



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

**TEMA: “INSPECCIÓN Y PINTURA DEL AVIÓN ESCUELA
HAWKER SIDDELEY 125-400, MEDIANTE INFORMACIÓN Y
DATOS TÉCNICOS PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS UGT-ESPE”**

AUTOR: PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO

DIRECTOR: TLGO. JOHNATAN VALENCIA

LATACUNGA

2018



CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“Inspección y pintura del Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400, mediante información y datos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE”* realizado por el señor **PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Marzo del 2018

Tlgo. Johnatan Valencia

DIRECTOR



CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO** con cédula de identidad N° 1716049232 declaro que este trabajo de titulación ***“Inspección y pintura del Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400, mediante información y datos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE”***, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Marzo del 2018

PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO

ID: L00022652



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, **PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación ***“Inspección y pintura del Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400, mediante información y datos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE”*** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Marzo del 2018

PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO

C.I.: 1716049232

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedicó a Dios por bendecirme con salud, vida e iluminar mi mente para llegar a este punto y permitirme cumplir mis metas y objetivos.

A mi familia y en especial a mi madre Jacqueline Rocha y mi padre Alfredo Peralta, por creer en mí y porque siempre me brindaron su apoyo para culminar mis estudios, y obtener una profesión para mi futuro.

También se lo dedico a mi hermano Kevin que nunca dudo de mis capacidades y estuvo en los momentos más difíciles que con sus palabras de aliento me ayudo a terminar esta etapa de mi vida.

Finalmente se lo agradezco a mi novia Denisse por apoyarme en cada decisión que tomara y tantos aportes no solo para el desarrollado mi proyecto, sino también para mi vida; eres mi motivación e inspiración

BRYAN MARCELO PERALTA ROCHA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con su sabiduría teniendo en cuenta que logrado concluir mi carrera con éxitos. Quiero agradecer a mi familia en especial a mis padres y hermano que son parte de esta meta cumplida.

También quiero agradecerle a mi compañero Hernán Guaminga que con su profesionalismo y experiencia me supo compartir su conocimiento para poder realizar el proceso de pintura del nuevo avión escuela.

Finalmente le agradezco a mi institución UGT-ESPE por haberme permitido estudiar en ella y a los docentes por sus esfuerzos para que pudiera graduarme como un buen profesional y especialmente a mi director de proyecto Johnatan Valencia el cual confió en mí, para poderme desarrollar de mejor manera.

BRYAN MARCELO PERALTA ROCHA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

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

CAPÍTULO I

TEMA

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

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Avión Jet Hawker Siddeley HS-125	4
2.1.1 Desarrollo del Hawker Siddeley HS-125.....	4
2.1.2 Variantes del Hawker Siddeley HS-125	5
2.1.3 Especificaciones del Hawker Siddeley HS 125-400.....	6
2.2 Corrosión	7
2.2.1 Factores que influyen en la corrosión.....	9
2.2.2 Tipos de corrosión.....	10
2.3 Inspección no destructiva (NDI)	17

2.3.1 Niveles NDT.....	18
2.3.2 Selección del método NDI.....	19
2.3.3 Clasificación de Inspección no destructiva.....	19
2.4 Inspección visual.....	20
2.5 Tipos de mantenimiento.....	21
2.6 Revisiones de mantenimiento de aeronaves.....	21
2.7. Tipos de revisiones de mantenimiento.....	22
2.7.1 Revisiones en tránsito.....	22
2.7.2 Revisiones diarias.....	22
2.7.3 Revisiones de 48 horas.....	22
2.7.4. Revisiones de horario límite.....	23
2.7.5 Revisiones de ciclo límite de operación.....	23
2.7.6 Revisión PS.....	23
2.7.7 Revisiones de letra.....	23
2.8 Practicas estándar en el mantenimiento aeronáutico.....	25
2.5 Pintura y acabado de aeronave.....	26

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	28
3.2 Materiales.....	28
3.4 Herramientas.....	29
3.5 Normas generales y básicas de seguridad.....	29
3.6 Procedimientos para la inspección visual.....	29
3.6.1 Preparar la aeronave.....	29
3.6.2 Limpieza y lavada de aeronave.....	30
3.6.3 Descripción específica del área a inspeccionar.....	31
3.6.4 Descripción del defecto a detectar y señalización.....	31
3.6.5 Aceptación de defectos encontrados.....	32
3.7 Procedimiento tratamiento anti corrosivo.....	33
3.7.1 Identificación de la zona a tratar.....	33
3.7.2 Extracción del área corroída y eliminación de la pintura.....	33
3.7.3 Tratamiento anticorrosivo.....	34

3.8 Procedimiento para aplicar primer	36
3.8.1 Preparación de superficie	36
3.8.2 Limpieza y lavada	36
3.8.3 Aplicación de primer	37
3.9 Preparación de áreas a pintar	38
3.9.1 Lijar toda la aeronave	38
3.9.2 Limpieza con desengrasante	38
3.9.3 Enmascarar las áreas que no van a ser pintadas.....	38
3.10 Preparación de pintura.....	39
3.10.1 Aplicación de pintura en el empenaje, fuselaje y alas	40
3.10.2 Aplicación de matrícula.....	42
3.10.1 Aplicación en el marco de puertas	44
3.11 Presupuesto	46
3.12 Análisis de costos	46
3.12.1 Costos primarios	47
3.12.2 Costos secundarios.....	47
3.12.3 Costo total del proyecto de grado	48

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones	49
4.2 Recomendaciones	49
GLOSARIO	50
ABREVIATURA	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Total de costos primarios	47
Tabla 2 Total de costos secundarios	47
Tabla 3 Total costo del proyecto	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avión Hawker HS 125	6
Figura 2 Dimensiones del avión Hawker Siddeley HS 125-400	7
Figura 3 Condiciones que deben existir para la corrosión electroquímica.	8
Figura 4 Eliminación de la corrosión por aplicación de una película orgánica a la superficie metálica.....	8
Figura 5 Corrosión superficial.....	10
Figura 6 Corrosión por picadura (vista externa)	11
Figura 7 Corrosión por picadura (sección transversal ampliada).....	11
Figura 8 Corrosión por concentración de elemento	12
Figura 9 Corrosión filiforme.....	13
Figura 10 Corrosión intergranular	14
Figura 11 Corrosión por exfoliación.....	14
Figura 12 Corrosión galvánica.....	15
Figura 13 Corrosión por estrés.....	15
Figura 14 Corrosión por fatiga.....	16
Figura 15 Corrosión por fricción	17
Figura 16 Uso de una linterna para inspeccionar.....	20
Figura 17 Avión Hawker HS 125-400 señalización de peligro.....	30
Figura 18 Malas condiciones para la inspección visual	30
Figura 19 Limpio y lavado en óptimas condiciones para la inspección visual	31
Figura 20 Corrosión filiforme.....	32
Figura 21 Deterioro de la pintura.....	32
Figura 22 Identificación de corrosión	33
Figura 23 Eliminación de pintura y corrosión	34
Figura 24 Desengrasante	35
Figura 26 Lijadora eléctrica con lija número 400.....	36
Figura 27 Kit de Primer para 1 litro.....	37
Figura 28 Aplicación de primer color gris.....	37
Figura 29 Área lijada, lavada y empapelada en las que no requiere pintura	39

