




# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES:

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA  
ESQUEMÁTICO DIDÁCTICA DE LOS COWLING Y CARCASAS  
DEL MOTOR CF34E PERTENECIENTE AL AVIÓN EMBRAER  
170-190, PARA LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE  
MECÁNICA AERONÁUTICA, EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE  
TECNOLOGÍAS”**

AUTOR: HENRY DAVID ZAPATA PAREDES

DIRECTORA: TLGA MARITZA NAUÑAY

LATACUNGA

2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**CERTIFICACIÓN**

Tlga Maritza Nauñay

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “Implementación de una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnologías” realizado por: HENRY DAVID ZAPATA PAREDES con C.C.1718471970 fue revisado y guiado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto en el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF).

Autoriza a Henry David Zapata Paredes que lo entregue a la Ing. Lucia Guerrero Rodríguez en calidad de Directora de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Latacunga, mayo del 2015

---

Tlga. Maritza Nauñay  
DIRECTORA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE****UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

HENRY DAVID ZAPATA PAREDES

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUETA ESQUEMÁTICO DIDÁCTICA DE LOS COWLING Y CARCASAS DEL MOTOR CF34E PERTENECIENTE AL AVIÓN EMBRAER 170-190, PARA LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA, EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS” fue desarrollo sobre la base de una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectual de terceros, conforme a las citas que consta al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorpora en las referencias bibliográficas, consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de este proyecto de grado en mención.

Latacunga, mayo del 2015

---

**Henry David Zapata Paredes****CC.1718471970**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo Henry David Zapata Paredes

Autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías la publicación, en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo Implementación de una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y criterio.

Latacunga, mayo del 2015

---

**Henry David Zapata Paredes**

**CC. 1718471970**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de grado se la dedico primeramente a Dios, por permitirme culminar con una etapa más de mi vida, por saberme guiar en los momentos más dificultosos y a la vez sonreír ante un problema, lo que me ha enseñado a valorar el día a día y aprender que todo esfuerzo vale la pena.

De la misma manera, a mis padres que con su amor incondicional me han apoyado tanto moral como económicamente durante este arduo camino por convertirme en un profesional y así poder ser alguien útil en la sociedad.

Y a mis docentes, gracias por la sabiduría, tiempo, comprensión y por sobre todas las cosas la integridad de transmitir sus conocimientos.

**Henry David Zapata Paredes**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes de La Unidad De Gestión De Tecnologías Universidad De Las Fuerzas Armadas - ESPE que me han inculcado sus conocimientos y han permitido que me forme como profesional.

También agradezco a mis padres, a mis tíos y sobre todo a Dios por darme la vida y enseñarme a luchar día a día para alcanzar mis objetivos.

Agradezco especialmente a la Tlga Maritza Nauñay por haberme ayudado con su asesoramiento para la realización de este proyecto de graduación.

**Henry David Zapata Paredes**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ABSTRACT .....	xii
CAPÍTULO I.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	3
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.6 ALCANCE.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Introducción.....	5
2.2 Métodos de protección para motores CARENADO.....	5
2.3 Tipos de carenados.....	6
2.4 Importancia de los cowling.....	8
2.5 Los cowling del motor CF34E.....	9
2.5.1 NOSE COWL.....	11
2.5.2 El labio de entrada.....	13
2.5.3 Carcazas intercambiables.....	14
2.5.4 AFT COWLS capotas traseras o de escape.....	14

CAPÍTULO III.....	17
3.1 Introducción.....	17
3.2 Generalidades.....	18
3.3 Diseño.....	19
3.3.1 Planteamiento y propuesta de construcción.....	21
3.3.2 Diseño.....	22
3.3.3 Selección de materiales.....	24
3.3.4 Corte de los materiales.....	31
3.3.5 Termo formado.....	33
3.3.6 Ensamble de los elementos termo formados.....	34
3.4 Pruebas funcionales y operacionales.....	37
Pruebas operativas.....	37
3.5 Análisis económico.....	38
3.6 Descripción de procedimientos de operación, mantenimiento.....	40
3.6.2 Manual de Mantenimiento.....	42
3.6.3 Manual de Seguridad.....	44
CAPÍTULO IV.....	45
4.1 Conclusiones.....	45
4.2 Recomendaciones.....	45
GLOSARIO.....	46
Referencias Bibliográficas.....	50
ANEXOS.....	51



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 tren de aterrizaje carenado.....	6
Figura 2 carenado del winglet.....	7
Figura 3 carenado de un solo cuerpo. ....	7
Figura 4 carenado de un solo cuerpo. ....	8
Figura 5 corte de difusor sub sónico.....	8
Figura 6 Grafico pvt. ....	9
Figura 7 Ilustración de la importancia de la prevención del fod. ....	10
Figura 8 método de protección de las nacelas. ....	10
Figura 9 conjunto de nacelas pertenecientes al motor. ....	11
Figura 10 Nose cowl protección de nariz.....	12
Figura 11 Nose cowl protección de nariz.....	12
Figura 12 labios de entrada. ....	12
Figura 13 Carcasas intercambiables con bisagra.....	13
Figura 14 Carcasas intercambiables con bisagra.....	13
Figura 15 Cowl aft con bisagra. ....	14
Figura 16 Referencia de la apertura de los cowl aft.....	15
Figura 17 Referencia de las compuertas del cowl aft izquierdo.....	16
Figura 18 Referencia de las compuertas del cowl aft derecho. ....	16
Figura 19 Maqueta didáctica de motor tipo turbina.....	18
Figura 20 Turbina impresa en 3d.....	18
Figura 21 Proceso de termo formado del acrílico. ....	19
Figura 22 Flujo grama del proceso de la lógica de construcción. ....	20
Figura 23 Expectativa de construcción. ....	21
Figura 24 Expectativa de construcción. ....	22
Figura 25 Expectativa de construcción. ....	23
Figura 26 Expectativa de construcción. ....	23
Figura 27 Expectativa de construcción.....	24
Figura 28 Expectativa de construcción (sw). ....	25
Figura 29 Expectativa de construcción (sw).....	25
Figura 30 Transformación a formato stl (sw). ....	26
Figura 31 Preparación para impresión en 3d stator fan.....	26

Figura 32 Termo formado del alabe del fan.....	30
Figura 33 Corte de acrílico en laser.....	31
Figura 34 Partes de un alabe. ....	32
Figura 35 Corte de acrílico en laser.....	32
Figura 36 termo formado del acrílico. ....	33
Figura 37 termo formado del acrílico. ....	33
Figura 38 termo formado del acrílico. ....	34
Figura 39 Ensamble del motor.....	34
Figura 40 Ensamble del motor ubicación de una barra de soporte.....	35
Figura 41 Vista posterior del motor.....	35
Figura 42 Vista de los cowling del motor. ....	36
Figura 43 Vista de los cowling del motor.....	36

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Correspondencia numérica del flujograma de construcción.....	21
Cuadro 2 Relación de resistencia al impacto.....	28
Cuadro 3 Relación de transparencia y longevidad .....	29
Cuadro 4 Pruebas funcionales.....	37
Cuadro 5 Pruebas operacionales .....	38
Cuadro 6 Gastos.....	39

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enfocado a la realización de una maqueta didáctica a fin de mejorar el aprendizaje técnico en los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores de la Unidad de Gestión de Tecnologías. El proyecto está enmarcado en la construcción de un banco **esquemático** didáctico a escala 1:8.3 de los cowling del motor CF34E de los aviones Embraer 170 – 190 además de su **construcción** del mencionado motor, se puede recalcar que la construcción de los elementos a utilizarlos se los pudo realizar con la ayuda de la cortadora a laser y hornos de calor que nos facilita a la maqueta didáctica una mayor visualización de sus componentes, el proceso de **doblado** de cada una de sus carcasas fue difícil debido a que se realizó mediante moldes de madera que con la ayuda de una pistola de calor los dobles se facilitaban debido a que el material de acrílico se vuelve **flexible** logrando conseguir de una manera más real asemejarse al motor logrando que el aprendizaje de los estudiantes sea más productiva y clara también los componentes en si son sencillos y manejables debido a su diseño y construcción física de acrílico caustico que con ayuda de clorhidrato todos los componentes quedaran sellados y firmes logrando también que toda la maqueta **didáctica** funcione en su totalidad y pueda realizar una práctica correcta, más completa y logrando un mejor aprendizaje en lo que se refiere al estudio de cowlings de los motores del CF34E de los aviones Embraer 170-190.

### PALABRAS CLAVES:

- **ESQUEMÁTICO**
- **CONSTRUCCION**
- **DOBLADO**
- **FLEXIBLE**
- **DIDACTICA**

## ABSTRACT

This research focuses on the creation of an educational model to improve student learning for Aeronautics Mechanics specialty Engines at Unidad de Gestión de Tecnologías. The project frames the construction of a didactic **schematic** bench at 1: 8.3 scale for the CF34E cowling engine of Embraer 170 aircraft – 190. When constructing the motor, a laser cutter and a heat furnace used to get a teaching model to facilitate a greater display of its components, the **bending** process of each of their cases was difficult. A heat gun facilitating the doubles formed the wooden molds; it was because the acrylic material becomes **flexible** achieving a more real way similar to the engine providing students' better learning. The components are simple and practicable because of its physical design and acrylic construction using caustic hydrochloride all components remain sealed and tight after that all **teaching** model is operational and performed more complete and correct practice achieving better learning related to the study of engines Cowlings for CF34E of Embraer 170-190 aircraft.

### KEYWORDS:

- **SCHEMATIC**
- **CONSTRUCTION**
- **BENDING**
- **FLEXIBLE**
- **TEACHING**

---

Legalized by: MSc. Rosa E. Cabrera T.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1 TEMA**

“Implementación de una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnologías”

### **1.2 ANTECEDENTES**

Es conocido a nivel general que la visualización es uno de los principales métodos con los que el hombre asimila la información de aquí la importancia de poseer en cualquier institución educativa instrumentos que sirvan a los estudiantes como método de visualización, esta función cumplen las maquetas de familiarización. En la Unidad de Gestión de Tecnologías, una institución de formación de futuros profesionales de la aviación existen variadas maquetas, en la que los mencionados estudiantes pueden visualizar los diferentes sistemas allí expuestos pero muchos de los mismos pertenecen a sistemas o componentes de aeronaves que se encuentran saliendo del campo ocupacional, y muchas de ellas son de origen o hacen referencia a sistemas militares los mismos que no son utilizados para el adoctrinamiento de los futuros profesionales.

