



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN MOTORES

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**TEMA: INSPECCIÓN DE LOS CARENAJES DE LAS ALAS Y DEL
ESTABILIZADOR HORIZONTAL Y VERTICAL, MEDIANTE
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA APLICABLE A LA AERONAVE
FAIRCHAILD F-27, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS-ESPE.**

AUTOR: MENDOZA ORTIZ, LUIS ANTONIO

DIRECTOR: TLGO. INCA YAJAMIN, GABRIEL SEBASTIAN

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía , “**INSPECCIÓN DE LOS CARENAJES DE LAS ALAS Y DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL Y VERTICAL, MEDIANTE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA APLICABLE A LA AERONAVE FAIRCHAILD F-27, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE.**” fue realizado por el señor **Mendoza Ortiz, Luis Antonio** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizando por la herramienta de verificación de similitud de contenido, por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Febrero 2020

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

TLGO. INCA YAJAMIN, GABRIEL SEBASTIAN

C.C.:1722580329



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Mendoza Ortiz, Luis Antonio**, declaro que el contenido, ideas de la monografía:

“INSPECCIÓN DE LOS CARENAJES DE LAS ALAS Y DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL Y VERTICAL, MEDIANTE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA APLICABLE A LA AERONAVE FAIRCHAILD F-27, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológico y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz

Latacunga, Febrero del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Antonio Mendoza Ortiz', written over a horizontal line.

MENDOZA ORTIZ, LUIS ANTONIO

C.C: 0850130121



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Mendoza Ortiz, Luis Antonio** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la presente monografía **“INSPECCIÓN DE LOS CARENAJES DE LAS ALAS Y DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL Y VERTICAL, MEDIANTE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA APLICABLE A LA AERONAVE FAIRCHAILD F-27, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Febrero del 2020

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Luis Antonio Mendoza Ortiz'.

MENDOZA ORTIZ, LUIS ANTONIO

C.C: 0850130121

DEDICATORIA

A el Dios Todo Poderoso le dedico este logro porque fue mi fortaleza cuando pensé que ya no podía avanzar, por haberme dado la sabiduría y la inteligencia para llegar a obtener este título tan esperado, a mis padres, Luis Antonio Mendoza Vera y a mi madre Alba Yesica Ortiz Delgado por ser mi apoyo incondicional, por haber creído y confiado en mí, a mi abuela Estacia Delgado porque nunca se olvidó de mí en cada una de sus oraciones, por todos sus consejos y ese amor y dedicación que me han dado.

MENDOZA ORTIZ LUIS ANTONIO

AGRADECIMIENTO

A la Unidad de Gestión de Tecnología ESPE y a todos mis maestros especialmente a los Tnlgos. Cristian Díaz, Paúl Arcos, Esteban Pantoja, Édison Granda, Ing. Jairo Naranjo, Lic. Marielisa Coque y Lic. Flavio Hurtado, porque me formaron como un profesional con la capacidad para desenvolverme de manera eficiente donde quiera que vaya a impartir mis conocimientos adquiridos, a mi tutor de tesis Tnlgo. Gabriel Sebastián Inca Benjamín, por haberme dedicado el tiempo necesario y darme las debidas orientaciones para que mi tesis pueda irse desarrollando hasta lograrla en su totalidad, a los Crnls. Paúl Armas y Pepe Ibáñez, que gracias a su ayuda pudieron contribuir en gran manera para la conclusión de mi tesis. A todos mis amigos y demás personas que me dieron su ayuda incondicional para que hoy por hoy este celebrando de este momento tan especial para mí y los que me aprecian.

MENDOZA ORTIZ LUIS ANTONIO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Planteamiento del problema	2
1.3	Justificación e Importancia	3
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	Objetivo General.....	4
1.4.2	Objetivos Específicos	5
1.5	Alcance.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Reseña Histórica de la Aeronave Fairchild.....	7
2.2	Versiones del Fairchild	10

2.3	Especificaciones del Fairchild F-27	10
2.4	Rolls Royce Dart.....	12
2.5	Materiales Compuestos	13
2.5.1	Fibra de vidrio	14
2.5.2	Fibra de Carbono.....	16
2.5.3	Fibra de aramida	17
2.7	Tipos de inspección	19
2.7.1	Pruebas sonoras sónicas	19
2.7.2	Inspección ultra sónica	21
2.7.3	Radiografía	22
2.7.4	Termografía	23
2.7.5	Radiografía de neutrones	24
2.7.6	Detector de humedad	25
2.8	Inspección visual	26
2.8.1	Tipos de criterios de inspección	29
2.8.2	Inspección general visual	31
2.8.3	Inspección directa.....	31
2.8.4	Inspección indirecta	32
2.8.5	Distancia y ángulo visual	33
2.9	Tipos de carenados	34
2.9.1	Carenado ventral	34
2.9.2	Carenado cabina	35
2.9.3	Carenados del motor	36
2.10	Métodos de limpieza.....	37
2.10.1	Medidas de control recomendadas para la remoción de la corrosión.....	38

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Introducción	42
3.2	Materiales, Herramientas, Equipos.....	42
3.2.1	Materiales	42
3.2.2	Herramientas	43
3.2.3	Equipos.....	43
3.3	Estructura General.....	43
3.4	Remoción de los Carenados	44
3.5	Reparaciones generales producidas	45
3.5.1	Inspección	45
3.6	Mezcla de resinas.....	46
3.7	Curado de resinas	49
3.8	Acabado y retoque.....	50
3.9	Instalación	57

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	59
4.2	Recomendaciones.....	59
	GLOSARIO	61
	ABREVIATURAS	63
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MSDS DEL CATALIZADOR

ANEXO B: MSDS DE LA RESINA

ANEXO C: MSDS DEL SOLVENTE

ANEXO D: PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA FIBRA DE VIDRIO

ANEXO E: MANUAL DE REPARACIONES DE ESTRUCTURAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Inspección de detector de humedad</i>	26
Tabla 2. <i>Valores de Iluminación</i>	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aeronave Fokker F-27	8
Figura 2. Aeronave Fairchild F-27	9
Figura 3. Avión Fairchild F-27	12
Figura 4. Motor Rolls Royce Dart.....	13
Figura 5. Fibra de vidrio	15
Figura 6. Fibra de Carbono.....	17
Figura 7. Fibra de aramida.....	18
Figura 8. Pruebas sonoras sónicas	20
Figura 9. Inspección Ultra Sónica	21
Figura 10. Inspección Rayos X	22
Figura 11. Inspección Térmica.....	24
Figura 12. Radiografía por Neutrones	25
Figura 13. Inspección directa.....	32
Figura 14. Inspección Indirecta.....	33
Figura 15. Angulo de visión	33
Figura 16. Carenado ventral	35
Figura 17. Carenado de cabina	35
Figura 18. Carenado del motor	36
Figura 19. Corrosión en la estructura	38
Figura 20. Herramientas para sacar la corrosión.....	40
Figura 21. Carenado superior del motor	44
Figura 22. Carenado Central	44
Figura 23. Carenado de los estabilizadores.....	45
Figura 24. Carenado deteriorado.....	46
Figura 25. Materiales para reparar carenados.....	47
Figura 26. Carenado dañado seleccionado	48
Figura 27. Mezcla de catalizador	48
Figura 28. Remoción de exceso de resina.....	49
Figura 29. Lijado de la capa de Fibra	51
Figura 30. Uso del EPP	51
Figura 31. Carenado con cinta.....	52
Figura 32. Limpieza del carenado.....	52
Figura 33. Macilla para rellenar daños.....	53
Figura 34. Aplicación del solvente	54
Figura 35. Secado de los carenados y verificación del grosor.....	54
Figura 36. Cumpliendo intervalos designados	55
Figura 37. Sacando parte amarillenta del carenado	56
Figura 38. Carenado secado 30 días.....	56
Figura 39. Instalación del carenado superior del motor	57
Figura 40. Carenado del estabilizador	57

RESUMEN

La presente monografía detalla los procedimientos necesarios para realizar una correcta inspección de los carenados de la aeronave Fairchild F-27 de la Unidad de Gestión de Tecnología ESPE. Los carenados son cubiertas que ayudan a disminuir la resistencia con respecto al aire por lo cual es muy importante realizar inspecciones para ver en qué estado se encuentran los carenados de diferentes zonas de la aeronave. Los carenados o más conocidos fairing técnicamente son hechos de algunos materiales compuestos los cuales son muy resistente y duraderos por lo cual la industria aeronáutica los utiliza al momento de fabricar las correspondientes aeronaves. Al inicio de este proyecto se detalla el correspondiente tema del proyecto de titulación seguido se encuentra los objetivos que se pretende alcanzar con este tema. El capítulo II hace referencia a la historia de la aeronave Fairchild, como realizar una inspección y de qué tipo de materiales compuestos están hechos los carenados. Por último el capítulo III se encuentra todos los pasos que se realizaron para hacer una inspección a los carenados, de igual manera la forma en la que se hizo la correspondiente reparación a todos los errores encontrados basados al manual de estructuras de la propia aeronave.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVES - CARENADOS**
- **AERONAVES - INSPECCION**
- **AERONAVE FAIRCHAILD F-27**
- **AERONAVES - REPARACION**

ABSTRACT

This monograph project details the procedures necessary to perform a proper inspection of Fairchild F-27 fairings aircraft of the Unidad de tecnologías de la ESPE. The fairings are covered that help to decrease the resistance with respect to air so it is very important to carry out inspections to see what condition the fairings of different areas of the aircraft are in. Fairings or more well-known fairings are technically made of some composite materials which are very resistant and durable so the aeronautical industry uses them when manufacturing the corresponding aircraft. At the beginning of this project, the corresponding theme of follow-up this research is the objectives that are intended to be achieved with this topic. Chapter II refers to the history of the Fairchild aircraft, how to carry out an inspection and what kind of composite materials the fairings are made of. Finally, Chapter III finds all the steps that were taken to carry out an inspection of the fairings, just as the way in which the corresponding repair was made to all errors found based on the manual of structures of the aircraft itself.