Figura 30 Kit de 1 galón de pintura, catalizador, y diluyente.....	40
Figura 31 Aplicación de pintura.....	40
Figura 32 Empenaje con acabado final y brillo	41
Figura 33 Fuselaje con acabado final y brillo	41
Figura 34 Enmascaro matricula empenaje.....	42
Figura 35 Aplicación de pintura matricula ala	43
Figura 35 Pintura lista en matrícula XB-ILD.....	43
Figura 36 Enmascaro marco para aplicar pintura	44
Figura 38 Pintura marco puertas color gris	44
Figura 39 Avión Hawker HS 125-400 matrícula XB-ILD con nuevo revestimiento de pintura.	45

RESUMEN

El presente proyecto de graduación tiene como objetivo inspeccionar y pintar el Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400 matrícula XB-ILD, mediante información y datos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE.

Dentro del marco teórico está enfocado a pruebas no destructivas, en este caso se hace referencia a la inspección Visual determinando los diferentes tipos de corrosión, para lo cual se dará el tratamiento químico anticorrosivo alodine, con la finalidad de extender la vida útil al avión Jet Hawker Siddeley HS 125-400 con matrícula XB-ILD.

En el desarrollo del tema se detallan todos los procesos realizados, basándonos en la información de manuales técnicos y siguiendo procesos técnicos con la ayuda de herramientas y equipos específicos para lograr con éxito el cumplimiento de este proyecto de graduación.

Por último, con el aporte de este avión a la Unidad de Gestión de Tecnologías, este servirá como material de enseñanza para los docentes y estudiantes, para incrementar sus conocimientos en el mundo de la aviación.

PALABRAS CLAVES:

- Circular de asesoramiento FAA
- Manual del técnico de mantenimiento de aviación FAA
- Corrosión
- Inspección visual
- Pintura

ABSTRACT

The present graduation project aims to inspect and paint the HAWKER SIDDELEY 125-400 XB-ILD School Airplane, using information and technical data for the UGT-ESPE Technology Management Unit.

Within the theoretical framework is focused on non-destructive tests, in this case it refers to the Visual Inspection determining the different types of corrosion, for which the chemical treatment anticorrosive alodine will be given, in order to extend the useful life to the Jet Hawker Siddeley HS 125-400 with license plate XB-ILD.

In the development of the topic all the performed processes are detailed, based on the information of technical manuals and following technical processes with the help of specific tools and equipment to achieve the accomplishment of this graduation project successfully.

Finally, with the contribution of this aircraft to the Technology Management Unit, it will serve as teaching material for teachers and students in order, to increase their knowledge in the aviation world.

KEY WORDS:

- FAA Advisory Circular
- FAA Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe
- Corrosion
- Visual inspection
- Painting

**CHECKED BY:
LIC. YOLANDA SANTOS ENRIQUEZ
ENGLISH TEACHER UGT**

CAPITULO I

TEMA

“INSPECCIÓN Y PINTURA DEL AVIÓN ESCUELA HAWKER SIDDELEY 125-400, MEDIANTE INFORMACIÓN Y DATOS TÉCNICOS PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS UGT-ESPE”

1.1 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE es una institución de educación superior ubicado en la ciudad del Latacunga es la encargada de formar futuros Tecnólogos Aeronáuticos con diferente especializaciones como son Mención Motores o Mención Aviones, Altamente Competentes en el Mantenimiento de Aeronaves, dispuesto aplicar sus conocimientos en mantenimiento correctivo y preventivo en sus campos de especialización y comprometidos con la sociedad Ecuatoriana por su capacidad, destreza y liderazgo en el campo de la aviación.

Los estudiantes para tener una mejor manera sobre sus estudios en la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE disponen de aulas para actividades teóricas, múltiples laboratorios para inspección interna y externa de motores, mantenimiento preventivo en motores recíprocos y motores jet, así como de sus sistemas en su nuevo Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400.

La inspección visual es una de la técnica más antigua entre las Pruebas No Destructivas (NDT), y a su vez la más usada por su versatilidad y su bajo costo. La cual nos permitirá detectar, porosidad, corrosión, deterioro de las estructuras, pintura y diferentes tipos de grietas en la aeronave.

1.2 Planteamiento del problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías posicionada como los mejores exponentes en la formación de Tecnólogos En Mecánica Aeronáutica del Ecuador, consta de múltiples laboratorios y dos aviones escuela para facilitar el aprendizaje a los estudiantes y realizar de mejor manera sus estudios, está

en constante rehabilitación del avión FAIRCHAILD FH-227 e implementación de su nuevo avión HAWKER SIDDELEY 125-400 la cual dicho avión se puede observar que la aeronave no se encuentra en condiciones óptimas estructuralmente, debido a que no cuenta con un programa de mantenimiento apropiado para evitar daños que pueden afectar la aeronave, los cuales pueden ser ocasionados principalmente por corrosión y desprendimiento de pintura.

El avión escuela HAWKER SIDDELEY 125-400, paso mucho tiempo en la intemperie que dio como resultado el deterioro de manera rápida a la pintura existente, a causa de la corrosión, abolladuras, rayones y pieles rotas en el revestimiento de la aeronave la cual tendrá un daño progresivo a futuro estructuralmente.

Dado que la UGT ESPE recibe como donación el avión HAWKER SIDDELEY 125-400 se realizará una inspección visual y en la cual se encuentra deterioro en el revestimiento de la estructura, se procede a aplicar una nueva capa de pintura para así poder preservar la vida útil de la estructura del avión.

1.3 Justificación e Importancia

La Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE la cual está en constante modernización e implementación tal como el nuevo Avión HAWKER SIDDELEY 125-400 el cual tiene como propósito fortalecer el campo de instrucción de la carrera de mecánica aeronáutica.

Los estudiantes y docentes de la Unidad De Gestión De Tecnologías UGT-ESPE son los mayores beneficiarios ya que cuentan con una aeronave que se encuentra en óptimas condiciones para realizar sus prácticas de mantenimiento.

