RDAC 147 como “ESCUELA DE TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO” nos ha podido ofrecer esta carrera el beneficio de cruzar nuevas fronteras y adquirir nuevos conocimientos.

El siguiente proyecto se ha realizado el ensamblaje de alerones de la aeronave experimental RV-10 un trabajo basado a través de documentación técnica y específica otorgada por el fabricante VANS AIRCRAFT, el material de ensamblaje de la superficie de control primaria es de aleaciones de aluminio dando ligereza y resistencia a su vez, debido a la importancia de esta superficie de control primaria a medida de los tiempos la industria de la aviación ha ido evolucionado y mejorando con respecto a la relación del peso, resistencia de la aeronave aumentando así el performance de las aeronaves.

## Planteamiento del Problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Sede Latacunga Campus Gral. Rodríguez Lara fue creada en el año 2012 para brindar servicios de carácter académico formando profesionales de tercer nivel, tecnólogos en Mecánica Aeronáutica, al ser un establecimiento certificado bajo el ente regulador de la aviación civil RDAC 147, es reconocida como un centro de instrucción aeronáutica civil y su propósito es formar profesionales que se desenvuelva en el campo de mantenimiento de aeronaves y otras operaciones relacionadas con la aviación. La unidad de gestión de tecnología ESPE está enfocado en brindar un excelente nivel académico, por lo cual cuenta con personal altamente capacitado, talleres debidamente equipados en donde pueden realizar prácticas de mantenimiento experimentando diversos procedimientos aplicados al mantenimiento aeronáutico en base a la documentación técnica prescrita.

Ante lo expuesto he podido observar que al cursar el tercer nivel de la carrera se recibe la materia de “ESTRUCTURAS Y SISTEMAS DE AERONAVES”, la cual es una materia donde he visto que la parte teórica es muy buena y me ha sido de gran ayuda pero también he presenciado que cuenta con una falencia dentro de la enseñanza a los alumnos por lo que sería más didáctico tener una herramienta que nos permita adquirir conocimientos de cómo es por dentro una superficie de control de la aeronave, cómo está construida y de qué partes se compone un alerón, por ende mi proyecto espera ser de ayuda didáctica a los futuros estudiantes de la carrera de Tecnología Superior En Mecánica Aeronáutica.

## **Justificación e Importancia**

Justifico la presentación de mi proyecto para el beneficio de los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica como método didáctico de enseñanza dentro del ámbito estudiantil, debido a que en tercer nivel de carrera la asignatura “Estructura y sistema de la Aeronave” es impartida de manera teórica y práctica pero en el aula de clases adquiriendo conocimientos de cómo es una superficie de control primaria a través de teorías, pero no sabemos cómo es construida dicha superficie de control ya que es una de las superficies de control principales una de las que ayudan al movimiento de la aeronave de izquierda a Derecha en un eje longitudinal imaginario de la aeronave dividida en tres eje x, y, z por tanto mi proyecto se encaminara en el uso de información técnica del manual de estructura de la aeronave experimental RV-10.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General:***

Ensamblar el conjunto de alerones de la aeronave experimental RV-10, aplicando información técnica especificada en el manual estructural de la aeronave para uso didáctico y enseñanza de los estudiantes de la carrera Tecnología Superior Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

### ***Objetivos Específicos:***

Recopilar información técnica, especificaciones y el funcionamiento del conjunto de alerones de la aeronave RV-10

Describir el procedimiento de ensamblaje del conjunto de alerones de la aeronave experimental RV-10.

Desarrollar el proceso del conjunto de alerones de la aeronave experimental RV-10 para la práctica, enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la Carrera Mecánica Aeronáutica.

**Alcance**

El presente trabajo investigativo tratará del procedimiento de un programa de ensamblaje del conjunto de alerones de un avión experimental RV-10, mismo que permitirá al desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes, así como también apoyo al proceso de enseñanza por parte de los docentes.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Historia de la construcción de las aeronaves.

Los avances en los materiales y procesos utilizados para construir aeronaves han llevado a su evolución desde simples estructuras de vigas de madera hasta las elegantes máquinas aerodinámicas voladoras de hoy. Combinado con el desarrollo continuo del motor, las estructuras de las "máquinas voladoras" han cambiado significativamente.

El descubrimiento clave de que se podía crear "elevación" pasando aire sobre la parte superior de una superficie curva puso en marcha el desarrollo de aeronaves de ala fija y giratoria. George Cayley desarrolló un perfil aerodinámico combado eficiente a principios del siglo XIX, así como exitosos planeadores tripulados más adelante en ese siglo. Estableció los principios del vuelo, incluida la existencia de sustentación, peso, empuje y resistencia. Fue Cayley quien primero apiló alas y creó un planeador de tres alas que hizo volar a un hombre en 1853. (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 28).

#### Figura 1

*Maestro de vuelo sin motor y estudio de alas, Otto Lilienthal y George Cayley.*



*Nota.* En la imagen se muestra a dos de los principales ingenieros que descubrieron el flujo y perfil de un planeador nombrados como TOP y BOTTOM. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018)

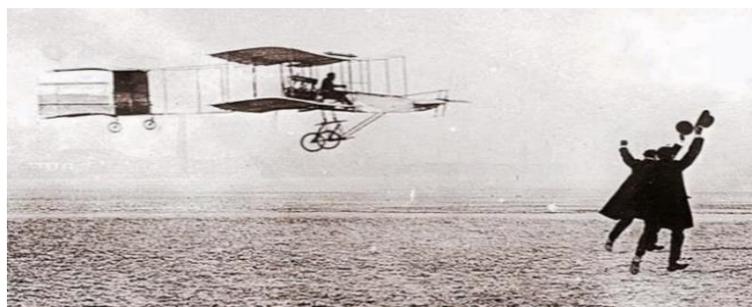
A fines del siglo XIX, Otto Lilienthal se basó en los descubrimientos de Cayley fabricó y voló sus propios planeadores en más de 2000 vuelos. Su avión de sauce y tela tenía alas diseñadas a partir de un extenso estudio de las alas de las aves. Lilienthal también hizo uso estándar de aletas verticales y horizontales detrás de las alas y la estación del piloto. Sobre todo, Lilienthal demostró que el hombre podía volar.

Octave Chanute, ingeniero ferroviario y de puentes jubilado, estuvo activo en la aviación durante la década de 1890. Su interés fue tan grande que, entre otras cosas, publicó un trabajo definitivo llamado “Progreso en las máquinas voladoras”. Esta fue la culminación de su esfuerzo por reunir y estudiar toda la información disponible sobre aviación.

Los hermanos Wright conocían el trabajo de todos estos hombres cuando construyeron su exitoso avión motorizado en 1903. El Wright Flyer, el primero de su tipo en llevar a un hombre en el aire, tenía alas delgadas cubiertas de tela unidas a lo que era principalmente Estructuras de celosía de madera. Las alas contenían largueros delanteros y traseros y estaban sostenidas con puntales y cables. Las alas apiladas (dos juegos) también formaban parte del Wright Flyer. (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 29).

## Figura 2

*Wright Flyer*



*Nota.* El Wright Flyer fue el primer avión propulsado exitoso. Estaba hecho principalmente de madera y tela. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 29).

## **Fuerzas y leyes de la física en aviación**

### ***Leyes de newton***

La primera ley de Newton se conoce normalmente como la ley de la inercia. Simplemente significa que un cuerpo en reposo no se mueve a menos que se le aplique una fuerza. Si un cuerpo se mueve a una velocidad uniforme en línea recta, se debe aplicar una fuerza para aumentar o disminuir la velocidad.

La segunda ley de Newton establece que, si una fuerza externa actúa sobre un cuerpo que se mueve con velocidad uniforme, el cambio de movimiento es proporcional a la cantidad de la fuerza, y el movimiento tiene lugar en la dirección en la que actúa la fuerza. Esta ley puede enunciarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{Fuerza} = \text{masa} \times \text{aceleración}$$

$$(F = m \cdot a)$$

Si un avión vuela contra el viento en contra, se frena. Si el viento proviene de cualquier lado del rumbo de la aeronave, la aeronave se desvía de su rumbo a menos que el piloto tome medidas correctivas contra la dirección del viento.

La tercera ley de Newton es la ley de acción y reacción. Esta ley establece que por cada acción (fuerza) existe una reacción (fuerza) igual y opuesta. Esta ley se puede ilustrar con el ejemplo de disparar un arma. La acción es el movimiento hacia adelante de la bala, mientras que la reacción es el retroceso hacia atrás del arma. (PROFE FEITO, 2014).

### ***Principio de Bernoulli y flujo subsónico***

El principio de Bernoulli establece que cuando un fluido (aire) que fluye a través de un tubo llega a una constricción o estrechamiento del tubo, la velocidad del fluido que fluye a través de esa constricción aumenta y su presión disminuye.

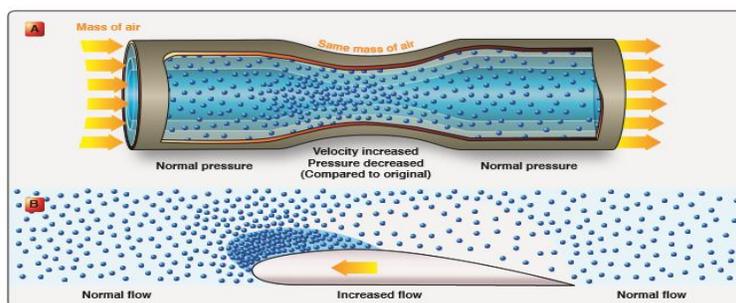
La superficie combada (curva) de un perfil aerodinámico (Ala) afecta el flujo de aire exactamente como una constricción en un tubo afecta el flujo de aire.

El Diagrama A de la Figura ilustra el efecto del aire que pasa a través de una constricción en un tubo.

En el Diagrama B el aire fluye más allá de una superficie combada, como un perfil aerodinámico, y el efecto es similar al del aire que pasa a través de una restricción. (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 78).

### Figura 3

#### *Principio de Bernoulli*



*Nota.* El principio de Bernoulli nos dice que a mayor espacio la presión es menor y a menor espacio la presión incrementa y es más rápida. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 78).

A medida que el aire fluye sobre la superficie superior de un perfil aerodinámico, su velocidad aumenta y su presión disminuye; se forma un área de baja presión. Hay un área de mayor presión en la superficie inferior del perfil aerodinámico, y esta mayor presión tiende a mover el Ala hacia arriba. La diferencia de presión entre las superficies superior e inferior del Ala se denomina sustentación. Las tres cuartas partes de la sustentación total de un perfil aerodinámico es el resultado de la disminución de la presión sobre la superficie superior.