Es de mucha importancia actualizar estas plataformas, no se trata de potenciarlas si no de construir nuevas maquetas que permitan de manera integral mostrar aquellos sistemas o componentes que forman parte de una aeronave o motor correspondiente, se hace referencia a motores de aeronaves actuales por el motivo que en los últimos años han transcurrido grandes logros tecnológicos innovadores con respecto a materiales, métodos de propulsión, la utilización cada vez más progresiva del llamado FAN que maximiza la eficiencia de los motores, la reducción de la autonomía del piloto sobre la aeronave, y el FLY BY WIRE, son entre los más conocidos sistemas que se han actualizado

en la última década. Atrás quedaron los días en los que las aeronaves eran solo aparatos voladores para convertirse en máquinas de arte de la ingeniería y el diseño.

Mismas tecnologías deben estar al alcance del futuro técnico en aviación que cada día más necesita de mejores y más conocimientos que sean fáciles de asimilar y que estén acorde a las tecnologías en curso de allí que es imperativo realizar un estudio para determinar qué tipo de estructura es la más idónea para asentar un tipo de estas estructuras para ello se planteó esta investigación.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas, necesita en la actualidad una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, que represente un modelo cercano del real. La falta de esta le podría aquejar en el estudiante, de la mencionada institución, una repercusión desfavorable con respecto a individuos que pudieron realizar cursos e incluso ante uno que realiza prácticas profesionales en los motores a los que se hace referencia. Causando así un sentimiento de desconocimiento ante el tema.

Un impacto a largo plazo de la falta de un equipo como el antes mencionado se reflejaría en el futuro, mecánico en mantenimiento, que al no haber tenido la oportunidad de familiarizarse como trabajan estas estructuras, y como sirven de alojamiento de los principales sistemas electrónicos que controlan la entrega de combustible y demás. La carencia del mismo le podría generar, en un futuro, un actuar incorrecto o desatinado por no haber tenido la oportunidad de ver de manera didáctico práctica como los cowlings y carcasas del motor protegen y alojan los equipos y accesorios que conforman la planta de propulsión del motor.

#### 1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La implementación de una maqueta esquemática didáctica, de los cowlings y carcasas protectoras del motor CF34E, intentará dar solución a la problemática que afecta, según estadísticas al 80% de estudiantes, esta es la falta de entendimiento de un tema determinado por falta de medios visuales, es necesario adaptar más de estos escenarios con el fin de ayudar a los nuevos técnicos para la aclimatación y el entendimiento del conocimiento que se intente implantar. En la Unidad de Gestión de Tecnologías se imparten materias destinadas a la familiarización de los estudiantes que se encuentran en fase inicial de aprendizaje, dentro de lo que a carreras aeronáuticas se refiere, anteriormente muchas veces, el docente es llevado a través de los laboratorios, donde puede apreciar los componentes del motor y avión, dándole la libertad de realizar su propio feedback (RETRO ALIMENTACIÓN), que no es más que recabar la información mediante el medio visual, almacenarlo y actuar.

Según estudios realizados por la UNESCO los materiales didácticos o los medios audiovisuales aportan de gran manera a la fijación del aprendizaje. Estos acercan al estudiante a la realidad, el alumno memoriza y asimila más cuando ha tenido la oportunidad de tener contacto con un material, por esta razón los alumnos de la carrera de Mecánica Motores serían los beneficiados al contar con una estructura a escala traslucida, de los cowling del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, que represente un modelo cercano del real con el cual apoyar y afirmar los conocimientos teóricos obtenidos en clase, y por otro lado el Instituto, al añadir más material nuevo al existente refuerza las herramientas con la que acercar más al estudiante con la carrera en sí.

Una implementación como la anterior descrita, a largo plazo, puede servir como soporte de otras ejecuciones o expansiones, así dándoles lugar a nuevos investigadores para realizar nuevas investigaciones con objetivos que puedan ser complementarios unos de otros.



## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 General.**

“Implementar una maqueta esquemático-didáctica, de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnológicas”.

### **1.5.2 Específicos**

- Recopilar toda la información necesaria acerca del tema propuesto.
- Investigar las posibles opciones para resolver el diseño y la construcción.
- Determinar los materiales a utilizar y adquirirlos.
- Realizar ensayos de prueba.

## **1.6 ALCANCE**

El proyecto que se va a realizar va a beneficiar a todos los estudiantes de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas, de las especialidades de “motores y aviones” que se encuentren formándose en la antes mencionada institución, los docentes predichos pueden estar en fase de familiarización o en proceso de aprendizaje técnico.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Introducción.

A continuación, se describirá brevemente, los conceptos y términos técnicos que el usuario de este documento, necesita para poder tener una idea clarificada de que es un sistema de carenado, como este afecta a la resistencia al avance, cuáles son sus tipos y funciones, además de indicar de forma textual las referencias que la empresa Embraer plasmó en su CBT (COMPUTER TRAINING BASED), se decidió plasmar la interpretación de la información referente a los COWLING del motor, con referencia técnica REF ATA 70-10-1/5, donde se presenta esta información.

El lector debe focalizar que la información aquí expuesta es una referencia explícita y rápida, de lo que para el investigador, considera relevante, también es recalable explicar que el tema pese a que es muy importante, no demanda de demasiados conocimientos, ni tampoco es de un aprendizaje extendido, esto no desmerita la importancia que estos elementos cumplen para con el motor, la aeronave, y en si con la seguridad en términos generales en aviación.

#### 2.2 Métodos de protección para motores CARENADO.

Desde el principio de la aviación se ha hecho evidente la necesidad de proteger los cuerpos de las personas que operan las aeronaves así como los equipos que las aeronaves portan dentro de sí, a estos equipos se les llama carenados. En el principio de la aviación fueron utilizados en motores de tipo radial, para que pudieran prestar protección, y además pudieran, abrirse y cerrarse, generando así también la función de ventilador.

El carenado es, en todas las aeronaves, una protección, tipo cubierta externa, cuya función fundamental es la protección, y además reducir la resistencia al aire, se encarga de cubrir zonas de la aeronave

donde, potencialmente se pueda producir mayor resistencia que en otras, en la actualidad existen equipos de aeronaves que vienen con un solo cuerpo de carenado.

### 2.3 Tipos de carenados.

Como parte de los conocimientos que se deben presentar se expondrán los tipos de carenados que existen en el mercado de la aviación, en general una aeronave puede al mismo tiempo, poseer la mayor parte de estos tipos de protecciones, o incluso podría tener todos los tipos, pese a que esta investigación, busca dar referencia de los cowlings o carenados que protegen los motores CF34E pertenecientes al avión EMBRAER.

- **Cubierta del motor:** para reducir la fricción del aire al reducir la superficie de contacto, y al ser esta lisa, y con forma de cono en el morro, previene el flujo de separación.
- **Cono de cola del avión:** para reducir la fricción de la forma del fuselaje y para recuperar la presión tras ella, además de no agregar fricción del aire.
- **Ruedas en aeronaves con el tren de aterrizaje fijo:** en ocasiones, llamados "wheel pants".



**Figura 1. Tren de aterrizaje carenado.**

Fuente: ([www.aircraftgen.com/](http://www.aircraftgen.com/), 2010)

- **Raíz del ala:** para reducir la fricción del aire tanto sobre el ala como debajo de ella. Consiste en reducir la superficie de contacto con un pequeño borde redondeado. Reduce las diferencias de presión: alta presión en el borde principal y de fuga, baja presión en la parte alta del ala y alrededor del fuselaje.
- **Extremos del ala:** el cual, puede tener una forma compleja para reducir la fricción, especialmente, a bajas velocidades.
- **Extremos de los alerones y del timón:** para reducir las turbulencias en los extremos.



**Figura 2. Carenado del WINGLET.**

**Fuente ([www.aircraftgen.com/](http://www.aircraftgen.com/), 2010)**

- **Uniones entre las alas y el fuselaje:** estas uniones suelen ser miembro estructural de un solo cuerpo rígido que al unirse forman la imagen o la figura estilizada de la aeronave.



**Figura 3. Carenado de un solo cuerpo.**

**Fuente: ([www.airbusconcept.com/](http://www.airbusconcept.com/), 2010)**

- **Uniones en los trenes de aterrizajes fijos:** estos suelen ser muy comunes, en aeronaves de tamaño pequeño en la que la velocidad relativa de la aeronave no excede el 0.75 Mach.

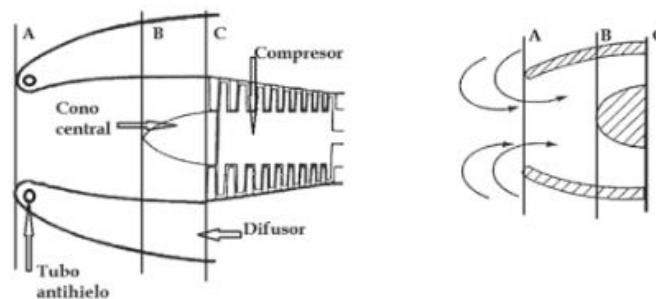


**Figura 4. Carenado de un solo cuerpo.**

**Fuente: (www.aircraftgen.com/, 2010)**

#### **2.4 Importancia de los cowling.**

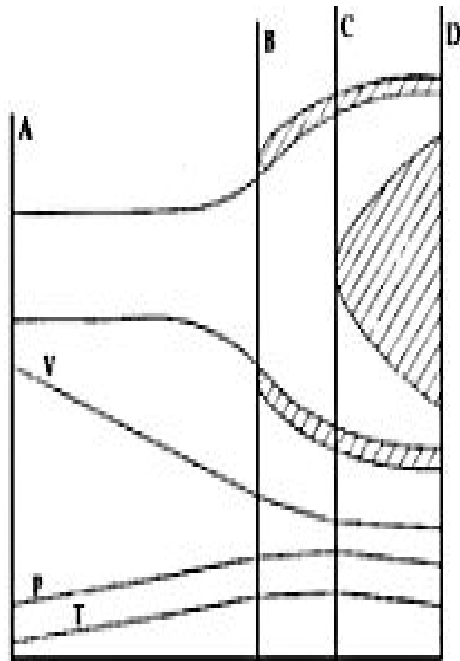
Los cowling son elementos de gran importancia, para esta investigación, en si se presentara la información del por qué son importantes desde el punto de vista estructural del motor, es decir se cubrirá su relevancia a partir de los beneficios que le brinde al motor.