Este proyecto es factible porque contribuye significativamente a preservar en buenas condiciones el estado de la estructura de la aeronave y alargar la vida útil, está basado en la inspección de la aeronave para prevenir daños a la estructura del avión

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Inspeccionar y pintar el Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400, mediante información y datos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE”

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información y datos técnicos para la correcta inspección de la aeronave, según las circulares de asesoramiento.
- Analizar detalladamente las causas existentes de los daños estructurales para preservar la vida útil de la aeronave, de acuerdo con el correcto tratamiento anticorrosivo.
- Aplicar procesos de pintura para un mejor acabado y durabilidad en la aeronave, conformé a la información técnica Glasurit Serie 22.

1.5 Alcance

El presente proyecto pretende brindar a los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE el avión HAWKER SIDDELEY 125-400; y que este avión sea utilizado como avión escuela para un mejor aprendizaje y desarrollo de los conocimientos teóricos prácticos adquiridos en clases por los estudiantes, lo que ayudará a su desenvolvimiento laboral y contribuirá a obtener nuevas generaciones con mayor conocimiento en el campo de la aviación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Avión Jet Hawker Siddeley HS-125

El British Aerospace BAe 125 es un reactor ejecutivo bimotor de mediano tamaño, con nuevas variantes ahora comercializadas como el Hawker 800. Fue conocido como el Hawker Siddeley HS.125 hasta 1977. Es también utilizado por la RAF británica como entrenador de navegación (como Hawker Siddeley Dominie T1), y por la USAF como avión de calibración (como C-29). (Göde, 2016)

2.1.1 Desarrollo del Hawker Siddeley HS-125

En 1961, de Havilland comenzó a trabajar en un pequeño y revolucionario reactor ejecutivo conocido como DH.125 Jet Dragon. El primero de los dos prototipos voló el 13 de agosto de 1962 motorizados por los turbo reactores Bristol Siddeley Viper. El avión ha experimentado muchos cambios de designación durante su vida activa. Originalmente como DH.125, fue rebautizado como HS.125 cuando de Havilland se convirtió en una división de Hawker Siddeley en 1963. Cuando Hawker Siddeley Aircraft se fusionó con British Aircraft Corporation para formar British Aerospace en 1977, el nombre fue cambiado al de BAe 125.

Sin embargo, cuando British Aerospace vendió su división de reactores ejecutivos a Raytheon en 1993, el reactor adquirió el nombre de Raytheon Hawker. El fuselaje, alas y cola eran hasta ese día totalmente ensamblado y parcialmente equipado en la planta británica de Airbus en Broughton, a las afueras de Chester, los subensamblajes se producían en Buckley, también de Airbus. Todos los componentes de ensamblaje fueron entonces enviados a Wichita, Kansas en los Estados Unidos, para ser ensamblados en 1996. Más de 1.000 aviones han sido construidos, debido al interés de la Fuerza Aérea Uruguaya en una aeronave HS125 700a su precio en el mercado de usados se disparó a U\$\$ 1 000 000 por unidad. (Göde, 2016)

2.1.2 Variantes del Hawker Siddeley HS-125

- **DH.125 Series 1** - Primera versión producida, 8 construidos.
- **DH.125 Series 1A/1B** - mejorado con motores Bristol Siddeley Viper 521 (Series 1A) o 522 (Series 1B) con 13,8 kN de empuje cada uno.
- **HS.125 Series 2** - entrenador de navegación para la RAF, conocido en servicio como el Dominie T.Mk.1 - (Rolls Royce Viper 301)
- **HS.125 Series 3** - mejora de motores
- **HS.125 Series 400** - mejora de motores
- **HS.125 Series 600** - 3 pies 1 pulgada (0,94 m) de ampliación de longitud hasta incrementar la capacidad a los catorce pasajeros.
- **HS.125 Series 700** - motores turbofan Honeywell TFE731-3RH con 16,6 kN de empuje cada uno. Primer vuelo el 19 de junio de 1976.
- **HS.125 Protector** - basado en las Series 700. Avión patrullero marítimo con radar de búsqueda y cámaras.
- **BAe 125 Series 800** - incremento de envergadura, afilado de morro, ampliación de cola, incremento de capacidad de combustible, primer reactor ejecutivo equipado con EFIS, motores mejorados, primer vuelo el 26 de mayo de 1983.
- **Hawker 800** - BAe 125-800 tras 1993.
- **Hawker 800XP** - motores TFE731-5BR1H turbofan con 20,8 kN de empuje cada uno.
- **Hawker 800SP y 800XP2** - Nueva designación para el 800A/B y el 800XP y equipado con winglets.
- **Hawker 850XP** - 800XP con winglets e interiores mejorados.
- **Hawker 900XP** - 850XP con motores turbofan Honeywell TFE731-50R para incrementar el alcance y las situaciones de trabajo.
- **Hawker 750** - 800XP con un interior ligero y compartimento de equipaje ampliado en lugar del tanque de combustible ventral.
- **C-29A** - Series 800 para la USAF para reemplazar el Lockheed C-140A.
- **U-125** - basado en las Series 800 como avión para inspección de vuelo para Japón (similar al C-29A).

- **U-125A** - basado en las Series 800 es un avión SAR para Japón.
- **BAe 125 Series 1000** - versión intercontinental del Series 800, 2 pies 9 pulgadas (0,84 m) de ampliación de fuselaje para incrementar su capacidad hasta quince pasajeros, incrementar la capacidad de combustible y, motores turbofan Pratt & Whitney Canadá PW-305 con 23,2 kN de empuje cada uno, primer vuelo el 16 de junio de 1990, 52 construidos.
- **Hawker 1000** - BAe 125-1000 tras 1993.
- **Handley Page HP.130** - Una propuesta de 1965 que no llegó a ser construida. Iba a contar con dos motores Bristol Siddeley Viper 520 de 3.000 lb de empuje.



Figura 1 Avión Hawker HS 125

Fuente: (Flickr Hive Mind, 2005)

2.1.3 Especificaciones del Hawker Siddeley HS 125-400

- **Fabricante:** Hawker Siddeley
- **Modelo:** HS.125 Series 400A
- **Año de construcción:** 1969
- **Número de construcción:** 25190
- **Tipo de aeronave:** Multi-motor de ala fija
- **Número de motores:** 2

- **Tipo de motor:** Turborreactor
- **Fabricante y modelo de motor:** Rolls Royce Viper 522 de 14,9 kN (3360 lb)
- **Rendimiento:** Velocidad de crucero a larga distancia 724 km/h (390 kt), velocidad inicial de subida 4800 ft/min, rango con carga útil de 454 kg (1000 lb) y reservas 2835 km (990 nm).
- **Peso:** Funcionamiento típico en vacío 5557 kg (12,260 lb), despegue máximo 10,569 kg (23,300 lb).
- **Dimensiones:** Envergadura 14.32 m (47 ft), longitud 14.42 m (47 ft 5 in), altura 5.26 m (17 ft 3 in). Área del ala 32.8 m² (353 ft²).
- **Capacidad:** Tripulación de vuelo de 2 personas. Varias configuraciones interiores opcionales se ofrecen según la preferencia del cliente. Asientos máximos para cabina principal para 12 personas.
- **Producción:** Las ventas totales del HS-125 hasta la serie 600 llegaron a 358, incluida la serie 2 Dominie para la RAF de Gran Bretaña. Más de 230 permanecen en uso.

