

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN FUSELAJE MONOCASCO DEL AVION BEEHCRAFT KING AIR E90 DESDE LA ESTACIÓN 65 HASTA LA ESTACIÓN 340 MEDIANTE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA.

POR:

JAGUACO LÓPEZ CARLOS EDUARDO

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AÑO

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. JAGUACO LÓPEZ CARLOS EDUARDO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

ING. PABLO VIZCAÍNO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Noviembre del 2013

DEDICATORIA

Este proyecto de grado se lo dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mi madre por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar. A mis hermanos quien ha sido y serán una mis motivaciones de inspiración y felicidad.

Carlos Eduardo Jaguaco López

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Carlos Jaguaco, mi MADRE Esther López, a mis hermanos y a todos los miembros de mi familia por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros de porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a mi director de mi proyecto de grado quién me ayudó en todo momento.

Carlos Eduardo Jaguaco López

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	1
SUMMARY	2

CAPÍTULO I

EL TEMA	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e importancia.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	7
2.1 Introducción	7
2.1.1 Maqueta.....	7
2.2 Beechcraft.....	7
2.2.1 Avión Beechcraft King Air E90.....	8
2.2.2 King Air 90.....	8
2.3 El fuselaje.....	11
2.3.1 Fuselaje monocasco.....	13
2.3.2 Componentes del fuselaje monocasco.....	15
2.4 Materiales.....	16
2.4.1 Materiales compuestos.....	16
2.4.1.1 Fibra de vidrio.....	16
2.4.2 Materiales ferrosos.....	18

2.4.2.1 Acero aleado.....	19
2.4.3 Nomenclatura de los aceros sistema S.A.E - A.I.S.I.....	20
2.5 Procesos.....	21
2.5.1 Suelda.....	21
2.5.1.1 Suelda por arco eléctrico.....	22
2.5.1.2 Soldadura con electrodo metálico.....	23
2.5.1.2 La seguridad en la soldadura.....	24
2.5.2 Técnicas de trabajo con fibra de vidrio.....	25
2.5.2.1 Preparación de la superficie.....	25
2.5.2.2 Fibra de vidrio y molde.....	26
2.5.2.3 Moldeo del material.....	26
2.5.2.4 Resina.....	26
2.5.2.5 Acelerante.....	27
2.5.2.6 Catalizador.....	27
2.5.2.7 Complementos.....	28
2.5.2.8 Enmasillado.....	28
2.5.2.9 Acabados.....	29
2.5.2.9.1Preparación final de la superficie.....	29
2.5.2.10Condiciones ambientales de trabajo.....	30
2.5.2.11 Precauciones.....	31
2.5.3 Operaciones y términos.....	31
2.5.3.1 Repujado.....	31
2.5.3.2 Rizado.....	32
2.5.3.3 Estiramiento.....	32
2.5.3.4 Doblado.....	32
2.5.3.5 Dobleces en línea recta.....	32
2.5.3.6 Radio de curvatura.....	33
2.5.3.7 Margen de doblés.....	33
2.5.3.8 Dilatación lateral.....	35
2.5.3.9 SeatBack.....	36
2.5.4 Pintura.....	38

2.5.4.1 Seguridad durante el proceso de pintura.....	40
--	----

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA	41
3.1 Principios básicos de construcción.....	41
3.1.1 Descripción de la Maqueta.....	41
3.2 Construcción de la estructura del fuselaje.....	42
3.2.1 Elaboración del molde para circulares.....	43
3.2.2 Construcción de circulares del fuselaje.....	43
3.2.3 Construcción de refuerzos.....	46
3.2.4 Ensamblaje de circulares y refuerzos.....	48
3.2.5 Recubrimiento del fuselaje.....	49
3.2.6 Acabados del recubrimiento.....	51
3.3 Codificación de máquinas, equipos y herramientas.	55
3.4 Simbología.....	56
3.5 Diagramas de los procesos de construcción.	58
3.5.1 Diagrama del proceso de construcción circulares.	58
3.5.2 Proceso de construcción de circulares.....	60
3.5.3 Diagrama del proceso de construcción de refuerzos.	61
3.5.4 Proceso de formación de refuerzos.	62
3.5.5 Diagrama ensamblaje de circulares y refuerzos.	63
3.5.6 Proceso de ensamblaje de circulares y refuerzos.....	64
3.5.7 Diagrama recubrimiento del fuselaje.	65
3.5.8 Proceso de recubrimiento del fuselaje.....	66
3.5.9 Diagrama de proceso de pintura.	67
3.5.10 Procesos de pintura.....	68
3.6 Diagrama de ensamblaje.....	68
3.7 Diagrama del ensamblaje final de la maqueta.....	69
3.8 Estudio económico.....	69
3.9 Presupuesto.....	70
3.10 Análisis de costos.....	70
3.10.1 Costos primarios.....	71
3.10.2 Costos secundarios.....	72

CAPITULOS IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1 Conclusiones.....	73
4.2 Recomendaciones.....	74
GLOSARIO DE TÉRMINOS	75
ABREVIATURAS	77
BIBLIOGRAFÍA	78
NETGRAFÍA	78
ANEXOS	79
ANEXO A “ESTACIONES DEL AVIÓN”	80
ANEXO B “PARTES ESTRUCTURALES DEL FUSELAJE”	82
ANEXO C “SOPORTE”	84
ANEXO D “FUSELAJE”	86
ANEXO E “TRABAJO FINALIZADO”	88
ANEXO F “MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUETA”	90
ANEXO G “MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SOPORTE”	93

ÍNDICE FIGURAS

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	7
Figura: 2.1 Beechcraft King Air E90	9
Figura 2.2 Beechcraft King Air C90.....	10
Figura 2.3 Airbus 380.....	12
Figura 2.4 Fuselaje monocasco.....	14
Figura 2.5 Fuselaje monocasco real.....	14
Figura 2.6 Fuselaje monocasco seccionado.....	15
Figura 2.7 Fibra de vidrio.....	18
Figura 2.8 Ángulos de acero.....	21
Figura 2.9 Suelda eléctrica con electrodo.....	23
Figura 2.10 Preparación de la superficie.....	25
Figura 2.11 Resina y catalizador.....	27
Figura 2.12 Resina y catalizador.....	28
Figura 2.13 Acabados.....	29
Figura 2.14 Ambiente adecuado.....	30
Figura 2.15 Dilatación de metal.....	36
Figura 2.16 Línea visual o neutral donde se realiza los dobles.....	38
Figura 2.17 Pintado de aeronave.....	38
Figura 2.18 Pintado de un avión.....	39

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA	41
Figura 3.1 Sección fuselaje avión Beechcraft King Air E90.....	42
Figura 3.2 Molde para la construcción de circulares.....	43
Figura 3.3 Corte de ángulos metálicos.....	44
Figura 3.4 Dobles de ángulos metálicos.....	44
Figura 3.5 Soldadura de circulares.....	45
Figura 3.6 Circulares culminado.....	46
Figura 3.7 Construcción de refuerzos.....	47
Figura 3.8 Construcción de refuerzos.....	47
Figura 3.9 Corte de las ranuras en los circulares.....	48
Figura 3.10 Unión de circulares y refuerzos.....	48
Figura 3.11 Corte de fibra de vidrio.....	49

Figura 3.12 Fibra de vidrio con resina.....	50
Figura 3.13 Fibra de vidrio secada.....	50
Figura 3.14 Superficie masillada.....	51
Figura 3.15 Superficie lijada.....	51
Figura 3.16 Superficie masillada.....	52
Figura 3.17 Maqueta lijada.....	52
Figura 3.18 Proceso de pintura.....	53
Figura 3.19 Maqueta culminada.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA	41
Tabla 3.1 Codificación de máquinas.	55
Tabla 3.2 Codificación de equipos.	55
Tabla 3.3 Codificación de herramientas.	55
Tabla 3.4 Simbología.....	56
Tabla 3.5 Proceso de construcción de circulares.....	60
Tabla 3.6 Proceso de formación de refuerzos.	62
Tabla 3.7 Proceso de ensamblaje de circulares y refuerzos.....	64
Tabla 3.8 Proceso de recubrimiento del fuselaje.	66
Tabla 3.9 Procesos de pintura.....	68
Tabla 3.10 Gastos de material.....	71
Tabla 3.11 Mano de obra.....	71
Tabla 3.12 Herramientas y equipos.....	71
Tabla 3.13 Total costos primarios.....	72
Tabla 3.14 Total costos secundarios.....	72
Tabla 3.15 Total costos del proyecto.....	72

RESUMEN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la ilustre ciudad de Latacunga, a través de la Carrera de Mecánica Aeronáutica está encargado de la formación de profesionales en aviación, capaces de brindar mantenimiento de alto nivel en el ámbito competitivo, a través del manejo del conocimiento académico y práctico, tanto de sistemas de aviones como herramienta adecuada de nueva generación.

A través de la investigación preliminar desarrollada dentro del Instituto se planteó la **“CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICO DE UN FUSELAJE MONOCASCO DEL AVION BEEHCRAFT KING AIR E90 DESDE LA ESTACIÓN 65 HASTA LA ESTACIÓN 340 MEDIANTE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA”** el cual permite la familiarización del estudiante con este tipo de fuselaje.

Previo a la construcción de la maqueta, se recopiló información acorde a este tipo de fuselaje con el objeto de sustentar la investigación del tema, como punto primordial está el Catálogo Ilustrado de Partes y el Manual de Reparación Estructurales de avión Beechcraft King Air E90.

Se han seleccionado los materiales más óptimos para la construcción los cuales fueron previamente estudiados al término que el acero y la fibra de vidrio poseen las características necesarias para la construcción de la maqueta, sin dejar de lado los diferentes tipos de procesos técnicos utilizados para la construcción de la misma tales como el doblado, rizado, suelda, pintura, y la utilización de la fibra de vidrio.

SUMMARY

The Aeronautical Technological Institute of the illustrious city of Latacunga, through the School of Mechanical Aerospace is responsible for the training of aviation professionals, able to provide high level maintenance in the competitive arena, through the management of academic knowledge and practice, both aircraft systems as appropriate tool new generation.

Through preliminary research developed within the Institute raised the "**EDUCATIONAL BUILDING A MODEL MONOCASCO FUSELAGE OF AN AIRCRAFT BEEHCRAFT KING AIR E90 FROM STATION 65 TO STATION 340 THROUGH TECHNICAL PROCEDURES FOR MECHANICAL AVIATION CAREER**" the allowing student's familiarity with this type of fuselage.

Prior to the construction of the model, data was gathered according to this kind of fuselage in order to support research on the topic, as primary point is the Illustrated Parts Catalog, Structure Repair Manual tickets Beechcraft King Air E90.

We have selected the most optimal materials for construction which were previously studied at the end than steel and fiberglass have the characteristics necessary for the construction of the model, without neglecting the different types of technical processes used to construct thereof such as bending, curling, welding, painting, and the use of fiberglass.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Gracias a la investigación que se realizó con anterioridad el desarrollo del presente trabajo se pudo concluir que para obtener un desempeño eficaz de los estudiantes en el campo laboral, es muy importante la utilización de material didáctico como elementos necesarios para el adiestramiento de los estudiantes.

Determinando así que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico cuenta con el material didáctico necesario que preste las facilidades para el aprendizaje acerca de los tipos de fuselajes.

También en base a la utilización de herramientas de investigación como las encuestas y entrevistas, se pudo determinar las necesidades de los docentes de materias técnicas como la de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica los cuales concuerdan con la necesidad de maquetas de los distintos tipos de fuselaje de los aviones y por ende la necesidad de adquirir una maqueta de un fuselaje monocasco.

Al ser una Carrera Aeronáutica es primordial que se tome en cuenta la enseñanza teórico práctico de la materia de Aeronaves en General para la cual se necesita material de apoyo que ayude a los estudiantes a comprender los conocimientos impartidos en el aula de clases, puesto que la enseñanza práctica se obtendrá mejores resultados en el ámbito laboral.

En el anteproyecto presentado con anterioridad, consta la investigación realizada que determinó la factibilidad de construcción de una maqueta de un fuselaje monocasco del Avión Beechcraft King Air E90

Además se tomo como referencias trabajos similares realizados con anterioridad, Construcción de una maqueta didáctica de un fuselaje seminocasco del Sr. Roberto Cujano.

1.2 Justificación e importancia

La educación capacitación y experiencia de los estudiantes en el Campo Aeronáutico son componentes indispensables para la excelente formación Mecánicos Aeronáuticos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, elementos vitales para el logro exitoso para la misión del mismo, cimiento para el rendimiento y desarrollo del alumno.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en la actualidad cuenta con un buen conjunto de material didáctico pero es necesaria la implementación constante de elementos de estudio que permitan al alumno familiarizarse con los componentes estructurales del avión.

Todos los conocimientos recibidos deben ser interpretados de la mejor manera para que en un futuro puedan ser aplicados en casos reales, es por ello que con la construcción de una maqueta didáctica del fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90 se puede observar los componentes y funcionamiento de dicho fuselaje.

Es cierto que cada aeronave tiene su particular funcionamiento de fuselaje, pero la estructura básica de esta estructura es el mismo para todas la aeronaves, en tal virtud se justifica la construcción de maqueta del fuselaje monocasco, para que de esta manera se pueda observar este tipo de fuselaje de manera más fácil y práctica logrando así el proceso de instrucción y permitiendo potencializar el desarrollo de los mecánicos aeronáuticos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

La implementación de una maqueta de un fuselaje monocasco tiene un enfoque basado en el adiestramiento, de modo que se prepare al futuro/a profesional a tener el conocimiento necesario para realizar sus tareas respectivas, con mucha seguridad, eficiencia y eficacia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Construir e implementar una maqueta didáctica del fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90, para mejorar el desarrollo del proceso de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica referente al fuselaje del avión Beechcraft King Air E90.
- Realizar el estudio técnico para la implementación de una maqueta didáctica del fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90.
- Evaluar alternativas de selección de materiales utilizados para la construcción de este tipo de maqueta didáctica.
- Construir una maqueta didáctica del fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90.
- Realizar manuales de mantenimiento para la Maqueta

1.4 Alcance

El aprendizaje con nuevo material didáctico como esta maqueta impulsará en los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica la confianza necesaria para desarrollar trabajos de todo tipo en este tipo de fuselaje ya que conocerán los componentes estructurales de un fuselaje monocasco, de tal manera que ya familiarizado con este tipo de fuselajes tenga menos complicaciones con lo que respecta al conocimiento de los fuselajes monocasco.