KEYWORD:

- FAIRING
- INSPECTION
- COMPOSITE MATERIALS
- REPAIR

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

“INSPECCIÓN DE LOS CARENAJES DE LAS ALAS Y DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL Y VERTICAL, MEDIANTE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA APLICABLE A LA AERONAVE FAIRCHAILD F-27, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE.”

1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico–ITSA, es una Institución de Educación Superior, fue creada el 08 de noviembre de 1999 y reconocido por el CONESUP el 22 de septiembre del año 2000, a partir desde ese gran paso que tuvo la institución esta presta sus facilidades a los jóvenes que deseen formarse como profesionales en el ámbito de la aviación y en diferentes profesiones.

Esta institución tiene el privilegio de ser la única institución que posee la carrera de mecánica aeronáutica en célula y en sistema propulsor, está debidamente aprobada por Dirección General de Aviación Civil para formar profesionales altamente calificados.

El 13 de enero de 2014, el Honorable Consejo Universitario Provisional de la Universidad de las Fuerzas Armadas–ESPE, resuelve aprobar la creación de la Unidad

de Gestión de Tecnologías–UGT, fortaleciendo así la unificación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico–ITSA a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Lo que es la Unidad de Gestión de Tecnología hoy en día tiene a su disposición laboratorios y talleres altamente calificados para brindar un excelente aprendizaje a los estudiantes en las respectivas ramas, así como también cuenta con algunos aviones escuelas para que ellos ponga en práctica los aprendizajes enseñados en las aulas, esto hace que la Unidad de Gestión de Tecnologías saque al ámbito de la aviación a los mejores técnicos del país ya que cuentan con excelentes técnicos de aviación como docente así fomentando una buena enseñanza y un buen aprendizaje.

1.2 Planteamiento del problema

La realización del siguiente proyecto se da debido a que la aeronave Fairchild F-27 ubicada en la Unidad de Gestión de Tecnología necesita preservar el avión escuela para así impartir los conocimientos necesarios que brindan los docentes y aumentar las diferentes habilidades que tienen los estudiantes todo esto al aprendizaje que reciben en las aulas, por eso se ha visto la necesidad de hacer una debida y correcta inspección de los carenajes de las alas y de los estabilizadores para poder realizar el trabajo de titulación, todo este procedimiento se va a realizar gracias a los conocimientos adquiridos en todos estos tiempos que se fue estudiante, esta inspección ayudara en mucho para preservar el avión escuela y poder seguir brindando una buena enseñanza a las futuras generaciones.

Los diferentes tipos de aviones escuela que tiene la Unidad de Gestión de Tecnología se ha visto una clara necesidad de realizar diferentes tipos de inspección así mismo diferentes tipos de mantenimiento, debido a todo esto que uno como estudiante se ha podido percatar se ha tomado la decisión de realizar una adecuada inspección en los diferentes carenajes que posee la aeronave.

En esta prestigiosa institución que posee con varios aviones escuela se ha tomado la decisión de escoger uno de ellos para realizar la siguiente inspección así fortaleciendo los diferentes aprendizajes que hemos adquirido en esta vida estudiante ayudando a preservar también dicho avión.

1.3 Justificación e Importancia

La Unidad de Gestión de Tecnología es la única institución que está calificada en el Ecuador como instituto superior de alto nivel para formar técnicos en mecánica aeronáutica en las diferentes ramas, debido a todo esto cuenta con una excelente historia, esta carrera cuenta con un material altamente calificado para impartir los conocimientos necesarios sobre dicha carrera para ello todo este material debe de estar adecuadamente operable y en buen estado para así tener la formación de excelentes mecánicos así mismo mediante toda esta formación ellos puedan brindar el cien por ciento en cada actividad o cada trabajo que realicen una vez que culminen sus estudios.

Al hacer dicha inspección de los carenajes de las diferentes zonas del avión Fairchild aumentan totalmente la preservación del avión escuela debido a todo esto se pone a consideración realizar la dicha inspección, este proyecto beneficiara a los estudiantes tantos como a los docentes debido a que se aumentara que los componentes estén en buenos estados y se pueda impartir una mejor enseñanza, así teniendo el avión escuela operable y listo para cuando se necesite para realizar diferentes tipos de prácticas o mantenimiento que disponga el docente al impartir sus conocimientos.

Realizar este proyecto es factible porque este va a garantizar que los componentes y operatividad tengan una mayor preservación, además facilitara el aprendizaje a los estudiantes esto debido a que estarán operables los sistemas componentes y diferentes partes del avión, así la institución va a seguir con producción de tecnólogos de alta eficiencia y calidad que exigen las diferentes empresas, debido a que la Unidad de Gestión de Tecnología es la cuna de dichos profesionales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar una inspección de los carenajes de las alas y del estabilizador horizontal y vertical, mediante documentación técnica aplicable a la aeronave fairchild f-27, perteneciente a la unidad de gestión de tecnologías-Espe.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica para realizar las diferentes pruebas a los carenajes de la aeronave fairchild para ver en qué estado se encuentra.
- Inspeccionar los diferentes carenajes mediante la documentación de la correspondiente aeronave.
- Ejecutar las correcciones encontradas durante la inspección a los carenados según el Manual de Reparaciones Estructurales.

1.5 Alcance

La Unidad de Gestión de Tecnología contemplando según las regulaciones 147 Centro de Instrucción Aeronáutica Civil (CIAC) ejecuta la formación de personal técnico, facilitando conocimientos técnicos, prácticos que hoy en día ayudará a la industria aeronáutica. En énfasis a este proyecto investigativo tiene como intención dar a conocer como realizar, interpretar e identificar el tipo de material utilizado en un diseño estructural facilitando una optimización de recursos tanto económicos como en mano de obra e así la preservación especialmente de una área que es expuesta al exterior requiere de un mantenimiento adecuado permitiendo una durabilidad del mismo cumpliendo una protección de componentes internos ejecutando una operación con una calidad eficaz y confiable de tal manera esto facilitara a los estudiante de la carrera de Mecánica

Aeronáutica clarificar ideas contextualizadas a una manipulación en cada sección del avión escuela.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Reseña Histórica de la Aeronave Fairchild

El avión Fairchild F-27 es una aeronave tipo turbohélice, la cual fue diseñado y fabricado por Fairchild Hiller el cual es un avión que es variante del modelo Fokker F-27 que fue una aeronave que surgió de la postguerra y la cual se puso en los bancos de dibujo a inicios de los años 1950 las actividades de esta aeronave fueron el transporte de pasajeras como de correos.

El avión Fokker F-27 tiene como gran característica lo que es su gran envergadura, su buena aerodinámica, los excelentes y potentes motores Rolls Royce-Dart, diseño que es originaria de la marca británica desde el año 1940, que permitió los despegues y aterrizajes fueran más fáciles en las pistas cortas. En noviembre de 1955 fue la fecha donde el avión Fokker tuvo su primer vuelo como un prototipo el cual tenía un tren retráctil con su cabina presurizada y para transportar 28 personas.

Gracias al gran éxito que tuvo a su primer vuelo y al tener muchas necesidades de los que son los operadores en esa época, la marca holandesa tomo la decisión de comenzar a fabricas varias variantes, ese fue el momento indicado para que se firmara un acuerdo con Fairchild Engine and Aircraft Corporation para tener así la gran oportunidad de poder ampliar el mercado y permitir la fabricación del avión en los Estados

Unidos. Un acertijo fue disminuir costos de fabricación y poder agrandar el terreno de comercialización, lo cual tomaría nombre en los Estados Unidos como Fairchild F-27. (ARMENDARIZ, 2007)



Figura 1. Aeronave Fokker F-27

Fuente: (ARMENDÁRIZ , 2017)

Fue en el año 1952 el cual comenzó a desarrollarse los aviones pasajeros Fairchild F-27, por lo cual los ingenieros aeronáuticos de ese entonces en Estados Unidos crearon un avión civil de primera clase la cual era capaz de movilizar 52 pasajeros y cubría rutas aéreas de 2660 kilómetros de longitud regional. El avión Fairchild tuvo su primer vuelo en el año 1955 el 24 de noviembre, pero hubo un gran problema con esta aeronave que debido a su rendimiento no cumplía la satisfacción de los fabricantes de aviones por lo cual este proyecto se mandó para que hagan otra revisión que fue después de casi de tres años que la aeronave tuvo la oportunidad de ir a la producción de masa. (AVIO.PRO, 2016)



Figura 2. Aeronave Fairchild F-27

Fuente: (AVIO.PRO, 2016)

La Aeronave consta con una cabina que da a disposición para poner a bordo a 52 personas, al inicio permitía viajar a rutas locales y regionales, aunque también había surgido otra idea la cual era fabricar una versión para carga, pero debido a la alta cantidad de combustible que iba a consumir y la falta demanda real para esto se descartó dicha idea.