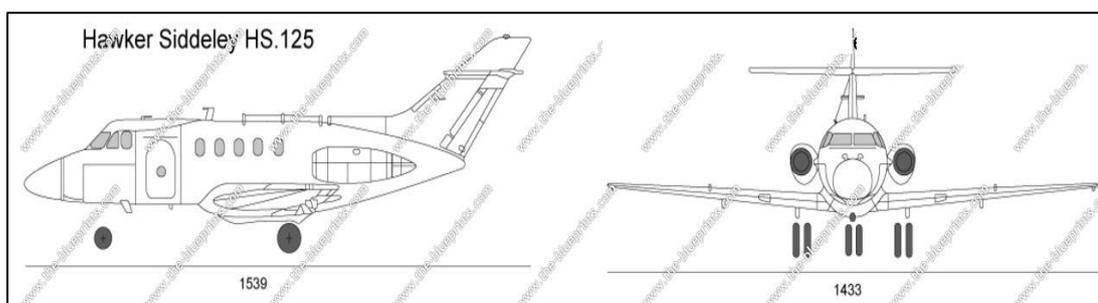


Figura 2 Dimensiones del avión Hawker Siddeley HS 125-400

Fuente: (Saranga, 2016)

2.2 Corrosión

La corrosión es un fenómeno natural que ataca al metal por acción química o electroquímica y lo convierte en un compuesto metálico. Deben existir cuatro condiciones antes de que se produzca la corrosión electroquímica:

- Un metal sujeto a la corrosión (ánodo).
- Un material conductor distinto (cátodo), que tiene menos tendencia a corroerse.

- Presencia de un conducto líquido continuo conductor (electrolito).
- El contacto eléctrico entre el ánodo y el cátodo (usualmente en forma de contacto metálico-metálico como remaches, pernos y corrosión).

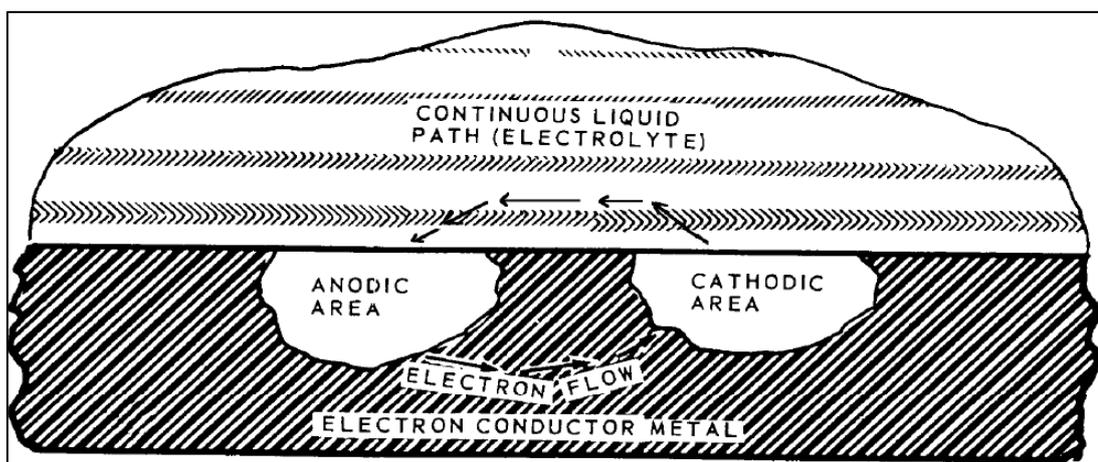


Figura 3 Condiciones que deben existir para la corrosión electroquímica.

Fuente: (AC_43-4a, 1991)

La eliminación de cualquiera de estas condiciones detendrá la corrosión electroquímica.

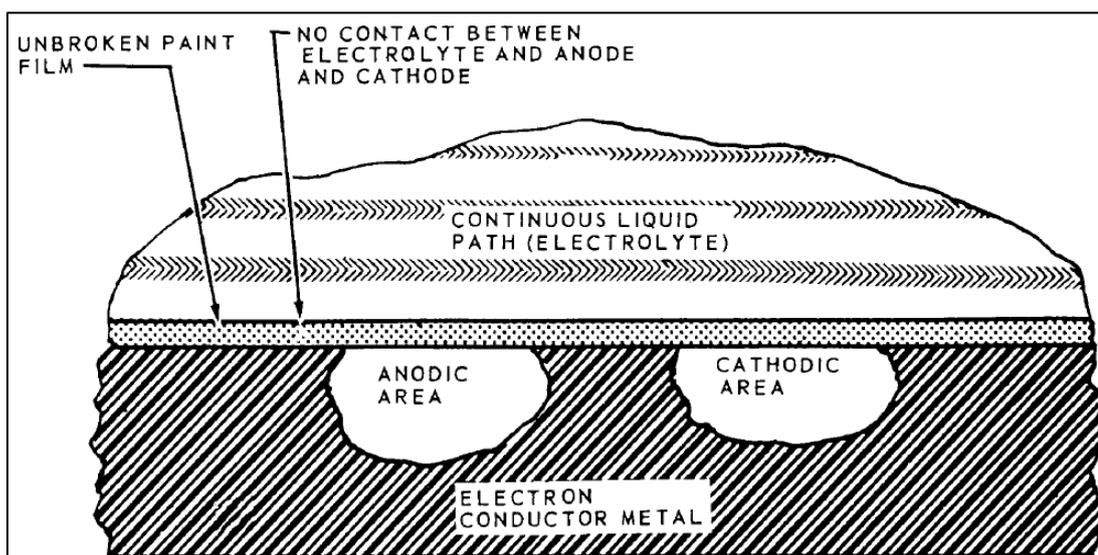


Figura 4 Eliminación de la corrosión por aplicación de una película orgánica a la superficie metálica.

Fuente: (AC_43-4a, 1991)

2.2.1 Factores que influyen en la corrosión

Algunos factores que influyen en la corrosión del metal:

- Tipo de metal;
- Tratamiento térmico;
- Presencia de un metal diferente, menos corrosible;
- Superficies anódicas y catódicas (en corrosión galvánica);
- Temperatura;
- Presencia de electrolitos (agua dura, agua salada, fluidos de baterías, etc.);
- Disponibilidad de oxígeno;
- Presencia de organismos biológicos;
- Estrés mecánico sobre el metal corrosivo; y,
- Tiempo de exposición a un ambiente corrosivo.
- Marcas de plomo / lápiz de grafito en los metales superficiales de los aviones.