La ejecución de la presente investigación con respecto a una maqueta didáctica de un fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90, dará tanto al Instituto como la carrera de Mecánica Aeronáutica la relevancia sobre

otras instituciones superiores fomentando el interés del estudiante por su carrera desarrollando habilidades y destrezas indispensables para el perfil profesional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El presente capítulo tiene toda la información y complementación para el correcto manejo y comprensión de las herramientas y materiales que se utilizaron para la construcción de la maqueta didáctica del el fuselaje monocasco, además da a conocer nociones generales de temas relacionados al desarrollo de este proyecto.

2.1.1 Maqueta

Es la reproducción física “a escala”, en tres dimensiones generalmente en escala reducida. También existen modelos de tamaño grande de algún objeto pequeño y hasta microscópico representado en algún tipo de maqueta.

La maqueta no solamente puede ser “a escala” si no también representar la simulación de cualquier cosa en otro material, sin el acabado ni la apariencia real.

2.2 Beechcraft¹

BeechAircraftCorporation, previamente conocida como la "BeechcraftDivision" de Raytheon y ahora una unidad de HawkerBeechcraft, es un fabricante de aviones de aviación general y aviación militar, que van desde modelos pequeños de un solo motor, a jets de negocios y transportes militares pequeños. Los aviones Beech, llamados Beechcrafts por la compañía y sus fanáticos, tienen una perdurable reputación de ser los aviones mejor contruidos del segmento, y también los más costosos de su clase.

¹www.hawkerbeechcraft.com/vvdf0=gs

2.2.1 Avión Beechcraft King Air E90

El Beechcraft King Air es una familia de aviones de doble turbohélice diseñados y producidos por el fabricante aeronáutico estadounidense Beechcraft. Se trata de un desarrollo de la aeronave Beechcraft Queen Air, de la cual se distingue principalmente por el cambio de planta motriz así como en la incorporación de un fuselaje presurizado.

La línea King Air comprende una serie de modelos que inicialmente se dividieron en dos familias: el modelo 90 y el modelo 100 que se conocen como King Air, mientras que los modelos 200 y 300 fueron comercializadas como Súper King Air.

2.2.2 King Air 90

El desarrollo del King Air 90 se empezó a concebir en el año 1961. En mayo de 1963, Beechcraft dio comienzo a los vuelos de prueba una versión de desarrollo, modificada a partir de una aeronave Queen Air, a la cual se le añadieron los motores Pratt&Whitney Canadá PT6A-6, y que se denominó como Modelo 87. El 14 de julio, Beechcraft anunció su lanzamiento, y un mes más tarde comenzó a aceptar pedidos para esta versión inicial del King Air, comenzándose las entregas en otoño de 1964. El 24 de enero de 1964, realizó su primer vuelo el prototipo de una variante mejorada, denominada Modelo 65-90, también equipada con motores PT6A-6. El primer avión de producción se entregó el 8 de octubre, y al final de ese mismo mes, Beechcraft había recibido 152 pedidos de esta variante”².

²<http://es.wikipedia.org/wiki/Beechcraft>



Figura: 2.1 Beechcraft King Air E90

Fuente:http://es.wikipedia.org/wiki/Beechcraft_King_Air

“En 1966, después de haberse fabricado 112 unidades del Modelo 65-90, la producción dio paso al Modelo 65-A90, equipado con motores PT6A-20. Este nuevo modelo también gozó de gran popularidad, llegándose a fabricar 206 unidades en menos de dos años, cuando la producción dio pasó al Modelo B90, saliendo el primer aparato de la línea de producción en 1968. Las versiones militares construidas durante estos años, incluido el 65-A90-1, 65-A90-2, 65-A90-3, y 65-A90-4, todos los modelos sin cabina presurizada basados en el Modelo 87. Estos fueron producidos para el Ejército de los Estados Unidos que los denominó bajo el nombre de U-21, estando muchos de ellos equipados para la vigilancia electrónica en el campo de batalla. Un total de 162 U-21 se construyeron entre los años 1967 y 1971. ”²

“Se llegarón a fabricar un total de 184 unidades del Modelo B90 antes de que el Modelo C90 se introdujese en el año 1971. El C90 se caracterizaba por un aumento en la envergadura con respecto a los modelos anteriores en 1,5 m. hasta los 15,32 m; el peso máximo al despegue se incrementó en 160 kg, hasta los 4.378 kg, así como se añadieron los motores PT6A20A-motores. El "Modelo E90 se presentó al año siguiente, el cual incorporaba los motores PT6A-28, llegándose a producir al mismo tiempo que la variante C90”³.

³<http://es.wikipedia.org/wiki/Beechcraft>



Figura 2.2 Beechcraft King Air C90

Fuente:http://es.wikipedia.org/wiki/Beechcraft_King_Air

La serie King Air 90 siguió actualizándose, dando lugar al Modelo F90, seguido del Modelo F90-1. La gama del Modelo F90 se diferenciaba por disponer de cola en T acoplado al fuselaje, igual a la instalada en el King Air 200 mientras que contaba con las alas del E90, y con motores PT6A-135 de cuatro palas, capaces de generar 750SHP (560 Kw). El prototipo del F90 realizó su primer vuelo el 16 de enero de 1978, del cual se llegaron a fabricar un total de 203 unidades entre los años 1979 y 1983, cuando el F90 fue sustituido por el F90-1. El prototipo del F90 se remotorizó con dos motores Garrett AiResearch TPE-331 para poner a prueba la viabilidad del modelo G90, aunque finalmente este modelo no se puso en producción.

El Modelo C90-1 empezó a producirse en el año 1982, después de que se fabricasen un total de 507 C90 y 347 E90. En este modelo se instalaron dos motores PT6A-21, así como se aplicaron mejoras en el sistema de presurización. De esta variante se fabricaron 54 unidades. Al año siguiente, comenzó la producción del Modelo F90-1, al que se instalaron los motores PT6A-135A, lo que implicó el rediseño del carenado de los motores, así como se le instaló un tren de aterrizaje hidráulico. Se fabricaron un total de 33 unidades de este modelo.

Características generales

- Tripulación: 2
- Capacidad: 10 pasajeros
- Longitud: 35'6"
- Envergadura: 50'3"
- Altura: 14'3"
- Peso bruto: 4590 kg
- Peso vacío: 2725 kg
- Peso máximo al despegue: 3378 kg
- Capacidad de combustible: 474 gal
- Plantamotriz: Motores Pratt & Whitney PT6A-6,

Rendimiento

- Velocidad de crucero: 285 Km/h
- Velocidad máxima operativa: 306 Km/h
- Velocidad stall: 101 km/h
- Alcance: 1247 km

2.3 El fuselaje

Del francés "fuselé" que significa "ahusado", el fuselaje es la parte principal de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión. También, sirve como estructura central a la cual se acoplan las demás partes del avión, como las alas, el grupo motopropulsor o el tren de aterrizaje.

La forma del fuselaje es una relación entre una geometría con poca resistencia aerodinámica y las necesidades de cada aeronave para cumplir sus diversos objetivos por ejemplo en un avión de pasajeros la mayor parte del fuselaje es utilizada para la cabina de pasajeros, cuya configuración interna depende de la duración de los vuelos así como de las distintas necesidades que tenga durante los vuelos.

La mercancía o carga se suele transportar en las bodegas de los aviones de transporte de personas, situadas debajo de la cabina de pasajeros y en la cola del avión; en aviones exclusivamente cargueros, que pueden haber sido contruidos expresamente para este fin o ser aviones de pasajeros dados de baja y adaptados para el transporte de cargas.

También existen versiones combi en la que parte de la cabina de pasajeros se separa mediante un mamparo y se dedica al transporte de carga. Además existen aviones con cabina en diáfano que permiten un buen transporte y manejo de la carga, además de ser fácilmente adaptable a cualquier otro tipo de misiones.

Algunos aviones poseen rampas de acceso o aperturas por el morro o por la parte posterior para la carga y descarga de mercancías voluminosas, por ejemplo, el Airbus Beluga.



Figura 2.3 Airbus 380

Fuente:<http://www.ivaio.es/uploads/8697689eec233abb95cd0b31ab6e8dec.pdf>

El fuselaje debe disponer de un número determinado de salidas de forma que se cumplan las normativas internacionales de evacuación ante una emergencia. Esto incluye la instalación en algunos aviones de rampas, toboganes hinchables, etc.

Además, el fuselaje debe disponer de una serie de registros y accesos que permitan la inspección y revisión del avión además de los servicios de abastecimiento en tierra.

Como conclusión podemos decir que en la construcción del fuselaje intervienen numerosos factores de diseño, aerodinámica, cargas estructurales y funciones de la aeronave.

2.3.1 Fuselaje monocasco ⁴

El fuselaje monocasco o todo en una pieza, proveniente de la industria naval, fue utilizado primero en hidroaviones de madera, pero dadas sus ventajas de resistencia fue pronto adoptado para muchos tipos de aeronaves. Este tipo de estructura monocasco o “todo de una pieza” es un tubo en cuyo interior se sitúan a intervalos, una serie de armaduras verticales llamadas cuadernas, que dan forma y rigidez al tubo. El tubo del fuselaje, o el revestimiento exterior sí forma parte integral de la estructura soportando y transmitiendo los esfuerzos a los que está sometido el avión. Para que este revestimiento soporte estas cargas debe ser resistente y por ello está fabricado en chapa metálica, que debe ser de cierto espesor para aguantar mejor. A mayor espesor, mayor peso, y es que el fuselaje monocasco, aun siendo más resistente, es más pesado. Por ello cayó en desuso.

Hoy en día se emplea en misiles, aviones-blanco e hidroaviones que no precisen de demasiado espesor de chapa.

⁴<http://www.ivao.es/uploads/8697689eec233abb95cd0b31ab6e8dec.pdf>

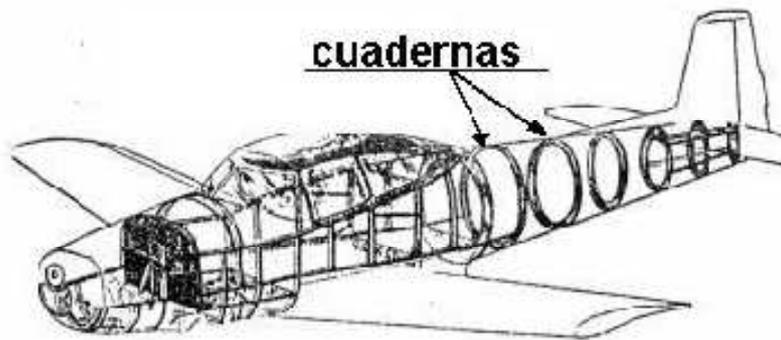


Figura 2.4 Fuselaje monocasco

Fuente: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/.htm

El fuselaje monocasco basa su fuerza en el revestimiento para soportar casi todos los esfuerzos, pero su superficie no debe sufrir deformaciones o hendiduras.

Con los mamparos, marcos y anillos formadores forma el fuselaje, pero es el revestimiento quien soporta las cargas y le da rigidez al fuselaje. Esto supone un recubrimiento muy grueso con el consiguiente aumento de peso.

Dado que no miembros de refuerzo están presentes, la piel debe ser lo suficientemente fuerte para mantener el fuselaje rígido.

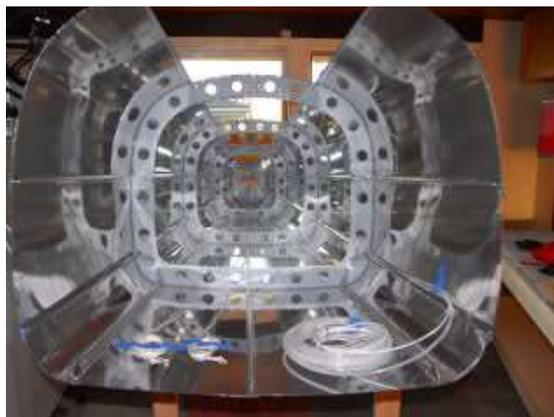


Figura 2.5 Fuselaje monocasco real

Fuente: Investigación de campo

2.3.2 Componentes del fuselaje monocasco

- **Cuadernas**

Las cuadernas son los elementos que rigidizan el fuselaje, para que este se mantenga firme frente a la diferencia de presión exterior e interior, o no se parta frente a las fuerzas aerodinámicas. Las cuadernas trabajan a flexo tracción habitualmente, debido a la diferencia de presión exterior con la interior en la cabina.

- **Piel del fuselaje**

Es el revestimiento externo del cuerpo del avión, Se utiliza principalmente como láminas y placas, revestimiento de las aleaciones de aluminio se desarrolló inicialmente para aumentar la resistencia a la corrosión y por lo tanto para reducir los requisitos de mantenimiento de aeronaves de aluminio.

- **Mamparo**

Este conjunto está instalado en la parte de atrás del avión, precisamente en el cono de cola que es la última sección del fuselaje. Es parte del sistema de presurización de la cabina.

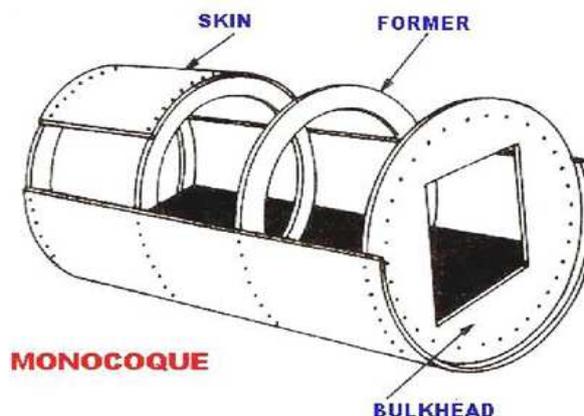


Figura 2.6 Fuselaje monocasco seccionado

Fuente: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/.htm

2.4 Materiales

2.4.1 Materiales compuestos

Existen materiales compuestos tales como: el acrílico y la fibra de vidrio corresponden a una fuente corriente en lo que respecta a la construcción de maquetas, cuyo finalidad de empleo de este tipo de material es la de brindar una gran resistencia al mismo tiempo, que de aliviana, de fácil reparación y de aspecto llamativo.