El Fairchild consta con dos motores Rolls-Royce Dart Mk532-7L con turbopropulsión que significa que es un motor turbohélice donde se encuentra la hélice delante del reactor la cual es propulsada por una segunda turbina a la que se la conoce como turbina libre. Lo cual desarrolla un empuje de 4600 hp lo que sería un transporte aéreo de 435 km/h de velocidad, la desventaja de tener esta central eléctrica es que consume una gran cantidad de combustible, pero la ventaja es que la fiabilidad que presenta esta aeronave es asombrosa ya que las investigaciones botaron resultados confiables ya que los choques que tuvo esta aeronave se dieron por cambios climáticos

o errores de los pilotos mas no por alguna característica de la aeronave. (AVIO.PRO, 2016)

2.2 Versiones del Fairchild

- **FH-227:** Es una versión inicial la cual constaba con un motor Dart 7 MK 532-7 de 2.250 CV, lo cual estos motores presentaban una reducción de 0.093:1 y tenía el despegue máximo de 43.500 LB.
- **FH-227B:** Es una versión que consta con mayor peso, la cual fue pedida por Piedmont Airlines en abril del año 1966 y que entro en servicio un año después. Consta con motores Dart MK532-7L donde el avión fue equipado con hélices que tenía mayor diámetro y el peso de despegue es de 45.500 LB.
- **FH-227C:** es la misma aeronave del FH-227 pero con las hélices del FH-227B tiene el mismo peso de despegue.
- **FH-227D:** Esta versión tenía pasajero-carga eran convertible además ya tenía frenos ABS y su sistema de flaps ya tiene posiciones intermedias para el despegue.
- **FH-227E:** Es el resultado de una combinación del FH-227C y el FH-227D.

2.3 Especificaciones del Fairchild F-27

- **Tripulación:** 2 personas
- **Pasajeros:** 52 personas
- **Longitud de la aeronave:** 25.5 metros

- **Envergadura:** 29.0 metros
- **Altura del plano:** 8.4 metros
- **Peso del avión vacío:** 10400 kilogramos
- **Carga útil:** 9330 kilogramos
- **Peso máximo de despegue:** 19730 kilogramos
- **Velocidad crucero:** 435km/h
- **Velocidad máxima de vuelo:** 532km/h
- **Distancia máxima de vuelo:** 2660 km/h
- **Altura máxima de vuelo:** 8540 km/h
- **Tipo del motor:** turbopropulsor
- **Central eléctrica:** 2x Rolls Royce Dart RDa 7MK 532-7L
- **Potencia:** 2 x 2300hp
- **Hélice:** Cuadripala Rotol 16500 rpm
- **Velocidad nunca excedida:** 478km/h
- **Velocidad máxima operativa:** 420km/h
- **Velocidad en entrada de pérdida:** 157km/h
- **Velocidad mínima controlable:**166km/h
- **Flaps:** 7 posiciones
- **Combustible:** 1.364 galones
- **Consumo:** 202 galones por hora



Figura 3. Avión Fairchild F-27

Fuente: (AVIAPRO, 2016)

2.4 Rolls Royce Dart

Es un diseño británico la cual consta de larga vida la cual es fabricado por Rolls Royce Limited, este tipo de motor entro en vigencia a finales de los años 40, el cual comenzó a equipar al Vickers Viscount pero tuvo su primer vuelo en el año 1948, este motor estuvo en producción hasta el año 1987 debido a los últimos aviones que fueron fabricados como el F-27

Tiene un compresor centrífugo de dos etapas con 7 cámaras de combustión y una turbina la cual es de tres etapas, este tipo de motor usa combustible keroseno con una potencia de 1800 hp y un consumo de aire de 9.7kg/s. (VeryBadGirl, 2013)

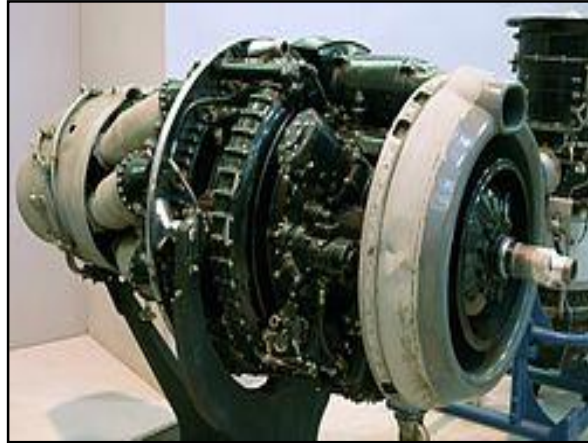


Figura 4. Motor Rolls Royce Dart

Fuente: (VeryBadGirl, 2013)

2.5 Materiales Compuestos

Los materiales compuestos es el resultado de combinar dos materiales diferentes los cuales poseen una interface discreta y de igual modo algo reconocible que los separa, los materiales compuesto son de tipo heterogéneos lo que quiere decir que sus propiedades no son de igual cantidad en volumen, hay materiales compuestos que son naturales como es la madera o el hueso pero en la actualidad la mayoría de materiales compuestos son diseñados por el hombre.

Los materiales compuestos nacen a la gran necesidad de adquirir materiales que tengan una mezcla de propiedades que no se pueden encontrar en los cerámicos, los metales o los plásticos, lo que es la industria de transporte se requiere materiales que sean ligeros, rígidos y que sean buenas contra los impactos al igual que sean resistentes contra la corrosión y su debido desgaste, debido a que muy rara vez se dan este tipo de

propiedades para combatir todos estos problemas se ha procedido a crear este tipo de materiales compuestos, pero lo malo a todo este que el tipo de material que se diseña si es un poco costoso comparado con los demás debido a su difícil fabricación ya que estos materiales tienen propiedades excepcionales. (STUPENENGO, 2011)

2.5.1 Fibra de vidrio

Aunque sea difícil de creer el vidrio es más resistente que el metal o el acero incluso es más resistente que los biopolímeros que se usa cada día de manera corriente, estos materiales frágiles cuando se los somete a grandes tensiones, estos presentan defectos al azar en el sólido lo que disminuye su resistencia teóricamente, para combatir ese problema se ha tomado la decisión de hacerlos fibra para así obtener la resistencia que tiene el material a su 100% pero las fibras pueden mostrar el resultado de esta alta capacidad de resistir esfuerzos en la misma dirección esto solo ocurre cuando los filamentos forma una soga, la gran ventaja que presenta la fibra de vidrio es su bajo costo la alta rigidez que presenta al igual de la gran resistencia que brinda para las reparaciones estructurales al igual que sus diferentes tipo de uso.

La fibra de vidrio se funde con silicios con minerales ya que estos presentan los óxidos necesarios para la composición final después de pasar con este proceso debe de enfriarse rápidamente para evitar la cristalización y pasan a través de una matriz de platino que tiene varios orificios con un diámetro de 0.8mm y 3mm, al finalizar este proceso se aplica sobre los filamentos un recubrimiento el cual permite una debida

lubricación y buena protección y una acoplamiento adecuado, los filamentos que ya están listo se los combina formando los hilos que contienen miles de filamentos y para finalizar todo el proceso de la fibra se quema el recubrimiento y se procede aplicar lo que se le conoce como finish, este proporciona la parte final que necesita el filamento para que él se pueda adherir a la matriz. La aeronave consta de muchos componentes fabricados de fibra de vidrio, estos componentes se encuentran localizados interna al igual que externamente, los componentes que son internos en su mayoría son todos los ductos y otras partes de fibra de vidrio que están localizados dentro del avión, los componentes exteriores están sujetos a la erosión de los elementos. Las propiedades mecánicas de las fibras son muy buenas. **ANEXO A** (STUPENENGO, 2011) (ING. GASTON BONET, 2012)

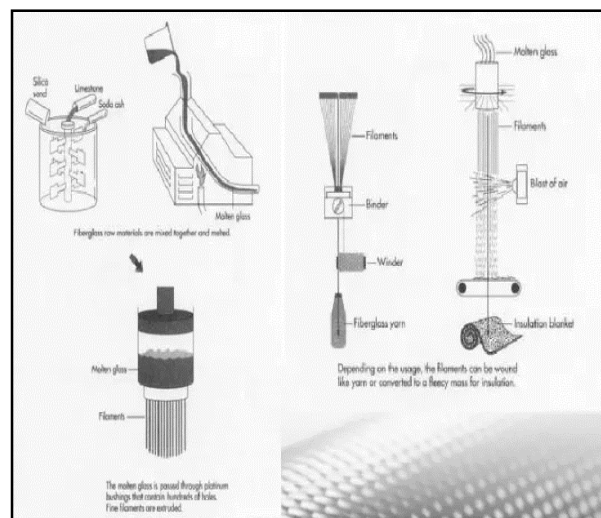


Figura 5. Fibra de vidrio

Fuente: (ING. GASTON BONET, 2012)

2.5.2 Fibra de Carbono

Este tipo de fibra también es conocida como fibra de grafito, esta echa en las láminas de átomos que contiene carbono que está arregladas con un patrón regular de forma hexagonal, el grafito es el material que está fabricado la punta del lápiz negro, el grafito es de un tipo de material cristalino lo cual permite que las hojas se sitúen paralelamente unas con otras de forma regularmente, las fibras de carbono son unas láminas largas de grafito las cuales son delgadas y estos manojos de cintas se envuelven una con otra para formar las fibras y de ahí proviene el nombre que se le da fibra de vidrio, pero el material de la fibra de carbono es un material amorfo debido a que las cintas de átomo de carbono están empaquetadas apretadas o simplemente juntas lo cual esto provoca que la tensión de tracción estas hojas se traben una con las otras donde evita su corrimiento entre capas y esto permite que se incremente grandemente su resistencia.