La mayoría de los metales puros no son adecuados para la construcción de aeronaves y se utilizan sólo en combinación con otros metales para formar aleaciones. La corrosión puede ocurrir en las superficies de aquellas regiones que son menos resistentes y también en los límites entre las regiones, dando lugar a la formación de picaduras y la corrosión intergranular. Los metales tienen una amplia gama de resistencia a la corrosión. Los metales más activos, (los que pierden electrones fácilmente), como el magnesio y el aluminio, se corroen fácilmente. Los metales más nobles (los que no pierden electrones fácilmente), como el oro y la plata, no se corroen fácilmente.

La corrosión se ve acelerada por entornos de alta temperatura que aceleran las reacciones químicas y aumentan la concentración de vapor de agua en el aire.

En las superficies se forman electrolitos (soluciones conductoras de electricidad) cuando se acumulan condensación, sal, lluvia o agua de enjuague. La suciedad, sal, gases ácidos y los gases de escape del motor

pueden disolverse en superficies húmedas, aumentando la conductividad eléctrica del electrolito, aumentando así la corrosión.

El moho, hongos y otros organismos vivos (algunos microscópicos) pueden crecer en superficies húmedas. Una vez establecidos, el área generalmente permanece húmeda, aumentando la posibilidad de corrosión.

Los procesos de fabricación como el mecanizado, forja, soldadura o tratamiento térmico pueden dejar un estrés residual en las piezas de los aviones y pueden causar grietas en un ambiente corrosivo.

2.2.2 Tipos de corrosión

Todos los ataques corrosivos comienzan en la superficie del metal haciendo que la clasificación de la corrosión por la apariencia física sea un medio conveniente de identificación.

- **Corrosión superficial**

La corrosión superficial (también conocida como corrosión uniforme) es la forma más común de corrosión y resulta de un ataque químico directo sobre una superficie metálica y sólo involucra la superficie metálica.

La corrosión superficial suele producirse en un área amplia y es más o menos igual en dispersión. En una superficie pulida, este tipo de corrosión se ve por primera vez como un mate general de la superficie, y si se permite que continúe, la superficie se vuelve áspera y posiblemente en apariencia escarchada.

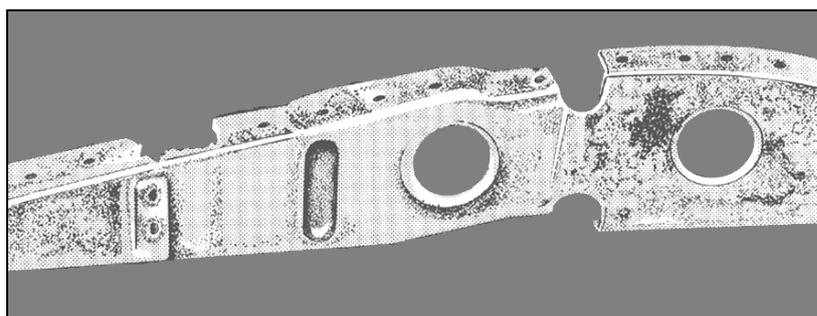


Figura 5 Corrosión superficial

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión por picadura**

La corrosión por picadura es una de las formas más destructivas e intensas de la corrosión. Puede ocurrir en cualquier metal, pero es más común en los metales que forman películas de óxido protectoras, tales como aleaciones de aluminio y magnesio. Es primeramente perceptible como depósito blanco o gris polvoriento, similar al polvo, que mancha la superficie. Cuando se limpia el depósito, se pueden ver pequeños agujeros u hoyos en la superficie.

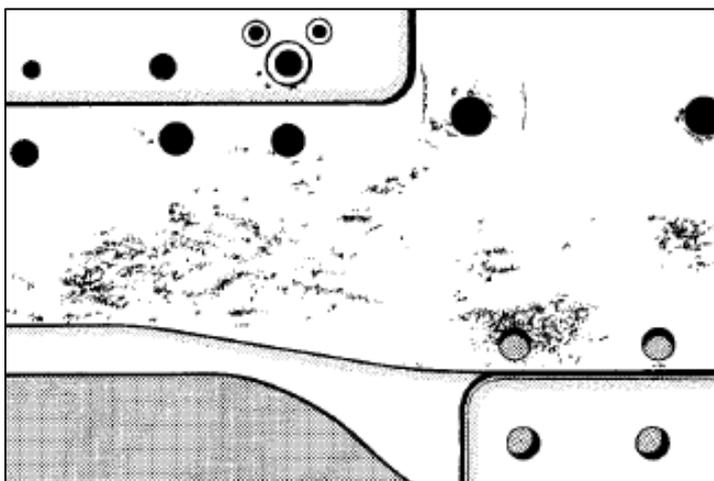


Figura 6 Corrosión por picadura (vista externa)

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

Estas pequeñas aberturas superficiales pueden penetrar profundamente en los miembros estructurales y causar daños completamente fuera de proporción con su aspecto superficial.

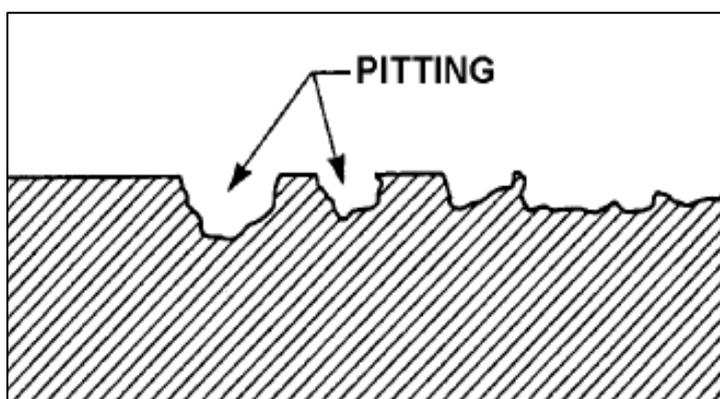


Figura 7 Corrosión por picadura (sección transversal ampliada)

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión por concentración de elemento**

La corrosión por concentración de elemento (también conocida como corrosión por grietas) es la corrosión de los metales en una junta metal-metal, la corrosión en el borde de una junta, aunque los metales unidos son idénticos o la corrosión de un punto en la superficie metálica cubierta por un material extraño. Las células de concentración de iones metálicos y las células de concentración de oxígeno son los dos tipos generales de corrosión por concentración de elementos.