La fibra de vidrio es parte fundamental es parte fundamental en la conformación de ciertas zonas del interior del avión, así como los pisos, maleteros y los paneles aerodinámicos mismos que han llegado con el tiempo a remplazar el aluminio, la madera, entre otros, cuyo peso no favorece los intereses del operador.

2.4.1.1 Fibra de vidrio

La palabra fibra de vidrio o “fiberglass” por su traducción al inglés. Con esta expresión se entiende que es una formación de tela, la fibra de vidrio se obtiene gracias a la intervención de ciertos hilos de vidrio muy pequeños, que al forman una malla entretejida.

Es importante mencionar que los hilos son obtenidos (proceso industrial) mediante el paso de un vidrio líquido a través de un elemento sumamente resistente, que además deben contar con diminutos orificios.

Consecutivamente, se debe proceder a enfriarlo, permitiendo solidificar el entelado, lo cual dará como resultado un producto que será lo suficientemente flexible como para poder realizar un correcto entre tejido. Así mismo, a esta fibra de vidrio se la puede emplear para producir otro tipo: la fibra óptica.

En cuanto a la densidad de la fibra de vidrio en sí, la misma es de 1,6, mientras que su resistencia en relación con el tema de la tracción oscila entre 400 y 500 N/m²

Las principales características que poseen las bandas de tela de fibra de vidrio son:

Resistencia mecánica

Las fibras de vidrio son el elemento del compuesto que otorga resistencia mecánica al producto. Las fibras de vidrio que suelen usarse son:

- Fibras continuas unidireccionales;
- Fibras multidireccionales de hilos continuos;
- Velos sintéticos superficiales.

Peso ligero

El peso específico de los compuestos de fibra de vidrio (aprox. 1,75 kg/dm³) permite un traslado y una instalación sencilla del producto, además del correspondiente ahorro de peso sobre las estructuras portantes.

Auto extinción

La fibra se elabora con resinas auto extingüibles de baja emisión de humos para disminuir los riesgos en caso de incendio. Las distintas resinas se mezclan con aditivos libres de halógenos, sin uso de clorados, ni bromados, etc.

Mantenimiento mínimo

Gracias a las características intrínsecas de la fibra de vidrio, los compuestos no requieren ningún mantenimiento especial, ni siquiera después de muchos años de uso en ambientes extremos. Esto, con el tiempo, se traduce automáticamente en un ahorro económico.

Aislamiento eléctrico

La fibra de vidrio es un material que no es conductor de la electricidad y, por tanto, los compuestos elaborados son ideales para aplicaciones en las que los materiales metálicos requerirían una puesta a tierra costosa. En algunas aplicaciones particulares, el producto debe ser conductor, en cuyo caso se añade un aditivo específico a la resina para darle al compuesto dicha característica.

Propiedades no magnéticas

La fibra de vidrio es un material radiotransparente que no interfiere con las ondas electromagnéticas, las ondas de radio ni los radares.



Figura 2.7 Fibra de vidrio

Fuente: http://www.eurograte.es/fibra_de_vidrio/

2.4.2 Materiales ferrosos

A pesar de que existe una gran variedad y aun que tiene una gran tendencia a la oxidación, los derivados del hierro fueron y continúan siendo muy utilizados en muchos ámbito industriales. Se llama material ferroso a todo material que en su composición contenga una proporción de hierro.

La producción mundial de metales ferrosos es más de veinte veces superior a la del resto de los metales juntos. Esto es debido por un lado a su abundancia y por otro a la gran cantidad y variedad de productos que se pueden obtener a partir del hierro.

2.4.2.1 Acero aleado

Se da el nombre de aceros aleados a los aceros que además de los cinco elementos: carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre, contienen también cantidades relativamente importantes de otros elementos como el cromo, níquel, molibdeno, etc., que sirven para mejorar alguna de sus características fundamentales. También puede considerarse aceros aleados los que contienen alguno de los cuatro elementos diferentes del carbono que antes hemos citado, en mayor cantidad que los porcentajes que normalmente suelen contener los aceros al carbono, y cuyos límites superiores suelen ser generalmente los siguientes: Si=0.50%;Mn=0.90%; P=0.100% y S=0.100%.

Los elementos de aleación que más frecuentemente suelen utilizarse para la fabricación de aceros aleados son: níquel, manganeso, cromo, vanadio, wolframio, molibdeno, cobalto, silicio, cobre, titanio, circonio, plomo, Selenio, aluminio, boro y Niobio.

La influencia que ejercen esos elementos es muy variada, y, empleados en proporciones convenientes, se obtienen aceros con ciertas características que, en cambio, no se pueden alcanzar con los aceros ordinarios al carbono.

Los aceros aleados son utilizados para manufacturar partes y componentes de gran espesor, con resistencias muy elevadas en el interior de las mismas. En elementos de máquinas y motores se llegan a alcanzar grandes durezas con gran tenacidad. Es posible fabricar mecanismos que mantengan elevadas resistencias, aún a altas temperaturas. Existe aceros inoxidables que se utiliza para manufacturar elementos decorativos, piezas de máquinas y herramientas, perfectamente a la que resisten acción de los agentes corrosivos. Es posible

preparar troqueles de formas muy complicadas que no se deformen ni agrieten en el temple, etc.

La tendencia que tienen ciertos elementos a disolverse en la ferrita o formar soluciones sólidas con el hierro alfa, y la tendencia que en cambio tienen otros a formar carburos.

La influencia de los elementos de aleación en los diagramas de equilibrio de los aceros (Elevación o descenso de las temperaturas críticas de los diagramas de equilibrio y las temperaturas Ac y Ar correspondientes a calentamientos y enfriamientos relativamente lentos, modificaciones en el contenido de carbono del acero eutectoide, Tendencia a ensanchar o disminuir los campos austeníticos o ferríticos correspondientes a los diagramas de equilibrio, y otras influencias también relacionadas con el diagrama hierro-carbono, como la tendencia a grafitizar el carbono, a modificar el tamaño del grano, etc.

La influencia de los elementos aleados sobre la templabilidad.

La influencia que tienen en retardar el ablandamiento que se produce en el revenido.

Existen otras influencias diversas, como mejoras en la resistencia a la corrosión, resistencia al calor, resistencia a la abrasión, etc., las cuales se deben directa o indirectamente a alguna de las variaciones o fenómenos citados anteriormente.

2.4.3 Nomenclatura de los aceros sistema S.A.E - A.I.S.I.⁵

Como la microestructura del acero determina la mayoría de sus propiedades y aquella está determinada por el tratamiento y la composición química; uno de los sistemas más generalizados en la nomenclatura de los aceros es el que está basado en su composición química.

En el sistema S.A.E. - A.I.S.I., los aceros se clasifican con cuatro dígitos XXXX.

⁵http://www.tubocobre.net/literatura_pdf/cobre_nomenclatura_acero.pdf

Los primeros dos números se refieren a los dos elementos de aleación más importantes y los dos o tres últimos dígitos dan la cantidad de carbono presente en la aleación. Un acero 1040 AISI es un acero con 0.4%C; un acero 4340 AISI, es un acero aleado que contiene 0.4%C, el 43 indica la presencia de otros elementos aleantes.



Figura 2.8 Ángulos de acero

Fuente:<https://www.google.com.ec/search?hl=es&q=acero&psj=>

2.5 Procesos

2.5.1 Sueda

Soldadura es la unión de piezas metálicas, con o sin material de aporte, utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos generales:

- a) Aplicando presión exclusivamente.
- b) Calentando los materiales a una temperatura determinada, con o sin aplicación de presión.

Se denomina "material base" a las piezas por unir y "material de aporte" al material con que se suelda.

La soldadura está relacionada con casi todas las actividades industriales, además de ser una importante industria en sí misma. Gracias al desarrollo de

nuevas técnicas durante la primera mitad del siglo XX, la soldadura sustituyó al atornillado y al remachado en la construcción de muchas estructuras, como puentes, edificios y barcos. Es una técnica fundamental en la industria automotriz, en la aeroespacial, en la fabricación de maquinaria y en la de cualquier tipo de producto hecho con metales.

El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y de las instalaciones disponibles.

Existen diversos procesos de soldadura, los que difieren en el modo en que se aplica la energía para la unión. Así hay métodos en los que se calientan las piezas de metal hasta que se funden y se unen entre sí o que se calientan a una temperatura inferior a su punto de fusión y se unen o ligan con un metal fundido como relleno. Otro método es calentarlas hasta que se ablanden lo suficiente para poder unir las por martilleo; algunos procesos requieren sólo presión para la unión, otros requieren de un metal de aporte y energía térmica que derrita a dicho metal; etcétera.

2.5.1.1 Suelda por arco eléctrico

La Soldadura por Arco Eléctrico se realiza poniendo a dos conductores en contacto; y se los somete a una diferencia de potencial, de esta manera se establece entre ellos un flujo de corriente.

Luego se los separa y se provoca una chispa para ionizar el gas o el aire que los rodea, consiguiendo de este modo el paso de corriente, aunque los conductores no se hallan en contacto.

De esta manera creamos un arco eléctrico entre ellos por transformación de la energía eléctrica en energía luminosa y calórica.

De hecho, el calor producido por el arco no solo es intenso sino que además está focalizado, lo cual resulta ideal para efectuar la soldadura. Se alcanzan así temperaturas de 3.500°C.

En ese circuito eléctrico formado por los electrodos y el arco, la intensidad de la corriente depende de la tensión, y la de la resistencia, del circuito. Al acercar o alejar los electrodos, varía la resistencia y la intensidad, por lo tanto, la energía se transforma en calor, haciendo que la soldadura no sea uniforme.

Para lograr soldaduras uniformes, es necesario durante el proceso de soldado, mantener la distancia constante entre electrodos.

2.5.1.2 Soldadura con Electrodo Metálico

Este es el procedimiento usado en la construcción de estructuras metálicas.

El gran desarrollo de la construcción con estructuras metálicas, en parte se debe a este procedimiento de unión.

Al provocar un arco eléctrico entre las piezas a unir y un electrodo que sirve de material de aportación, se logra la unión.

La soldadura en arco se inició en Suecia a principios del siglo XX, cuando Kjellber inventó el electrodo revestido.



Figura 2.9 Suelda eléctrica con electrodo

Fuente:http://www.construmatica.com/construpedia/Soldadura_por_Arco

2.5.1.2 La seguridad en la soldadura

Los peligros relacionados con la soldadura suponen una combinación poco habitual de riesgos contra la salud y la seguridad. Por su propia naturaleza, la soldadura produce humos y ruido, emite radiación, hace uso de electricidad o gases y puede provocar quemaduras, descargas eléctricas, incendios y explosiones.

Algunos peligros son comunes tanto a la soldadura por arco eléctrico como a la realizada con gas y oxígeno. Si trabaja en labores de soldadura, o cerca de ellas, observe las siguientes precauciones generales de seguridad:

- Suelde solamente en las áreas designadas.
- Utilice solamente equipos de soldadura en los que haya sido capacitado.
- Sepa qué sustancia es la que está soldando y si ésta tiene o no revestimiento.
- Lleve puesta ropa de protección para cubrir todas las partes expuestas del cuerpo que podrían recibir chispas, salpicaduras calientes y radiación.
- La ropa de protección debe estar seca y no tener agujeros, grasa, aceite ni ninguna otra sustancia inflamable.
- Lleve puestos guantes incombustibles, un delantal de cuero, y zapatos altos para protegerse bien de las chispas y salpicaduras calientes.
- Lleve puesto un casco hermético específicamente diseñado para soldadura, dotado de placas de filtración para protegerse de los rayos infrarrojos, ultravioleta y de la radiación visible.
- Nunca dirija la mirada a los destellos producidos, ni siquiera por un instante.
- Mantenga la cabeza alejada de la estela, manteniéndose detrás y a un lado del material que esté soldando.
- Haga uso del casco y sitúe la cabeza correctamente para minimizar la inhalación de humos en su zona de respiración.
- Asegúrese de que exista una buena ventilación por aspiración local para mantener limpio el aire de su zona de respiración.

- No suelde en contenedores que hayan almacenado materiales combustibles ni en bidones, barriles o tanques hasta que se hayan tomado las medidas de seguridad adecuadas para evitar explosiones.
- Si trabajan otras personas en el área, asegúrese de que hayan sido avisadas y estén protegidas contra los arcos, humos, chispas y otros peligros relacionados con la soldadura.

2.5.2 Técnicas de trabajo con fibra de vidrio

2.5.2.1 Preparación de la superficie⁶



Figura 2.10 Preparación de la superficie

Fuente:[http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo .pdf](http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo.pdf)

Es importante llevar a cabo la preparación a fondo de la superficie para permitir que la resina poliéster desarrolle sus propiedades al máximo. El requerimiento básico es tener unas superficies limpias, secas y totalmente lijadas después de haber eliminado el recubrimiento anterior tal como la pintura, barniz, polvo.

Antes de lijar, cualquier tipo de contaminación tal como aceite, grasa, cera, la superficie debe ser eliminada con disolventes, tal como thinner, y luego limpiarlo con papel limpio antes de secarse el disolvente.

⁶ [manuales%20Tuning%20Fibra.pdf](http://www.manuales%20Tuning%20Fibra.pdf)

2.5.2.2 Fibra de vidrio y molde

La construcción inicia con el molde, que puede ser de manera mismo que tener las características exactas con respecto al original, con el objeto de obtener las mismas características dimensionales y visuales.

2.5.2.3 Moldeo del material

La madera debe estar limpia (todo el recubrimiento anterior debe ser eliminado), seca y libre de contaminación, se recomienda una superficie bien lijada (papel de lija de grano 80 al 20). La madera debe estar seca. Asegurarse de que el polvo del lijado ha sido limpiado antes de aplicar la resina poliéster.