**Figura 5. Corte de difusor sub sónico.**

**Fuente: (www.aircompsist.com/, 2010)**

En el caso de los cowling del avión Embraer con planta motriz CF34E, los NOSE COWL forman las entradas de aire al FAN, es de importancia recordar que el avión mencionado es subsónico, y las tomas de aire que son acoplables a él son las de tipo subsónico. En este agrupo de difusores de entrada de aire al motor se agrupan los correspondientes entre 0.75 y 1.20 Mach. Estos difusores de entrada de aire en cuanto a la geometría de su perfil exterior, son similares, de corte más o menos elíptico, en el interior de su borde de ataque llevan sistemas como el anti ice.

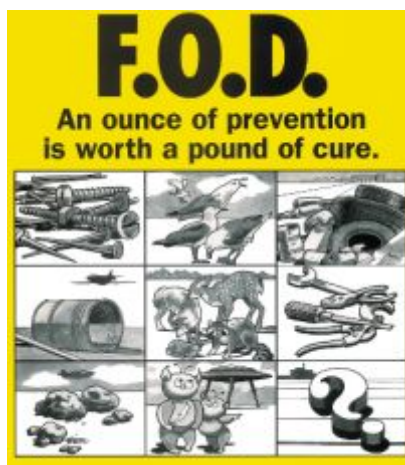


**Figura 6. Grafico PVT.**

**Fuente: (www.aircompsist.com/, 2010)**

### **2.5 Los cowling del motor CF34E.**

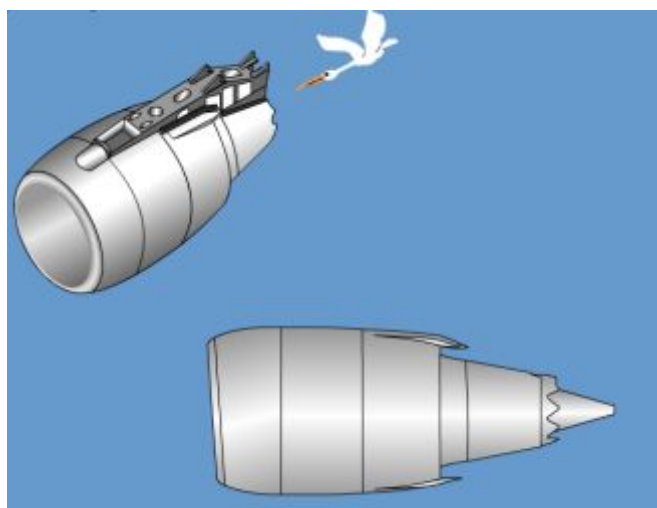
Como se ha explicado extensamente en este capítulo los COWLINGS del motor montados en los Embraer 170, son elementos que sirven para varias funciones, una de ellas es proteger a toda la planta motriz de impactos de aves y cualquier otro elemento FOD objetos foráneos.



**Figura 7. Ilustración de la importancia de la prevención del FOD.**

**Fuente: ([www.seguridadaerea.com](http://www.seguridadaerea.com), 2007)**

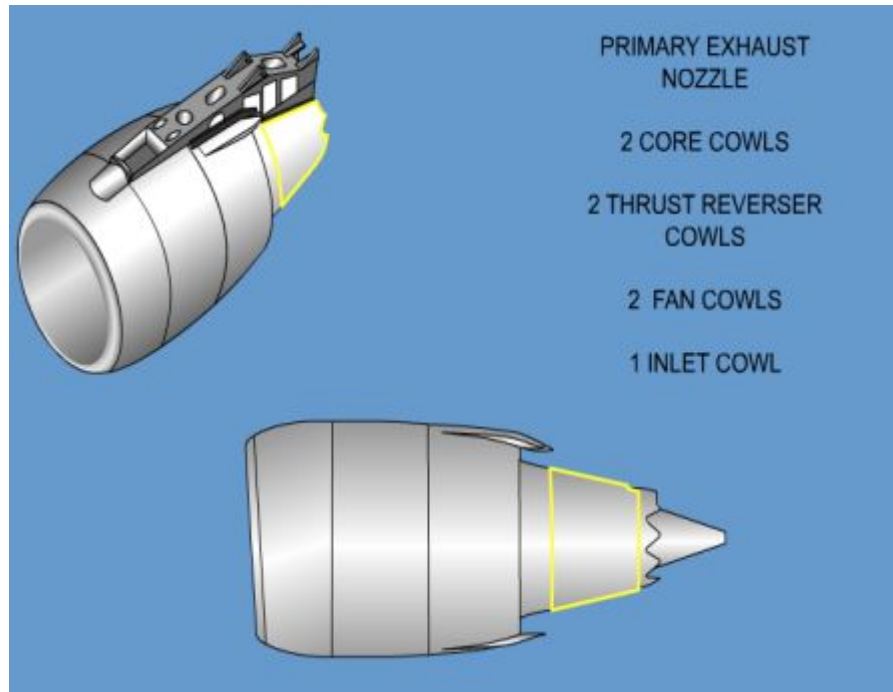
Además de ello también ayuda a que la aerodinámica del avión no sea perturbada pues al aire que pasa a través de los COWLING, fluye de tal forma que oponga la menor resistencia al avance de la aeronave, también cumple con la función de generar las condiciones idóneas para la entrada de aire al FAN reduciendo la velocidad, aumentando la presión y la temperatura.



**Figura 8. Método de protección de las nacelas.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

Las coberturas o COWLINGS, que encierran el motor, forman la nacela del motor. La nacela proporciona protección para el motor y sus accesorios y también asegura un flujo de aire suave alrededor del motor durante el vuelo. Los siguientes COWLINGS conforman la nacela del motor: 1 Protector de entrada, 2 cubiertas del FAN articuladas, 2 COWLS de la reversa, 2 COWLS del corazón del motor, y la tobera de escape primaria.



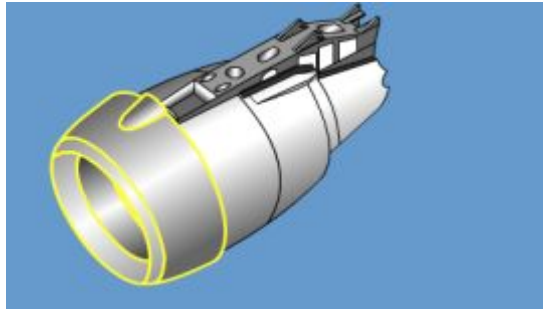
**Figura 9. Conjunto de nacelas pertenecientes al motor.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

### **2.5.1 NOSE COWL.**

La protección de la nariz NOSE COWL es de un carenado aerodinámico intercambiable fijo, que suministra el flujo de aire de entrada al ventilador FAN y a la sección de núcleo del motor. El NOSE COWL está montado en la cara delantera de la caja del FAN del motor, y consta de un labio de entrada, un mamparo de proa, un cilindro exterior, un barril interno acústico, un mamparo de popa, y una brida de popa.

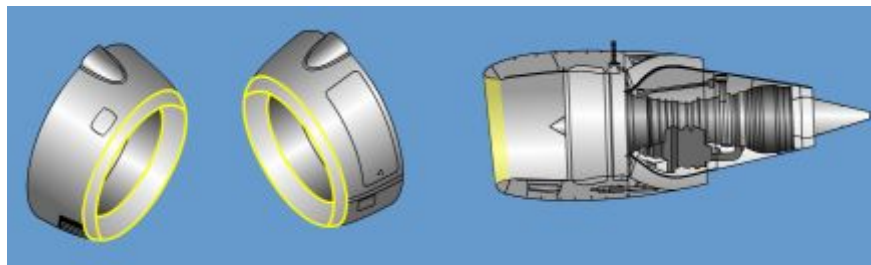




**Figura 10. NOSE COWL protección de nariz.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

Como se observa en la imagen precedente y la posterior el NOSE COWL está formado por dos cuerpos, estos son de una construcción de alta resistencia para poder resistir los impactos de los pedruscos que se generan al hacer que la máquina trabaje a su máxima potencia.



**Figura 11. NOSE COWL protección de nariz.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

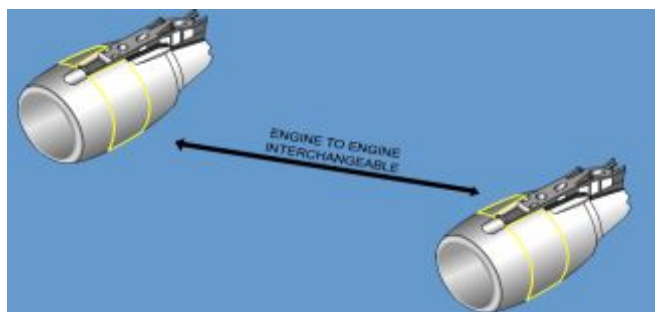


**Figura 12. Labios de entrada.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

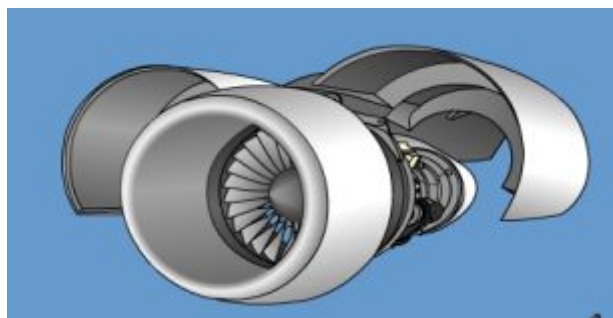
### 2.5.2 El labio de entrada.