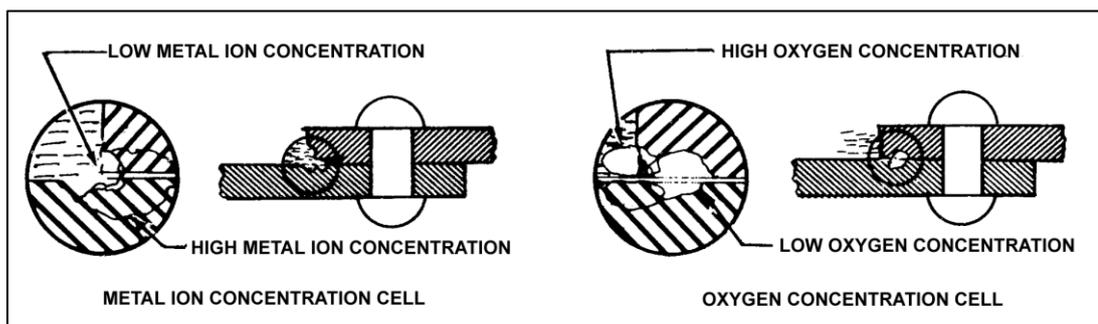


Figura 8 Corrosión por concentración de elemento

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión filiforme**

La corrosión filiforme es una forma especial de concentración de oxígeno que se produce en superficies metálicas que tienen un sistema de revestimiento orgánico. Se reconoce por su característico gusano como vestigio de productos de corrosión debajo de la película de pintura. Los acabados de poliuretano son especialmente susceptibles a la corrosión filiforme.

Esta corrosión generalmente ataca superficies de acero y aluminio. Las huellas nunca se cruzan sobre el acero, pero se cruzarán una debajo de otra sobre el aluminio lo que hace que el daño sea más profundo y más severo para el aluminio. Si la corrosión no se elimina, la corrosión puede conducir a la corrosión intergranular.

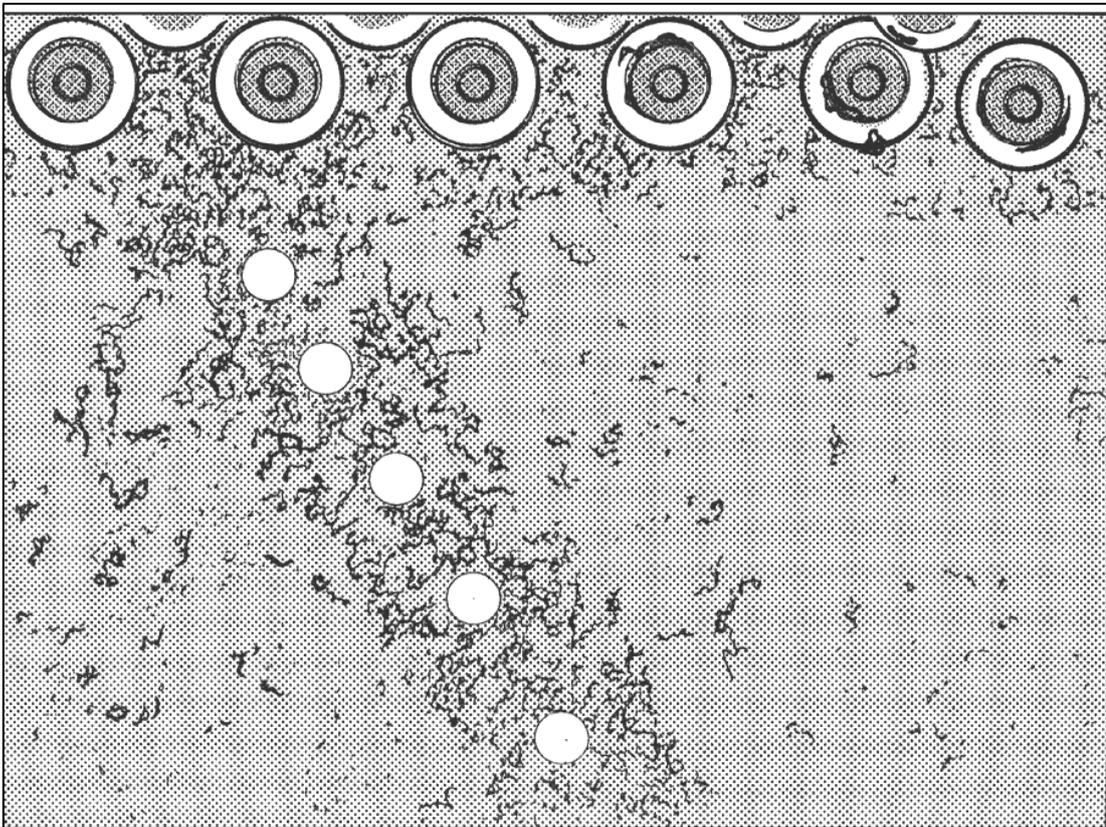


Figura 9 Corrosión filiforme

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión intergranular**

La corrosión intergranular es un ataque a los límites de un metal. Una sección transversal altamente aumentada de cualquier aleación comercial muestra la estructura granular del metal. El límite de grano y el centro de grano pueden reaccionar entre sí como ánodo y cátodo cuando están en contacto con un electrolito. Las aleaciones de aluminio de alta resistencia tales como 2014 y 7075 son más susceptibles a la corrosión inter-granular si han sido sometidas a tratamiento térmico incorrecto y luego expuestas a un ambiente corrosivo.

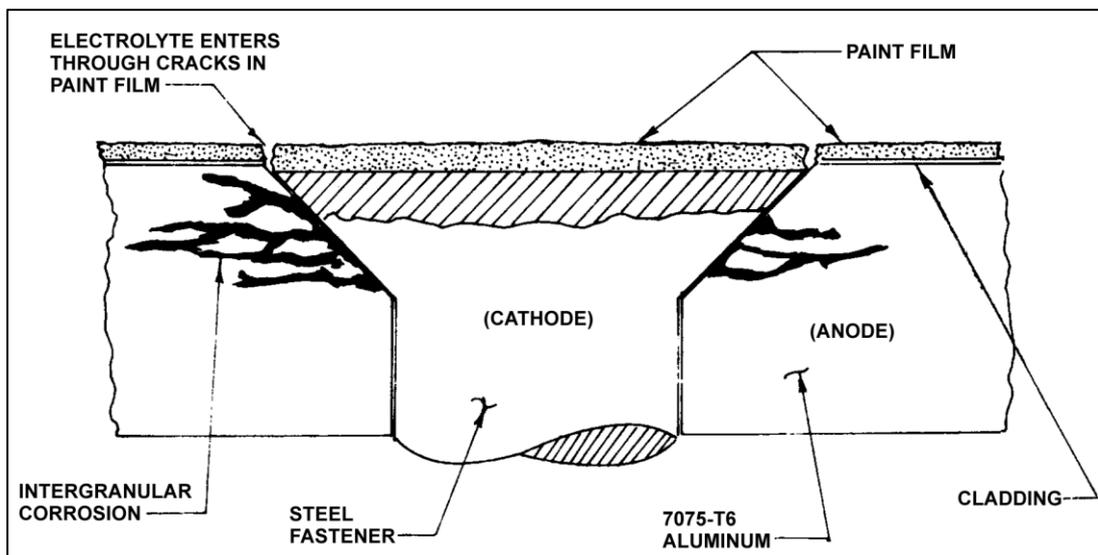


Figura 10 Corrosión intergranular

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión por exfoliación**

La corrosión por exfoliación es una forma avanzada de corrosión intergranular que se manifiesta elevando los granos superficiales de un metal por la fuerza de los productos de corrosión en expansión que se producen en los límites de grano justo debajo de la superficie. Es una evidencia visible de la corrosión intergranular y se observa más a menudo en secciones extruidas donde el grosor del grano es generalmente menor que en las formas laminadas.