## Estructura del avión

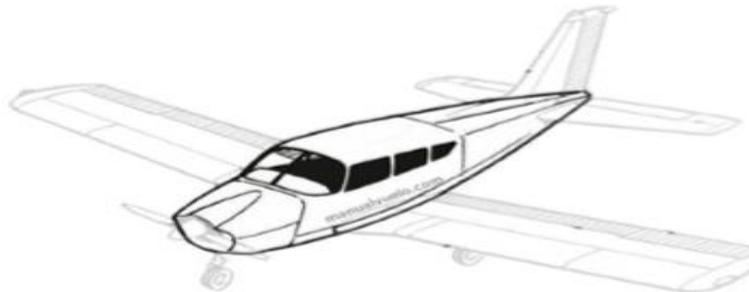
Los aviones están diseñados con diferentes propósitos para gran mayoría de ellos tienen los mismos componentes estructurales a pesar que en varios casos concretos estos componentes varían en función del uso específico para el cual fue diseñado el aeroplano, estos componentes estructurales son: fuselaje, alas, estabilizadores y Rudder, tren de aterrizaje y una planta motriz.

### ***Fuselaje***

Las estructuras de fuselaje más utilizadas hoy en día son tipo monocasco y semimonocasco pues permiten integrar en un solo cuerpo estructura y recubrimiento además de presurizar el interior para volar a mayor altura los fuselajes más usados son semimonocasco suelen estar contruidos de aleaciones de aluminio para las partes más livianas, aunque cada vez está más extendido el uso de fibra de vidrio para algunos componentes, sobre todo en aviones ligeros. (Muñoz Navarro, s.f.).

### **Figura 4**

#### *Fuselaje*



*Nota.* Tipos de fuselajes monocasco, semimocasco, reticulado. Tomado de (Muñoz Navarro, s.f.).

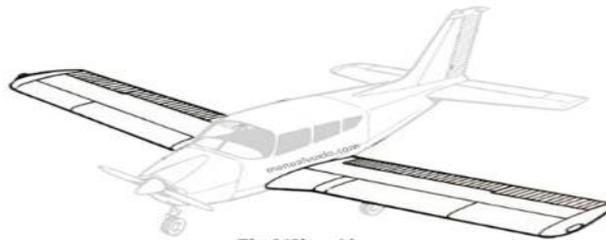
### ***Alas***

Las son el conjunto de superficie que permite dar y generar sustentación a la aeronave gracias a un perfil aerodinámico que posee su forma está construida de una viga principal y

acompañada de costillas que permitirán dar rigidez a la misma existen distintos tipos de configuración alar y nos permitirá darle un mejor uso a la aeronave en específico si es una aeronave de combate o una aeronave con propósitos comercial. (Muñoz Navarro, s.f.)

### **Figura 5**

#### *Perfil Alar*



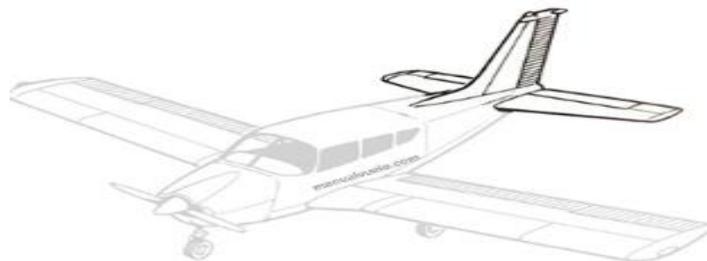
*Nota.* Este gráfico representa el plano alar donde se originan las fuerzas que hacen posible el vuelo. Tomado de (Muñoz Navarro, s.f.)

### **Empenaje**

El Empenaje está compuesto por el conjunto de planos horizontales y verticales los cuales forman parte del fuselaje siendo los planos fijos y los que darán movimiento de guiñada y cabeceo son el conjunto de elevadores y el Rudder que es controlado por los pedales ubicados en la parte baja de los pies del piloto y los elevadores son controlados por la cabrilla. (Muñoz Navarro, s.f.).

### **Figura 6**

#### *Empenaje*



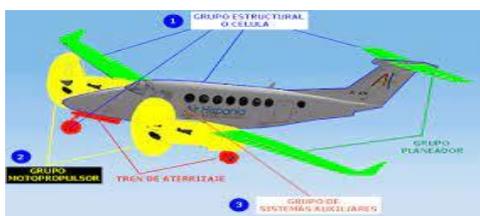
*Nota.* Esta imagen representa el sistema de control del Rudder y Elevadores. Tomado de (Muñoz Navarro, s.f.)

### **Grupo moto-propulsor**

Un grupo moto propulsor es caracterizado a la planta motriz que genera el empuje necesario para que la aeronave se eleve y gana velocidad y el impacto del flujo del aire genere la sustentación adecuada para elevar todo el peso bruto de la aeronave en vuelo la planta motriz puede ser a pistón como puede ser a reacción o en uso militar un motor a inyección.

### **Figura 7**

*Grupo Moto-Propulsor*



*Nota.* La siguiente imagen representa el sistema Motor-Propulsor que puede tener una aeronave. Tomado de (Muñoz Navarro, s.f.).

### **Tren de aterrizaje**

El tren de aterrizaje es una de las partes fundamental también de la aeronave ya que nos permite el movimiento de la aeronave y también el aterrizaje de la misma el conjunto de tren de aterrizaje se puede caracterizar por su rigidez al soportar el peso de la aeronave total con carga o sin carga existen tipos de tren de aterrizaje como son los triciclos, patín de cola, fijos, retráctiles. (Muñoz Navarro, s.f.).

### **Figura 8**

*Tipos de trenes de aterrizaje*



*Nota.* La siguiente imagen muestra los diferentes tipos de trenes de aterrizaje. Tomado de (Muñoz Navarro, s.f.)

## Superficies de control y ejes que actúan aeronave

Las superficies de control de una aeronave son importante ya que nos permite la funcionalidad de hacer que a la aeronave sea estable al tener la fuerza generada de los motores este uso de componentes principales son los alerones, flaps, elevadores, Rudder permiten la estabilidad y el control de la aeronave adicional a eso usa componentes secundarios que facilitan para tener un vuelo más estable al estar en crucero esto permite que el estrés y fatiga del piloto menor en gran parte , no olvidemos la importancia y el conocimiento de los ejes que actúan en una aeronave y nos ara entender cómo actúan estas fuerzas y el beneficio que le da a la aeronave. ( ZKREATIONS & BLOGGER, 2021).

### Figura 9

*Fuerzas que actúan en una aeronave*



*Nota.* La siguiente imagen muestra los movimientos y fuerzas que actúan en una Aeronave en los planos X, Y, Z. Tomada de ( ZKREATIONS & BLOGGER, 2021).

### **Ejes de un avión**

Eje longitudinal: Es el eje imaginario que va desde la nariz del avión hasta la cola del avión el movimiento alrededor de este eje levantar un Ala bajando la otra) se denomina alabeo (en inglés "roll"). ( ZKREATIONS & BLOGGER, 2021).

## Figura 10

### *Eje longitudinal*



*Nota.* Esta imagen muestra el eje longitudinal en el eje de las X conocido como Alabeo.

Tomado de ( ZKREATIONS & BLOGGER, 2021)

Eje Transversal o Lateral: Eje imaginario que va desde el extremo de un ala al extremo de la otra el movimiento alrededor de este eje (nariz arriba o nariz abajo) se denomina cabeceo ("pitch" en inglés).

## Figura 11

### *Eje transversal*

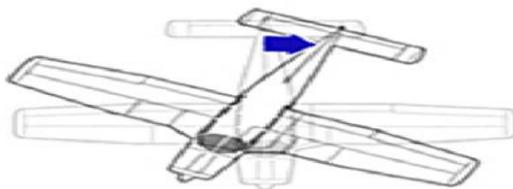


*Nota.* Esta imagen muestra el eje transversal o lateral en el eje de las Y conocido como Cabeceo. Tomado de ( ZKREATIONS & BLOGGER, 2021).

Eje Vertical: Eje imaginario que atraviesa el centro del avión este genera el movimiento en torno a este eje la nariz del avión gira a la izquierda o la derecha se llama guiñada ("yaw" en inglés), para conseguir un movimiento de guiñada hacia la derecha, el piloto presiona el pedal derecho, generando así un giro de la superficie del timón de dirección hacia la derecha.

## Figura 12

*Eje vertical*



*Nota.* Esta imagen muestra el eje vertical en el eje de las Z conocido como Guiñada. Tomado de ( ZKREATIONS & BLOGGER, 2021).

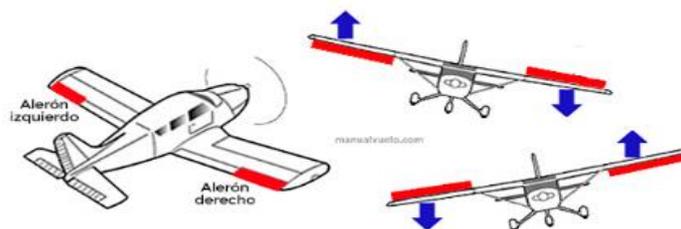
## Superficies de control primaria

### **Alerones**

Palabra de origen latino que significa "Ala pequeña", son unas superficies móviles, situadas en la parte posterior del extremo de cada ala y se mueven en direcciones opuestas (arriba y abajo) el uno del otro estas superficies de control están conectados mediante cables y poleas al volante o palanca de control y su accionamiento provoca el movimiento de alabeo ("roll") del avión sobre su eje longitudinal su límite de calibración y uso es entre 20°-25° hacia arriba y unos 12°-15° hacia abajo. (Muñoz Navarro, Safecreative-Manual de vuelo , s.f.).

## Figura 13

*Superficie de control primaria-Alerones*



*Nota.* Esta imagen representa a la superficie de control primaria que es controlada por la

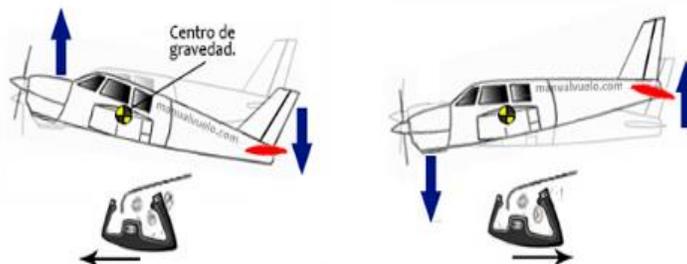
cabrilla con un movimiento de izquierda a derecha accionando los alerones. Tomado de (Muñoz Navarro, Safecreative-Manual de vuelo , s.f.).

### ***Elevadores o timón de profundidad***

El timón de profundidad o también elevadores hace que esta superficie está conectada a la cabrilla o palanca de control mediante una serie de cadenas y poleas como puede tener uso de conexión como tubos de torque o de doble efecto a docencia de algunas aeronaves de modo que es accionado por el piloto empujando o tirando de la cabrilla o palanca de control, y suele tener una deflexión máxima de  $40^{\circ}$  hacia arriba y  $20^{\circ}$  hacia abajo. (Muñoz Navarro, Safecreative-Manual de vuelo , s.f.).

### **Figura 14**

*Superficie de control primaria-Elevadores*



*Nota.* En esta imagen muestra cómo se acciona los elevadores con el movimiento de la cabrilla empujando al frente y halando atrás. Tomado de (Muñoz Navarro, Safecreative-Manual de vuelo , s.f.).