2.5.2.4 Resina

Uno de los componentes primordiales en la fabricación de una moldura es la resina poliéster, esta resina es un líquido viscoso de olor característico, con el cual no se podrá conseguir nada hasta que se mezcle con su catalizador, por norma general es un compuesto de peróxido de MEC, mismo que controla el tiempo que tome en secarse

Normal mente la resina ya viene activa con el cobalto siendo el único en adherir el catalizador o secante de la misma. El catalizador será el que realice la reacción química para que comience el fraguado y secado de la resina.

Nota: La mezcla se realiza por partes que vienen graduadas en una escala grabada en la botella de peróxido de MEC, la cantidad mezclada debe ser correcta ya que una cantidad menor del catalizador provoca que la resina no endurezca, por otro lado al excederse en la mezcla se consigue un secado más deprisa, pero la resina final no proporciona la dureza adecuada como su mezcla es la recomendada por el fabricante.

La medida promedio es entre 2ml y 5ml por cada kilo de resina aunque en algunos casos se utiliza hasta 10 ml por kilo de resina o más. A más cantidad de catalizador la reacción química es más fuerte por lo que la temperatura de la resina aumentara llegando incluso a niveles de hasta prenderse fuego.



Figura 2.11 Resina y catalizador

Fuente:[http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo .pdf](http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo.pdf)

2.5.2.5 Acelerante

Componente que acelera el endurecimiento del material. Se presenta en forma líquida, de color violeta, o en pasta siendo más aconsejable en líquido. La proporción a utilizar variara según el tipo de trabajo entre el 0,5 al 3% del volumen de la resina a utilizar; la temperatura ambiente modifica el tiempo de gelificación de la resina debiendo usarse menos acelerante en días calurosos. Nunca debe mezclarse con el catalizador en estado puro porque puede provocar reacciones químicas muy violentas no recomendables. Su abuso varía el color de la resina. En general se utiliza el acelerador denominado de cobalto. Se mide su proporción con goteros o vasos de medida.

2.5.2.6 Catalizador

Componentes que se le agrega al poliéster para iniciar la reacción química, en una proporción variable usualmente del 2%; el efecto producido dependerá de la temperatura ambiente. Se presenta en estado líquido transparente aunque existe también en estado sólido; también se lo denomina MEC. Es considerado más práctico su uso en estado sólido ya que es más fácil de medir el porcentaje a agregar a la resina con goteros granulados o vasos medidores.”

2.5.2.7 Complementos

Para el desarrollo en la totalidad del trabajo, los complementos son de consideración las masillas de poliéster de dos componentes que se emplean para rellenar y tapar las pequeñas imperfecciones que se tiene al trabajar con la fibra de vidrio.

Tinner que es disolvente de limpieza ideal para las herramientas, como las brochas y pinceles.

Cera desmoldantes empleada para el remover las secciones de fibra de vidrio del molde una vez que haya pasado el proceso de secado. Es conveniente asegurarse en su aplicación para no tener problemas de pegado.

2.5.2.8 Enmasillado



Figura 2.12 Resina y catalizador

Fuente:[http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo .pdf](http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo.pdf)

El enmasillado se refiere a rellenar y dar forma a áreas hundidas o desiguales para combinarlas con las áreas a su alrededor y darles una apariencia estética tanto a la vista como al tacto. Después de haber finalizado las reparaciones estructurales importantes, el enmasillado final se puede conseguir fácilmente con materiales de relleno de baja densidad.

Se puede considerar este proceso:

1. Preparar las superficies de acuerdo con las recomendaciones del punto 2.5.2.1.
2. Alisar con la lija cualquier protuberancia o cresta en la superficie y limpiar el área a enmasillar dejando “libre de polvo”.
3. Mezclar, a la consistencia de grasa, el endurecedor de masilla.
4. Recubrir las superficies porosas con masilla (lavar, lijar y secar antes de proceder).

2.5.2.9 Acabados

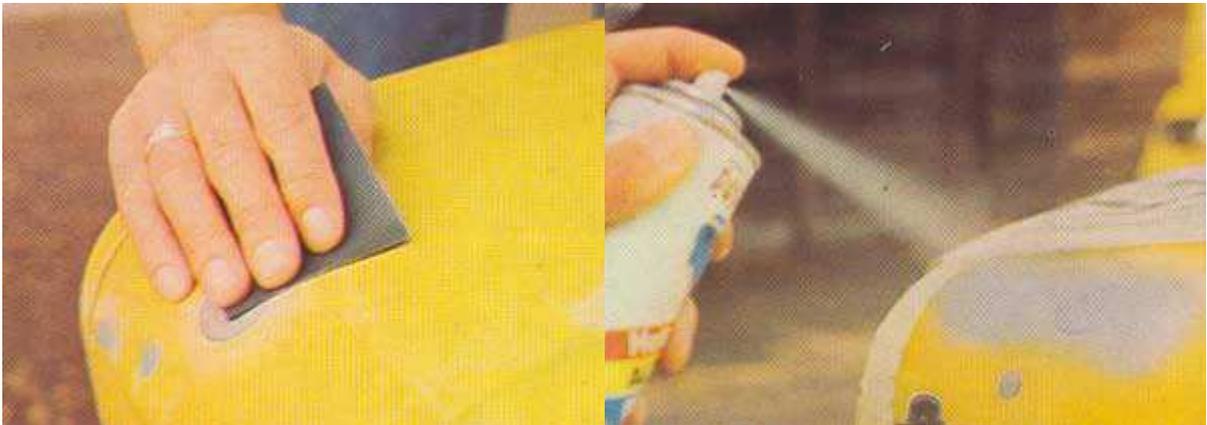


Figura 2.13 Acabados

Fuente: <http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo .pdf>

Una correcta técnica de acabado no solamente agrega belleza a las superficies terminadas, sino que además protege el trabajo realizado de la luz ultra violeta, la cual puede dañar a material luego de una explosión prolongada. Los métodos más comunes para dar acabado a una superficie, son pintar o barnizar, los cuales requieren una apropiada preparación de la superficie antes de su aplicación.

2.5.2.9.1 Preparación final de la superficie

La preparación de la superficie para el acabado final es tan importante como lo es la preparación de la resina. La superficie debe estar lijada limpia y seca.

1. Permita que la capa final de masilla lo cubra completamente.
2. Lave y lije la superficie a base de lija y agua
3. Lije hasta lograr la superficie fina. La cantidad de tiempo empleado en lijar, depende de la aplicación de la última o ultimas capas de masilla y del tipo de acabado elegido.

Si han existido fallas en algunas áreas, será necesario lijar con papel de lija gruesa a fin de alisar las crestas. Es preferible lija de agua, ya que esto evita el polvo del lijado seco.

Nota: Según los requerimientos del fabricante de la pintura final, puede llegar a utilizarse un papel de lija más fino. Una vez acabada la preparación, lave la superficie con agua abundante y séquesela con trapos de algodón blancos, limpios y secos o con toallas de papel.

2.5.2.10 Condiciones ambientales de trabajo

Se conseguirán buenos resultados cuando el área de trabajo esté bien ventilada y templada. Para obtener los mejores resultados con la resina el producto debe ser utilizado en condiciones secas con humedad baja (inferior a 65%) y la temperatura entre 15C° y 30C°. Como guía general, por cada 10C° de elevación o descenso de la temperatura ambiental, el tiempo de aglutinamiento se reduce a la mitad o se duplica respectivamente.



Figura 2.14 Ambiente adecuado

Fuente: <http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo.pdf>

Antes de utilizar la resina y la fibra de vidrio hay que tener muy en cuenta que son materiales muy tóxicos, por lo que se debe trabajar en lugares muy bien ventilados y protegerse con mascarillas y guantes.

Las brochas deben ser nuevas para una mejor aplicación, tener siempre todo el material a mano muy bien identificado para no cometer errores; al preparar la resina siempre disponer de la mezcla del material exacta que se va a gastar o algo más y nunca en exceso ya que se tendrá treinta minutos para poder trabajarlo cómodamente y luego habrá que desecharlo.

2.5.2.11 Precauciones

“La resina puede venir acelerada o sin acelerador, la resina es el producto reacciona con la fibra y provoca que se funda la fibra de vidrio en un solo material, como precauciones es muy inflamable, toxica por inhalación.

No mezclar la resina con el catalizador antes que con el acelerador ya que se puede volver inestable y provocara una explosión. Hay que tener especial precaución con el catalizador y los productos químicos que se utilizan por precaución con niños, animales, etc.”.⁷

2.5.3 Operaciones y términos

Los métodos que usted utilizará en las operaciones de formación incluyen procedimiento de trabajo en láminas metálicas tales como encogimiento, repujado, rizado y doblado.

2.5.3.1 Repujado

La operación de forma a los metales maleables martillados o golpeándolos para formar combadura, se llama repujado. Durante este proceso el metal se apoya en un molde o un troquel. Cada uno de los dispositivos tienen una depresión en la cual se puede añadir las piezas metalizadas martilladas. El repujado se puede hacer a mano o máquina.

⁷<http://www.slideshare.net/Alrior/los-fibra-vidrio>

2.5.3.2 Rizado

Siempre que se doble, pliegue o se corrugue un pedazo de lámina metálica para que se acortase el rizado. El rizado con frecuencia se usa para achicar un poco el extremo de un tramo de tubo, de manera que se pueda acoplar una sección dentro de otra. El rizado de un lado de un pedazo recto de un fierro angular, usando alicates para rizar, hace que se encorve.

2.5.3.3 Estiramiento

Si usted martilla una pieza metálica plana en el área indicada por la línea de puntos, el material de esta área se adelgazara. Sin embargo, como la cantidad de material habrá disminuido, cubrirá una mayor área. Por lo tanto usted ha producido un estiramiento en este punto.

El estiramiento de una parte de una pieza metálica afecta el material que lo rodea, especialmente en el caso de ángulos formados y estirados por presión.

2.5.3.4 Doblado

El hacer dobleces en láminas, planchas u hojas metálicas, se llama doblamiento, la palabra doblado usualmente siguiere la idea de dobleces cerrados y angulares. Este se hace generalmente en máquinas dobladoras

2.5.3.5 Dobleces en línea recta

Cuando se forman dobleces rectos, usted debe tener presente el grosor del material, la composición de su elección y su condición de temple. En términos generales mientras más delgado sea el material se puede hacer dobleces más agudos o de radio de curva más pequeño, mientras más suave sea más cerrada resultara la curva. La curva más cerrada que se puede hacer sin debilitar tanto la pieza se llama radio mínimo de curvatura. Otros factores que debe tenerse en cuenta cuando se hacen dobleces en línea recta son la tolerancia para los doblés, el retroceso y la línea donde debe apoyarse la dobladora o línea visual.

Se han establecido para su uso formulas y tablas que se han de aplicar en las diferentes circunstancias. La aplicación de fórmulas normalmente consiste en sustituir medidas tales como el espesor del material de la lámina y grado de dobles. Todas estas tablas y formulas están basadas en el sistema decimal. Si los espesores del material de la lámina están indicados en calibres, usted debe convertirlos en equivalentes en decimales, antes de proseguir con cálculos.

2.5.3.6 Radio de curvatura

El radio de curvatura de una lámina es el radio de doblés medido por la parte del material curvado. El radio mínimo de curvatura de una lámina de material es la curva de los doblés más cerrado al cual se puede doblar la hoja sin debilitar demasiado la parte en los dobles. Si el radio de curvatura es demasiado pequeño, los esfuerzos y tensiones debilitaran el metal y se puede producir rajaduras. Para cada tipo de metal laminado que se utiliza en los aviones se especifica un radio mínimo de curvatura. La clase de material, el espesor la condición de temple son factores que lo afectan usted puede doblar laminas recosidas a un radio aproximadamente igual a su espesor. El acero inoxidable y la aleación de aluminio 2024T requieren un radio de curvatura constante mayor.

2.5.3.7 Margen de doblés

Supongamos que usted tiene el problema de hacer un ángulo formado como larguerillo para que se ajuste a una esquina. La esquina mide una pulgada a cada lado, pero usted se da cuenta que no puede hacer el dobles a escuadra en el metal y que no se ajusta a escuadra en la esquina, porque tendrá una curva. Usted sabe también que la distancia será menor que la distancia que va hacia la esquina y hacia afuera. Al hacer unos dobles en una lámina metálica, usted debe calcular el margen de doblés o sea la longitud de material requerido para el dobles.

La tolerancia para el doblés depende de cuatro factores: el grado de doblés, el radio de curvatura el espesor del metal y el tipo de metal usado. El radio de curvatura es generalmente proporcional al espesor del material. Además,

mientras más cerrado se haga el radio de curvatura corto será el material necesario para el doblés. El tipo de material también es importante, que si el material es suave se puede doblar a vuelta muy cerradas, pero si es duro, el radio de curvatura y el margen de doblés será también mayor. El grado de curvatura afectará la altitud total del metal, mientras que el espesor influirá en el radio de curvatura.

Al doblar la tira metálica, el material se comprimirá en la parte inferior de la curva y se estirará en la parte exterior de ella. Sin embargo en alguna distancia entre estos dos externos hay un espacio que no está afectado por ninguna de estas dos fuerzas. Este se conoce como línea natural o eje neutral. Esto ocurre a una distancia aproximada 0.445 de material ($0.445 \times T$) desde el interior del radio de curvatura.

Cuando se dobla el metal a dimensiones exactas, se debe determinar la longitud de la línea neutral, a fin de dejar suficiente material para los doblés. Para ahorrar tiempo el cálculo del margen de doblés, se ha establecido formulas y tablas de diferentes ángulos, radios de curvatura, espesores de materiales y otros factores para su uso. La fórmula del margen de doblés para unos dobles de 90° se puede establecer como sigue:

Al radio de la curvatura R se le añade la mitad del espesor del metal $1/2T$. Esto da $R + 1/2T$ que es el radio que es el radio del círculo en el eje neutral, aproximadamente.