El labio de entrada está formado en una sola pieza y forma con el mamparo de proa, un conducto tipo "D", que contiene el tubo de flautín para el labio de entrada del anti- hielo. La estructura de barril exterior está hecha de un material compuesto de fibra de carbono y está dividido radialmente en dos sectores. La parte superior incorpora el carenado nariz y el pylon, la puerta de acceso a los conductos y sistemas anti ice, además del FADEC y el sensor T2, también existe una puerta de acceso que incorpora una cucharada de NACA para la ventilación del compartimiento de FADEC. La parte inferior incorpora el escape del anti hielo con careado tipo persianas .los labios de entrada inferiores son de construcción dura para proteger el motor contra (FOD).



**Figura 13. Carcasis intercambiables con bisagra.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**



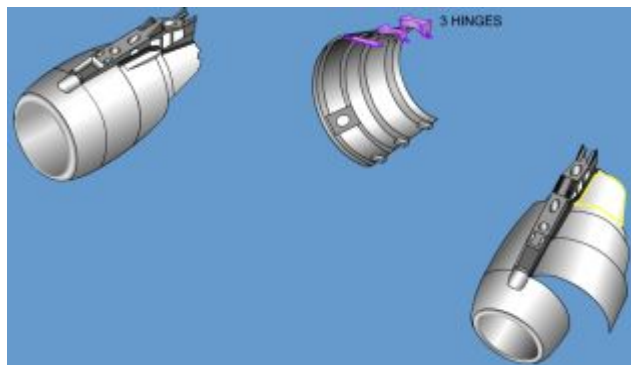
**Figura 14. Carcasis intercambiables con bisagra.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

### 2.5.3 Carcazas intercambiables.

Los conjuntos de puerta tipo campana del FAN son unidades intercambiables de motor a motor que encierran el casco del FAN del motor entre el NOSE COWL de entrada y el COWL del inversor de empuje. Cada conjunto se apoya en tres bisagras en el pilón y enganchado a la otra campana del ventilador a lo largo del SPLITLINE inferior con tres cierres de gancho tensión.

La puerta de la capota del FAN consiste en dos placas de carbono / epoxi apiladas en capas exteriores de más mallas de cobre, un núcleo de tipo nido de abeja y / epoxi de dos capas internas de carbono. Una de ellas es la de escape y se ubica cerca de la parte inferior del COWL para el drenaje y de alivio de presión en el compartimento del conducto del anti-icing. La campana del FAN se puede abrir hasta un máximo de 60 °, y se mantiene abierta por una varilla, que se apoya en el estibado en la tapa del ventilador.



**Figura 15. COWL AFT con bisagra.**

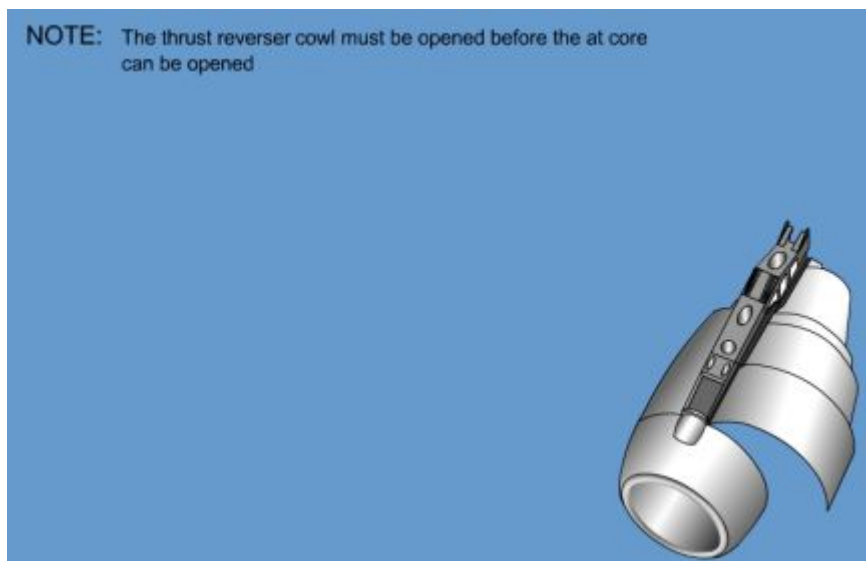
**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

### 2.5.4 AFT COWLS capotas traseras o de escape.

Los AFT COWLS se encuentran más abajo de los inversores de empuje, y constituyen el extremo final de la nacela central del motor; que también sirve como una pared de presión y una barrera de fuego entre el compartimento del corazón del motor y el conducto del FAN. Ambos COWLS se pueden abrir para

proporcionar el mantenimiento al motor, están vinculados a la PYLON por tres bisagras, y mantienen unidas a las 6 en punto por tres pasadores. Las puertas se mantienen abiertas por varillas de soporte que están montados en cada puerta del COWL AFT.

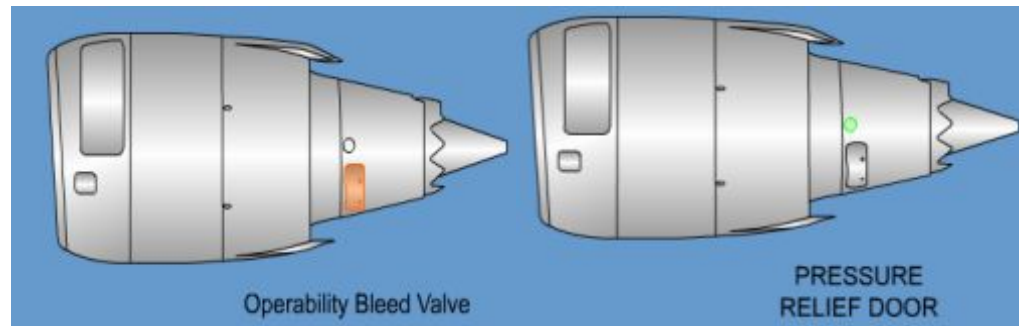
NOTA: El COWL de la reversa debe abrirse antes que las puertas del COWL AFT se puedan abrir.



**Figura 16. Referencia de la apertura de los COWL AFT.**

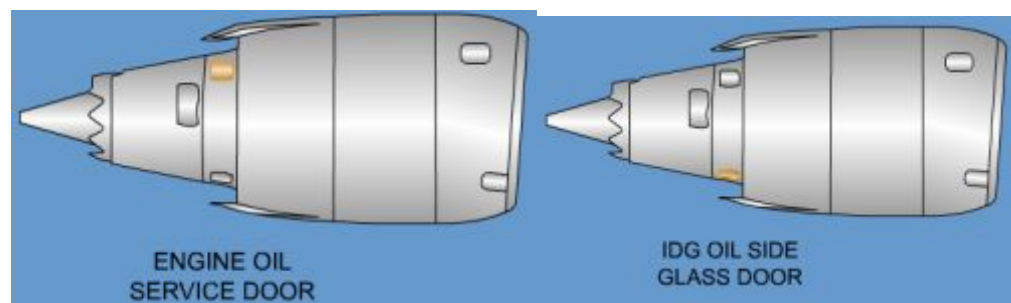
**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

El COWL AFT izquierdo tiene una válvula de purga para permitir el flujo de aire operativo por medio de la válvula de purga del motor, este será descargado en el conducto del FAN, y tiene una puerta de alivio de presión para reducir al mínimo la cantidad de exceso de presión que puede existir, o si un conducto de alta presión del motor falla. El COWL AFT derecho contiene una puerta para el mantenimiento del filtro de aceite, que se utiliza también para acceder al puerto de llenado de aceite, y una puerta de cristal del lado del IDG para acceder al panel lateral de las IDG.



**Figura 17. Referencia de las compuertas del COWL AFT izquierdo.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**



**Figura 18. Referencia de las compuertas del COWL AFT derecho.**

**Fuente: (CBT Embraer, 2012)**

## CAPÍTULO III

### 3.1 Introducción.

Este capítulo intenta dar a conocer los procesos y procedimientos, que se efectuaron para realizar la fase práctica del proyecto “Implementación de una maqueta esquemática didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190”, para generalizar el concepto de maqueta didáctica a continuación se citan ciertos conceptos del término y como esto influirá en su construcción.

Con las maquetas se ha buscado un modelo de representación tridimensional, fácil de ejecutar, relativamente rápido, que no precisa de conocimientos especiales y que es accesible a cualquier alumno. La maqueta es una herramienta muy útil que refleja de forma clara y comprensible aquello que los planos expresan, a menudo de forma poco comprensible para los alumnos (Universidad de ALICANTE, España, 2013)

Se entiende por maqueta didáctica al conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales, asumen como condición, despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos, además que facilitan la actividad docente al servir de guía; así mismo, tienen la gran virtud de adecuarse a cualquier tipo de contenido (PABLO ALBERTO MORALES MUÑOZ, 2014.)

A parte de los conceptos expresados en la parte anterior y de su aplicación para esta investigación, es de gran relevancia, el uso de los recursos tecnológicos aprendidos a lo largo de la carrera, son ellos los que permitirán tener una reducción de tiempo en las planificaciones temporales, y alcanzar una máxima de la eficacia, también es importante recalcar que como en todo emprendimiento que tenga que ver con procesos de construcción y manufactura existen limitaciones técnicas que deben ser suplidas o suprimidas según corresponda a lo largo de la fase contractiva.

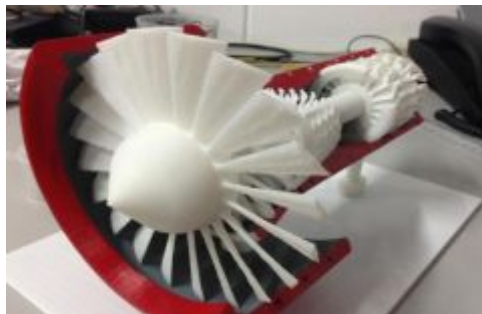


**Figura 19. Maqueta didáctica de motor tipo turbina.**

**Fuente: (us.vwr.com, 2010)**

### **3.2 Generalidades.**

Dentro de este párrafo se introducirán los parámetros generales que definirán la maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E, como su nombre lo indica este proyecto debe solo representar esquemáticamente los COWLINGS del motor así como su revestimiento, esto se espera realizar a través del uso de materiales que permitan la maleabilidad y moldeamiento de ciertos componentes, sin que con ello se conlleve a la pérdida de las capacidades físicas del mismo, también se espera que este sea capaz de tener algún grado de transparencia, pues en ningún otro caso se podrían visualizar los componentes internos del mismo.