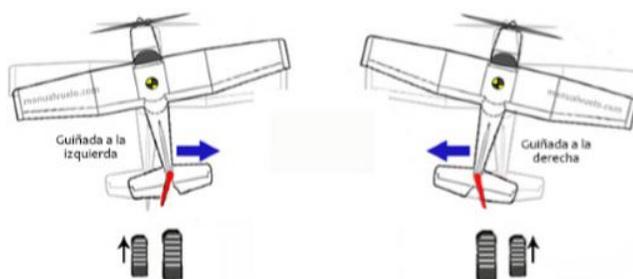
### ***Rudder o timón de dirección***

Forma parte del Empenaje ubicada al final de la cola del avión vertical mente su movimiento provoca el movimiento de guiñada (“yaw”) del avión sobre su eje vertical este eje no actúa bruscamente ya que gira en torno al eje de las z este movimiento no hace virar a la aeronave, sino que se suele utilizar para equilibrar las fuerzas en los virajes o para centrar el

avión en la trayectoria deseada esta superficie suele tener una deflexión máxima de 30° a cada lado. (Muñoz Navarro, Safecreative-Manual de vuelo , s.f.)

**Figura 15**

*Superficie de control primaria-Rudder*



*Nota.* Esta superficie de control es accionada a través de unos pedales localizados por los pies del piloto y sirve para dar dirección al avión en el eje de las Z. Tomado por (Muñoz Navarro, Safecreative-Manual de vuelo , s.f.).

**Tabla 1**

*Ejes y movimientos que actúan en una aeronave*

SUPERFICIE	MOVIMIENTO	EJE DE ROTACION	ESTABILIDAD
ALERONES	<b>ALABEO</b>	<b>EJE DE LAS (X)</b>	<b>LONGITUDINAL</b>
ELEVADORES	<b>CABEZEO</b>	<b>EJES DE LAS (Y)</b>	<b>LATERAL</b>
RUDDER	<b>GUIÑADA</b>	<b>EJES DE LAS (Z)</b>	<b>VERTICAL</b>

*Nota.* Esta tabla representa los ejes que actúan en una aeronave de acuerdo con su superficie de control.

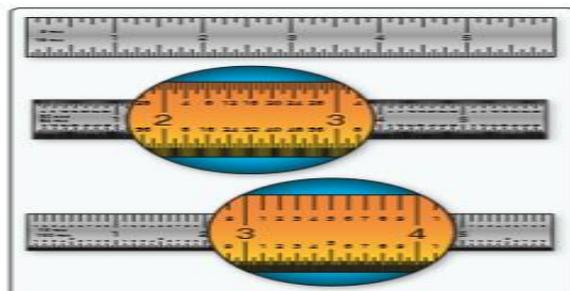
**Tipos de herramientas:**

**Regla (inch)**

Las reglas están disponibles en varias longitudes, siendo las escalas de 6 y 12 pulgadas las más comunes y asequibles. Una regla con fracciones en un lado y decimales en el otro lado es muy útil. Para obtener una medida precisa, mida con la escala sostenida en el borde desde la marca de 1 pulgada en lugar del extremo. (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 170).

### Figura 16

*Regla en unidades de pulgadas*



*Nota.* En aviación las medidas más comunes son en pulgadas. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 170).

### **Espaciadores de remaches**

Se utiliza un espaciador de remaches para hacer un diseño de patrón de remaches rápido y preciso en una hoja. En el espaciador de remaches, hay marcas de alineación para el espaciado de remaches de 1/2 pulgada, 3/4 pulgada, 1 pulgada y 2 pulgadas. (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 171).

### Figura 17

*Espaciador de remaches*



*Nota.* Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 171)

### ***Punzón central automático***

El punzón central automático realiza la misma función que un punzón central ordinario, pero utiliza un mecanismo de tensión de resorte para crear una fuerza lo suficientemente fuerte como para hacer una muesca sin necesidad de un martillo, el mecanismo da automáticamente un golpe de la fuerza requerida cuando se coloca donde se necesita y se presiona.

Este punzón tiene una tapa ajustable para regular el golpe; la punta se puede quitar para reemplazarla o afilarla. Nunca golpee un punzón automático con un martillo. (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 172).

### **Figura 18**

*Punzón automático*



*Nota.* Este tipo de herramienta contiene una tapa regulable con un resorte para impactar la piel y generar un orificio en el centro del remache. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018, pág. 172).

### ***Punzón de golpe***

El punzón de accionamiento está hecho con una cara plana en lugar de una punta porque se usa para sacar remaches, pasadores y pernos dañados que a veces se atascan en los agujeros. El tamaño del punzón está determinado por el ancho de la cara, generalmente de 1/8 de pulgada a 1/4 de pulgada. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 173)

## Figura 19

### *Punzón de golpe*



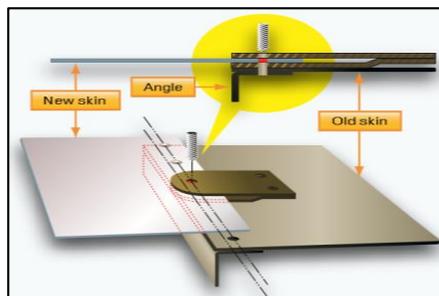
*Nota.* Hechos de acero endurecido para herramientas con un cuerpo estriado, los punzones de pasador de accionamiento de General pueden sujetarse con la mano o con nuestro soporte para punzones y cinces. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 173).

### **Duplicador de orificios**

Disponibles en una variedad de tamaños y estilos, los duplicadores de orificios o los buscadores de orificios utilizan la cubierta anterior como plantilla para ubicar y hacer coincidir los orificios existentes en la estructura. Los agujeros en una hoja de reemplazo o en un parche deben perforarse para que coincidan con los agujeros existentes en la estructura y el duplicador de agujeros simplifica este proceso. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 174).

## Figura 20

### *Duplicador de orificio*



*Nota.* El duplicador tipo Casquillo se utiliza deslizando el extremo con el pasador entre las láminas y ubicando el orificio a duplicar desde el interior. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 174).

***Die grinder and cut-off wheel.***

Una rueda de corte es un disco abrasivo delgado accionado por una amoladora de troquel neumática de alta velocidad y se utiliza para cortar daños en el revestimiento y los largueros de las aeronaves. Las ruedas vienen en diferentes grosores y tamaños. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 175).

**Figura 21**

*Die grinder*



*Nota.* La imagen nos muestra un Die Grinder o cortador neumático de 90° sirven para hacer cortes en láminas de aluminio etc. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 175).

***Nibblers***

Usualmente accionado por aire comprimido, el Nibblers es otra herramienta para cortar láminas de metal. Las Nibblers portátiles utilizan una acción de corte de alta velocidad (el troquel inferior se mueve hacia arriba y hacia abajo y se encuentra con el troquel estacionario superior) para cortar el metal. La forma del troquel inferior corta pequeñas piezas de metal de aproximadamente 1/16 de pulgada de ancho. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 175).

**Figura 22***Nibblers*

Nota. Los Nibblers son máquinas como bocados para cortes circulares. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 175).

***Tijeras de corte para aviación***

Las tijeras de aviación se utilizan para cortar agujeros, partes curvas, parches redondos y dobladores (una pieza de metal colocada debajo de una parte para hacerla más rígida) en láminas de metal. Las tijeras de aviación tienen mangos de colores para identificar la dirección de los cortes: las tijeras de aviación amarillas cortan recto, las tijeras de aviación verdes se curvan a la derecha y las tijeras de aviación rojas se curvan a la izquierda. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 179).

**Figura 23***Tijera de corte de aviación*

Nota. La siguiente imagen nos muestra tijeras de corte fabricadas con unas cuchillas de acero al molibdeno endurecido, mordazas dentadas y cómodas empuñaduras de vinilo. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 179).

## ***Limas***

La lima es una herramienta importante, pero a menudo pasada por alto que se utiliza para dar forma al metal mediante corte y abrasión. Las limas tienen cinco propiedades distintas: longitud, contorno, forma en sección transversal, tipo de dientes y finura de los dientes hay muchos tipos diferentes de limas disponibles y los tamaños varían de 3 a 18 pulgadas. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 180).

### **Figura 24**

#### *Limas*



*Nota.* Están hechas de grano de carburo de tungsteno, uno de los elementos más duros disponibles, solo superado por los diamantes. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 180).

### ***Diburring tool***

Una herramienta de rebanadora de filos elimina las rebabas alrededor del borde de un orificio o entrada en una pieza de trabajo y crea un borde achaflanado. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 180).

### **Figura 25**

#### *Diburring tool*



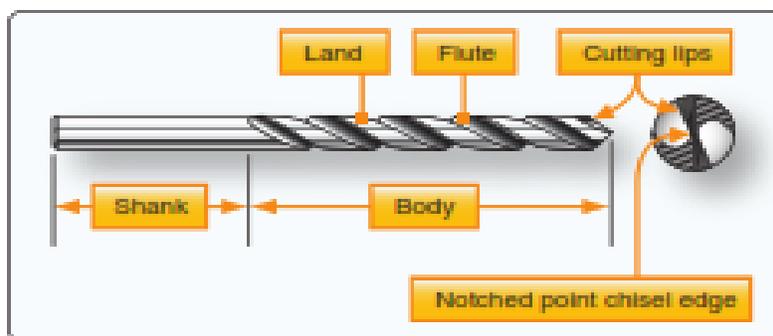
Nota. Se suministra con una hoja de desbarbado n.º 10 hecha de acero de alta velocidad. Para acero, aluminio y agujeros más pequeños. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 180).

### ***Tipos de brocas***

Hay disponible una amplia variedad de brocas, incluidas brocas especiales para trabajos específicos. Las brocas de acero de alta velocidad (HSS) vienen en vástago corto o longitud estándar, a veces denominada longitud de trabajo. Las brocas HSS pueden soportar temperaturas cercanas al rango crítico de 1400 °F (rojo cereza oscura) sin perder su dureza. El estándar de la industria para perforar metal (aluminio, acero, etc.), estas brocas se mantienen afiladas por más tiempo. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 183).

### **Figura 26**

*Estructura de una broca*



Nota. Este tipo de broca están fabricada de cobalto con un soporte de 135°C. Tomada de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 183).

### ***Martillos y Mazos para chapa***

El martillo para láminas de metal y el mazo son herramientas manuales de fabricación de metal que se utilizan para doblar y formar láminas de metal sin estropear ni abollar el metal. La cabeza del martillo suele estar hecha de acero tratado térmicamente con alto contenido de

carbono, mientras que la cabeza del mazo, que suele ser más grande que la del martillo, está hecha de caucho, plástico, madera cuero. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 194).

### **Figura 27**

*Martillos o Mazos para chapas*



*Nota.* En la imagen muestra los tipos de mazo utilizados en aviación hechos de cuero, acero, caucho. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 194).

### **Cleco pliers**

Los sujetadores de clecos metálica reutilizables sujetan temporalmente las piezas de chapa perforada con precisión en posición para remachar o taladrar. Si las piezas de chapa metálica no se mantienen unidas con firmeza, se separan al ser remachadas o taladradas. El sujetador Cleco (también deletreado Cleco) es el soporte de chapa de metal más utilizado. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 195).