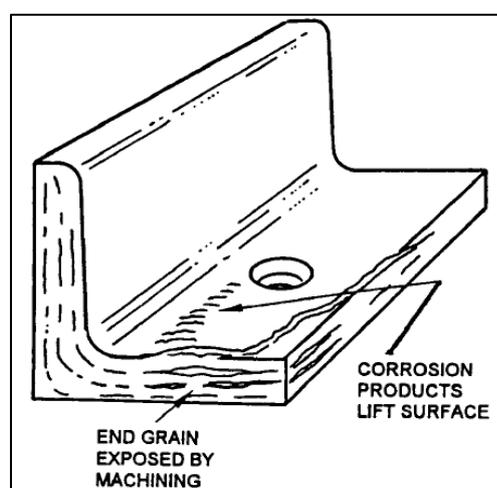


Figura 11 Corrosión por exfoliación

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión galvánica**

La corrosión galvánica ocurre cuando dos metales disímiles hacen contacto en presencia de un electrolito. Es usualmente reconocible por la presencia de una acumulación de corrosión en la unión entre los metales

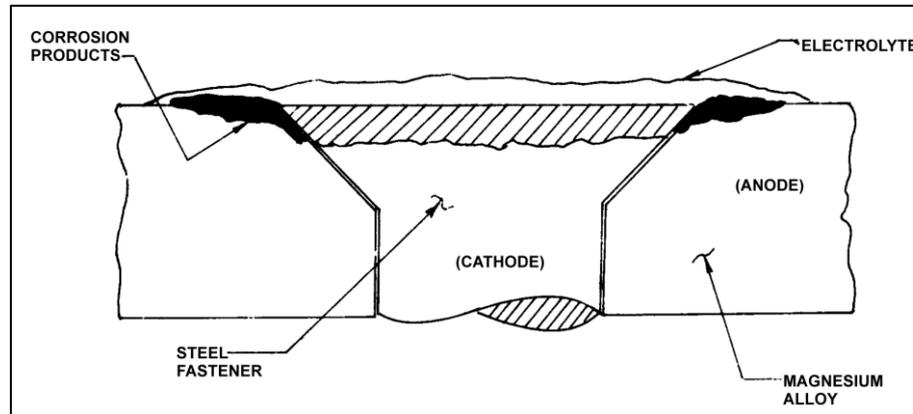


Figura 12 Corrosión galvánica

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión por estrés**

Esta forma de corrosión implica una tensión constante o cíclica, actuando conjuntamente con un entorno químico dañino. La tensión puede ser causada por carga interna o externa.

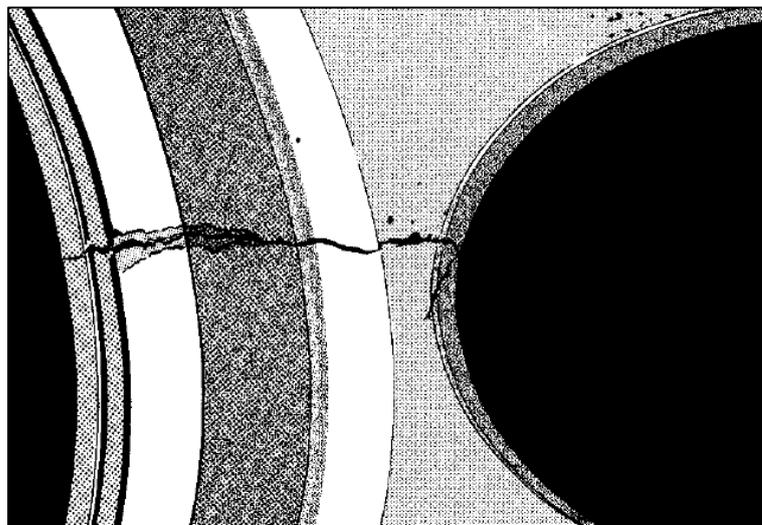


Figura 13 Corrosión por estrés

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión por fatiga**

La corrosión por fatiga implica un estrés cíclico y un ambiente corrosivo. Los metales pueden resistir el esfuerzo cíclico durante un número infinito de ciclos, siempre y cuando el estrés esté por debajo del límite de resistencia del metal. Una vez que el límite ha sido excedido, el metal finalmente se agrietará y fallará de la fatiga del metal. Sin embargo, cuando la parte o estructura sometida a tensión cíclica también está expuesta a un entorno corrosivo, el nivel de tensión para el fallo puede reducirse muchas veces. Por lo tanto, el fallo se produce en niveles de tensión que pueden ser peligrosamente bajos dependiendo del número de ciclos asignados a la parte de vida limitada.

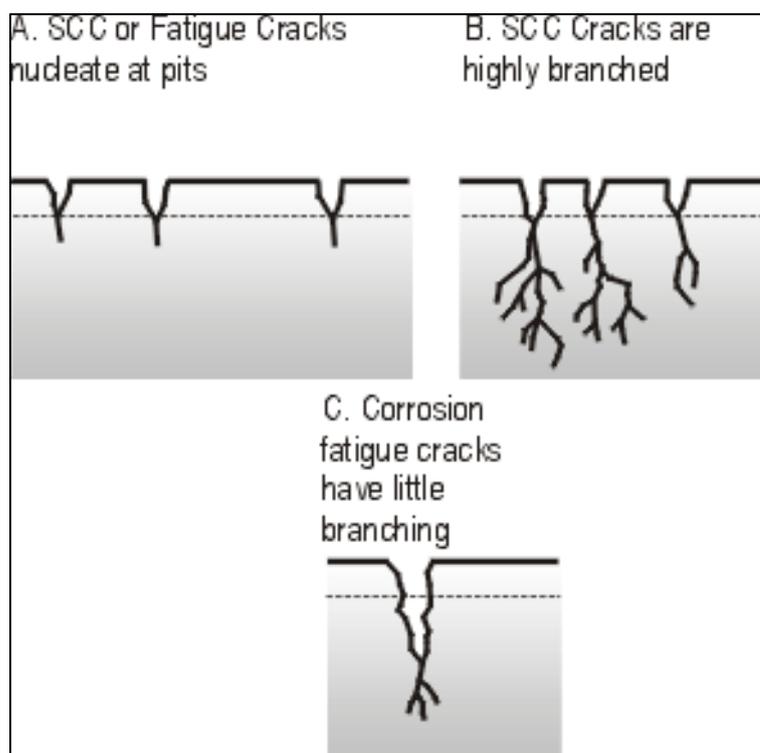


Figura 14 Corrosión por fatiga

Fuente: (AC_43.13-1B, 1998)