**Figura 20. Turbina impresa en 3D.**

Como se observa en la fotografía anterior se puede apreciar un impresión de un motor a escala, al principio esta fue una opción para la construcción de los componentes que permitirían implementar en ella las carcasas del motor, pero como en todo emprendimiento existen dificultades técnicas que en este caso en particular, no se lograron superar, como fue el tamaño de impresión de la máquina, no permitía una mayor cantidad dimensional de impresión, limitando el diseño de impresión a una escala bastante reducida con respecto a la deseada, más allá de eso el modelo cumplía todas las expectativas de acercamiento a los componentes reales.



**Figura 21. Proceso de termo formado del acrílico.**

Por ello se optó por el modelamiento del acrílico, este permite la utilización de grandes partes de material, con la capacidad de ser termo formado, a través de cierto grado de calor, y por medios mecánicos proceder a la deformación y moldeamiento del material.

### **3.3 Diseño.**

Para esta parte es imperativo recalcar que esta maqueta esquemático didáctica, será una par temas de un proyecto más grande que pretende mostrar de la misma forma esquemática, sistemas como el de combustible y lubricación, como es su distribución entre otros, por ello es importante recalcar que aquí solo se describirán los procedimientos de manufactura, y en ningún caso ahondará en ningún otro tema que no tenga que ver con la construcción del mismo.



### Flujo Grama De Lógica De Construcción

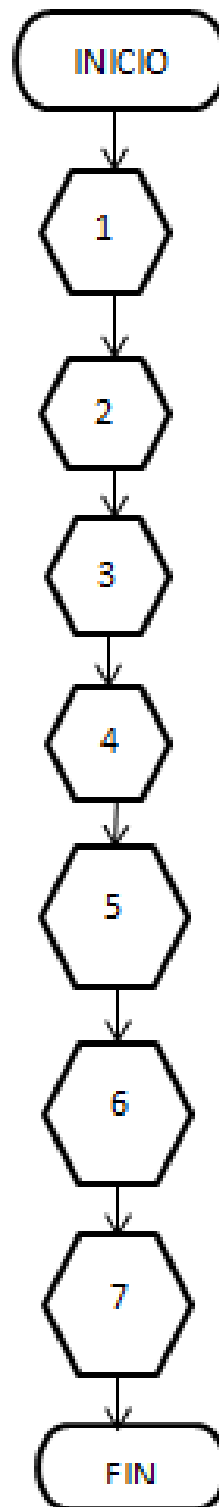


Figura 22. Flujo Grama del proceso de lógica de construcción.

## Cuadro 1

### Correspondencia numérica del flujo grama de construcción.

CORRESPONDENCIA NUMÉRICA DEL FLUJO GRAMA DE CONSTRUCCIÓN	
NÚMERO	ACCIÓN PROGRAMADA
1	Planteamiento y propuesta de construcción
2	Diseño
3	Selección de materiales
4	Corte y manufactura del material
5	Termo formado
6	Ensamble de los materiales
7	Colocación de los cowling y carcasas

#### 3.3.1 Planteamiento y propuesta de construcción.

Se visualiza la construcción y ensamble de esta estructura con materiales que tengan capacidades físicas específicas como la transparencia, resistencia estructural, y capacidad de maleabilidad y moldeamiento, estas permitirán realizar cortes para poder extraer los componentes aun no termo formados por medio de la guía que se da a través de planos e imágenes generadas por los software CAD, además de imágenes de los manuales de mantenimiento digitalizados CBT (COMPUTER TRAINING BASED).

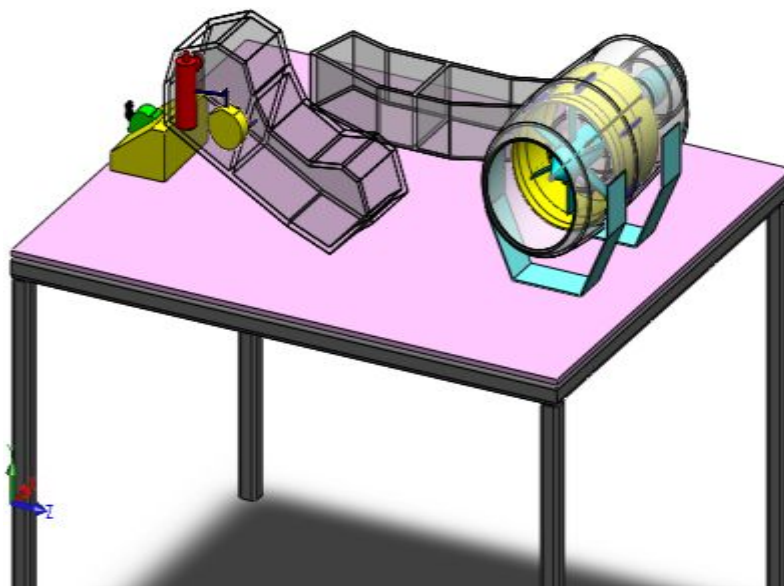


Figura 23. Expectativa de construcción.

Fuente: (shutterstock.com, 2010)

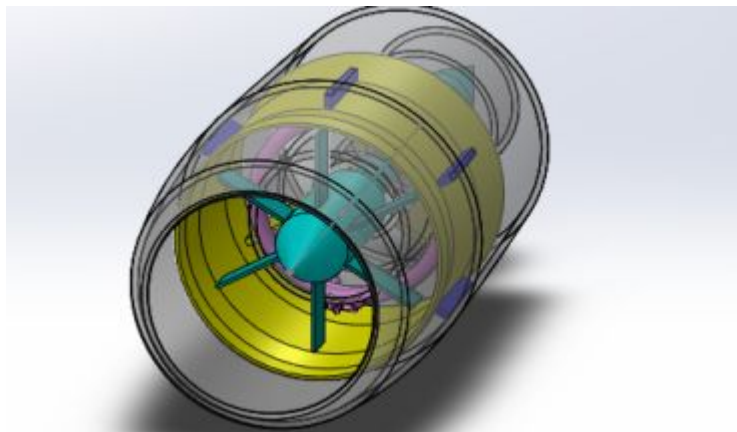
### 3.3.2 Diseño.

Como se muestra en la imagen que sub cede el diseño se realizó en el software de diseño Solid Works, mismo que como ya es conocido, por su versatilidad al momento de la versatilidad de diseño así como la multi-compleja gama de herramientas que posee para el diseño de estructuras complejas, en un inicio se diseñó una turbina, para que cumpliera con la función de ser impresa, pero las dificultades técnicas a partir de la área de extracción e impresión dificultaron la aprobación de este tipo de técnica novedosa que se está convirtiendo en icono del desarrollo de esta época.

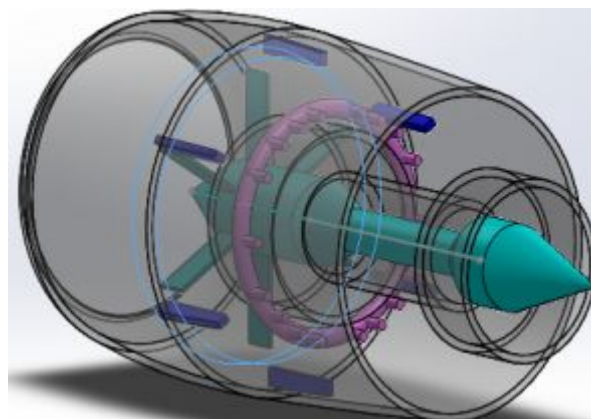


**Figura 24. Expectativa de construcción.**

Además se puede observar en la figura anterior, como se había explicado antes, que esta comparte espacio y funciones con otros proyectos que intentan representar otros sistemas que no se explicaran en este documento. A más de ello se tomó en cuenta en la fase de diseño que el material debería ser transparente, así como las dimensiones que debería poseer esto con el fin de que no sea desmesurado al momento de realizar la complementación con los otros proyectos que lo complementan, y se corresponden entre sí.

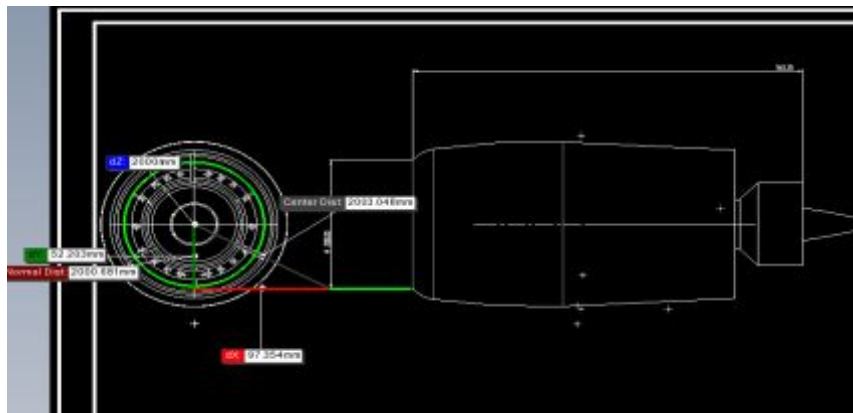


**Figura 25. Expectativa de construcción.**



**Figura 26. Expectativa de construcción.**

El diseño además cumple con el objetivo de mostrar la posición y función de los elementos llamados COWLINGS y CARCASAS, pues como se indicó en reiteradas ocasiones, esta investigación busca construir una maqueta, esquemático didáctica, y no un motor netamente funcional, a más de no necesitar completar el número de discos rotores y estatores, ni tomar la complejidad de los componentes internos pues esta no está definida como función ni acción de esta investigación, aun así se representaran como se muestra en el diseño, esto con el fin de darle un valor agregado a la investigación que aquí se describe, y como esta se estructurara para su posterior corte y manufactura.