La primera vez que se usó la fibra de carbono fue en el siglo XIX por Edison para filamento en las bombillas pero actualmente la fibra de carbono que se utiliza en la actualidad se la fábrica de un polímero llamado poliacrilonitrilo o más conocido como pan que se da a través de un difícil proceso de calentamiento, estos filamentos de fibra tiene un diámetro el cual oscila de 5 y 8mm y las mechas que están combinadas es entre 5000 y 12000 filamentos, la gran ventaja que representa este tipo de fibra es que tiene una alta resistencia mecánica y una muy buena rigidez pero lo malo es que son muy poco resistente a los roces y a los impactos de baja energía, la fibra de carbono se utiliza

bastante en lo que es la industria aeronáutica por qué sirve para disminuir el peso de los aviones pero por su precio no se utiliza en la industria del automóvil .Las propiedades de la fibra son muy buenas. **ANEXO D** (STUPENENGO, 2011) (ING. GASTON BONET, 2012)

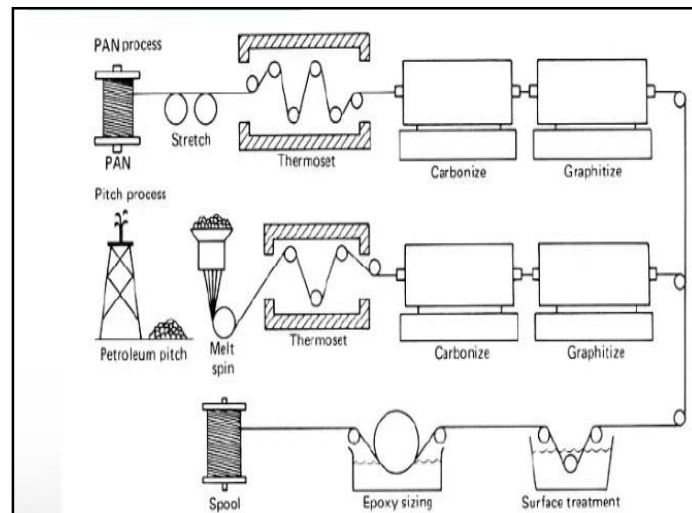


Figura 6. Fibra de Carbono

Fuente: (ING. GASTON BONET, 2012)

2.5.3 Fibra de aramida

La fibra de aramida es un filamento pero a diferencia de los otros este es orgánico el cual proviene de algunos derivados de los petróleos, este tipo de fibras se utiliza en estructuras compuestas como por ejemplo son las fibras de kevlar el cual es un polímero el cual es 100% aromático lo que quiere decir que tiene una gran similitud al nylon, sus propiedades de fricción son mucho más altas comparadas a las fibras textiles y esto se debe a que contiene un alto grado de orientación molecular que es el resultante de sus

moléculas que son lineales y así mismo rígidas, y de su habilidad que tiene para formar cristales líquidos donde se da todo esto en la fricción cuando está en solución.

Este tipo de fibra las propiedades mecánicas son inferiores comparada con las otras fibras pero a diferencia con las otras fibras su coeficiente específico de tracción es muy alto pero la resistencia de esta fibra a la compresión es muy débil. Las fibras de aramida contienen una alta resistencia con respecto al impacto y a su vez a la corrosión, también la fibra de aramida es muy resistente al ataque químico, sus tres fabricantes son Twaron, Kevlar y Technora, la fibra de aramida se degrada a 480C° en nitrógeno y entre los 380C° en el aire.

El Kevlar estructural que se utiliza en la industria de la aviación es el Kevlar 49, la aramida es un material muy importante para la aviación porque están sujetas a grandes esfuerzos igual a grandes vibraciones pero la aramida causa problemas cuando está cortado debido a que esta se estira, este material parecerá rizado. El color amarillo caracteriza a la aramida igual su bajo peso que esta contiene. (STUPENENGO, 2011)
(ING. GASTON BONET, 2012)



Figura 7. Fibra de aramida

Fuente: (ING. GASTON BONET, 2012)

2.6 Inspección a materiales compuestos

Antes de querer realizar cualquier tipo de inspección y a su vez una reparación, tener en cuenta saber cuan grave es el daño que se ha presentado, después de saber que tan grave es el daño hay que escoger un método de reparación que sea el mejor para el daño ya antes inspeccionado.

Cuando se encuentran daños de delaminación que es una falla que se presenta en los materiales compuestos, hay que proceder a realizar una reparación en la tela o estructura del núcleo debido a que esta presenta un daño en la separación de los materiales compuestos, los métodos o inspección que se realiza para una delaminación se llama TAP. (ALFARO, LEONEL ALARCON, 2007)

2.7 Tipos de inspección

2.7.1 Pruebas sonoras sónicas

Este tipo de pruebas que se hace referencia a los sonidos, audios o monedas, la frecuencia que se utiliza en este método tiene un rango nominado que es entre 10 Hz y 20 Hz, este método es muy eficaz y muy preciso pero en las manos de un personal muy experimentado no cualquier personal lo puede realizar, el método de golpeo es una de las técnicas más usadas actualmente que sirve para la detección de laminación o lo que es conocido como la desunión. La realización de este método es golpear la área que se

quiere inspeccionar con un disco que debe de ser redondo y solido o en tal caso un dispositivo que sea ligero por ejemplo similar a un martillo, al realizar esto si se escucha un sonido claro, agudo y resonante es indicio de que es una estructura sólida bien adherida, en cambio sí se escucha un sonido sordo hay que poner mucha atención ya que esto indica que es un área discrepante.

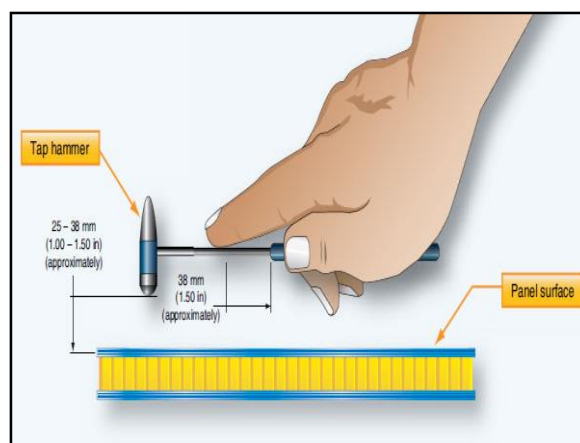


Figura 8. Pruebas sonoras sónicas

Fuente: (Flight Mechanic , 2017)

El golpeo que se realiza debe de ser lo más rápido posible para que el debido golpeo pueda producir el suficiente sonido para poder diferenciar el sonido que se produce sea susceptible para el oído, este método es muy efectivo en las líneas de unión de piel que están delgadas a endurecidas, también es muy efectiva en los soportes de cuchillas de rotorcraft. Para realizar la inspección debe de realizarse en un lugar que sea silencioso y el personal debe de estar calificado para realizar este tipo de inspección, lo malo de este método es que no es seguro para estructuras con más de cuatro capas de piel. (Flight Mechanic , 2017)

2.7.2 Inspección ultra sónica

Una de las herramientas más útiles es la inspección ultra sónica la cual permite detectar la delaminaciones internas, vacíos o inconsistencia en los diferentes componentes compuestos que de alguna manera no se pueden discernir utilizando algunos método como es de manera visual o de tap. Hay diferentes tipos de métodos ultra sónicos y cada cual usa su energía de onda de sonido pero con una frecuencia superior al rango audible. Para todo esto se introduce una onda de sonido que tiene una alta frecuencia y esta se dirige a la superficie de esta parte. Una vez este sonido que esta introducido se va controlando a la medida que esta recorre su ruta que está asignada a cualquier parte para realizar cualquier cambio significativo. Todas estas ondas de sonidos ultrasónicos sus propiedades son muy similares a las ondas de las luz. (Flight Mechanic , 2017)

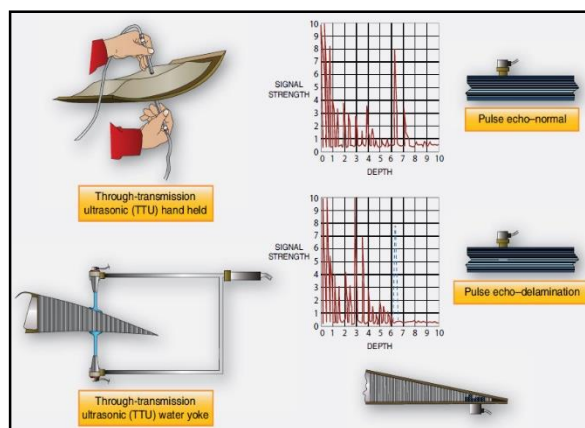


Figura 9. Inspección Ultra Sónica

Fuente: (Flight Mechanic , 2017)

2.7.3 Radiografía

Este método también es conocido como rayos X, es un método muy importante ya que este permite visualizar el interior de la pieza que se está analizando, el proceso que se realiza es pasar rayos X a través de la pieza o el componente que se está realizando la prueba mientras se están absorbiendo los rayos en otra parte conocida como película que es sensible a estos rayos X, esta película permite al personal que está realizando la prueba analizar las variaciones que se presentan en la opacidad grabada en la debida película y así da a conocer los resultados internos que se han analizado.

Este método da a conocer los cambios realizados con referencia a la densidad del grosor la desventaja que no puede detectar defectos como son las delaminaciones que están en un plano que es normal con dirección al rayo pero su ventaja es que es eficaz para encontrar defectos que son paralelos a la línea central del haz de los rayos X. (Flight Mechanic , 2017)



Figura 10. Inspección Rayos X

Fuente: (Flight Mechanic , 2017)

2.7.4 Termografía

Su otro nombre es inspección térmica y mediante se comprenden todas las alternativas que detecten calor la cual serviría para medir las diferentes variaciones de temperaturas de las piezas o componentes que se está inspeccionando, el método básico que se utiliza es el de calcular o medir las temperaturas que tiene en la superficie cuando se transmite el calor al objeto que se está realizando la correspondiente prueba.