### **Figura 28**

*Cleco Pliers*



*Nota.* En la imagen se muestra un alicate removedor de clecos conocido como Cleco Pliers. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 195).

### ***Tipos de clecos***

El sujetador Cleco consta de un cuerpo cilíndrico de acero con un émbolo en la parte superior, un resorte, un par de cierres de corte escalonado y una barra separadora. Estos sujetadores vienen en seis tamaños diferentes:  $\frac{3}{32}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{5}{32}$ ,  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{8}$  de pulgada de diámetro con el tamaño estampado en el sujetador la codificación de colores permite un fácil reconocimiento del tamaño.

### **Figura 29**

*Tipos de clecos*



*Nota.* Los sujetadores de chapas o clecos sirven para unir dos o más laminas Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 195).

### **Herramientas para la instalación de remaches**

#### ***Bucking bar***

Esta herramienta se usa sosteniéndola contra el extremo del vástago de un remache mientras se forma la cabeza del taller. Siempre sostenga la cara de la barra de deformado en ángulo recto con el vástago del remache. De lo contrario, el vástago del remache se doblará con los primeros golpes de la pistola remachadora y el material se estropeará con los golpes finales, el deformador debe mantener en su lugar hasta que el remache esté completamente deformado.

Si se retira la barra de refuerzo mientras la pistola está en funcionamiento, es posible que el juego de remaches atraviese el material. Permita que el peso de la barra de deformado

haga la mayor parte del trabajo y no ejerza demasiada presión sobre el vástago del remache. Las manos del operador simplemente guían la barra y proporcionan la tensión necesaria y la acción de rebote con experiencia, se puede desarrollar un alto grado de habilidad.

Las cabezas de remache defectuosas pueden ser causadas por la falta de una acción de vibración adecuada cada, el uso de una barra de deformado que es demasiado liviana o pesada y la falta de sujeción de la barra de tronzado en ángulo recto con el remache. Las barras deben mantenerse limpias, lisas y bien pulidas. Sus bordes deben estar ligeramente redondeados para evitar dañar el material que rodea la operación de remachado. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 202).

### Figura 30

*Bucking bar*



*Nota.* Las barras de acero de tungsteno pesan casi el doble que el acero convencional.

Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 202).

### ***Pistola de remachadora neumática***

Las pistolas remachadoras de golpe lento que golpean de 900 a 2500 golpes por minuto son el tipo más común. Estos golpes son lo suficientemente lentos para controlarlos fácilmente y lo suficientemente fuertes para hacer el trabajo. Estas pistolas tienen el tamaño de remache más grande accionado continuamente con un tamaño que a menudo se basa en la antigua serie "X" de Chicago Pneumatic Company.

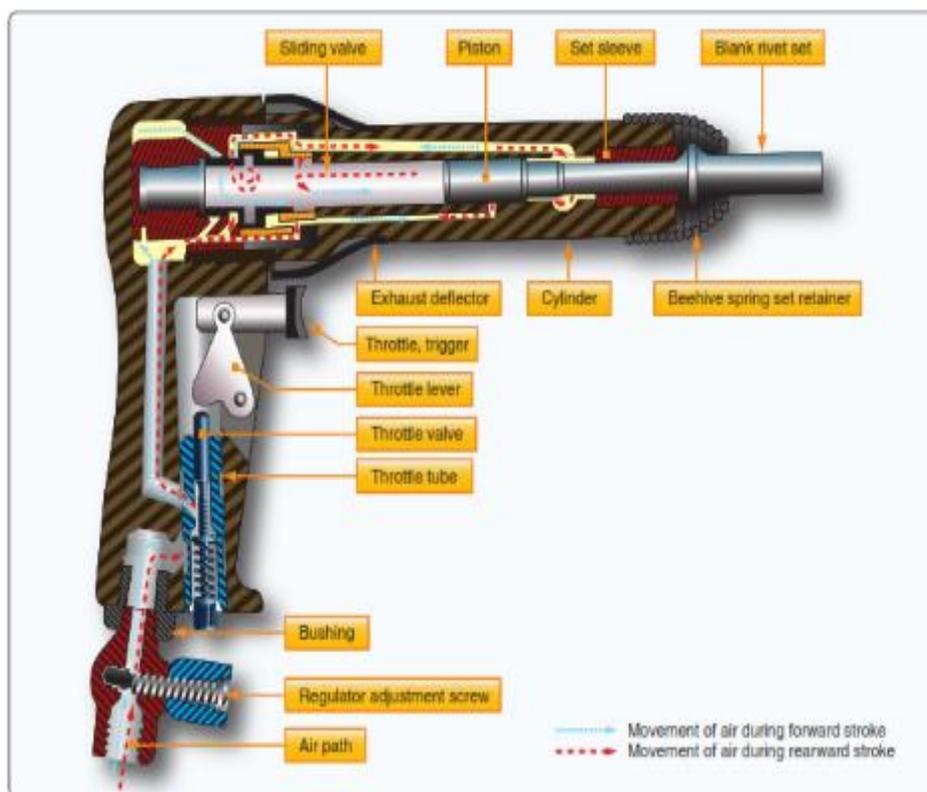
- Se utiliza una pistola 4X (raya 8 o remache de 1/4) para el trabajo normal.
- La pistola 3X menos poderosa se usa para remaches más pequeños en estructuras más delgadas.
- Las pistolas 7X se utilizan para remaches grandes en estructuras más gruesas. Una pistola de remaches debería deformar un remache en 1 a 3 segundos.
- Con la práctica, un técnico aeronáutico aprende el tiempo necesario para mantener presionado el gatillo.

Algunas precauciones para tener en cuenta al utilizar una pistola remachadora son:

- Nunca apunte una pistola de remaches a nadie en ningún momento. Una pistola de remaches se debe usar para un solo propósito: para clavar o instalar remaches.
- Nunca presione el mecanismo del gatillo a menos que el juego esté bien sujeto contra un bloque de madera o un remache.
- Desconecte siempre la manguera de aire de la pistola remachadora cuando no esté en uso durante un período de tiempo apreciable. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 204).

**Figura 31**

*Estructura de una remachadora neumática*



*Nota.* La herramienta estándar utilizada en las plantas de fabricación de aviones como Boeing, Rockwell, Lockheed, etc., es completamente intercambiable con Chicago Pneumatic. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 204).

### **Buterolas**

Los buterolas de remache se fabrican en una variedad de estilos; el cabezal corto y recto es mejor cuando la pistola se puede acercar al trabajo se usa las buterolas para compensarlo con una larga para alcanzar los remaches en lugares obstruidos.

Los cabezales largos a veces son necesarios cuando la pistola no se puede acercar al trabajo debido a la interferencia estructural, los cabezales de los remaches deben mantenerse limpios. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 205).

## Figura 32

### *Buterolas*

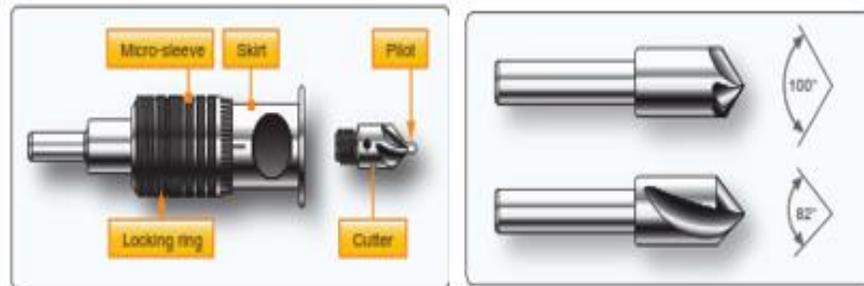


*Nota.* Las buterolas permiten el impacto del remache y así generar una fuerza vibratoria.

Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 205).

### ***Herramienta de avellanado (Countersinking Tool)***

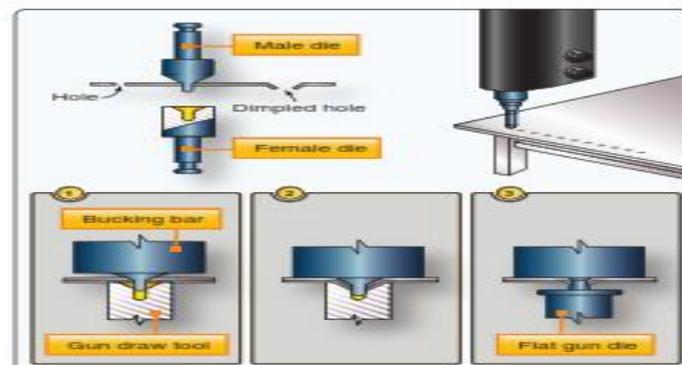
El avellanador es una herramienta que deja un corte achaflanado alrededor del orificio del remache para permitir que el remache quede al ras de la superficie de la piel. Los avellanadores se fabrican con ángulos que se corresponden con los diversos ángulos de las cabezas de los remaches avellanados. El avellanado estándar tiene un ángulo de 100°. Hay disponibles avellanadores micro-stop especiales (comúnmente llamados avellanadores de tope) que se pueden ajustar a cualquier profundidad deseada y tienen cortadores para permitir que se hagan orificios intercambiables con varios ángulos avellanados. Algunos avellanadores de tope también tienen un mecanismo de ajuste de micrómetros, en incrementos de 0,001 pulgadas, para ajustar sus profundidades de corte. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 203).

**Figura 33***Countersinking tool*

*Nota.* La imagen muestra el avellanador o limpiador de orificios. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 203).

### ***Avellano por Impacto (Dimpling Dies)***

La formación de hoyuelos avellanados se realiza con un dado macho y hembra (juego de punzón y dado). La matriz macho tiene una guía del tamaño del agujero del remache y con el mismo grado de avellanado que el remache, la matriz hembra tiene un orificio con el correspondiente grado de avellanado en el que encaja la guía macho. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 209).

**Figura 34***Dimpling dies*

*Nota.* La imagen muestra el proceso de Avellamiento por impacto con una parte hembra y macho. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 209).

### **Proceso de perforación**

Los orificios de los remaches en reparación se pueden taladrar con un taladro eléctrico liviano o con un taladro manual; la broca helicoidal de vástago estándar es la más utilizada con unas aproximadamente 0,003 pulgadas mayor que la mayor tolerancia del diámetro del vástago.

Para perforar, proceda de la siguiente manera:

- Asegúrese de que la broca tenga el tamaño y la forma correctos.
- Coloque el taladro en la marca perforada en el centro. Cuando utilice un taladro eléctrico, gire la broca unas pocas vueltas antes de arrancar el motor.
- Mientras taladra, sostenga siempre el taladro en un ángulo de 90° con respecto al trabajo o la curvatura del material.
- Evite la presión excesiva, deje que la broca haga el corte y nunca empuje la broca a través del material.
- Retire todas las rebabas con un avellanador de metal o una lima.
- Limpie todas las virutas de perforación. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 206).