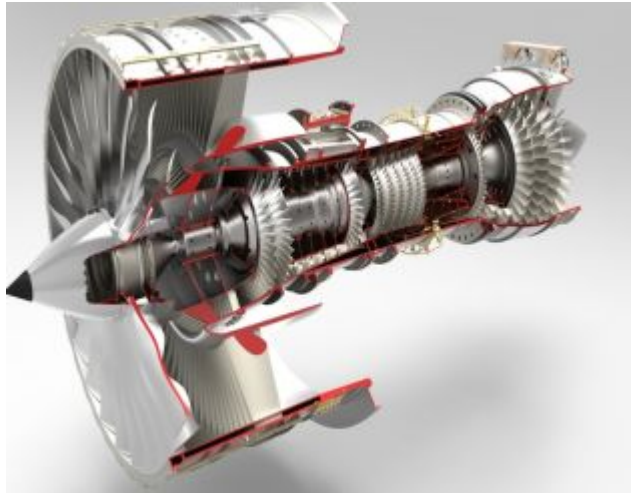
**Figura 27. Expectativa de construcción.**

Para facilitar el corte de los elementos y en el material escogido se realizaron planes que se arrojaron posteriores a la fase de diseño, estos son de vital importancia para la optimización y el cálculo del material, mismo que conlleva a la optimización del recurso económico.

### **3.3.3 Selección de materiales.**

Como material base de la construcción del equipo se tomó en cuenta el más apropiado para las funciones que espera que realice este material, como gran parte del proceso de manufactura sería realizado por un artesano del material, con la guía del investigador, además se hizo uso de las impresiones en 3D para generar un modelo previo a escala que permita facilitar al constructor la visualización de como encajan cada sección en su respectiva contraparte en la maqueta.

Para ello se utilizó el programa SolidWorks una vez más, con esto se esperaba llevar a cabo el proceso de construcción de un ensamblaje a partir de un diseño realizado por sistemas CAD, dicho proceso como se explicó antes tiene un fin de soporte de guía para el ensamblador de la maqueta, y permite determinar si el diseño que se espera implementar cumple con los lineamientos para ser material didáctico.



**Figura 28. Expectativa de construcción (SW).**

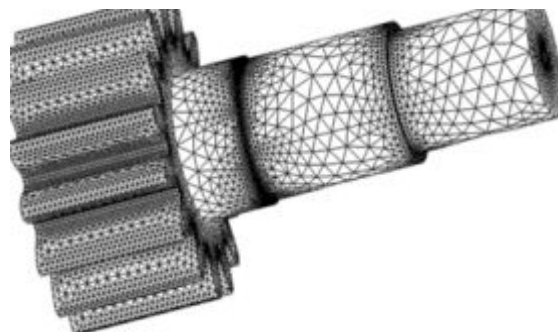
Lo primero en esta fase fue adquirir el programa de diseño, aprender cosas básicas a través de la investigación audio visual, y se procedió al proceso de diseño previo, como se explica anteriormente, las dudas acerca del programa eran solucionadas por medio de la búsqueda de tutoriales que hablen de aquello, el modelo básico que se proyectaba como un motor seccionado.



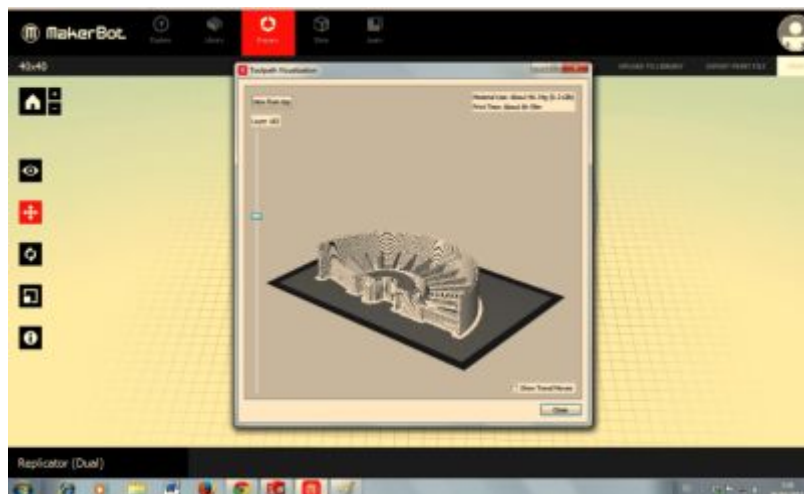
**Figura 29. Expectativa de construcción (SW).**

Posterior al diseño, y al ensamble de las diferentes partes de la que constaba el motor, se procedió a realizar el traspaso de los archivos a un formato que sea aceptable para ser impreso en una 3DPRINT, para ello

después de completados los procesos antes descritos, se pasó al guardado de los archivos con formato .STL, este formato hace referencia a una estereo litografía, formato que permite transformar las formas solidas a mallados triangulares que son aceptados por el software de configuración, este es el MAKER BOT, este permite el transporte de los datos a una plataforma que recepciona esos miles de triángulos y los coloca en una plataforma plana que ubica el sólido dentro de la superficie de extracción.



**Figura 30. Transformación a formato STL (SW).**



**Figura 31. Preparación para impresión en 3D STATOR FAN.**

La impresión de los elementos por cada parte individual, dio como resultado la turbina que se aprecia en la figura 3.10, y un total de 23 horas de impresión, posterior a ello se procedió con el ensamble de la turbina a escala, y se buscó

un material que emulara de forma adecuada las formas que adquirido la impresión en tercera dimensión.

Para ello se tomó en cuenta el acrílico, este material es el polímero de metil metacrilato, PMMA. Es un Termoplástico rígido excepcionalmente transparente. En su estado natural es incoloro pero se puede pigmentar para obtener una infinidad de colores. También se puede dejar sin pigmento para producir una lámina completamente transparente. Se produce material en un rango de parámetros de transmisión y difusión de luz, óptimo para diferentes usos. Es inerte a muchas sustancias corrosivas. Su resistencia a la intemperie hace que sea el material idóneo para una variedad de aplicaciones al aire libre.

El PMMA normalmente se produce con un agente absorbedor de luz ultravioleta para proteger tanto la pigmentación del propio PMMA como objetos que pudieran recibir luz a través de él. La lámina de acrílico puede ser trabajada para darle una gran variedad de formas valiéndose de distintos procesos industriales, artesanales y artísticos, de los cuales se hablara más adelante.

Se desarrolló en 1928 en varios laboratorios y se introdujo al mercado en 1933 por Rohm and Haas. La fórmula química del MMA, el monómero de metil metacrilato, es  $C_5O_2H_8$  y el de PMMA es  $(C_5O_2H_8)_n$ , la "n" indicando el número de moléculas de MMA que forman parte de la cadena lineal de PMMA.

(tomado de la página <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/>)

Para esta tarea se tomaron en cuenta factores o parámetros específicos, estos fueron por ejemplo, la resistencia al impacto, la transmisión de luz, el peso, la resistencia química, resistencia a la intemperie, y la capacidad de termo formado. A continuación se muestran algunas características físicas pertenecientes a este material.



## Cuadro 2

### Relación de resistencia al impacto.

Resistencia al Impacto de Lámina de PMMA comparada con la de Vidrio de diferentes tipos			
Material	Espesor en mm	Peso de Bola de Acero en caída libre en kg	Energía necesaria para romper el material en libras-pies
Lámina de Acrílico	2.5	0.11	3.0
	3.0	.91	4.7
	4.5	.91	11.1
	6.0	2.27	18.1
Cristal de Ventana	2.5	.11	0.8
Cristal Doble Resistencia	3.2		1.8
Cristal Flotado	4.8		2.0
	6.4		1.0
Vidrio de Seguridad Laminado	6.4	.11	1.1
Rough WireGlass, impacto sobre lado áspero			2.2
Rough WireGlass, impacto sobre lado liso			0.2
Wireglass pulido			0.4

Como se muestra en el cuadro anterior este material presta gran versatilidad al momento de resistir la carga necesitándose una fuerza de 3 lb-pies muchísimo mayor con respecto a otros materiales de transparencia como son ciertos vidrios expuestos anteriormente.

Esto le brinda una gran ganancia al momento de seleccionarlo de entre otros materiales que se encontraron en el mercado, en el cuadro que se muestra a continuación se aprecian los valores.

**Cuadro 3**  
**Relación de transparencia y longevidad.**

Propiedades Ópticas del PMMA				
Propiedades	Método ASTM	Unidades	Tipo de Lamina	
			Standard	Alto Impacto
Espesor		pulgadas	0.236	0.236
Gravedad Específica	D792	no aplicable	1.19	1.19
Índice Refractivo	D542	no aplicable	1.49	1.49
Transmisión de Luz y "Haze"	D1003	%	91	91
• paralelo		%	92	92
• total		%	1	2
• "Haze"				
Después de 5 años de exposición a la intemperie, ángulo de 45%, mirando hacia el sur		%	90	90
• paralelo		%	92	92
• total		%	2	5
• "Haze"				
Después de 240 horas de exposición a luz artificial		%	90	-
• paralelo		%	2	-
• "haze"				
Artificial Weathering	D1501		nada	nada
			nada	nada
Cambios en el Índice de Amarillez, medido instrumentalmente	D1925	no aplicable	1.0	0.8
Transmisión Ultravioleta, 320nm	Beckman DU-792	%	0	0

La calidad óptica con la que se aprecian los objetos a través de una lámina de PMMA es de gran calidad como se aprecia en el cuadro anterior. La tasa de "HAZE", es decir pérdida de definición óptica a causa de dispersión de rayos de luz, es solamente de un promedio de 1%.

- **Termo formado.**

Al calentar el PMMA a una temperatura óptima para su termo formado, entre los 163 y los 176 grados centígrados, este se vuelve suave y flexible y puede ser moldeado para darle casi cualquier forma deseada. Al enfriarse el material vuelve a endurecer, conservando la forma que se la haya dado.

Dado que el PMMA se moldea bajo poca presión, se pueden usar moldes económicos de madera o plástico. Esto permite que arquitectos y diseñadores especifiquen modelos complejos que pueden ser producidos a un costo muy razonable incluso en cantidades pequeñas.