Las técnicas termográficas están basadas en las diferencias que hay en la conductividad térmica entre las áreas normales que están libre de defectos y aun de las cuales presentan un defecto, por lo general se utiliza la correspondiente fuente de calor que sirve para aumentar la temperatura de la parte que se está examinando mientras se puede apreciar los efectos de calentamiento de la superficie, se puede observar que las áreas que están libres de defectos el calor se conduce de una manera más rápido sin embargo las que presentan un defecto suelen conducir el calor mucho más lento esto indica la calidad que se presenta al unirse, el tipo de defecto que se presenta cuando el calor no conduce a la velocidad que se debe es porque refleja que este tiene grietas, huecos o en ocasiones daños por impacto, este tipo de inspección es mucho más efectiva para laminados delgados o para los defectos que se presentan en la superficie. (Flight Mechanic , 2017)

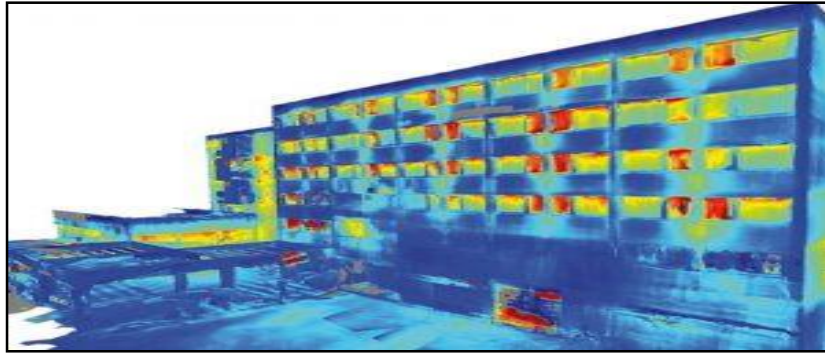


Figura 11. Inspección Térmica

Fuente: (Flight Mechanic , 2017)

2.7.5 Radiografía de neutrones

La inspección de radiografía de neutrones corresponde a una técnica que es imagen no destructiva la cual permite visualizar las características que se encuentran internamente en una muestra, la imagen al final se utiliza para analizar las características del componente internamente, este tipo de inspección es de ayuda complementaria a la inspección de rayos X, aunque en realidad ambas inspecciones visualizan la atenuación de algún medio, la gran ventaja de la inspección de radiografía de neutrones es la capacidad que esta posee para dar a conocer elementos ligeros como por ejemplo el hidrogeno que se pueden localizar en lo que son los productos de corrosión y agua. (Flight Mechanic , 2017)



Figura 12. Radiografía por Neutrones

Fuente: (Flight Mechanic , 2017)

2.7.6 Detector de humedad

Este tipo de inspección se utiliza para encontrar agua o humedad en las estructuras de nido de abeja la cual es tipo sándwich, el detector de humedad se encarga de medir la pérdida de potencia de RF la cual es causada por la presencia de agua, por lo general más se usa para detectar agua o humedad en los radomos de la nariz. (Flight Mechanic , 2017)

Tabla 1*Inspección de detector de humedad*

Método de inspección	Desprendimiento	Delaminación	Abolladura	Grieta	Agujero	Ingestión de agua
Visual	X(1)	X(1)	X	X	X	
Rayos-x	X(1)	X(1)		X(1)		X
Ultrasonido TTU	X	X				
Ultrasonido eco de pulso		X				X
Ultrasonido Adhesivo	X	X				
Prueba de toque	X(2)	X(2)				
Termografía infrarroja	X(3)	X(3)				X
Tinte penetrante				X(4)		
Eddy current				X(4)		
Shearografía	X(3)	X(3)				

Fuente: (Flight Mechanic , 2017)

2.8 Inspección visual

Es uno de los métodos más antiguos utilizados, ya que es eficaz y económicos, a pesar de aquello se deben tomar en cuenta las diferentes variables de esta inspección, para cuando se aplique tener una sencilla interpretación.

La primera disposición dice que la inspección visual es el examen de una pieza, material o producto para evaluar su correlación usando la vista, y en otros casos usando herramientas exclusivamente para dicha inspección. Cabe recalcar que la ayuda de otros sentidos como el oído, gusto e incluso el olfato ayuda a tener más certeza cuando de inspección visual se habla.

Una inspección visual es un método de ensayo no destructivo, es básico y común. Es aplicada a una gran diversidad de tipos de productos y materiales, esta técnica tiene

posibilidades limitadas para detectar, sin embargo tiene gran importancia para detectar defectos como poros, grietas, desgaste, corrosión, decoloraciones, entre otras.

En esta inspección usar métodos directos e indirectos durante el proceso de elaboración o después de que se haya fabricado el componente siempre y cuando él lo haya puesto en funcionamiento.

La calidad de la inspección visual tiene varios factores, se los va a describir a continuación:

- El nivel de entrenamiento y la atención a los detalles.
- La calidad del detector (cámara u ojo)
- Las condiciones luminosas
- La capacidad para procesar los datos obtenidos.

Para que la inspección visual sea efectiva debe ser bien iluminada. La iluminación va a variar dependiendo acorde al tipo de inspección que se va a realizar. Los componentes complicados y que tienen un nivel muy bajo de contraste, son aquellos que van a requerir una iluminación mayor, comparada con los componentes que tienen un contraste alto y son más sencillos.

El luxómetro es el instrumento que ayuda a medir el nivel de la intensidad de luz, y su unidad de medida de la luz son los lux. El equivalente a un lux es la cantidad de luz que llega a la superficie y equivale a un lumen/m². Entonces se dice que cuando la inspección es de bajo contraste se va a necesitar una iluminación de 1000 lux y si no es suficiente

se le puede dar más. Cabe recalcar que las necesidades de la iluminación son determinadas antes de realizar dicha inspección.

La luminancia es la luz que llega al ojo. La iluminación directa es suficiente para ciertas aplicaciones, pero otros resultan mejor utilizar la iluminación indirecta porque resalta con mayor claridad las sombras de las grietas y facilita su detección. (ARENAS, s.f.)

Tabla 2

Valores de Iluminación

Actividad	Iluminación(Lux)	Iluminación cd/pie2	Tipo de iluminación
Inspecciones ocasionales	100-200	de 10 hasta 20	general
Alto contraste	200-500	20-50	general
Medio Contraste	500-1000	50-100	zona de interés
Medio Contraste	1000-2000	100-200	zona de interés

Fuente: (ARENAS, s.f.)

Para la obtención de excelentes resultados, la autoridad que en este caso es el inspector, debe adquirir conocimientos básicos del desarrollo del diseño, conformado fundamental, proceso de conexión de materiales y saber las instrucciones con criterio transparente de aceptación y no aceptación de los manuales de un avión.

Hay que tener en cuenta la importancia del manejo de los equipos a la hora de realizar una inspección visual, lo cual siempre varía. Ellos cambian desde flexómetro, tipos de reglas, cámaras remotas y baroscopio flexibles. Existen herramientas que son diseñadas para trabajos específicos como son las galgas de sujetadores y las galgas de

soldadura. También se encuentran herramientas más sofisticadas para las inspecciones, pero en ellas las técnicas de manejo no son fáciles de usar, por ejemplo, los robots.

Una de las herramientas más comunes que se usa para la inspección visual es el escalímetro o regla. Es utilizada para la medición de dimensiones lineales, además hay que usarla correctamente para que nos permita medir espesores de 0.5mm o tal vez menos. Esta regla es fabricada en algunas variedades de espesores, longitudes y anchuras. Son graduadas en milímetros, pulgadas, o si se requiere hasta en ambas, pero lo más importante es saber elegir según la función con la que se va a trabajar.

Uno de los instrumentos que es considerado como la regla más avanzada es el pie de rey, ya que permite tener una medida con mayor precisión. Hasta incluso se ha implementado el uso de un indicador digital o un indicador dial, ya que el pie de rey es utilizado para la medición y comprobación de las dimensiones de las piezas mecánicas, deterioro de los elementos que están en servicio y anchura entre ellos. (ARENAS, s.f.)

2.8.1 Tips de criterios de inspección

Todas las estructuras de la aeronave han sido diseñadas de tal forma que las cargas por cada elemento estructural deben ser las adecuadas. Cualquier daño que se presente en la estructura deberá ser investigado y comprobado la importancia del elemento estructural que es afectado a la aeronave. Hay ciertos tipos de inspecciones que se

aplican, de acuerdo al grado de dificultad que pueda presentar la estructura de la aeronave.

La aeronave tiende a tener fisuras o daños en su estructura es por ello que se debe determinar los métodos y procedimientos para reparar los daños que ocurren en la aeronave, la mayoría de los daños comúnmente resultan de los excesos en los límites de diseño de carga a los que debe de operar la aeronave, así como las colisiones que pueden tener por objetos extraños, los daños por colisión son identificados en su mayoría por presentar rupturas o abolladuras en las diferentes áreas afectadas en la piel y miembros doblados u otros miembros que se encuentran abollados en su estructura interna.

Las pieles arrugadas, los remaches sueltos o tornillos flojos son el resultado de los daños identificados por los excesos que se presentan en los límites del diseño de carga, por lo cual se debe realizar una limpieza para determinar el grado de los daños presentes en las diferentes áreas afectadas.

En varias ocasiones en la aeronave son resultados de las malas condiciones climáticas es por eso que se debe realizar inspecciones si han ocurrido fuertes aterrizajes, aterrizajes con sobre peso o se han presentado turbulencia severas durante el vuelo, sonidos inusuales así como la mala capacidad de control de la aeronave, todas las reparaciones deberán ser realizadas de acuerdo a las secciones establecidas en el manual.