**Tabla 2**

*Tabla de medición de broca*

Diámetro del remache en pulgadas	Tamaño de perforación	
	Orificio Piloto	Orificio final
3/32	<b>3/32 (0.0937)</b>	<b>#40 (0.0937)</b>
1/8	<b>1/8 (0.125)</b>	<b>#30 (0.125)</b>
5/32	<b>5/32 (0.1562)</b>	<b>#21 (0.1562)</b>
3/16	<b>3/16 (0.1875)</b>	<b>#11 (0.1875)</b>

*Nota.* La siguiente tabla muestra las brocas más comunes usadas en aviación.

### **Remoción de remaches**

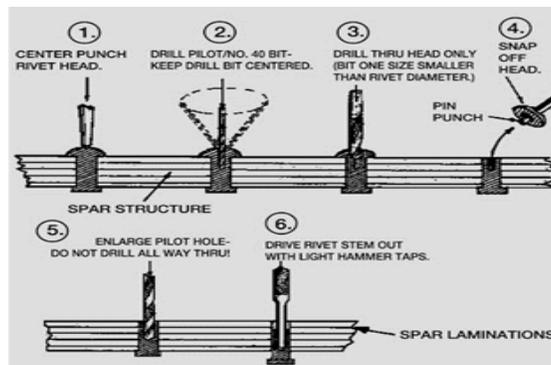
Cuando sea necesario reemplazar un remache, retírelo con cuidado para conservar el tamaño y la forma originales del orificio del remache. Si se quita correctamente, no es necesario reemplazar el remache con uno del siguiente tamaño más grande. Además, si el remache no se quita correctamente, la fuerza de la unión puede debilitarse y la sustitución de los remaches puede resultar más difícil.

El procedimiento para quitar remaches universales o de cabeza saliente es el siguiente:

- Lima un área plana en la cabeza del remache y pon un punzón en el centro de la superficie plana para taladrar. En metal delgado, retroceda el remache en la cabeza recalcada cuando realice el punzonado central para evitar hundir el metal.
- Con una broca menor al diámetro del vástago del remache perforar la cabeza del remache cuando use un taladro eléctrico, colóquelo en el remache y gire el mandril varias revoluciones con la mano antes de encenderlo.
- Perfore el remache hasta la profundidad de su cabeza, mientras sostiene el taladro en un ángulo de 90°. No taladre demasiado profundo.
- Si la cabeza del remache no se suelta por sí sola, inserte un punzón en el orificio y gírelo ligeramente hacia cualquier lado hasta que la cabeza salga.
- Extraiga el resto del vástago del remache con un punzón ligeramente más pequeño que el diámetro del vástago. (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 212).

## Figura 35

### Remoción de remaches



Nota. La siguiente imagen muestra el proceso para una remoción de remache. Tomado de (Federal Aviation Federal Aviation, 2018, pág. 212).

### Avery edge rolling tool

Para doblar previamente los bordes de la piel en juntas traslapadas y juntas a tope antes de remachar. El “Doblador de bordes” evitará que los bordes de la piel se enrosquen durante el remachado cuerpo redondo mecanizado a partir de aluminio 2024 con un acabado anodizado negro duro para resistencia al desgaste rodillos de nailon con cojinetes de bolas. (Aircraft Spruce & Specialty Co., 1995-2023).

## Figura 36

### Doblador de borde



Nota. La siguiente imagen muestra el doblador de borde. Tomado de (Aircraft Spruce & Specialty Co., 1995-2023).

### ***Juego calibrador de remaches***

Fabricado en los EE. UU. Juego de cuatro calibres para remaches -3, -4, -5 y -6 cada calibre mide la altura y el diámetro MÍNIMOS de los cabezales de taller después del ajuste elimina las conjeturas si los remaches están correctamente ajustados funciona para medir tanto el cabezal universal como el remaches al ras mecanizados con precisión a medida a partir de 2024 tamaño de remache de aluminio estampado permanentemente en cada calibre. (Aircraft Spruce & Specialty Co., 1995-2023).

### **Figura 37**

*Calibrador de remaches*



*Nota.* La siguiente imagen muestra los calibradores de remaches. Tomado de (Aircraft Spruce & Specialty Co., 1995-2023).

### ***Spring loaded back riveting***

Este juego de Buterola especial se usan para realizar back riveting para realizar un remachado al ras en superficies, la presión del resorte mantiene el remache firmemente contra la superficie de la piel cuando se remacha al ras. Estas herramientas también se usan para "back riveting" el vástago del remache cuando la superficie de la cabeza del remache es

inaccesible cuenta con una funda de plástico para mantener juntas varias láminas de aluminio mientras se remacha. 0.401 vástago. (Aircraft Spruce & Specialty Co., 1995-2023).

### Figura 38

*Spring loaded back rivet*



Nota. Estas herramientas también se utilizan para "remachar hacia atrás" (Back Riveting) el vástago del remache cuando la superficie de la cabeza del remache es inaccesible, la presión del resorte mantiene el remache firmemente contra la superficie de la piel cuando se remacha al ras. Tomado de (Aircraft Spruce & Specialty Co., 1995-2023).

### Capítulo III

#### Proceso de ensamblaje

Realizar packing list del kit de alerones comparados y enviado por la empresa Van's Aircraft desde USA.

#### Figura 39

*Packing list*

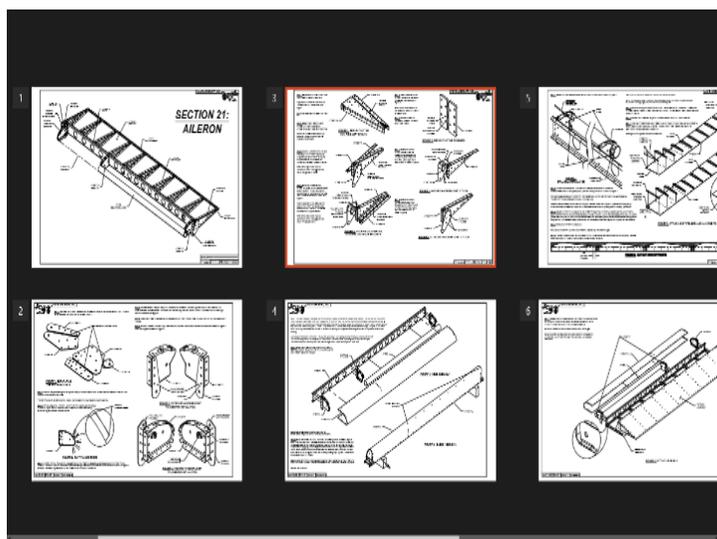


*Nota.* Revisión del kit de ensamblaje.

Revisión del Manual de ensamblaje del kit de alerones y previa revisión si existe algún (SB-Service Bulletin) emitido por el fabricante Van's Aircraft.

#### Figura 40

*Revisión del manual de ensamblaje*



*Nota.* Revisión de documentación digital enviada por del fabricante.

Reconocimiento de las herramientas a utilizar para el proceso de ensamblaje y el uso de (EPP):

### Herramientas a Utilizar:

- Limas
- Diburring Tool kit
- Rivet Squeezer Manual & Pneumatic
- Dimple Die
- Rivet Guns Aircraft
- Bucking bar Aircraft
- Spring Loaded Back Rivet
- Avery Edge Rolling Tool
- Head Rivet Gauge Set

**Figura 41**

*Herramientas para aviación*



### Uso de EPP:

- Tapones Auditivos
- Chaleco reflectivo
- Gafas
- Guantes de Nitrilo
- Zapatos De Punta De Acero

**Figura 42**

*Equipo de protección personal*

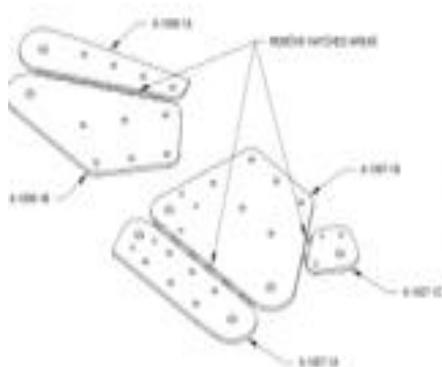


## Proceso De Preparación

Separamos las piezas A-1006-1 Outboard Hinge Brackets en una parte A y B al igual separamos la pieza A-1007-1 Inboard Hinge Brackets en tres partes A, B y C posteriormente pasamos a limpiar los bordes y orificios con ayuda del kit de limpieza Diburring tool kit.

### Figura 43

#### Hinge Brackets



Enderece los flanges (Aletas) de las costillas con serie A-1004-1L, A1004-1R Nose Rib y A1015-1R Inboard Nose Rib a 90°. Final mente taladre todos los orificios de la costilla con una broca #40 (2,5mm o 0.098in) de diámetro, posteriormente limpie los bordes con ayuda de una lima para luego pasar Limpiador de Filo y Limpiador de Orificios previniendo a si el exceso de limalla o bordes afilados.

### Figura 44

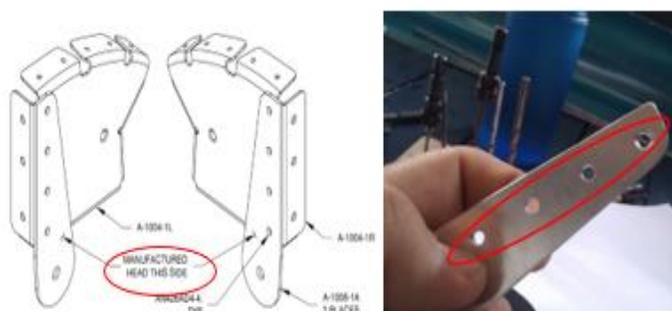
#### Pretaladrado nose Ribs



Finalmente taladre con una broca #30 equivalente a (3.3mm o 0,129in) de diámetro los huecos de las costillas A-1006-1A Outboard Hinge Brackets, A1004-1R Y A-1004-1L Nose Rib. Realice countersink en el Outboard Hinge Brackets A-1006-1A el countersink debe ser justo al diámetro de la cabeza del remache AN426AD4 hasta quedar a ras de piel, limpie los orificios y los bordes de los Brackets y las costillas de nariz A-1004-1R y A-1004-1L.