Calcule la diferencia de este círculo, multiplicando el radio de la curvatura de la línea neutral ($R + 1/2T$), esto da circunferencia como:

$$2\pi \left(R + \frac{1}{2}T \right)$$

Como un doblés de 90° , es la cuarta parte de un círculo, divida la circunferencia entre 4:

Esto da resultado:

$$2\pi \left(R + \frac{1}{2}T \right) / 4$$

Por consiguiente, el margen de dobles para un doblés de 90° es:

$$2\pi \left(R + \frac{1}{2}T \right) / 4$$

Para usar la fórmula en el cálculo del margen de doblés en un dobles de 90° que tenga un radio de ¼ de pulgada, para un material de 0.051 de pulgada de espesor, sustituya los valores en la fórmula como sigue:

Margen de dobles:

$$\begin{aligned} &= 2 \times 3.1416 (0.250 + 1/2(0.051)) / 4 \\ &= 6.2832 (0.250 + 0.0255) / 4 \\ &= 0,4323 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el margen de doblés necesario o longitudinal requiere del material para el doblés es de 0.4323 o 7/16 de pulgada.

La fórmula tiene un pequeño error, porque en realidad, la línea neutral no está exactamente en el centro de la lámina que se está doblando. Sin embargo, la cantidad de error incurrió en cualquier problema determinado es tan pequeña que se lo considera despreciable.

2.5.3.8 Dilatación lateral

En el trabajo de láminas el doblado se define como la deformación del metal alrededor de su eje recto como se muestra en la figura 2.15(a). Durante la operación de doblado, el metal dentro del plano neutral se deforma así como se ve en la figura 2.15 (b). El metal se deforma plásticamente así que el doblés toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron. El doblado produce poco o ningún cambio en el espesor de la lámina metálica.

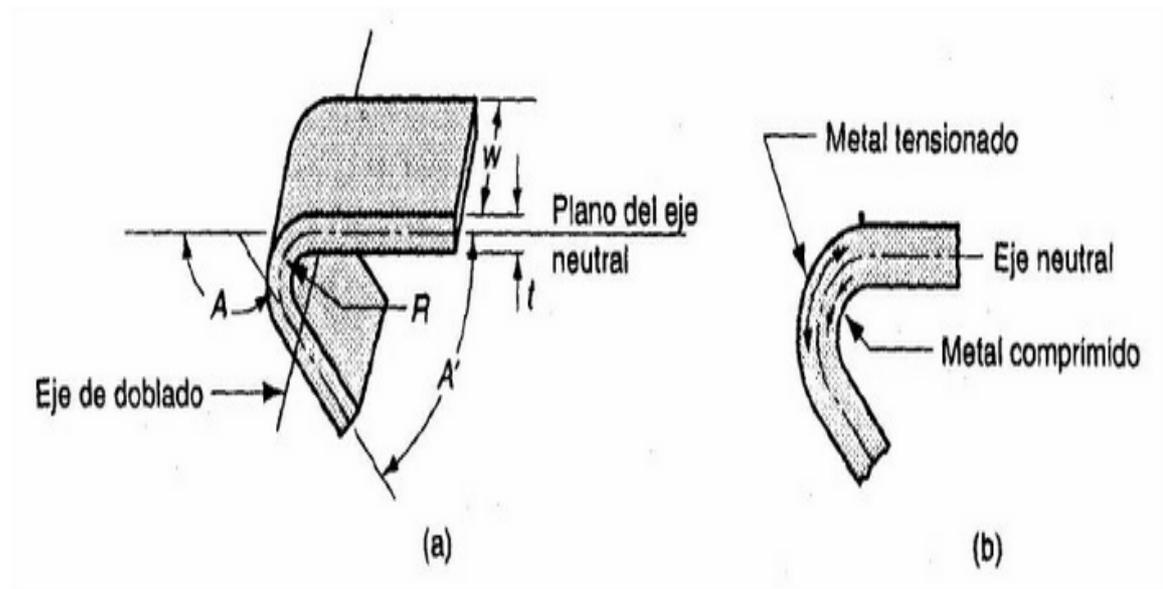


Figura 2.15 Dilatación de metal

Fuente <http://maocephus.blogspot.com/2008/03/doblado-en-frio.html>

En cambio, en la parte más exterior del mismo doblado, el estirado de las fibras provoca una contracción.

2.5.3.9 Seat Back

Seat Back (SB) o retroceso del material, las fibras que han sido desplazadas en el sentido longitudinal, ejercen una acción lateral, provocando deformaciones. En el ángulo interior del doblado, la compresión de las fibras provoca un desplazamiento de las mismas hacia fuera del ancho primitivo.

Cálculo de Seat Back

Ejemplo

Ángulo $\leq 90^\circ$

Longitud del primer doblés $A = 1.5 \text{ in}$

Longitud del doblés intermedio $B = 2.5 \text{ in}$

Longitud tercer doblés $C = 3 \text{ in}$

Radio de doblés $R = 1/8 \text{ in}$

Espesor del material $T = 0.050 \text{ in}$

Margen de dobles $MD = 2\pi \left(R + \frac{1}{2}T \right) / 4$

Retroceso del material $SB = R + T$

$$SB = R + T$$

$$SB = 0.125in + 0.05in = 0.175in$$

$$A = 1.5in - 0.175in = 1.325in$$

$$MD = 2\pi \left(R + \frac{1}{2}T \right) / 4$$

$$MD = 6.283(0.125in + 0.25in) / 4$$

$$MD = 0.236in$$

$$B = 2.5in - 0.35in = 2.15in$$

$$C = 3in - 0.175in = 2.825in$$

$$Suma\ total = A + B + C$$

$$Suma\ total = 1.325in + 2.15in + 2.825in$$

$$Suma\ total = 6.3in$$

$$MDt = 0.236 \times 2 = 0.472in$$

$$Total\ material = Suma\ total + MDt$$

$$Total\ material = 6.3in + 0.472in = 6.772in$$

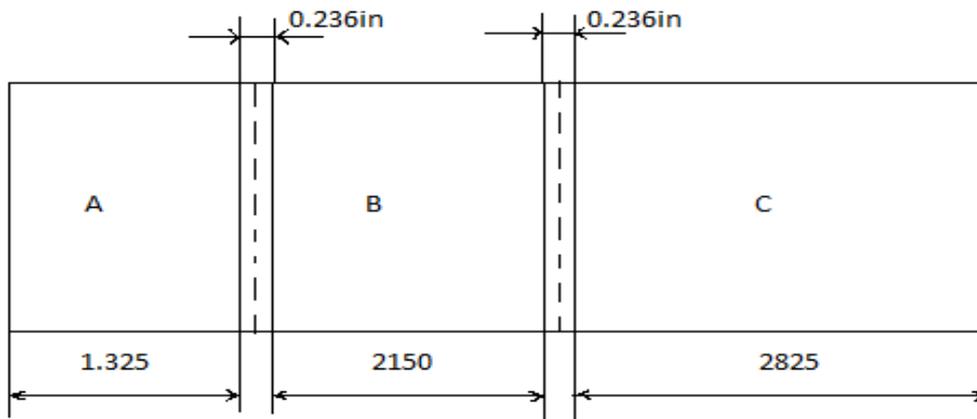


Figura 2.16 Línea visual o neutral donde se realiza los dobles

Fuente: Investigación de campo

2.5.4 Pintura

El proceso de pintura es el capítulo final de la construcción de un avión, pero quizás sea uno de los procesos más importantes y delicados.

El objetivo principal de la pintura de una aeronave es la de proteger la estructura contra el efecto corrosivo, darle al operador de cada aeronave de una identidad y facilitar las tareas de mantenimiento.



Figura 2.17 Pintado de aeronave

Fuente: Investigación de campo

El proceso de pintura dura entre 5 y 12 días, dependiendo del tipo de avión y complejidad de la marca de la aerolínea o fuerza aérea y es realizado por verdaderos maestros de la pistola electrostática. Se dice que un especialista proveniente del sector del automóvil necesita cerca de un año para poder pintar sin ayuda y cerca de dos para ser un pintor de verdad.

Las labores comienzan con el enmascaramiento de las zonas delicadas, como ventanas, tomas de aire, ranuras o antenas. Se lija para quitar la suciedad y rugosidad de la estructura. Después se da una imprimación no cromada para facilitar la adhesión de la pintura y se aplican las capas primero en fuselaje y luego sobre el ala. Posteriormente se rotula con instrucciones de servicio y mantenimiento y en casos de aviones de patrulla marítima, se añade un barniz protector. Las capas de pintura están compuestas por una capa intermedia, sobre ella se aplica una capa base sobre la que se pintan los colores de la aerolínea y por último una capa transparente que le da brillo y durabilidad.

Los procesos de pintura se realizan en hangares especiales con sistemas de ventilación avanzados que filtran el aire. El aire se renueva 18 veces cada hora a través de un proceso de limpieza que incluye sistemas en el suelo y limpiadores de agua para asegurar que las partículas sean eliminadas separadamente.



Figura 2.18 Pintado de un avión

Fuente: Investigación de campo

2.5.4.1 Seguridad durante el proceso de pintura

Los peligros relacionados con los procesos de pinturas son una mezcla entre riesgos contra la salud y la seguridad.

Mascarilla

El tipo de mascarilla que debe ser utilizada para este tipo de trabajo se escoge según el tiempo, peligrosidad y lugar de trabajo ya que existen de distintos tipos ya sean para cubrir solo las vías respiratorias así como todo el rostro.

Guantes

Deben utilizarse mientras se pinta y deben ser químico-resistentes y estar en buenas condiciones, se deben cambiar continuamente cuando se encuentren sucios.

Traje de pintura

El traje a utilizar debe tener un mínimo de 60 % de algodón, debe cubrir todo el cuerpo y pueden ser desechables según la necesidad.

Normas de seguridad

- Utilizar equipos especializados para este tipo de procesos.
- Lleve puesta ropa de protección para recubrir todas las partes expuestas del cuerpo.
- Mantenga la cabeza alejada de la zona de exposición directa de los gases de la pintura.
- Asegúrese que allá una buena ventilación en el lugar de trabajo.
- Trabaje solamente en lugares designados para este tipo de actividades.
- Lleve puesto un casco hermético y diseñado específicamente para este trabajo.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En el presente capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para la construcción de la maqueta de un fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90 de una manera secuencial y describiendo cada uno de sus pasos.

3.1 Principios básicos de construcción

El material utilizado debe ser firme y ligero además de que su tamaño no debe ser tan voluminoso, ya que tiene como fin ser de fácil traslado y manipulación del mismo para cualquier tipo de explicaciones prácticas.

Para la ejecución práctica del trabajo se tomó en cuenta factores tales como:

- Dimensiones
- Tipo de estructura
- Materiales
- Otros

3.1.1 Descripción de la Maqueta

La maqueta de un fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air es un modelo a escala que presenta todos los componentes estructurales que tienen este tipo de fuselajes, está constituido de acero y fibra de vidrio, además de un soporte que aloja al fuselaje, construido de tubo de hierro el cual nos garantiza resistencia.

Esta maqueta contiene circunferenciales o cuadernas en ángulo (L) por la facilidad de formación y de doblado, refuerzos los cuales atraviesan los circunferenciales para después proceder a su unión mediante el proceso de

suelda; soldadas las partes principales del fuselaje nos brindan dureza y estabilidad a la estructura.

También contiene un recubrimiento de fibra de vidrio a forma de piel sobre toda la estructura compacta de la maqueta.

La construcción de la maqueta ha sido considerada de acuerdo con la factibilidad de construcción enfocándose en entrenamiento y estudio, proporcionando un acabado minucioso para su mejor apreciación y presentación, para la construcción del mismo además se tomó en cuenta la optimización de los recursos, materiales y equipos para un ahorro de recursos.

3.2 Construcción de la estructura del fuselaje

Para la construcción de la estructura de la maqueta del fuselaje se consideró de la factibilidad de construcción enfocando al entrenamiento y su estudio, proporcionando un acabado minucioso este tipo de maqueta es de un fuselaje monocasco.

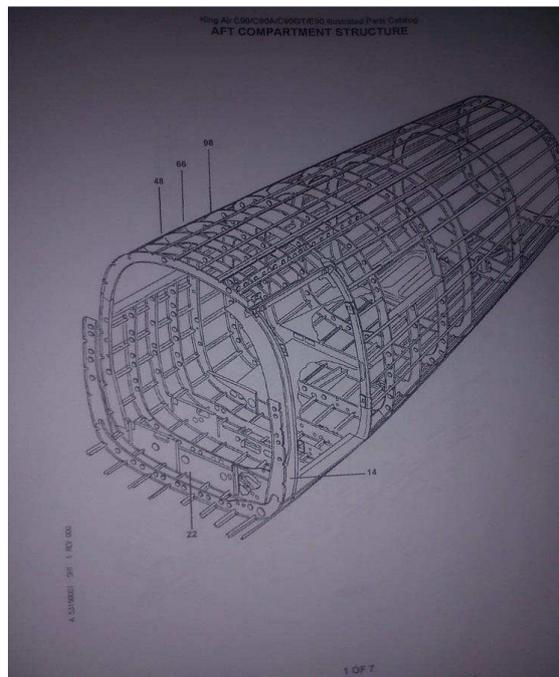


Figura 3.1 Sección fuselaje avión Beechcraft King Air E90

Fuente: Catalogo Ilustrado de Partes (IPC)

3.2.1 Elaboración del molde para circulares

El molde para circulares, se realizó sobre una plancha metálica para evitar que se dañe o rompa y del cual se obtuvo las medidas exactas para la construcción de los circulares para la estructura de la maqueta.



Figura 3.2 Molde para la construcción de circulares

Fuente: Investigación de campo

3.2.2 Construcción de circulares del fuselaje

Con el molde sobre una base sólida se coloca los ángulos metálicos y se toma medidas exactas para los cortes que se realizan con un arco de sierra sujeta los ángulos en una entenalla para evitar accidentes o cortes que se pudieran producir por la utilización de esta herramienta de corte.



Figura 3.3 Corte de ángulos metálicos

Fuente: Investigación de campo

La construcción de esta sección es primordial ya que esta dará la forma y diseño a nuestra maqueta así como también las medidas exactas.

Una vez obtenidos los pedazos acorde con las longitudes basadas en molde fabricado con anterioridad se procedió al doblado de los mismos de forma manual, con un radio de 8 cm en los extremos superiores y de 5 cm en los inferiores en el circular de mayor tamaño y en los de menor dimensión en la parte superior de 5cm y en la inferior de 4 cm.