2.8.2 Inspección general visual

Esta inspección visual detecta daños en el interior de la estructura de la aeronave o zonas exteriores que se logre detectar con este tipo de inspección, ya que es muy importante tener en cuenta las condiciones de iluminación que se presente, de tal forma realizar el trabajo requerido en la estructura de la aeronave u otros daños que se puede encontrar y también identificar el lugar de trabajo para no tener ninguna dificultad con la iluminación ya que sería un obstáculo en el trabajo laboral.

2.8.3 Inspección directa

La inspección visual directa es uno de los métodos más eficaces para las pruebas visuales dentro de los daños estructurales de la aeronave, esta inspección se diferencia de las demás por la buena detección de daños en la estructura y se puede visualizar de una forma esencial el daño ocasionado a la aeronave, también se utiliza frecuentemente ciertos dispositivos como una lupa o cámara para tener una visión más notoria de los daños a la aeronave.

Una de las principales ventajas de la inspección directa es que se puede dar el acceso de colocar el ojo dentro de ciertas superficies para visualizar el daño en la estructura de la aeronave. (ARENAS, s.f.)



Figura 13. Inspección directa

Fuente: (ARENAS, s.f.)

2.8.4 Inspección indirecta

La importancia de utilizar la inspección indirecta es por los diferentes instrumentos que tienen para visualizar los daños que se dan en la estructura de la aeronave ya que tiene una mejor capacidad que los de inspección directa y se puede dar una buena información del daño ocasionados por ciertos objetivos extraños que afectan a la aeronave ya sea por corrosión, fatiga o desprendimiento de algún material que sufre la aeronave.

Mediante estos tipos de instrumentos se puede usar espejos telescopios, baroscopios, fibra óptica y cámaras, estos instrumentos pueden ayudar al mecánico de mantenimiento al momento de realizar una inspección requerida, ya que pueden asegurar la vida de los técnicos de mantenimiento y mantener alejado de ciertos peligros que los rodea.



Figura 14. Inspección Indirecta

Fuente: (ARENAS, s.f.)

2.8.5 Distancia y ángulo visual

La distancia y el ángulo visual es notable para el técnico de mantenimiento saber la posición que debe de estar al realizar la inspección visual a la estructura de la aeronave, por daños o desprendimiento de material en la aeronave. Debe tener una posición por lo menos unos 30° con la superficie de la estructura, también usar una fuente de luz en condiciones ópticas para verificar el daño en la estructura. (ARENAS, s.f.)

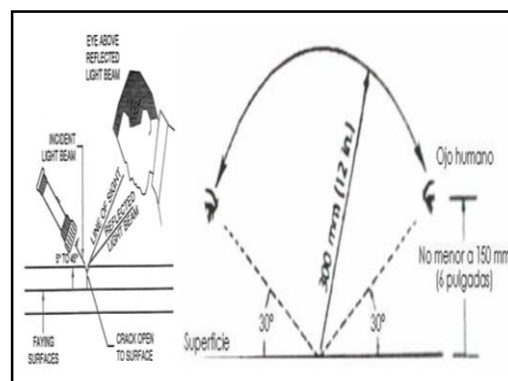


Figura 15. Angulo de visión

Fuente: (ARENAS, s.f.)

2.9 Tipos de carenados

Los carenados de las aeronaves son unas cubiertas externas que tiene como principal función disminuir la resistencia contra el aire, estos cubren las zonas del avión donde pueda proporcionar una mayor resistencia comparada con las otras zonas, las estructuras generalmente se presentan con un material que es ligero el cual además de brindar una disminución en la resistencia también proporciona protección a los componentes que están internamente.

Los carenados de los aviones tiene que producir un contorno suave y delicado al igual que reducir la fricción, las estructuras mencionadas son cobertores para los diferentes huecos que hay en la aeronave o espacios en algunas zonas de la aeronave lo cual ayudaría a reducir la resistencia de forma y los arrastre de interferencia y esto ayuda mucho para mejorar la apariencia en el avión. Los aviones existen varios tipos de carenados como son:

2.9.1 Carenado ventral

Estos también son conocidos como carenado ventral, este carenado está ubicado en la parte inferior del fuselaje exactamente entre las principales alas del avión, estos también recubren otros lugares como son los compartimientos de las cargas o donde se almacena el combustible.



Figura 16. Carenado ventral

Fuente: (AIRCRAFT FAIRING , s.f.)

2.9.2 Carenado cabina

O más conocido como capsula cabina, este carenado se encarga de proteger a la tripulación en los aviones ultraligeros, por lo general el material de este carenado es de fibra de vidrio, este carenado se le puede añadir lo que se le conoce como parabrisas.



Figura 17. Carenado de cabina

Fuente: (AIRCRAFT FAIRING , s.f.)

2.9.3 Carenados del motor

Este carenado ayuda a disminuir la resistencia parasita mediante la disminución de lo que es el área de la superficie, este carenado consta con una superficie lisa y por lo tanto ayuda a producir un flujo laminar y consta también con una forma de cono de nariz la cual ayuda a impedir principio de separación de flujo. Este tipo de carenado también ayuda a reducir lo que es la fricción del aire y esto se debe a que reduce la superficie de contacto y como este carenado es de piel lisa y tiene una forma de cono en el morro ayuda a prevenir lo antes mencionado que es el flujo de separación, la velocidad que este carenado reduce es la famosa velocidad isotrópica que se da alrededor de las aletas que sirven para la refrigeración del motor. (AIRCRAFT FAIRING , s.f.)



Figura 18. Carenado del motor

Fuente: (AIRCRAFT FAIRING , s.f.)

2.10 Métodos de limpieza

El control contra la corrosión es una parte muy importante para los operadores de las aeronaves, cuando se presenta corrosión en la partes estructural del material esta hace debilitar la estructura y hace que el tiempo de reemplazar se a corte por las diferentes corrosiones que presenta, la corrosión en los metales es el deterioro que se da por la reacción que se tiene a un ambiente húmedo o en ocasiones por algún defecto que el metal presente y en el lugar donde se esté trabajando, esto quiere decir lo que es el factor del ambiente.

La corrosión es el daño electroquímico que tiene el metal y esto se da por la reacción química que tiene al entorno ambiental, este proceso sucede cuando los metales quieren volver a su estado normal que por lo general son los minerales oxidados y sulfuros, lo más común que cuando se presenta la corrosión es porque ha habido presencia de agua pero en ocasiones la corrosión también se puede dar por la falta de presencia de agua pero este caso se da solo cuando hay altas temperaturas un ejemplo clarísimo es la corrosión que se encuentra a dentro de los motores turbina.



Figura 19. Corrosión en la estructura

Fuente: (AIRCRAFT FAIRING , s.f.)

2.10.1 Medidas de control recomendadas para la remoción de la corrosión

Una vez que se ha detectado en que parte está la corrosión se procede a eliminar los indicios o material de la corrosión porque en caso de no hacerlo esta se va a expandir por toda la zona lo que sería más difícil remover en caso de que esto suceda, lo que no se debería hacer es pintar encima de la parte que esta corroída ya que esta solo enmascararía el problema pero el peligro de la corrosión seguiría continuando, al remover la corrosión cuando es detectada se garantiza en no remover más material del que no se debe lo que implicaría una curación más simple.

Se debe de realizar una evaluación preliminar la cual ayudara a determinar si la parte que se realizó el tratamiento se ha recuperado debido a la extensión del daño que estaba presente, si en caso el daño supera una reparación limitada pues se procederá a cambiar donde este dañado.

Cuando se presenta un daño o corrosión en lo que es la pintura esta se puede remover de dos formas sea mecánica o química, si se remueve por medio químico se deben usar siempre y cuando se puedan controlar y así mismo solo se puedan retirar por medio de agua, es muy importante remover todo el sellante, sujetadores o partes adyacentes que se encuentre en la parte que se va a reparar ya que esto garantiza una reparación adecuada.

En muchas ocasiones la corrosión se presenta en superficies empalmadas en estos casos hay que remover las hileras de los sujetadores para así abrir camino para meter algún instrumento que se vaya a usar o para tener la comodidad para realizar un mejor trabajo, ya cuando se quiere realizar una remoción mecánica es cuando no existe algún peligro o problema que presentan comparado con la remoción química, existen varias técnicas y así mismo varias herramientas de remoción se utilizan como variables de los materiales, la técnica más conocida y usada es la del lijado.

Las limas y fibras schot también son otras alternativas que se usan para la remoción mecánica, pero cada herramienta se debe de usar con la adecuada precaución debido a que el material se puede sobrecalentar y hay que protegerlo contra una posible remoción excesiva de esta misma, cuando se realiza la remoción de la corrosión nos proporcionara una eliminación del material que corresponde a una superficie donde estas dimensiones se desvía con la norma original del diseño pero la restauración que se le va a realizar a la superficie en una reparación aceptable con el diseño original, para esto se debe de realizar la respectiva evaluación de la reparación que se ha hecho para esto verificar en los manuales o en las tablas de reparaciones estructural.

Las lijas que se utilizan en este tipo de trabajo son lijas de esmeril que tienen un grado de 240 hasta 400, al igual que los cepillos con cerdas que son de acero inoxidable y los respectivos raspadores, cuando se esté utilizando este tipo de herramientas hay que tener cuidado con generar elevadas temperaturas ya que si se genera estas altas temperaturas causara un cambio en las propiedades mecánicas del material, no se puede utilizar aceros al carbono y tampoco las almohadillas de acero ya que estas misma provocan corrosión en las diferentes zonas que son fabricadas con aleaciones de aluminio.