### Figura 45

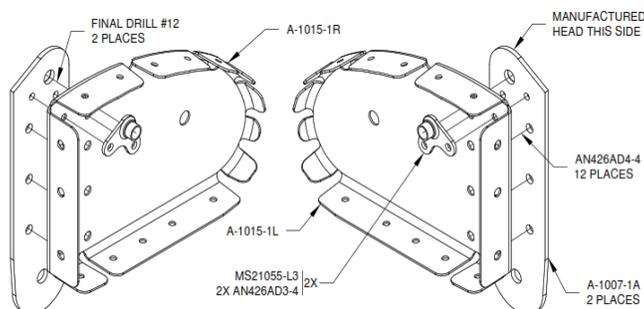
*Realizado de Countersink*



Finalmente taladre con una broca #30 equivalente a (3.3mm o 0,129in) de diámetro los huecos de las costillas A-1007-1A Outboard Hinge Brackets, A1015-1R Y A-1015-1L Nose Rib. Previamente taladre con una broca #12 equivalente a (4.8mm o 0.189in) en uno de los extremos del Outboard Hinge Brackets realice countersink en el Outboard Hinge Brackets el, countersink debe ser justo al diámetro de la cabeza del remache AN426AD4 hasta quedar a ras de piel, limpie los orificios y los bordes de los Brackets y las costillas de nariz A1015-1R Y A-1015-1L

### Figura 46

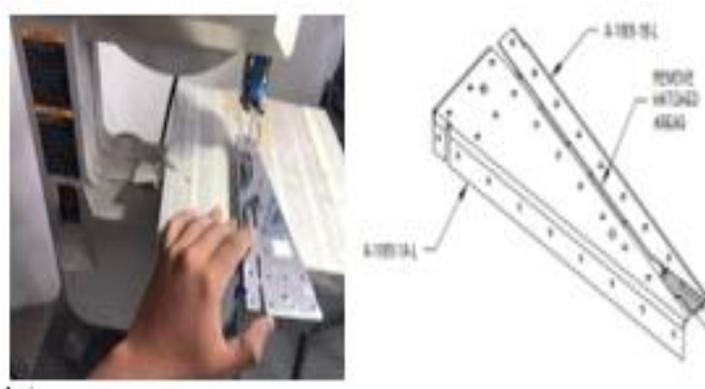
*Pretaladrado y realización de Countersink*



Separe las costillas principales A-1005-1L en subpartes A-1005-1A-L y A-1005-1B-L las costillas principales A-1005-1R en subpartes A-1005-1A-R y A-1005-1B-R.

### Figura 47

*Separación de las costillas principales*



Luego de separar las piezas correspondientes aplicamos la misma técnica de limpieza a cada componente que forme parte del kit de alerones como es la limpieza de filo con ayuda de una lima, limpiador de filo, limpiador de orificios que conforman parte del kit de limpieza evitando así los bordes afilados y los orificios presencia de limalla.

### Figura 48

*Kit de limpieza de filos y orificios*



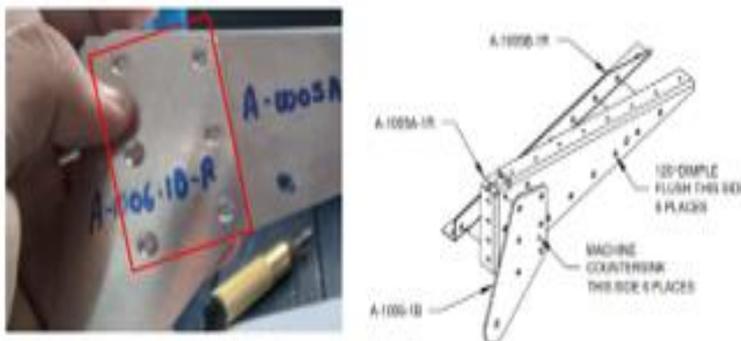
Realizamos countersink en los orificios #30 equivalente a (3,3 mm o 0,129in) en el Outboard Hinge Brackets A-1006-1B y el Inboard Hinge Brackets A-1007-1B para que encajen en la cabeza de un remache AN426AD4.

NOTA

Las piezas del alerón derecho deben realizarse countersink en el lado opuesto a las indicaciones anteriores.

**Figura 49**

*Realizar countersink Outboard hinge brackets y inboard hinge brackets*



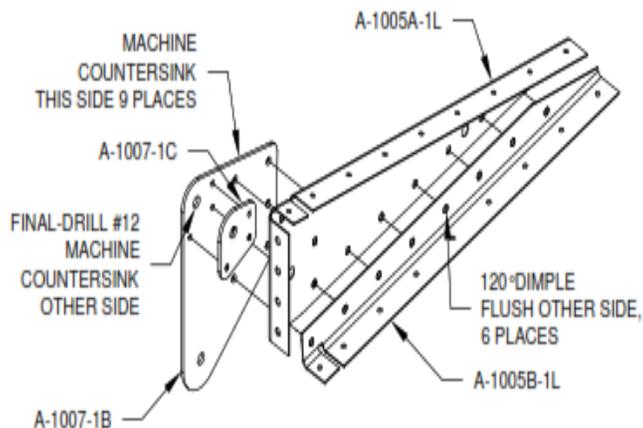
Con la ayuda de clecos unimos las piezas A-1007-1B and A-1007-1C Inboard Hinge Brackets uno con el otro y finalmente taladramos con una broca numero #12 equivalente a (4.8 mm o 0.188in) y realizamos countersink para el tamaño de un tornillo AN509-10 seguido a eso realizamos countersink en los orificios #40 equivalente a (2.5 mm o 0.098in) solo en la pieza A-1007-1B Inboard Hinge Brackets para el diámetro de una cabeza de remache plana AN426AD3.

NOTA

Las piezas del alerón derecho deben realizarse countersink en el lado opuesto a las indicaciones anteriores.

**Figura 50**

*Dimplado y countersink A-1007-1C y A-1007-1B*



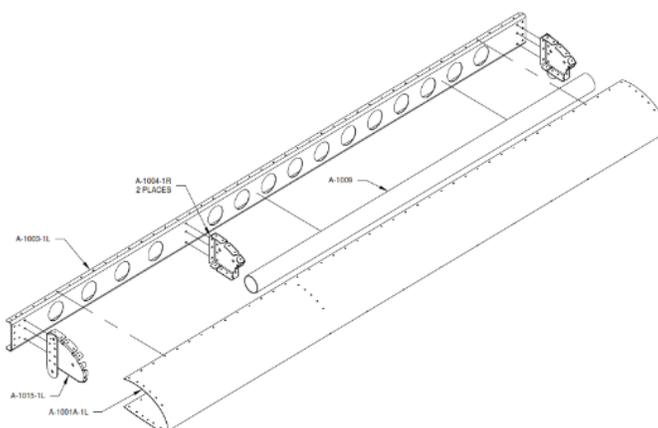
Con la ayuda de clecos una las costillas de la nariz A-1004-1R al larguero A-1003-1L, las costillas de nariz interior A-1015-1L Inboard Nose Rib y A-1008-1 al larguero.

Corte el tubo de acero ST304-065X1.375X46 a (879,5 mm equivalente a 34,625in) para hacer el contrapeso A-1009.

Con ayuda de clecos unimos el A-1001A-1L Nose Skin a los bordes inferior del A-1003-1L larguero en cada tercer orificio.

**Figura 51**

*Unión de nose rib y nose skin al counterbalance*

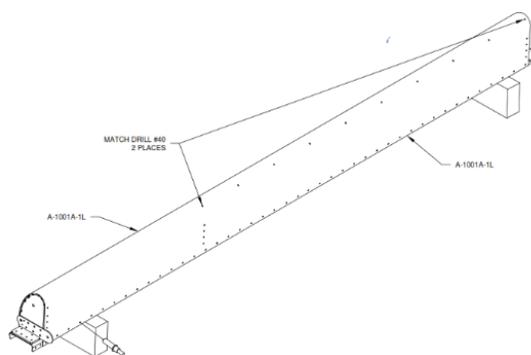


Coloque el contrapeso A-1009 en la piel Nose Skin de modo que quede al ras con el borde exterior coloque las costillas a lo largo del larguero en cada tercer orificio aplicando presión hacia abajo sobre la piel Nose Skin si es necesario para insertar los clecos.

Sujete la piel Nose Skin a las costillas A-1004-1R y Nose Rib interior A-1015-1L coloque el borde delantero del ensamblaje sobre una mesa estrecha o bloques, taladre con una broca #40 (2,5mm o 0.098in) de diámetro el orificio más externo y el orificio más interno del A-1001A-1L Nose Skin en el A-1009 Aileron Counterbalance.

## Figura 52

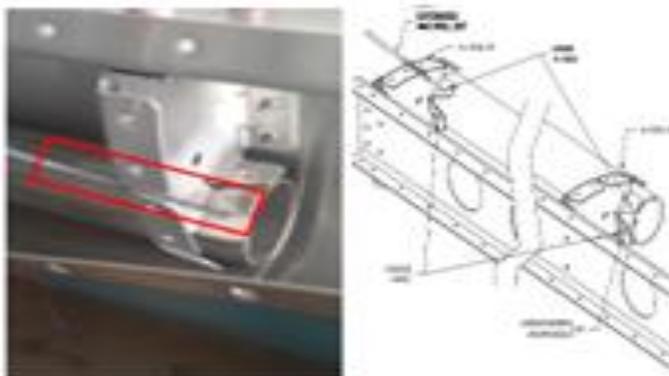
### *Perforación del counterbalance*



Una vez perforado el Counterbalance por la parte de atrás con ayuda de clecos lo sujetamos y le damos estabilidad para perforar el Counterbalance con ayuda de un molde de madera, retiramos uno de los clecos que se alinean al hueco de perforación con las costillas A-1004-1R con ayuda de una broca larga #40 equivalente a (2,5mm o 0.098in) de diámetro.

**Figura 53***Perforación frontal del counterbalance*

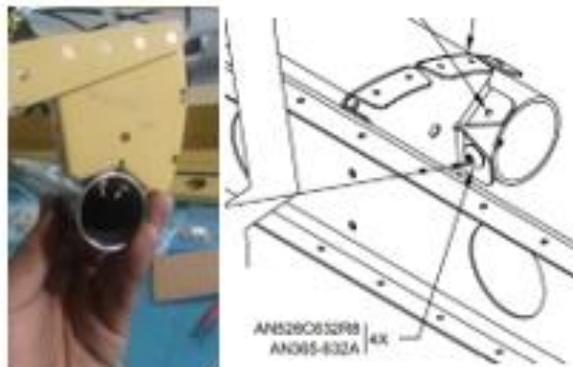
Una vez perforado sujetamos con clecos las costillas A-1004-1R Nose Rib contra el Counterbalance procedemos a perforar el otro orificio de la costilla.

**Figura 54***Segunda perforación counterbalance*

Finalmente taladramos con una broca #27 el Counterbalance en los 4 orificios realizados para posterior pasamos limpiador de orificios y sujetamos las costillas A-1004-1R con tornillos (A526C632R8) y Tuercas (AN365-632A)

## Figura 55

*Perforación final broca #27*

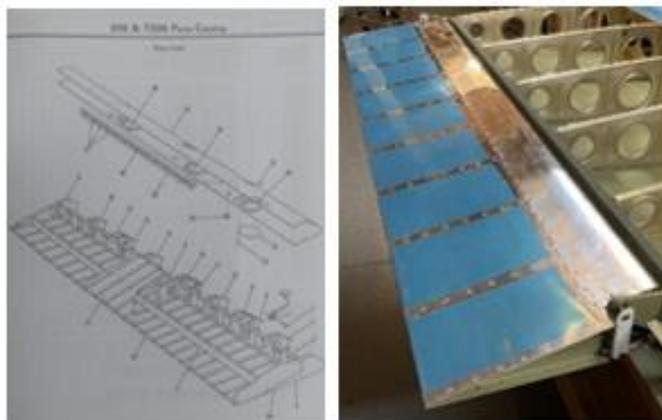


### NOTA

A diferencia de otros modelos de aeronaves sus alerones pueden ser construido con costillas o stiffeners de acuerdo con el fabricante para poder dar a si rigidez a la superficie de control en este caso la aeronave experimental RV-10 usa una superficie de control primaria liza no rasurada como la de una Cessna a diferencia de su estructura las aeronaves Cessna este compuesto de costillas una viga y una piel ranurada que cubre al alerón a diferencia de los RV-10 usa stiffeners para dar rigidez.