Figura 3.4 Dobles de ángulos metálicos

Fuente: Investigación de campo

Con los ángulos doblados posteriormente se procedió a unirlos con la estructura de los circulares mediante el proceso de soldadura para después proceder con su posterior revisión de medidas para evitar cualquier tipo de mal formación en la estructura del fuselaje.



Figura 3.5 Soldadura de circulares

Fuente: Investigación de campo

Al término de la soldadura se puede apreciar la formación del primer circular y se seguirá este procedimiento para los demás formadores pero con distintas longitudes y diámetros según las medidas obtenidas del molde.



Figura 3.6 Circulares culminado

Fuente: Investigación de campo

Después de que culminar la construcción de los circulares se procede con la limpieza de la escoria producto de la soldadura eléctrica.

3.2.3 Construcción de refuerzos

Después de medir la longitud requerida para los refuerzos se procede a cortar con el arco de sierra según sea la necesidad de cada uno y su lugar de ubicación en la estructura del fuselaje para evitar cualquier tipo de confusión se debe señalar a cada uno de los refuerzos ya que sus medidas son muy similares.



Figura 3.7 Construcción de refuerzos

Fuente: Investigación de campo

Una vez listos los refuerzos y con sus medidas apropiadas se procedió al doblés según su necesidad y más importante aún su ubicación en la estructura ya que cada uno de estos tiene una ubicación exacta.

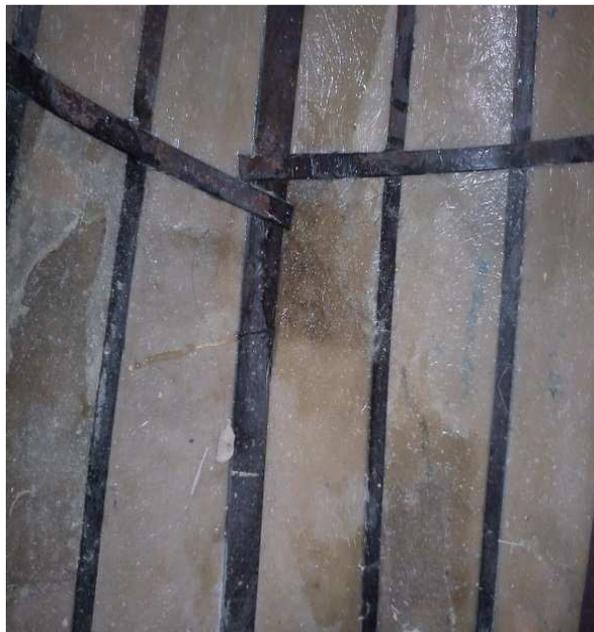


Figura 3.8 Construcción de refuerzos

Fuente: Investigación de campo

3.2.4 Ensamblaje de circulares y refuerzos

Con los circulares y refuerzos terminados se tomó las medidas y las posiciones en las que van a encontrarse los circulares y refuerzos para posteriormente proceder con el corte de las ranuras en los circulares para su ensamblaje y de esta manera dar la forma de la estructura.



Figura 3.9 Corte de las ranuras en los circulares

Fuente: Investigación de campo

Al culminar con los cortes en los circulares se procede al ensamblaje de los miembros estructurales tomando en cuenta la posición de cada uno de los mismos para evitar cualquier tipo de inconvenientes y así la estructura básica del fuselaje va tomando poco a poco su forma final y de este modo se puede proceder a su cubierta.



Figura 3.10 Unión de circulares y refuerzos

Fuente: Investigación de campo

3.2.5 Recubrimiento del fuselaje

Con la estructura básica del fuselaje construida se procedió a su recubrimiento con fibra de vidrio ya que es un material muy maleable y manejable, la forma propia de la maqueta es muy irregular y la fibra de vidrio ayudó para un fácil trabajo.

Las partes principales de la estructura son medidas para proceder con el corte de la fibra de vidrio.



Figura 3.11 Corte de fibra de vidrio

Fuente: Investigación de campo

Al trabajar con fibra de vidrio se debe tener especial cuidado ya que este material suele irritar la piel se recomienda utilizar equipo de protección personal para evitar cualquiera de estos problemas.

Luego de forrar la estructura sección por sección se colocó la resina, es decir, mezclado con el acelerante y catalizador sobre la fibra de vidrio cortada con la forma de las secciones. Pasado el proceso se deja secar hasta que la fibra de vidrio tome una forma firme y rígida.



Figura 3.12 Fibra de vidrio con resina

Fuente: Investigación de campo

Para terminar el forrado de toda la estructura se ejecuta este proceso en reiteradas ocasiones hasta culminar con todas las secciones del fuselaje y dar su forma casi final.



Figura 3.13 Fibra de vidrio secada

Fuente: Investigación de campo

3.2.6 Acabados del recubrimiento

El proceso de acabados se emprendió con el lijado de las superficies del fuselaje, para igualar los bordes de fibra que sobresalen, posterior a esto se masilla la superficie en su totalidad, dejando secar 30 minutos.



Figura 3.14 Superficie masillada

Fuente: Investigación de campo

Después que la masilla se seque, se procede a lijar hasta conseguir una superficie lisa y así poder ver pequeñas imperfecciones en el fuselaje casi imperceptibles.



Figura 3.15 Superficie lijada

Fuente: Investigación de campo

Se procedió a remasillar las fallas e imperfecciones sobrantes con masilla de un tipo más fina para evitar estos problemas de nuevo.



Figura 3.16 Superficie masillada

Fuente: Investigación de campo

El proceso de pintado comienza cuando la superficie se encuentra perfectamente lisa y sin imperfecciones. Una vez lista la superficie se culmina con los detalles, es decir empleando tinner para la limpieza de superficie y posterior mente la pintura definitiva tanto en la parte interior como exterior de las superficies.



Figura 3.17 Maqueta lijada

Fuente: Investigación de campo

Con la ayuda de un soplete se procedió proceso de pintura tal y como se lo realizaría en un aeronave real con los procedimientos adecuado para este tipo proyectos.

El material utilizado en el interior es prymer y en el exterior se utilizó pintura de acabado exterior poliuretano, este tipo de pintura utilizada es aeronáutica apropiada para el tipo de trabajo realizado; de igual manera el prymer utilizado es de tipo aeronáutico utilizado en la aviación normalmente.



Figura 3.18 Proceso de pintura

Fuente: Investigación de campo

En la figura se muestra el trabajo terminado con todos los componentes unidos y ensamblados con un soporte estructural para la maqueta del fuselaje que ya se encuentra terminado. En si el trabajo fue realizado con fines de mejorar el aprendizaje en los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.



Figura 3.19 Maqueta culminada

Fuente: Investigación de campo

3.3 Codificación de máquinas, equipos y herramientas.

Tabla 3.1 Codificación de máquinas.

N°	Máquina	Características	Código
1	Amoladora	110 V	M1
2	Soldadora	220 V	M2

Tabla 3.2 Codificación de equipos.

N°	Equipo	Características	Código
1	Compresor y equipo de pintura	80psi – 1HP	E1

Tabla 3.3 Codificación de herramientas.

N°	Herramienta	Código
1	Flexómetro	H1
2	Molde	H2

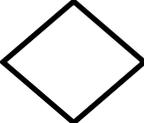
3	Sierra de arco	H3
4	Entenalla	H4
5	Aplicador de masilla	H5
6	Tijera	H6
7	Señalador	H7
8	Brocha	H8
9	Lija	H9

3.4 Simbología

La siguiente simbología de diagramas de procesos es la que se utilizara dentro de los diversos procesos de construcción de la maqueta, los mismos servirán para escribir detalladamente todo lo realizado durante la construcción.

Tabla 3.4 Simbología

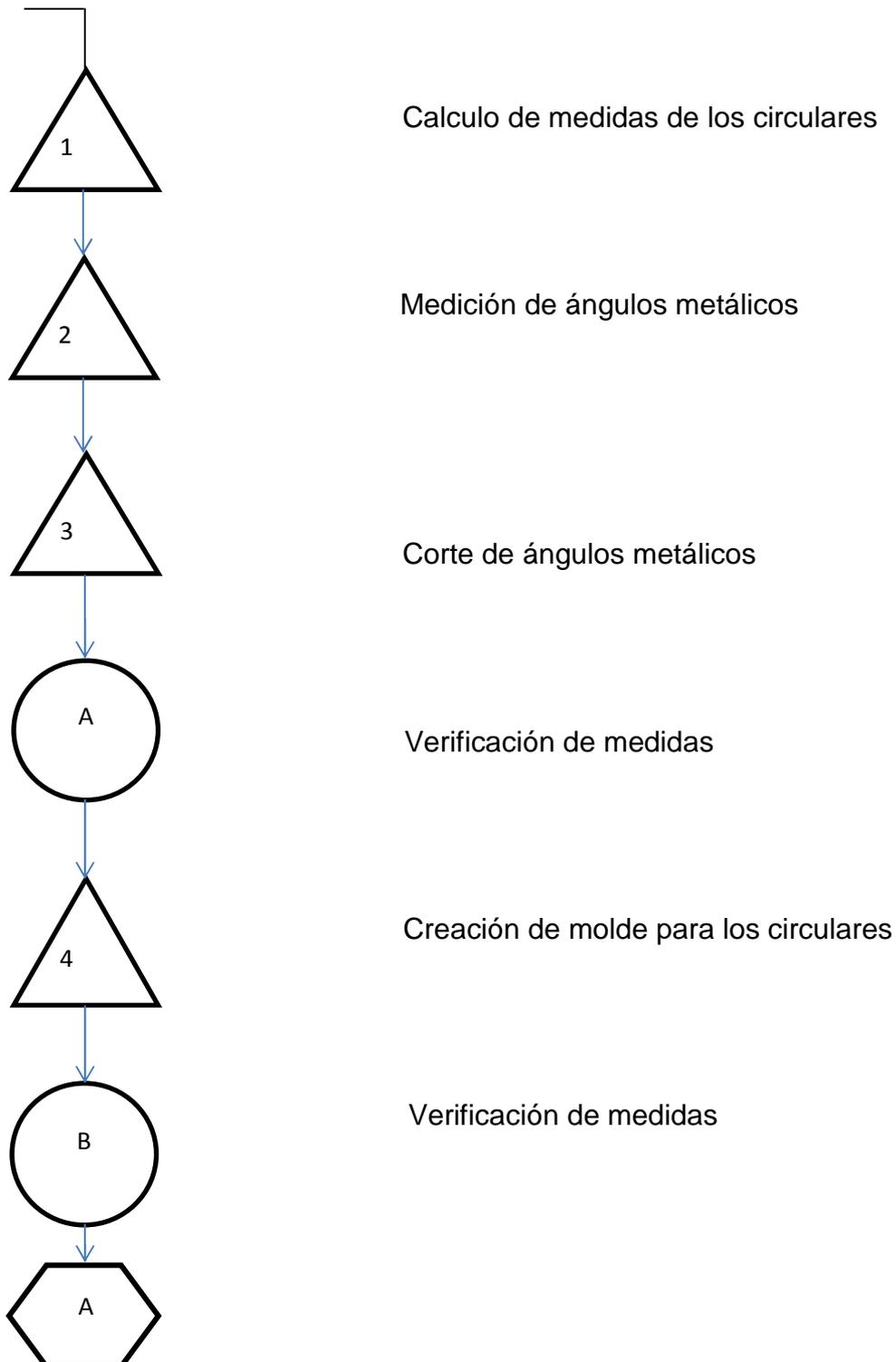
N°	Actividad	Simbología
1	Proceso	

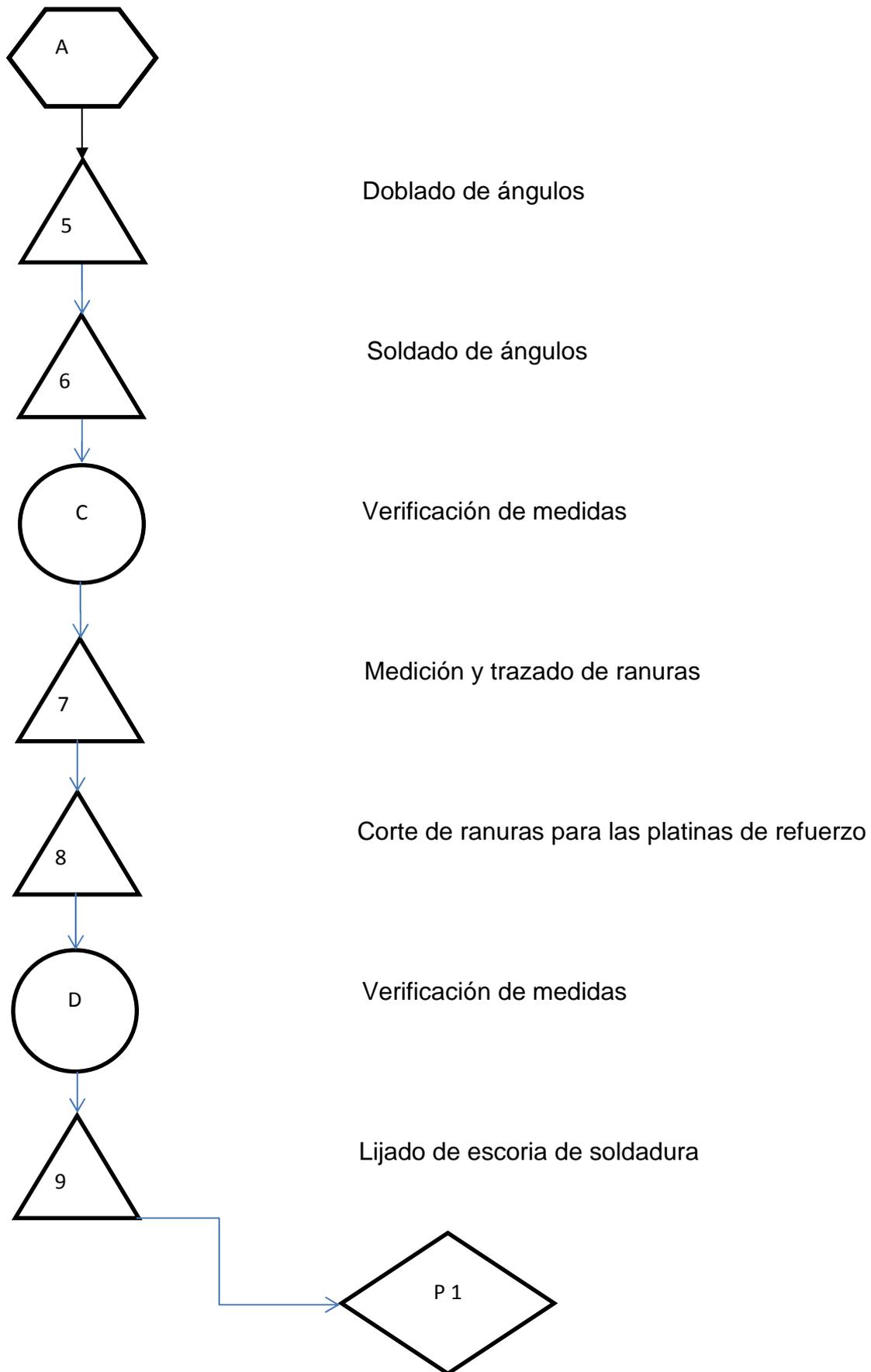
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Producto terminado	
5	Ensamble	
6	Continuar diagrama	