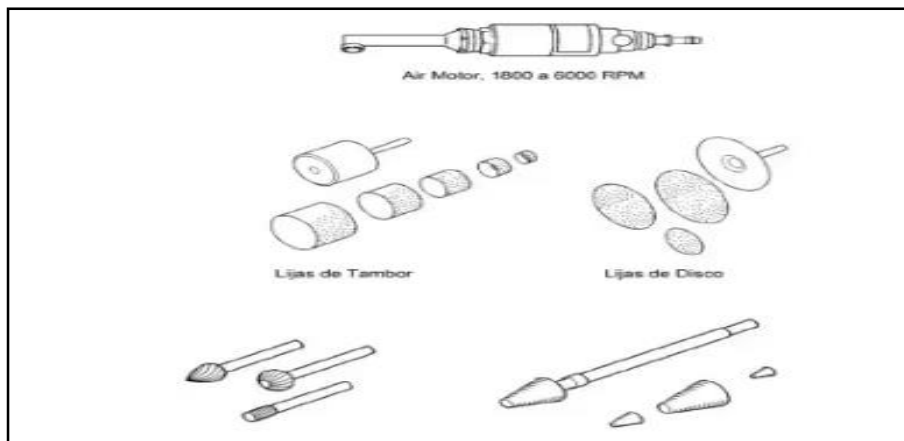


Figura 20. Herramientas para sacar la corrosión

Fuente: (AIRCRAFT FAIRING , s.f.)

Cuando hay una corrosión que no es muy agravada el lijado que se usa es un lijado leve pero en cambio si la corrosión es agravada el lijado es un poco más extenso ya que es la medida de control común, cuando se esté realizando la reparación hay que

tener en cuenta que hay que remover unas 0.002" adicionales ya que al hacer esto nos ayudaría a estar seguro que se ha erradicado por completo la corrosión. (UZAI, 2018)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Introducción

La aeronave Fairchild F-27 estaba situado en el campo de la FAE donde se procedió a movilizarla al campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Belisario, el traslado fue todo un éxito aunque fue un gran trabajo realizarlo, por eso una vez ubicado en el nuevo sitio se procedió hacerle una inspección a los carenados de la aeronave para ver en qué estado se encontraban.

3.2 Materiales, Herramientas, Equipos

Para realizar una adecuada inspección de los carenados y así mismo poder corregir alguna falla que se presente hay que tener los equipos, materiales y herramientas que se va a utilizar o que el manual exige como:

3.2.1 Materiales

- Fibra de vidrio
- Catalizador
- Resina
- Tiñer
- Alcohol
- Lijas
- Guape
- Brocha

- Brocas (1/4, 3/16, 5/32)

3.2.2 Herramientas

- Lijadora eléctrica
- Taladro
- Llaves
- Desarmadores plano y estrella
- Racha ¼
- Copas

3.2.3 Equipos

- Guantes
- Gafas
- Mascarilla
- Overol

3.3 Estructura General

En el presente capítulo tiene como objetivo dar a conocer información acerca de los carenados de la aeronave Fairchild F-27, en este capítulo se puede encontrar todas las reparaciones sobre los carenados siempre y cuando no sean reparaciones específicas, las reparaciones se pueden realizar en el mismo calibre y material del miembro original del que está dañado. Para realizar estas reparaciones de los carenados se empleó el manual de reparaciones estructurales (SRM) de la aeronave Fairchild F-27 del Ata 51 Sección 7, desde la página 1 hasta la página 7. **ANEXO E**

3.4 Remoción de los Carenados

Antes de realizar la correspondiente inspección se debe proceder a remover los carenados que se van a inspeccionar.

Remoción de los carenados superior del motor



Figura 21. Carenado superior del motor

Remoción del carenado central del fuselaje



Figura 22. Carenado Central

Remoción de los carenados del estabilizador horizontal y vertical



Figura 23. Carenado de los estabilizadores

3.5 Reparaciones generales producidas

3.5.1 Inspección

Se procedió a realizar una inspección a los carenados de la aeronave Fairchild F-27 debido a que estuvo sometida a grades esfuerzo que ocasionaron su traslado y por las condiciones climáticas a las que estuvo expuesta, hay que tener en cuenta que los carenados cumplen una gran función la cual disminuir la resistencia que hay contra el aire.



Figura 24. Carenado deteriorado

Después que se realizó la debida inspeccion se pudo notar que los carenados estaban en un mal estado, este se debe a que la aeronave esta expuesta a varias condiciones climaticas, las lluvias el clima humedo y a su vez el sol que resive hace que los carenados tengan estas imperfecciones y asi afecte a la estructura y areonavegabilidad de la aeronave, una vez que se pudo detectar los daños o las imperfecciones se debe de proceder a realizar la debida reparacion de acuerdo lo que diga el manual de reparaciones estructurales los cuales detallan que herramientas se debe de usar y la manera adecuada de realizar dicha inspeccion para dejar los carenados en una mejor condicion y que los daños no le afecten a la aeronavegabilidad de la aeronave.

3.6 Mezcla de resinas

Para realizar la cura en los componentes que son de fibra de vidrio y la mezclas de las resinas se tuvo cuenta los dos procedimientos que existen, el primer método es el método de cura por calor en cambio el segundo método es el de cura a temperatura

ambiente, la característica de cada uno de estos métodos se basa en el diferente radio de mezcla o diferentes materiales. El proceso que se uso es el segundo esto debido a que era el más rápido, los materiales que se iban a implementar para la curación fueron fácil de conseguir mientras que el primer método no se contaba con los materiales para hacer la cura por calor



Figura 25. Materiales para reparar carenados

B. Resinas de curado a temperatura ambiente **ANEXO B**

1. Lo primero que se hizo fue seleccionar todos los carenados menos los ductos de aire acondicionado.



Figura 26. Carenado dañado seleccionado

2. Se mezcló 2 partes del 100% del radio de catalizador con cien partes del 100% del radio de resina. **ANEXO A**



Figura 27. Mezcla de catalizador

3. Se añadió 0.1 partes del 100% del radio del acelerador con la mezcla de la resina y catalizador.

PRECAUCION: el cobalto y los peróxidos nunca se deben ser mezclados ni añadidos juntos, o al mismo tiempo con la resina debido a su reactividad explosiva, por

eso es recomendable mezclar la resina y el catalizador antes de mezclar con el acelerador.

3.7 Curado de resinas

Una vez que se realizó la reparación de fibra de vidrio, se debe de asegurar que la resina esta endurecida en su totalidad en el método seleccionado.

ADVERTENCIA: antes de realizar un vuelo con la aeronave se tiene que asegurar que todos los componentes que se reparó con la fibra de vidrio estén curados en su totalidad e instalados.

Se removió el exceso de resina y las burbujas de aire, estos se puede realizar con las manos o con espátulas.



Figura 28. *Remoción de exceso de resina*

B. Curado a temperatura ambiente

En las reparaciones de cura por temperatura ambiente el proceso para adaptarse al molde tomo algún tiempo después de haber realizado la tarea, aproximadamente una semana de 20 a 25C°, para tener una cura placentera por ello para obtener un buen resultado es necesario tener una cura posterior. Se recomienda una cura posterior de dos horas a 80C° para todas las partes reparadas con fibra de vidrio.

3.8 Acabado y retoque

El acabado y el retoque en los componentes de fibra de vidrio consisten en el recubrimiento por erosión y recubrimientos anti estáticas, las áreas que reciben el recubrimiento de erosión son blancas o de color gris, las de color gris se aplicaron solo en áreas que no reciben la cubierta superior de color blanco.

Las cubiertas anti estáticas deben de ser uniforme en grosor para que sean eficientes por lo cual un componente con este tipo de recubrimiento se reparó o reemplazo y también se realizó completamente el proceso de acabado.

En los elementos que recibieron solo el recubrimiento de erosión se aplicó el recubrimiento tipo uno y los elementos que recibieron el recubrimiento de erosión más el recubrimiento estático recibieron el recubrimiento de erosión tipo 2.

A. Recubrimiento por erosión, Tipo I

(1) Aplicación

(a) Se retiró la capa fina de la fibra de vidrio lijando el área con una lija 180 y se limpió todo lo lijado con un paño sin pelusa



Figura 29. Lijado de la capa de Fibra

NOTA: es necesario usar guantes para prevenir la contaminación en la piel por los vidrios finos de la fibra



Figura 30. Uso del EPP

(b) Se cubrió las áreas aledañas con cinta adhesiva



Figura 31. Carenado con cinta

(c) Se limpió el área con el paño sin pelusas y además se tuvo cuidado de no tocar los componentes con las manos descubiertas o con alguna materia grasoso luego de la limpieza

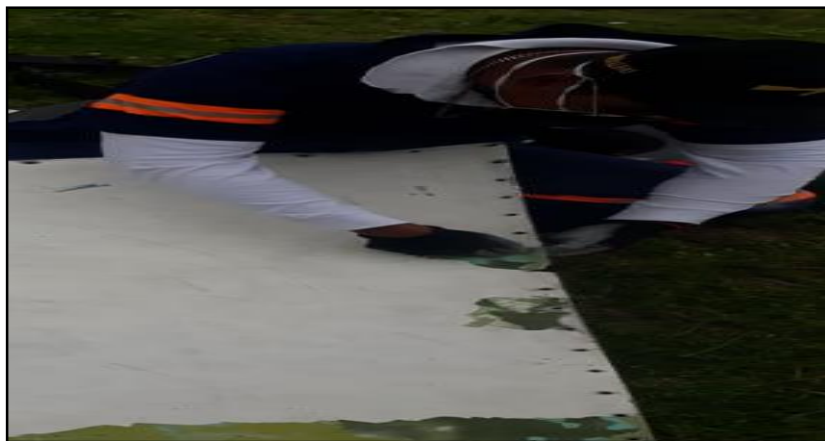


Figura 32. Limpieza del carenado

PRECAUCION: los materiales en uso son tóxicos e inflamables por lo que se debe de prevenir el fuego con una adecuada ventilación.