## Figura 56

*Diferencia de alerones de acuerdo a la aeronave*



Para la preparación de los stiffeners perforamos todos los orificios con una broca #40 (2,5mm o 0.098in) y cortamos a la medida que nos muestra el manual de la aeronave para posteriormente limpiar los orificios y los bordes corto punzantes.

### Figura 57

*Preparación y corte de los stiffeners*



### PRECAUCIÓN

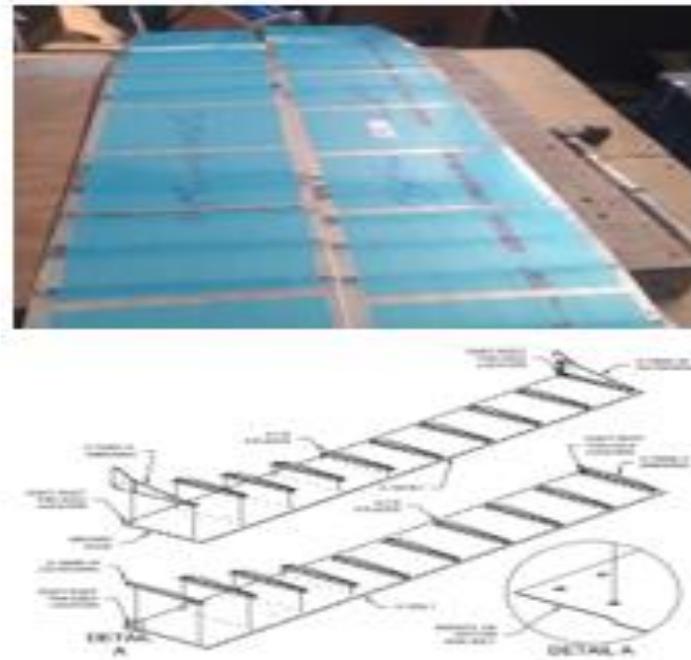
Tenga cuidado de hacer Dimple en las pieles en la dirección correcta adicional a eso realice Dimple en las costillas de la nariz, viga principal, costillas principales en todos los orificios #40

Limpie los orificios de las pieles y el borde de ataque de los alerones posteriormente debemos seleccionar cuidadosamente el lado al que realizaremos Dimple en las pieles por ende la única característica que diferencia entre TOP Y BOTTOM solo un desfase en una de las pieles diferencia a la piel BOTTOM de TOP tomado en cuenta que el manual de ensamblaje nos muestra siempre el lado izquierdo al momento de realizar Dimple debemos seleccionar el lado derecho correctamente como referencia los 3 orificios seguidos siempre será IMBOARD EDGE por ende será el espejo del uno con el otro hasta que se encuentren alineados los 3

orificios internamente.

### Figura 58

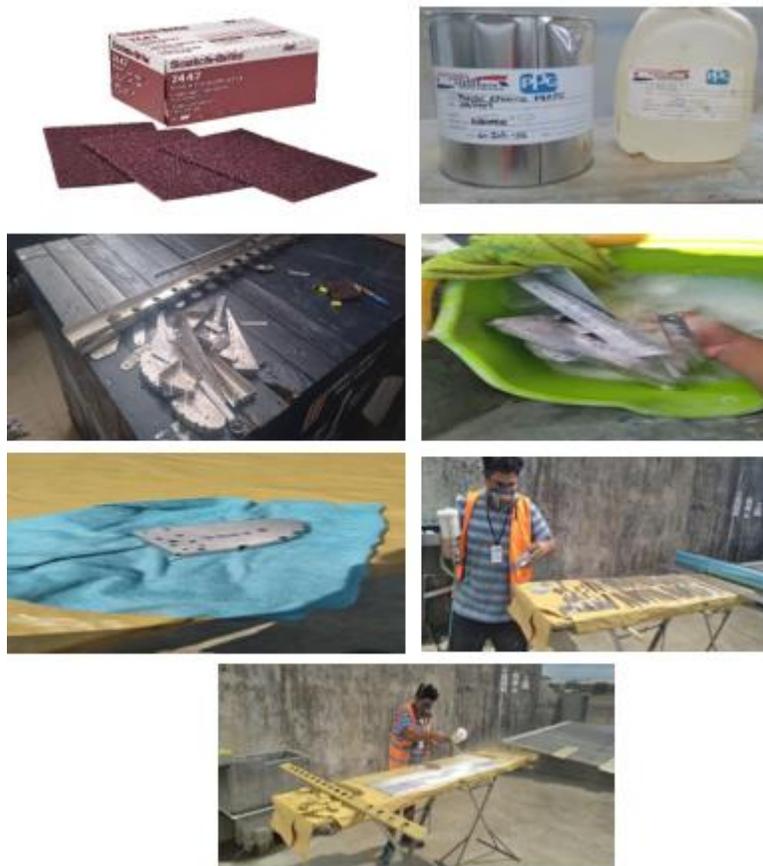
*Preparación de la piel Top y Bottom*



Una vez realizado los pasos anteriores hasta este momento procedemos con ayuda de una esponja Scotch brite industrial para darle adherencia a cada uno de los componentes que formaran parte del ensamblaje para posteriormente proceder a realizar Dimple en todos los orificios #40 para luego aplicar una capa protectora de primer de fondo epóxido FBR-522 con su catalizador correspondiente.

## Figura 59

*Proceso de aplicación de primer*



*Nota.* Proceso de Aplicación de Primer.

## Proceso de Ensamblaje

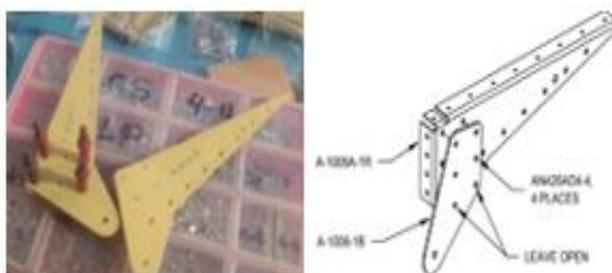
Juntar con ayuda de cecos #30 las costillas NOSE RIB A-1004-1L con OUTBOARD HINGE BRACKETS A-1006-1A y la costilla NOSE RIB A-1004-1R con la OUTBOARD HINGE BRACKETS A-1006-1A, remachamos con un Squeezer neumático para juntar las piezas con remaches AN426AD4-4 en 8 lugares.



Sujetamos con clecos las costillas principales MAIN RIBS A-1005A-1R con el OUTBOARD HINGE BRACKETS A-1006-1B también la costilla principal MAIN RIBS A-1005A-1L con el OUTBOARD HINGE BRACKETS A-1006-1B remachamos las piezas con ayuda de remaches AN426AD4-4 en 8 lugares dejando libre 2 orificios del borde libres para sujetarlos con la piel BOTTOM SKIN.

### Figura 62

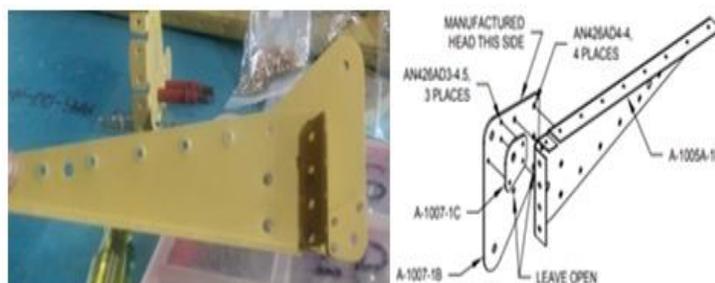
Remachado de costilla principal al hinge brackets



Sujetamos con clecos las costillas principales MAIN RIBS A-1005A-1R con el INBOARD HINGE BRACKETS A-1007-1C en conjunto A-1007-1B también la costilla principal MAIN RIBS A-1005A-1L con el OUTBOARD HINGE BRACKETS A- A-1007-1C en conjunto A-1007-1B remachamos las piezas con ayuda de remaches AN426AD4-4 en 8 lugares dejando libre 2 orificios del borde libres para sujetarlos con la piel BOTTOM SKIN y remachamos INBOARD HINGE BRACKETS A-1007-1C y A-1007-1B con remache AN426AD3-4, 5 en 6 lugares.

### Figura 63

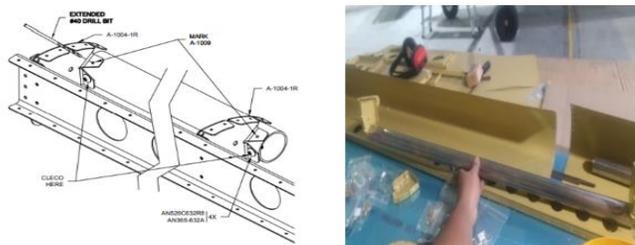
Remachado de costilla principal al hinge brackets izquierdo



Unimos el Counterbalance con las costillas A-1004-1R al Counterbalance A-1009 sujetándolo con (Tornillos AN526C632R8 y Tuerca AN365-632A) en 8 lugares al igual para el alerón derecho la codificación de las costillas cambia A-1004-1L tomando en cuenta que los bordes tomaran dirección hacia adentro.

### Figura 64

*Unión del counterbalance con la piel nose skin*



Ponga el Counterbalance con las costillas en un molde de madera que dará la forma aerodinámica al alerón para posteriormente sujetar con clecos #40 todos los orificios y proceder a remachar la piel NOSE SKIN con remaches solidos AN426AD3-3,5 para eso necesitaremos la ayuda de un Squeezer manual largo y así lograr remachar los remaches hasta lo que se permita luego de remachar las costillas ponga la viga del alerón A-1003-1L sujeta con clecos #30 al igual que el Counterbalance sujeta con clecos #30 y remache con remaches POP LP4-3, con una broca #33 perfore en 6 lugares para poner los remaches POP MK-319-BS como muestra la imagen de remachado.

### Figura 65

*Remachado de la piel nose skin*



### Figura 66

Modelo del remachado anterior nose skin



Para el remachado de las pieles TOP y BOTTOM SKIN colocamos las pieles en una mesa de acero para posteriormente aplicar la técnica de remachados BACK RIVERING sin antes colocar remaches AN426AD3-3 para luego sujetarlos con una cinta 3M de remachado especial mostrada en la sección 5F en la que describe el método de remachado del manual de estructura de la aeronave uniendo así a las pieles las correspondientes partes aplicando este mismo procedimiento para armar el alerón derecho.