3.5 Diagramas de los procesos de construcción.

3.5.1 Diagrama del proceso de construcción circulares.

Material: Ángulo metálico ASTM A500 de una 1 in x 1/16 in de espesor





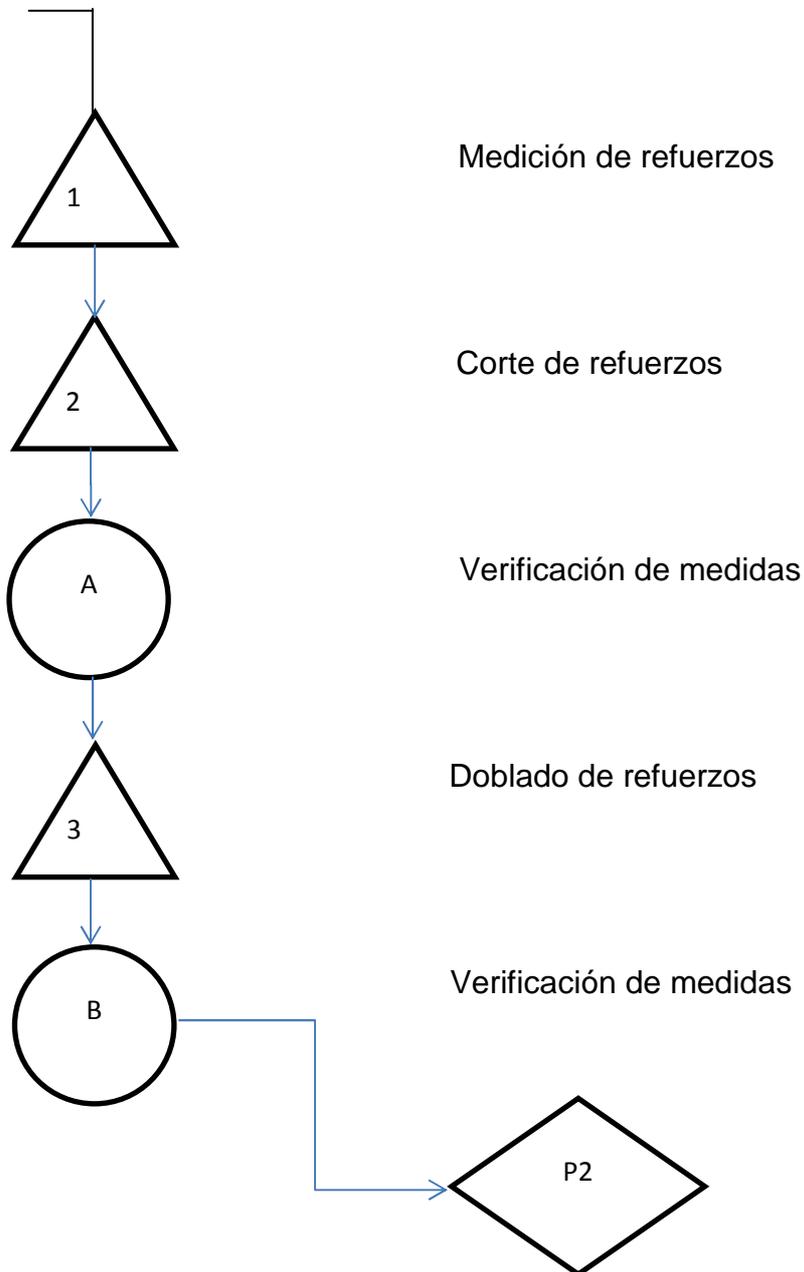
3.5.2 Proceso de construcción de circulares

Tabla 3.5 Proceso de construcción de circulares

N°	Proceso	Máquina – Equipo – Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	T	E	T	H	T
1	Medición y trazado					H1- H7	90
2	Corte de los ángulos metálicos					H3	240
3	Diseño de molduras					H2	90
4	Doblés de las piezas	M2	90			H3- H4	240
5	Soldadura de las partes para el circular	M2	240				

3.5.3 Diagrama del proceso de construcción de refuerzos.

Material: Platina metálica ASTM A500 de una 1/2 in x 1/16 in de espesor



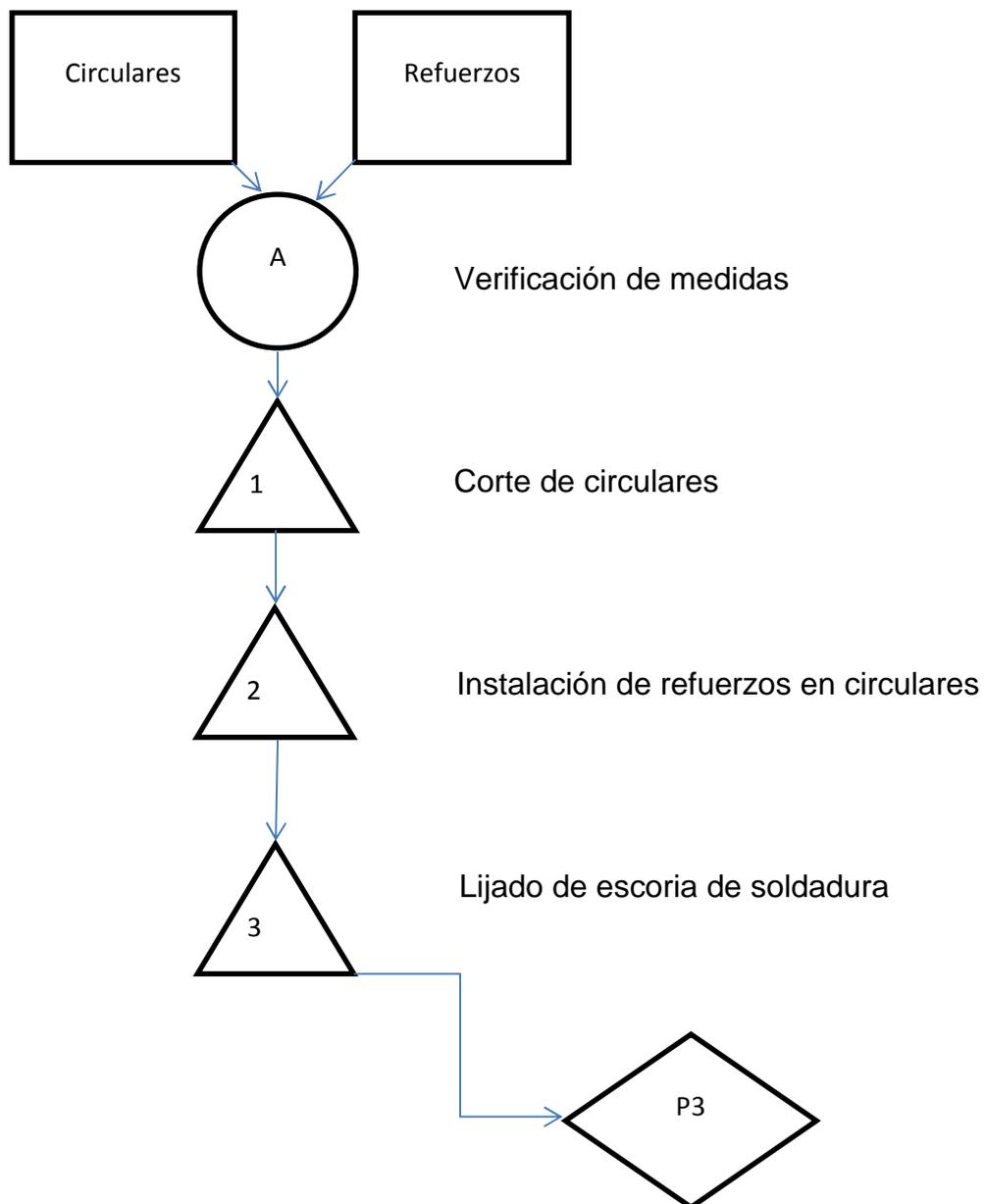
3.5.4 Proceso de formación de refuerzos.

Tabla 3.6 Proceso de formación de refuerzos.

N°	Proceso	Máquina – Equipo – Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	T	E	T	H	T
1	Medición y trazado					H1- H7	60
2	Corte de la platina metálica					H3- H4	150
3	Doble de piezas					H4	150

3.5.5 Diagrama ensamblaje de circulares y refuerzos.

Material: Platina metálica ASTM A500 de una 1/2 in x 1/16 in de espesor, ángulos metálicos ASTM A500 de 1in x 1/16 in de espesor



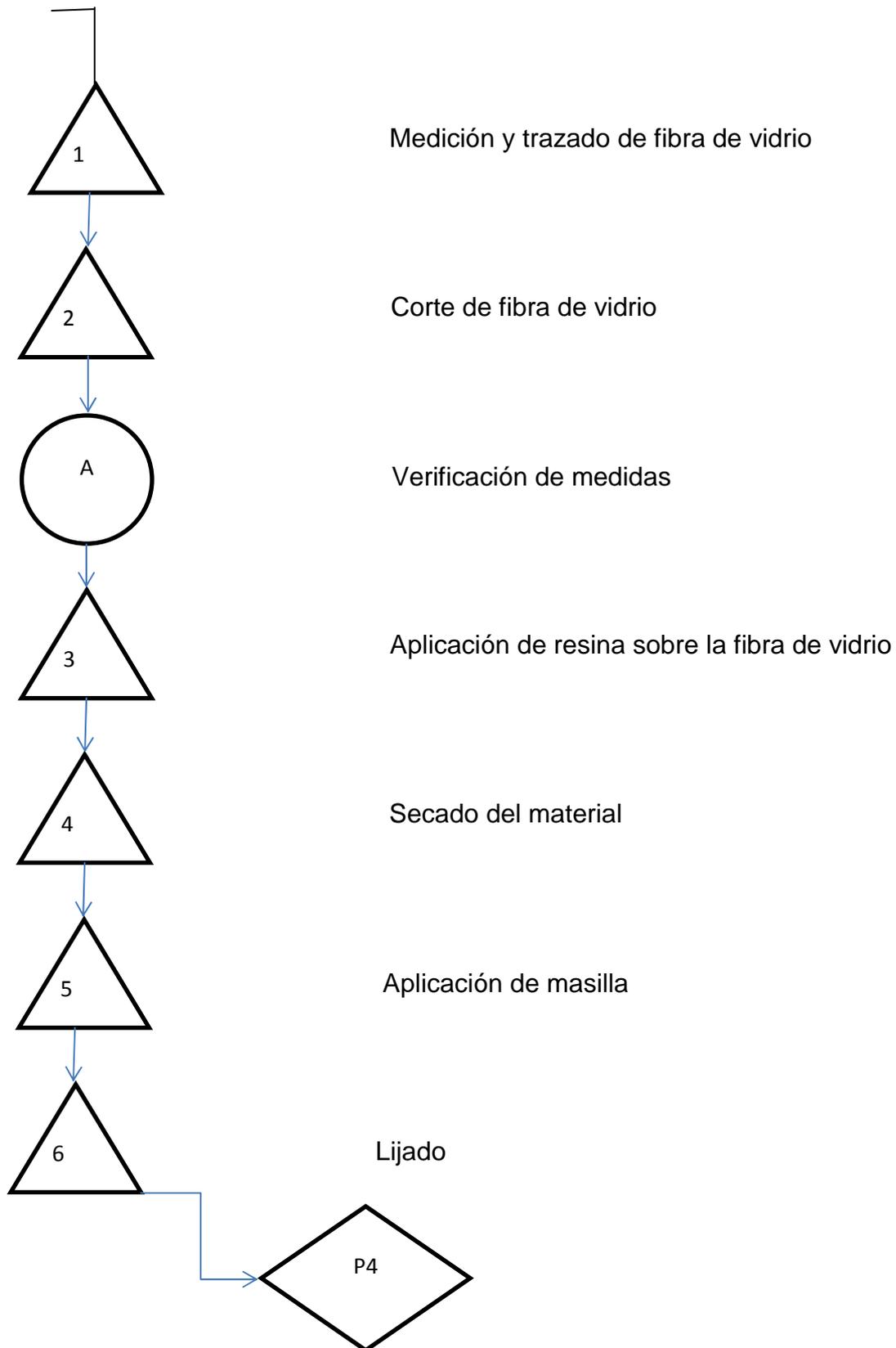
3.5.6 Proceso de ensamblaje de circulares y refuerzos

Tabla 3.7 Proceso de ensamblaje de circulares y refuerzos

N°	Proceso	Máquina – Equipo – Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	T	E	T	H	T
1	Medición y trazado					H1- H7	60
2	Corte de los circulares	M1	240				
3	Instalación de los refuerzos en los circulares					H1	90
4	Suelda de refuerzos con los circulares	M2	180				
5	Limpiado de escoria	M1	180				

3.5.7 Diagrama recubrimiento del fuselaje.

Material: Fibra de vidrio, resina, masilla.