(d) Se reparó permitiendo que se seque una hora, cabe recalcar si existen marcas de hundimientos en el área rellenada se debe de repetir la aplicación de la macilla. Se lijo el área siempre en contorno a las superficies original, no hay que permitir que la macilla cubran las áreas sin daño.



Figura 33. Macilla para rellenar daños

(e) Se aplicó un solvente para limpiar la superficie aplicada por la macilla y se dejó secar por un tiempo, luego se aplicó un recubrimiento. **ANEXO C**



Figura 34. Aplicación del solvente

(f) Luego que se haya secado el recubrimiento dentro de 30 minutos a una hora se debe revisar que el grosor de la lámina no sea crítico y deberá de ser entre 0.3 y 1.0 mil



Figura 35. Secado de los carenados y verificación del grosor

(g) Luego de haber aplicado el recubrimiento se debe tener en cuenta las condiciones de secado para tener unos mejores resultados, de preferencia se dejó secar entre 5 y 20 minutos dependiendo de las condiciones de la temperatura.

(h) El primer recubrimiento superior se aplicó en los mismos tiempos de intervalos que se usaron entre las bases de los recubrimientos.



Figura 36. Cumpliendo intervalos designados

(i) Una vez finalizado todas las capas de recubrimiento se debe dejar secar por un mínimo de 8 horas, luego se debe dejar secar a los 65C° por 24 horas, si no se curaron en su totalidad por las elevadas temperaturas el recubrimiento superior se deberá secar a una temperatura entre 18 a 38C°, el tiempo exacto de secado depende de la humedad y la temperatura, en altas temperaturas (sobre el 70%) acelerara la cura. En condiciones altamente húmedas aparecerá un amarillamiento superficial lo cual hará que se salga el recubrimiento blanco.



Figura 37. Sacando parte amarillenta del carenado

A temperaturas de 21 a 27C° para tener un resultado del 90% de cura se necesita 30 días



Figura 38. Carenado secado 30 días

3.9 Instalación

Una vez que se realizó las correcciones a los diferentes tipos de carenados y estando en óptimas condiciones se procedió a instalar los carenados en las diferentes áreas del avión, teniendo en cuenta las áreas que le toca a cada carenado.

(a) Se procedió a instalar los carenados del motor



Figura 39. Instalación del carenado superior del motor

(b) Instalación de los carenados del estabilizador



Figura 40. Carenado del estabilizador

Una vez realizada la inspección a los carenados se pudieron encontrar que la mayoría de ellos estaban en un mal estado, con abolladuras rajaduras y corrosión por lo cual se procedió a realizar la reparación debida para que quede en óptimas condiciones, así dejado todos los carenados en perfecto estado para instalarlos en las diferentes áreas que corresponden.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Al obtener la información se puede realizar la inspección visual a los carenados mediante el manual de reparaciones de estructuras el cual detalla cómo realizarlo es importante tener la documentación al día.
- Tras la inspección realizada se encontraron fallas en los carenados como abolladuras, rajaduras, que afectaban a la aeronavegabilidad de la aeronave, estos daños se deben a los diferentes cambios climáticos que está expuesta la aeronave etc.
- Una vez que se lograron identificar todos los problemas se procedió hacer una reparación de acuerdo a el manual de reparaciones de estructuras del Ata 51 Sección 7, desde la página 1 hasta la página 7, el cual explica como limpiar y que materiales usar para corregir las fallas detectadas.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es dispensable utilizar el equipo de protección personal debido a que se estaba trabajando con materiales con químicos muy fuertes como son catalizadores u otros materiales como son la fibra de vidrio que una vez que este seca esta se puede meter en la piel, ojos o diferentes partes del cuerpo y pueden ocasionar muchos daños.

- Para realizar este tipo de inspección o alguna corrección que se presente en los carenados hay que tener todos los materiales necesario y sobre todo que son específico para desarrollar dicha actividad.
- Tener disponible todos los manuales o circulares de asesoramiento para realizar los trabajos ya que en ellos se encuentra una información de cómo desarrollar la tarea que se presenta en las diferentes reparaciones de los carenados.

GLOSARIO

Carenado: son cubiertas externa cuya función principal es la de reducir la resistencia que existe contra el aire, los carenados cubren aquellas partes del avión donde potencialmente este presenta una mayor resistencia al aire.

Aeronave: es toda máquina la cual puede sustentarse en la atmosfera, esto se debe por las reacciones del aire las cuales no son las mismas que la tierra.

Materiales compuestos: los materiales compuestos son las combinaciones macroscópicas de dos materiales o más los cuales tienen una interface discreta y reconocible que los separa.

Fibra de Vidrio: material más resistente que el acero y metal.

Fibra de carbono: estructura atómica que es similar a la del grafito, el cual es bajo en peso y muy resistente.

Resina: es un polímero termoestable el cual pasa de líquido a sólido cuando se aplica un catalizador.

Catalizador: sustancia que acelera o una reacción química sin participar en ella.

Definición de lámina: una lámina es una plancha o un objeto el cual es muy delgado, donde la superficie es mayor a su espesor normal.

Mantenimiento: son los trabajos requeridos que se hacen para asegurar lo que es el mantenimiento para la aeronavegabilidad de las aeronaves, los cuales incluyen una o varias tareas.

Reparación: se define como la acción o efecto de restituir a su condición normal y de buen funcionamiento a cosas materiales mal hechas, deterioradas o rotas.

ABREVIATURAS

EPP: Equipo de Protección Personal

SRM: Manual de Reparaciones Estructurales

ATA: Asociación de Transporte Aéreo

NID: Ensayos no Destructivos

FAE: Fuerza Aérea Ecuatoriana

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRCRAFT FAIRING* . (s.f.). Recuperado el 15 de Noviembre del 2019 Obtenido de https://es.qwe.wiki/wiki/Aircraft_fairing?ddexp4attempt=1
- ALFARO, LEONEL ALARCÓN. (2007). *TECNOLOGÍA DE MATERIALES AERONÁUTICO*. Recuperado el 25 de Noviembre del 2019 Obtenido de https://www.academia.edu/36396895/Tecnolog%C3%ADa_de_Materiales_Aeron%C3%A1uticos
- ARENAS, J. M. (s.f.). *INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS* . Recuperado el 05 de Diciembre del 2019 Obtenido de *INGENIERÍA Y ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS* : <https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/tips-criterios-de-inspecci%C3%B3n/>
- ARMENDARIZ, R. M. (2 de septiembre de 2007). *Transponder 1200*. Recuperado el 15 de Diciembre del 2019 Obtenido de <https://www.transponder1200.com/todos-los-aviones-tienen-una-historia-fokker-f-27/>
- AVIO.PRO*. (01 de 11 de 2016). Recuperado el 21 de Diciembre del 2019 Obtenido de <http://avia-es.com/blog/fairchild-f-27-tehnicas-kie-harakteristik-foto>
- BuckerBook. (11 de 09 de 2016). Recuperado el 03 de Enero del 2020 Obtenido de <https://www.buckerbook.es/blog/el-motor-turbohelice-allison-t56-uno-de-los-mas-importantes-de-la-historia/>
- Flight Mechanic*. (s.f.). Recuperado el 10 de Enero del 2020 Obtenido de <http://www.flight-mechanic.com/nondestructive-inspection-ndi-of-composites/>
- Flight Mechanic* . (2017). Recuperado el 18 de Enero del 2020 Obtenido de *INSPECCIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS* : <http://www.flight-mechanic.com/nondestructive-inspection-ndi-of-composites/>
- ING. GASTON BONET, I. M. (2012). *ESTRUCTURA DE MATERIALES COMPUESTO*. Recuperado el 20 de Enero del 2020 Obtenido de *ESTRUCTURA DE MATERIALES COMPUESTO*: https://www.academia.edu/9535316/Estructuras_de_Materiales_Compuestos_Introducci%C3%B3n
- Ramos, J. O. (25 de 09 de 2005). *PREZI*. Recuperado el 23 de Enero del 2020 Obtenido de <https://prezi.com/8zw9cg7aiht3/motor-turbohelice-6to-aviacion/>
- STUPENENGO, F. (2011). *MATERIALES Y MATERIAS PRIMAS*. CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES: SAAVEDRA 789.C1229ACE.

UZAI, J. G. (11 de 06 de 2018). *CORROSIÓN EN AERONAVES* . Recuperado el 25 de Enero del 2020 Obtenido de https://www.academia.edu/39169646/Corrosi%C3%B3n_en_aeronaves

VeryBadGirl. (18 de 05 de 2013). *Taringa* . Recuperado el 27 de Enero del 2020 Obtenido de MOTORES AERONÁUTICOS: https://www.taringa.net/+aerospacio/motores-aeronauticos-parte-8-turbohelice_13ffsn

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES
CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue realizada por el señor *MENDOZA ORTIZ,*
LUIS ANTONIO

En la ciudad de Latacunga a los 05 días de Febrero del 2020

Aprobado por

Tigo. Gabriel Inca

DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Rodrigo Bautista

DIRECTOR DE LA CARRERA



Abg. Santa Plaza

SECRETARIO/A ACADÉMICO