### Tabla 3

*Cantidad de stiffeners y costillas principal*

TOP	BOTTOM
STIFENER (A-710)	STIFENER (A-710)
8 lugares	8 lugares
OUTBOARD (A-1005A-1R)	OUTBOARD (A-1005B-1R)
INBOARD (A-1005A-1L)	INBOARD (A-1005B-1L)

*Nota:* La siguiente tabla muestra la cantidad de stiffeners y costillas principales se ubicarán de acuerdo a la posición de la piel

Figura 67

Representación de acuerdo a la posición de los stiffeners

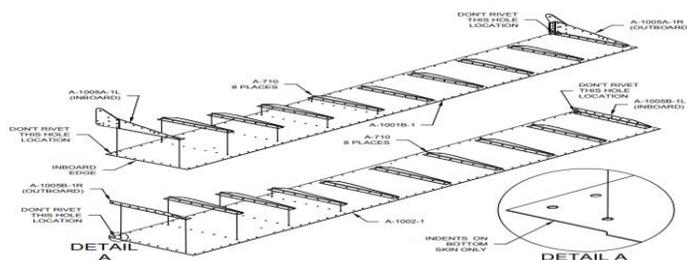
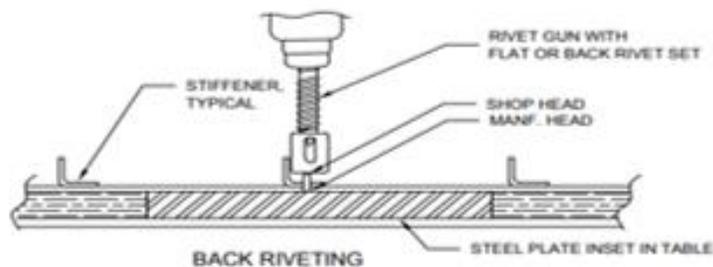


Figura 68

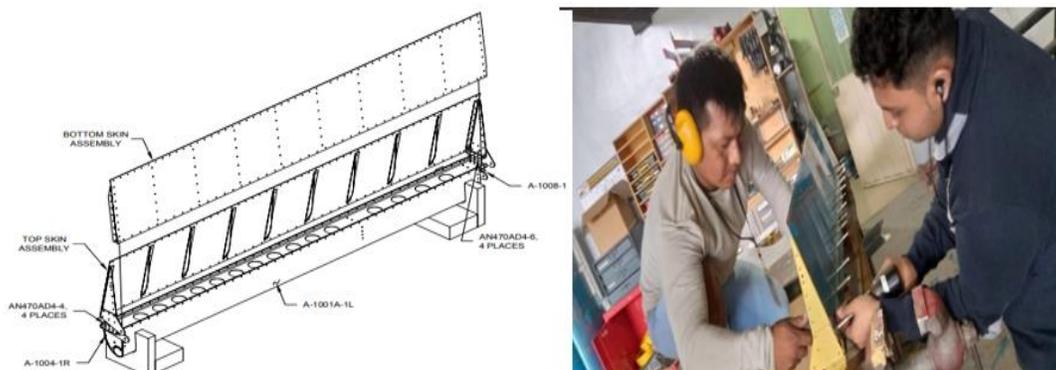
Proceso y aplicación de técnica back riveting



Una vez realizado el back riveting una la piel TOPSKIN con el borde del alerón juntándola con clecos #40 para posterior mente ayuda de un compañero remachamos con remaches AN426AD3-3.5 uniendo así el borde con la piel del alerón para posteriormente sujetar la piel BOTTOM SKIN y con ayuda de un Bucking Bar largo remacharemos la piel BOTTOM SKIN usando remaches AN426AD3-3,5.

## Figura 69

### Unión de las pieles principales a la piel nose skin

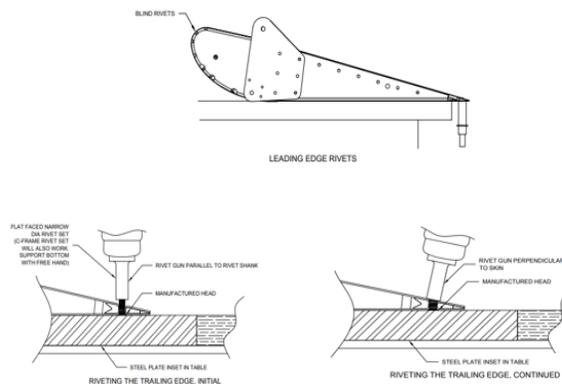


Una vez remachados las dos pieles TOP SKIN y BOTTOM SKIN sujetamos con clecos #40 el TRAILING EDGE medimos y cortamos al tamaño adecuado del borde de salida del alerón para posteriormente cortar y realizar countersink en el TRAILING EDGE para así cerrar con pegamento el borde de salida del alerón.

En una superficie plana con ayuda de peso y 2 ángulos sujetamos con clecos el borde de salida para dejar secar por 24 horas el borde y posteriormente retraladrar y remachamos con AN426AD3-3,5 usando la técnica de remacho del manual de estructura la sección 5H, remachamos los extremos con remaches POP CS4-4 en 16 lugares.

## Figura 70

### Proceso de remachado del trailing edge



## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

El siguiente proyecto contiene información requerida del manual de ensamblaje emitido por el fabricante VAN'S AIRCRAFT mostrando el proceso para un ensamblaje de partes y componentes de la aeronave experimental RV-10.

El sistema de ensamblaje de la casa fabricante VAN'S AIRCRAFT es fácil y práctico mostrándola sección 5 del manual conocida como GENERAL INFORMATION nos permite conocer el material de fabricación, herramientas especiales y técnicas para un mejor procedimiento de armado.

Las características y técnicas usadas en el proceso de ensamblado se encuentran descrita a partir del capítulo 3 en adelante describiendo herramientas y procesos para el ensamblaje del kit de alerones de la aeronave experimental RV-10.

El avance en la industria de la aviación ha evolucionado por siglos hoy en día las herramientas hacen que el trabajo sea más rápido y eficiente al usar por ende presento algunos tipos de herramientas especiales que ayudan a un mejor trabajo en el ensamblado y terminaciones del mismo.

## Recomendaciones

Seguir siempre cada paso y procedimiento tal cual lo describe la SECCIÓN 21 del manual de ensamblaje correspondientes alerones, tomar en cuenta las Notas que indican el manual y tener buena comprensión del inglés debido a que en ciertos párrafos nos indica que retrocedamos a la sección 5 en busca de técnicas o referencias del proceso.

Usar el equipo adecuado y el uso de herramientas especiales de acuerdo a las indicaciones del fabricante o sean enseñadas por una persona con conocimientos por ende debe seguir el procedimiento adecuado.

Antes de empezar el ensamblaje es necesario familiarizarse con la sección 5 del manual de estructura por ende también es necesario aplicar técnicas de limpieza en los bordes y los orificios de limalla dura que traigan desde fábrica para evitar cortes en la piel durante el ensamblaje.

Las técnicas y destrezas se las puede alcanzar solo con la práctica diaria y el manejo, de manuales, personas capacitadas para lograr así las mejores habilidades.

## Glosario

### A

**Alclad:** es una marca registrada de Alcoa empleada como término genérico para describir una lámina de aluminio resistente a la corrosión formado por superficies de aluminio de alta pureza ligados metalúrgicamente a un núcleo de aleación de aluminio de alta resistencia.

### B

**Bolt:** Perno

### C

**Counterbalance:** Es esta condición de desequilibrio la que puede causar un aleteo o golpeteo dañino de una aeronave y, por lo tanto, debe eliminarse. Esto se logra mejor agregando pesos dentro o en el borde de ataque de las lengüetas, alerones o en la ubicación adecuada en los paneles de equilibrio.

### D

**Dimple Die:** Avellanado por impacto con un lado macho y hembra

**Diburring:** Limpiador de fillos y huecos con una punta de acero para limpiar restos de limadura.

### H

**Hinge Brackets:** Soporte o refuerzo.

**Hinge:** Bisagra

### N

**Nutplate:** Las tuercas de anclaje están diseñadas para aplicaciones de montaje ciego

donde no es práctico usar tuercas hexagonales o donde es deseable tener una tuerca adjunta para facilitar el mantenimiento.

**Nut Lock:** Tuerca de auto bloqueo con nailon en el borden para sujetar un perno y no se afloje con la vibración

## S

**Stiffeners:** Angulo de espesor de 0.32 de aleación de aluminio

## T

**Trailing Edge:** El borde de salida o borde de fuga es el punto del perfil de un ala en el que el aire del extradós y del intradós confluyen y abandonan el contacto con el ala.

## W

**Washer:** Arandela.

## Bibliografía

ZKREATIONS & BLOGGER. (Agosto de 2021). *Aprendamos Aviación*. Obtenido de Fuerzas en una aeronave en vuelo : <https://www.aprendamos-aviacion.com/2021/08/fuerzas-interactuan-intervienen-avion-vuelo-aerodinamica-aprendamos-aviacion.html>

Aircraft Spruce & Specialty Co. (1995-2023). *Aircraft Spruce & Specialty Co*. Obtenido de Edge Rolling Tool: <https://www.aircraftspruce.com/catalog/topages/averyedgetool.php>

Aircraft Spruce & Specialty Co. (1995-2023). *Aircraft Spruce & Specialty Co*. Obtenido de Shop Head Rivet Gauge Set: <https://www.aircraftspruce.com/catalog/topages/averyrivetgauge.php>

Aircraft Spruce & Specialty Co. (1995-2023). *Aircraft Spruce & Specialty Co*. Obtenido de Spring Loaded Back Rivet Sets: <https://www.aircraftspruce.com/catalog/topages/springrivset.php>

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe: [https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe: [https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Administration. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Federal Aviation Federal Aviation. (2018). *FAA*. Obtenido de Aviation Maintenance Technician

Handbook–Airframe:

[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)

Muñoz Navarro, M. A. (s.f.). *Safe creative-Manual de vuelo*. Obtenido de Principios básicos, estructura de un avión:

[https://www.manualvuelo.es/1pbav/14\\_avion.html#:~:text=Estos%20componentes%20estructurales%20son%3A%20fuselaje,motriz%20\(motores%20y%20h%C3%A9lices\).](https://www.manualvuelo.es/1pbav/14_avion.html#:~:text=Estos%20componentes%20estructurales%20son%3A%20fuselaje,motriz%20(motores%20y%20h%C3%A9lices).)

Muñoz Navarro, M. A. (s.f.). *Safecreative-Manual de vuelo* . Obtenido de Superficies de Mando y Control:

[https://www.manualvuelo.es/1pbav/15\\_supma.html#:~:text=Las%20superficies%20de%20control%20son,para%20lograr%20un%20movimiento%20coordinado.](https://www.manualvuelo.es/1pbav/15_supma.html#:~:text=Las%20superficies%20de%20control%20son,para%20lograr%20un%20movimiento%20coordinado.)

PROFE FEITO. (09 de Marzo de 2014). *Blogger.com*. Obtenido de Leyes de Newton:

<http://profefeito.blogspot.com/2014/03/leyes-de-newton.html>



# ANEXOS