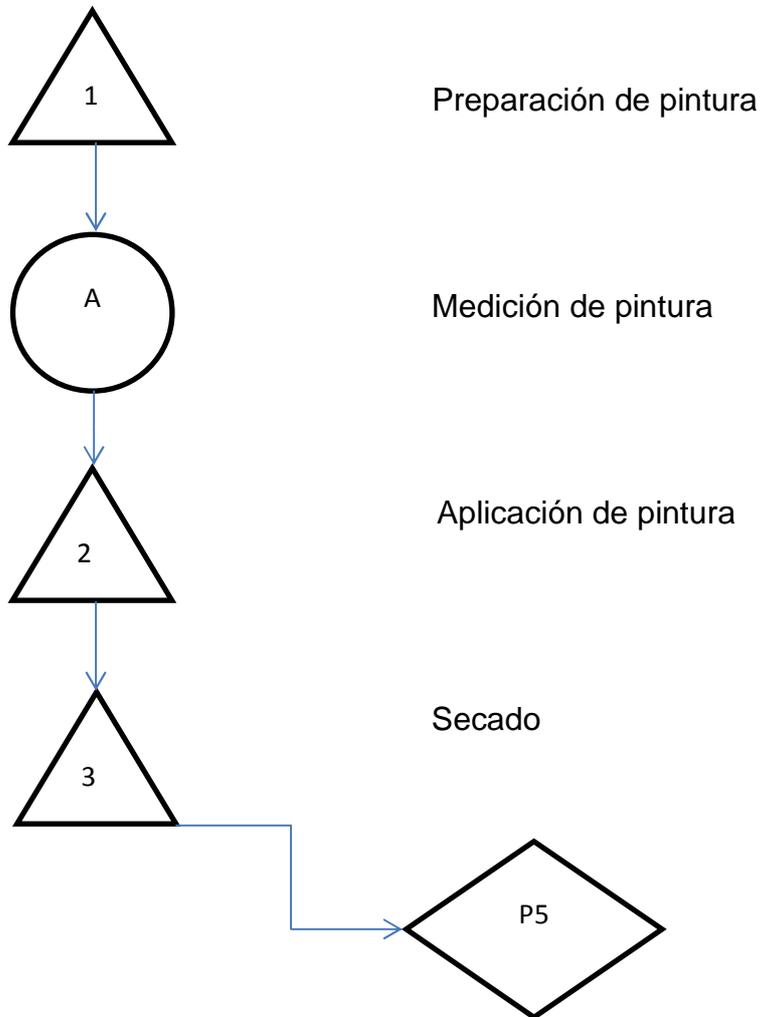
3.5.8 Proceso de recubrimiento del fuselaje.

Tabla 3.8 Proceso de recubrimiento del fuselaje.

N°	Proceso	Máquina – Equipo – Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	T	E	T	H	T
1	Medición y trazado					H1- H7	60
2	Corte de la fibra de vidrio					H6	60
3	Aplicación de resina					H8	120
4	Aplicación de masilla					H5	240
5	Lijado					H9	300

3.5.9 Diagrama de proceso de pintura.

Material: Pintura acrílica



3.5.10 Procesos de pintura

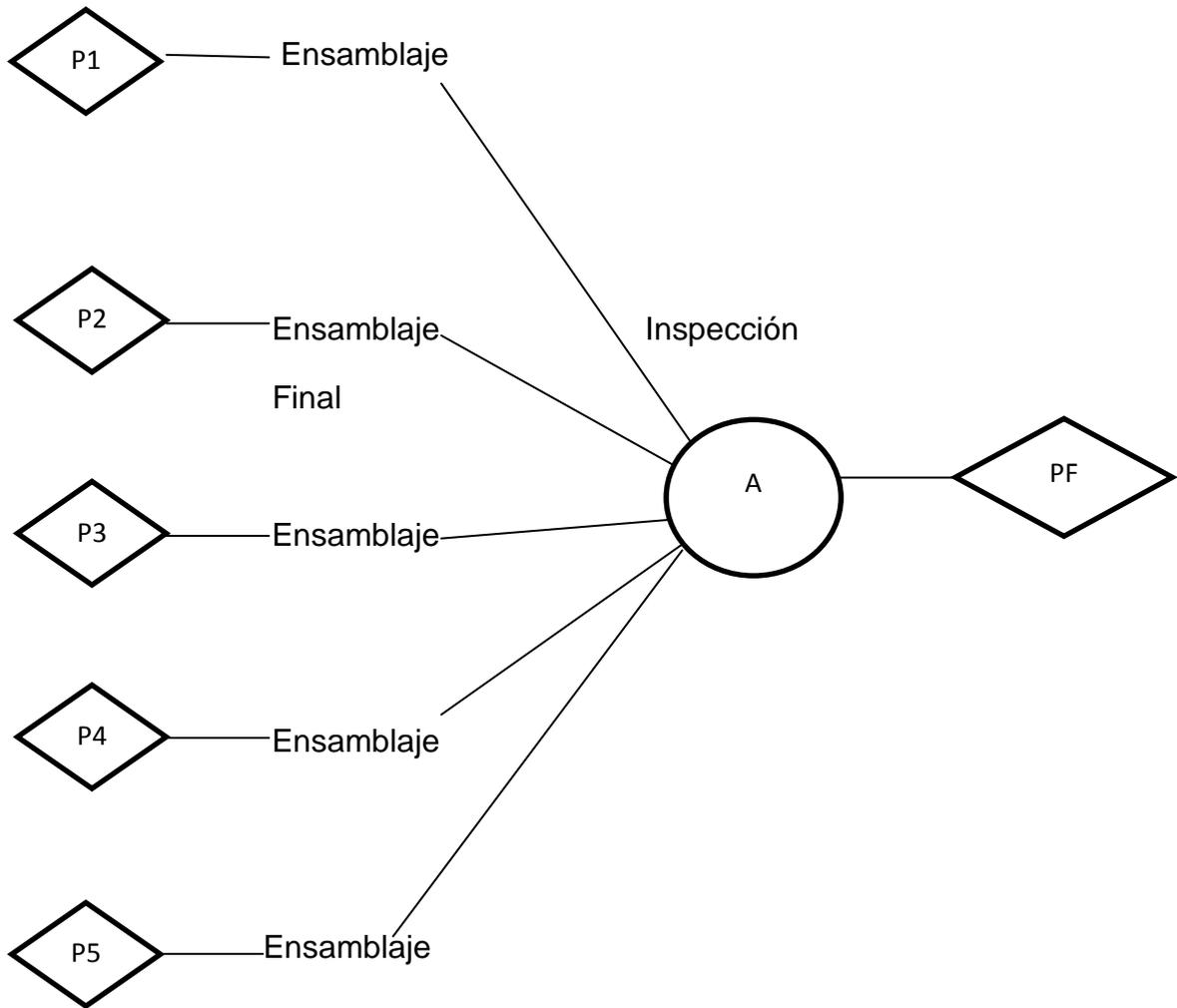
Tabla 3.9 Procesos de pintura

N°	Proceso	Máquina – Equipo – Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	T	E	T	H	T
1	Preparación de pintura					H8	60
2	Aplicación de pintura			E1	60		

3.6 Diagrama de ensamblaje

Para realizar el ensamblaje adecuado de la maqueta y todos sus componentes, se debe realizar actividades cuidadosas para evitar daños en algunas de las partes estructurales que están incorporados en la maqueta.

3.7 Diagrama del ensamblaje final de la maqueta



Maqueta terminada

3.8 Estudio económico

El estudio económico es un factor necesario para determinar el costo real de la construcción de la maqueta, una vez terminada la construcción se detalla los valores exactos, los recursos económicos aplicados en materiales, maquinas, equipos y mano de obra; todos estos valores están dados en dólares americanos.

3.9 Presupuesto

Inicialmente se presentó en el desarrollo del anteproyecto el estudio económico previo para elaborar este proyecto en el cual consta un estimado de 700 dólares acorde a las propuestas. A continuación se presenta el costo real de la construcción del proyecto de la maqueta del fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90

3.10 Análisis de costos

En la elaboración del proyecto se realizaron los gastos que se presentan a continuación:

Costos primarios:

- Materiales
- Herramientas y equipos
- Mano de obra

Costos secundarios:

- Derechos de grado

3.10.1 Costos primarios

Tabla 3.10 Gastos de material

Detalle	Valor en USD
Pintura de fondo	50,00
Primer	25,00
Ángulos metálicos	50,00
Total	125,00

Tabla 3.11 Mano de obra

Mano de obra	Horas	Valor unitario por hora \$	Valor total \$
Mano de obra del mecánico	40	10,00	400,00
Mano de obra del traslado	4	10,00	40,00
		Total	440,00

Tabla 3.12 Herramientas y equipos

Ítem	Cant.	Horas	Valor unitario por hora \$	Valor total \$
Alquiler herramientas	1	100	1,50	150,00
Alquiler equipos	1	100	1,50	150,00
Soplete	1	4	5,00	20,00
Suelda	1	3	5,00	15,00
Electrodos	2	5	5,00	10,00

Limas	2	5	5,00	25,00
			Total	370,00

Tabla 3.13 Total costos primarios

Detalle	Valor en USD
Costos herramientas y equipos	370,00
Costos mano de obra	440,00
Gastos de material	125,00
Total	935,00

3.10.2 Costos secundarios

Tabla 3.14 Total costos secundarios

Detalle	Valor en USD
Elaboración de textos	100,00
Derecho de grado	200,00
Alimentación y transporte	50,00
Total	350,00

3.13 Costo total del proyecto

Tabla 3.15 Total costos del proyecto

Detalle	Valor en USD
Costos primarios	935,00
Costos secundarios	350,00
Total	1285,00

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se toman en cuenta todas las observaciones que determinan el final del trabajo, y se ha comprobado la existencia de todas las partes estructurales de la maqueta perfectamente.

Analizados los procedimientos técnicos, procesos, problemas y beneficios de la maqueta didáctica del fuselaje monocasco se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 Conclusiones

- Se recopiló información técnica referente a este tipo de fuselaje de diferentes fuentes tanto manuales como en el internet.
- Realizado estudio para la implementación de una maqueta didáctica del fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90
- Se realizó el estudio para determinar todas las herramientas, máquinas y materiales necesarias para la formación de todos componentes de la maqueta didáctica del fuselaje monocasco.
- Se construyó una maqueta de un fuselaje monocasco del avión Beechcraft King Air E90 para ayudará en el aprendizaje de los alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Se realizaron manuales de mantenimiento para la maqueta.

4.2 Recomendaciones

- Los componentes de la maqueta deberán ser utilizados única y exclusivamente para realizar inspecciones visuales con fines didácticos, para instruir de mejor manera a los estudiantes.
- Tomar en cuenta que la información técnica cuando se vaya a realizar inspecciones con fines didácticos para una mejor instrucción a los estudiantes acerca de los componentes tomando en cuenta que la maqueta es un modelo a escala.
- Al momento de realizar cualquier procedimiento se debe contar con el equipo de protección adecuada, para evitar lesiones y tener mucho cuidado con ciertos componentes ya que se pueden romper o dañar.
- Realizar las tareas respectivas de mantenimiento a la maqueta para de esta forma evitar que se corroa o deteriore la maqueta.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Acero.- Se denomina aceros a las aleaciones de hierro y carbono.

Aislamiento.- Proceso que impide el paso de los electrones.

Aleación.- Consiste en la combinación de diferentes metales para cambiar las propiedades de los mismos.

C

Catalizador.- Componentes que se le agrega al poliéster para iniciar la reacción química.

Codificación.- Utilización de códigos para mejoramiento de procesos.

Construcción.- Acción de crear algo.

D

Deformación.- Perdida de las propiedades originales.

Discontinuidad.- Fallas o defectos que se presentan en un material por diferentes razones de uso cambio o fabricación.

E

Equipo.- Se entiende los dispositivos e instrumentos necesarios para el cumplimiento de las tareas con las normas preparadas.

F

Fibra de vidrio.- Material utilizado para reparación o construcción de partes con muy compleja geometría.

M

Manual.- Libro en que se compendia lo más sustancioso de una o más materias.

Mantenimiento.-En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un componente o parte en un estado en el cual pueda desplegar la función requerida.

Motor.-Un motor aeronáutico o motor de aviación es aquel que se utiliza para la propulsión de las aeronaves mediante la generación de fuerza de empuje.

Existen distintos tipos de motores de aviación aunque se dividen en dos clases básicamente: motores recíprocos (o de pistón) y de reacción (donde se incluyen las turbinas).

R

Rigidez.- Propiedad de los metales mediante la cual el material no es elástico.

ABREVIATURAS

AISI: American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del Hierro y el Acero)

ASTM: American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para la Prueba de Materiales)

AMM: Aircraft Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento de la Aeronave)

HP: Horsepower (Caballos de Fuerza)

IPC: Illustrated Parts Catalog (Catálogo Ilustrado de Partes)

MEK: Methyl Ethyl Ketone

PSI: Pounds Square Inches (Libras por Pulgada Cuadrada)

SAE: Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

BIBLIOGRAFÍA

Manuales

- King Air C90/C90GT/E90 Illustrated Parts Catalog(IPC) 53-10-00-05 pg 2, 53-15-00-01 pg 1,53-10-00-10, matrícula HC-CBL
- King Air/E90 Structure Repair Manual 53-10-00-06, matrícula HC-CBL

Libros

- Ricardo Losada, Avión en General, Bogotá-Colombia.
- Guillermo Rivera, Curso Básico de Estructuras, Latacunga-Ecuador.
- Pablo Parra, Estructuras Aeronáuticas, México D.F-México

NETGRAFIA

- Historia y desarrollo de estructura.pdf (en línea)
- www.hawkerbeechcraft.com/vvdf0=gs (en línea)
- <http://www.abcpedia.com/fibra-de-vidrio/fibra-de-vidrio.htm> (en línea)
- http://www.eurograte.es/fibra_de_vidrio/ (en línea)
- <http://www.slideshare.net/Alrior/los-metales-ferrosos> (en línea)
- <https://www.google.com.ec/search?hl=es&q=acero&psj> (en línea)
- [http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo .pdf](http://www.manuales%20Tuning%20Fibra%20Completo.pdf) (en línea)
- <http://www.xctuning.com/sit/pdfupload/manuales> (en línea)