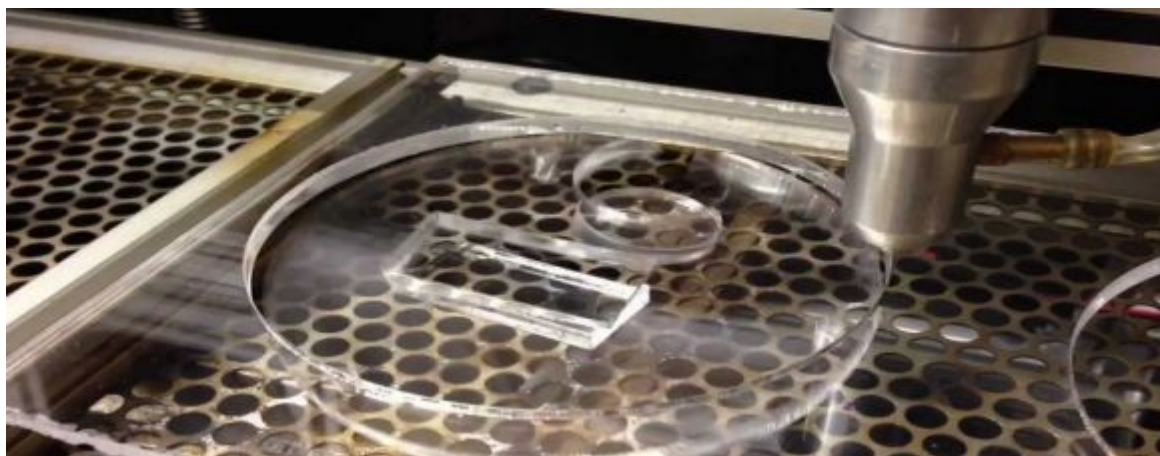
Por otro lado, dichos moldes económicos de madera o plástico pueden ser re-utilizados cientos de veces sin que sufra la calidad del producto terminado.



**Figura 32. Termo formado del alabe del FAN.**

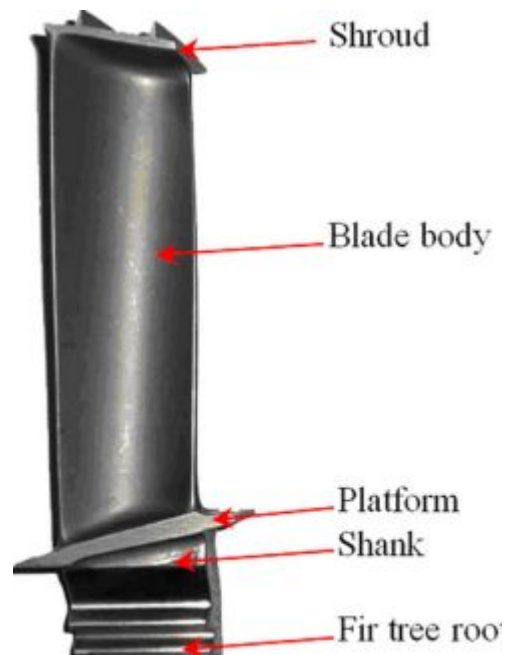
### 3.3.4 Corte de los materiales.

El corte de este tipo de materiales se facilita al momento de usar una maquina CNC (computer numerical control), este tipo de máquinas realizan cortes a precisión por medio de un láser de alta intensidad que sigue la posición de cada uno de los pulsos numéricos que son receptados por los datos emitidos una vez más por los planos que deben ser generados por el programa SolidWorks que genera un archivo en formato ilustrados con esto facilitando la lectura del manuscrito a cortar.



**Figura 33. Corte de acrílico en laser.**

De esta forma se logró alcanzar una aproximación mayor al modelo implantado inicialmente, para el corte de los componentes que en la maquina CNC se hicieron se tomó en cuenta la importancia de generar los modelos de los alabes del FAN con las dimensiones de raíz y el SHROUD del BLADE, además de tomar en cuenta el espacio que requerirían para el proceso de termo formado, además de tener siempre en cuenta las dimensiones de la maqueta y su tamaño con respecto a la maqueta, se tomó en cuenta también el arco de curva necesario para obtener los COWLINGS de entrada junto a la fabricación del labio de impacto.



**Figura 34. Partes de un alabe.**

**Fuente: (www.journalofengineering.net, 2007)**



**Figura 35. Corte de acrílico en laser.**

### 3.3.5 Termo formado.

El termo formado es el proceso por el cual se pueden cambiar las características de forma del acrílico, esto se realiza con gran facilidad al calentar el material a temperaturas superiores a 140°C y como se explicó en las características técnicas del material, este se comporta de forma favorable con las necesidades de construcción de esta investigación. A continuación se muestran varias imágenes que muestran el proceso de termo formado en esta búsqueda.



**Figura 36. Termo formado del acrílico.**



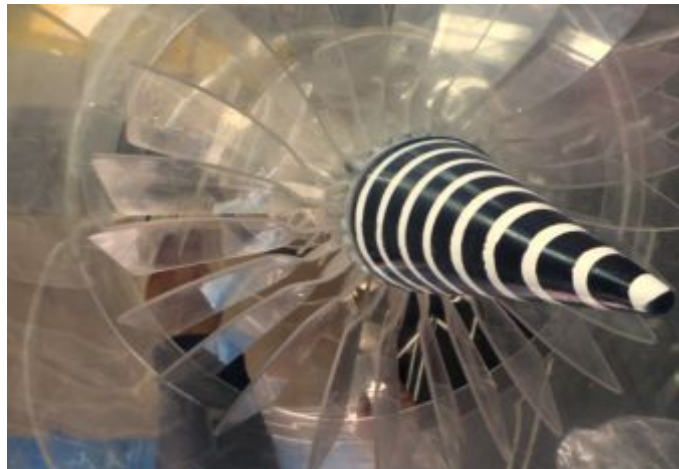
**Figura 37. Termo formado del acrílico.**



**Figura 38. Termo formado del acrílico.**

### **3.3.6 Ensamble de los elementos termo formados.**

El ensamble se realizó siguiendo las directivas planteadas por el CBT, y el diseño realizado en la impresora 3D, se tomó en cuenta que se pueda visualizar las principales partes del motor como son el FAN, la sección de compresión, la sección de las cámaras de combustión así como la turbina con su respectivo eje principal que sirve para observar de forma clara hacia dónde van los componentes que lubrican al motor.



**Figura 39. Ensamble del motor.**



**Figura 40. Ensamble del motor ubicación de una barra de soporte.**



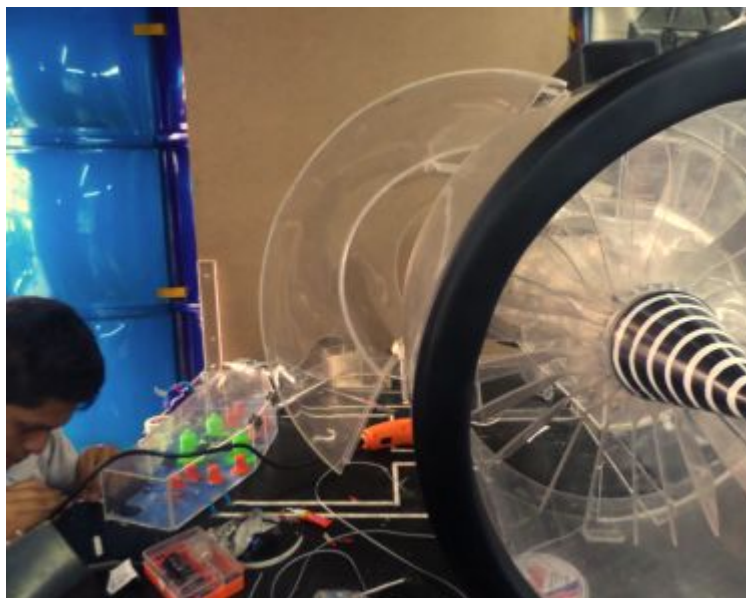
**Figura 41. Vista posterior del motor.**





**Figura 42. Vista de los COWLING del motor.**

Posterior al ensamble se ubicó la maqueta sobre la mesa de transporte que la soportara.



**Figura 43. Vista de los COWLING del motor.**

### 3.4 Pruebas funcionales y operacionales.

#### Pruebas funcionales

Para las pruebas funcionales se plantearon parámetros específicos para su revisión, este modelo realizado en acrílico debía tener, transparencia, proximidad al modelo de una turbina, poseer los elementos que posee un motor jet, poseer dimensiones de un apreciamiento medio, necesita tener locomoción entre sus ejes y soportes, sus partes móviles deben ser apreciables, a continuación se muestra un cuadro en el cual se muestran de forma clara las apreciaciones realizadas en este párrafo.

#### Cuadro 4

#### Pruebas funcionales

Pruebas funcionales.		
Prueba	Favorable	Desfavorable
Transparencia entre el material	Favorable	
Proximidad al modelo	Favorable	
Poseer elementos característicos del motor CFM 56	Favorable	
Locomoción entre sus ejes	Favorable	
Poseer los cowling móviles	Favorable	

#### Pruebas operativas.

Los parámetros que serán sometidos a observación en este proceso de pruebas será el siguiente, como el proyecto busca dar una forma de identificar los COWLINGS del motor se espera que estos puedan abrirse y cerrarse de forma fácil y emulando la apertura y posición de los mismos, además se observara que el movimiento de giro y rotación axial sea el más adecuado para este tipo de maqueta. A continuación se muestra un cuadro con las especificaciones marcadas aquí.

## Cuadro 5

### Pruebas operacionales.

Pruebas operacionales.		
Prueba	Favorable	Desfavorable
Movilidad de los cowling de forma eficiente	Favorable	
Rotación sin interferencia con elementos	Favorable	
Acople a la mesa de soporte de forma segura	Favorable	

Como consecuencia de las pruebas realizadas se puede concluir que la maqueta se encuentra construida siguiendo un orden lógico y sistemático y que ello en conjunto con la aplicación de tecnologías aplicables en la era actual como los software de diseño y las impresiones garantizaron el éxito de la manufactura de este elemento que contiene un gran número de inconvenientes al momento de ensamblarlo por su amplia complejidad y conjunto de parte móviles

### 3.5 Análisis económico.


En este análisis se integraran costos y rubros laborales aprobados por la actual constitución como el trabajo realizado y los materiales e insumos, el proceso de alquiler de maquinaria especializada, así como la contratación de los servicios profesionales del artesano que ayudo a la realización del proceso de termo formado de los materiales, entre otros.

**Cuadro 6****Gastos.**

Tabla de gastos		
Compra de software	25 USD	
Alquiler de maquinaria especializada	120 USD	
Tiempo de impresion3D x 21 horas	360USD	
acrílico	160USD	
Corte deacrílico	70USD	
termo formado delacrílico	800 USD	
	<b>TOTAL</b>	<b>1535 USD</b>

### 3.6 Descripción de procedimientos de operación, mantenimiento

#### 3.6.1 Manual de operación

<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS</b>	
	<b>Manual de Operación</b>
<b>Código:</b> LMB-MI-32	
<p><b>“Implementación de una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnologías”</b></p>	
<b>Elaborado por:</b> Henry David Zapata Paredes	<b>Revisión</b> No. 1
<b>Aprobado por:</b> Tlga. Maritza Nauñay	<b>Fecha:</b> abril 2015
<p><b>I. Objetivo</b></p> <p>Indicar los procedimientos que se deben seguir para la utilización de la maqueta esquemática didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E de los aviones Embraer 170-190.</p>	
<p><b>II. Manual de operación</b></p> <p><b>1. Alcance:</b></p> <p>Docentes, técnicos y estudiantes capacitados.</p> <p><b>2. Personal Requerido:</b></p> <p>1 Persona</p> <p><b>3. Información técnica del proceso y operación:</b></p> <p>Manual de operación para el manejo de los cowlings del motor CF34E de los aviones Embraer 170-190.</p> <p><b>4. Condiciones requeridas:</b></p> <p>Tener en cuenta las normas de seguridad que se debe seguir en el taller.</p>	

## 5. Procedimiento

### PANEL DE CONTROL DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- Se procede a verificar que no se encuentre ningún objeto extraño dentro del motor.




- Una vez realizado la inspección para poder observar los cowling se procede a abrirlas.



- Para lo cual se puede observar cómo fue su construcción y así poder llegar cumplir con el objetivo mencionado que fue realizar una réplica del original con materiales menos costosos.

**PRECAUCIÓN:** Tenga presente que para la apertura de los cowling retirar el seguro.

### 3.6.2 Manual de Mantenimiento

<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS</b>	
	<b>LMB-MI-32</b> <b>Manual de Mantenimiento</b>
<b>Código:</b>	
<p><b>“Implementación de una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnologías”</b></p>	
<b>Elaborado por:</b> Henry David Zapata Paredes	<b>Revisión</b> No. 1
<b>Aprobado por:</b> Tlga Maritza Nauñay	<b>Fecha:</b> Abril 2015
<p><b>I. Objetivo</b></p> <p>Indicar los procedimientos que se deben seguir para dar el mantenimiento respectivo a los cowling y carcasas del motor CF34E de los aviones Embraer 170-190</p>	
<p><b>II. Manual de mantenimiento</b> El mantenimiento se deberá realizar semestralmente, donde:</p> <p>Verificar puntos de sujeción de los cowlings</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar que siempre las uniones se encuentren libres de cualquier objeto extraño.</li> </ul> <p><b>1. Alcance:</b></p> <p>Docentes, técnicos y estudiantes capacitados.</p> <p><b>2. Procedimiento:</b></p> <p>El siguiente mantenimiento debe ser realizado por el personal que utilice el equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examinar las condiciones del fan y de las demás carcasas del motor.</li> </ul>	




**Figura 1. Apertura del Cowling.**

- Inspeccionar los puntos que sujetan a los brazos que mantienen los cowling abiertos.





### 3.6.3 Manual de Seguridad

<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS</b>		
	<b>Manual de Seguridad</b>	<b>Código:</b> LMB-MI-32
<p><b>“Implementación de una maqueta esquemático didáctica de los cowling y carcasas del motor CF34E perteneciente al avión Embraer 170-190, para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en la Unidad de Gestión de Tecnologías”</b></p>		
<b>Elaborado por:</b> Henry David Zapata Paredes		<b>Revisión</b> No. 1
<b>Aprobado por:</b> Tlga Maritza Nauñay		<b>Fecha:</b> Abril 2015
<p><b>I. Objetivo</b></p> <p>Indicar los procedimientos de seguridad que se deben seguir para operar los cowling y carcasas del motor CF34E de los aviones Embraer 170-190</p>		
<p><b>II. Manual de seguridad</b></p> <p>Utilizar ropa de trabajo adecuada: overol, botas punta de acero, guantes, gafas de protección.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal capacitado, para su funcionamiento</li> <li>• Obedecer las indicaciones de la persona a cargo: Docentes y técnicos.</li> <li>• Utilizar las herramientas de forma segura y adecuada para prevenir daños personales y al Case de la sección de escape.</li> <li>• El área donde se va realizar el desmontaje debe estar libre de obstáculos para evitar percances personales.</li> </ul>		

## CAPÍTULO IV

### 4.1 Conclusiones.

- Una de las formas de garantizar la construcción de maquetas especializadas de gran grado de complejidad, es necesario que pase por un proceso de diseño y comprobación. Dichos conjunto de pasos garantizan el éxito de una construcción.
- El uso de tecnologías como las impresiones en 3D facilitan la visualización de un proyecto, generando un componente a escala, de gran fiabilidad, y con una estructura fácil de apreciar para su copia.
- El material llamado acrílico pese a que es de una gran complejidad para su trabajo, con la herramienta adecuada pueda ser trabajado de forma óptima.
- El proyecto de construcción de una maqueta didáctica se ha cumplido tomándose en cuenta los lineamientos y procesos que se plantearon inicialmente en el proyecto.

### 4.2 Recomendaciones.

- Hacer uso adecuado del equipo, debe recordarse que es un equipo didáctico, con un grado de resistencia medio, y debe ser tratado como tal.
- Tratar los elementos móviles de forma correcta para que se evite su destrucción y tenga un grado de perduración medio.
- Es necesario realizar las lubricaciones del conjunto de ejes axiales, y coyunturas con motricidad.
- Asear de manera continua ya que el material utilizado puede opacarse y eso puede dificultar la visualidad.

## GLOSARIO

### GLOSARIO DE TÉRMINOS.

#### A

Análisis.- Separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios y elementos.

Asimilar.- Comprender una persona lo que está aprendiendo e incorporar los conocimientos nuevos a los que ya tenía.

#### C

CBT.- entrenamiento basado en computadora

Concerniente.- Tocante.

Contemporáneo.- Que existe en la época actual, que pertenece al presente.

Contraste.- Diferencia notable u oposición que presentan dos cosas cuando se comparan entre sí.

Contexto.- Conjunto de circunstancias que condicionan un hecho.

Contextualizar.- Poner en un determinado contexto.

Cualidad.- Cada uno de los caracteres que distinguen a las personas o cosas.

Cualitativo.- Que denota cualidad.

Currículum.- Plan de estudios.

Cowling.- sistema de protección estructural del motor y fuselaje de una aeronave.

## D

P en ir de lo general a lo particular.

Deducir.- Sacar una conclusión por medio de un razonamiento a partir de una situación anterior o de un principio general.

DGAC.- Dirección General de Aviación Civil (Ecuador).

Directriz.- Norma o conjunto de normas e instrucciones que dirigen, guían u orientan una acción, una cosa o a una persona.

## E

Entorpecer.- Poner los medios o proporcionar las causas que impiden el desarrollo normal de una actividad o proceso.

## F

Fomentar.- Hacer que una actividad u otra cosa se desarrolle o aumente su intensidad.

## H

Habilitación.- 1 Adaptación o adecuación de una cosa para que desempeñe una función que no es la que tiene habitualmente 2 Autorización legal que se da a una persona para hacer una cosa.

Hardware.- Conjunto de unidades físicas, circuitos y dispositivos que componen un sistema informático.

## I

Innovador.- Que cambia las cosas introduciendo novedades.

Improvisar.- Hacer una cosa que no estaba prevista o preparada, llevado de la intuición del momento.

## L

Lapso.- Periodo de tiempo transcurrido.

## M

Mediador.- Persona u organismo encargado de intervenir en una discusión o en un enfrentamiento entre dos partes para encontrar una solución.

Metodología.- Ciencia del método y la sistematización científica. Tratado de los métodos de enseñanza.

## P

Per se.- Por sí mismo.

Pedagógica.- Que enseña las cosas con mucha claridad y es útil para aprender.

Pos.- Se usa en la expresión en pos de, que significa 'detrás'.

Pragmático.- Relativo a la práctica.

Pragmatismo.- Doctrina filosófica que considera que el único medio de juzgar la verdad de una doctrina moral, social, religiosa o científica consiste en considerar sus efectos prácticos.

Prolongada.- Hacer que una cosa dure más tiempo de lo normal.

## R

Recopilar.- Juntar o reunir varias cosas dispersas, especialmente escritos, bajo un criterio que dé unidad al conjunto.

## S

Software.- Conjunto de programas, lenguajes de programación y datos que controlan que el ordenador funcione y realice determinadas tareas.

## T

Tabular.- Expresar [valores, magnitudes, conceptos, etc.] por medio de tablas.

Tangible.- Que se puede tocar o percibir por medio del tacto.

Tipología.- Clasificación y estudio en tipos o clases de un conjunto de elementos.

Tópico.- Tema.

Turborreactor.- Motor a reacción formado por una turbina de gas, cuya expansión produce una reacción propulsora. Es el motor a reacción más complicado.

V

Variable.- Factor o característica que puede variar en un determinado grupo de individuos o hechos, especialmente cuando se analizan para una investigación o un experimento.

## Referencias Bibliográficas

- ([www.itsafae.edu.ec](http://www.itsafae.edu.ec))
- ([shutterstock.com](http://shutterstock.com))
- ([www.probasedfrom.org](http://www.probasedfrom.org))
- ([www.aircompsist.com](http://www.aircompsist.com))
- (Manual de mantenimiento del Embraer 170)
- ([www.airbusconcept.com](http://www.airbusconcept.com))
- (Formato de elaboracion de proyectos ESPE)
- (Tomos de mantenimiento aeronautico)

# ANEXOS