- **Corrosión por fricción**

La corrosión por fricción (también conocida como corrosión por desgaste u oxidación por fricción) puede producirse en la interfaz de dos superficies altamente cargadas que no se supone que se muevan entre sí. Sin embargo, la vibración puede hacer que las superficies se frote juntas dando como

resultado un desgaste abrasivo conocido como fricción. La película protectora sobre las superficies metálicas se elimina mediante esta acción de frotamiento. Con el frotamiento continuo, las partículas de metal cortadas de la superficie del metal se combinan con oxígeno para formar óxido metálico. A medida que estos óxidos se acumulan, causan daños por acción abrasiva y aumento del estrés local.

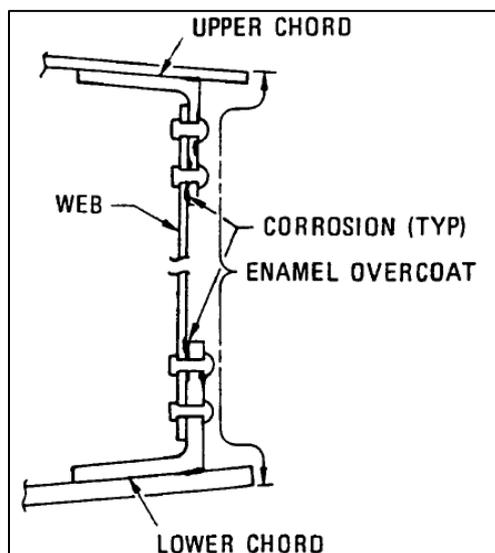


Figura 15 Corrosión por fricción

Fuente: (AC_43-4a, 1991)

2.3 Inspección no destructiva (NDI)

El campo de inspecciones no destructivas (NDI) es demasiado variado, para la inspección de aeronaves, plantas motrices y componentes en la inspección de aeronaves. La efectividad de cualquier método particular de (NDI) depende de la habilidad, experiencia y entrenamiento de la persona que realiza el proceso de inspección. Cada proceso está limitado en su utilidad por su adaptabilidad al componente particular a inspeccionar. Los manuales del fabricante de la aeronave o del producto contienen instrucciones específicas sobre (NDI) de sus productos.

El fabricante del producto o la Administración Federal de Aviación (FAA) generalmente especifica el método y el procedimiento (NDI) específicos que se utilizarán en la inspección. Estos requisitos (NDI) serán especificados en el manual de inspección, mantenimiento o revisión del fabricante; Directivas de

Aeronavegabilidad de la FAA (AD); Documentos Suplementarios de Inspección Estructural (SSID); o boletines de servicio del fabricante (SB). Sin embargo, en algunas condiciones se puede utilizar un método y procedimiento (NDI) alternativo.

2.3.1 Niveles NDT

Especificaciones de la Asociación de Transporte Aéreo (ATA) existen 105 directrices para el entrenamiento y calificación del personal en métodos de ensayos no destructivos.

- **Nivel I Especial**

Las horas iniciales en el aula y la capacitación en el trabajo serán suficientes para calificar a un individuo para la certificación para una tarea específica. El individuo debe ser capaz de pasar un examen de visión y percepción de color, un examen general que se ocupa de las normas y procedimientos de NDT, y un examen práctico realizado por una persona certificada de Nivel II o Nivel III.

- **Nivel I / Nivel II**

El Técnico, deberá tener un Certificado de Mecánica de Aeronaves y Plantas de Combustible de la FAA, completar el número requerido de horas de clase y completar un examen.

- **Nivel III**

- El individuo debe graduarse de una universidad de 4 años o universidad con un grado en ingeniería o ciencias, más un año de experiencia mínima en NDT en una asignación comparable a la de un Nivel II en los métodos NDT aplicables; o
- El individuo debe tener 2 años de estudios de ingeniería o ciencias en una universidad o escuela técnica, más 2 años de experiencia como Nivel II en los métodos NDT aplicables; o

- El individuo debe tener 4 años de experiencia trabajando como un Nivel II en los métodos de NDT aplicables y completar un examen.

2.3.2 Selección del método NDI

El método y procedimiento NDI que se utilizará para cualquier parte o componente específico se especificará en general en los manuales de mantenimiento o revisión del fabricante de la aeronave o del componente, SSID, SB o AD.

El método NDI apropiado puede consistir en varias inspecciones separadas. Una inspección inicial puede indicar la presencia de una posible falla, pero otras inspecciones pueden ser necesarias para confirmar la indicación original. Hacer la selección correcta del método NDI requiere una comprensión de los principios básicos, limitaciones, ventajas y desventajas de los métodos NDI disponibles y una comprensión de su eficacia y costo comparativos.

2.3.3 Clasificación de Inspección no destructiva

Los métodos de ensayos no destructivos son técnicas utilizadas tanto en los entornos de producción como en el servicio sin dañar o destruir el objeto investigado. Los métodos existentes son:

- Inspección visual
- Partícula magnética
- Líquidos penetrantes
- Eddy current
- Radiografía
- Ultrasónico
- Emisión acústica
- Termografía

2.4 Inspección visual

La inspección visual es la forma más antigua y más común de NDI para aviones. Aproximadamente el 80 por ciento de todos los procedimientos NDI se realizan por los métodos visuales directos. La inspección visual se utiliza ampliamente para detectar y examinar las grietas superficiales de los aviones, que son particularmente importantes debido a su relación con los fallos estructurales.

Un examen visual de un área interior o exterior, instalación o montaje para detectar daños evidentes, fallos o irregularidades. La inspección se realiza desde la distancia de contacto hasta que se especifique lo contrario. Puede ser necesario un espejo para mejorar el acceso visual a todas las superficies expuestas en el área de inspección. Este nivel de inspección se realiza bajo condiciones de iluminación normalmente disponibles, tales como luz del día, iluminación de hangar, linterna o luz de caída y puede requerir la remoción o apertura de paneles de acceso o puertas. Pueden requerirse soportes, escaleras o plataformas para ganar proximidad al área que está siendo verificada.

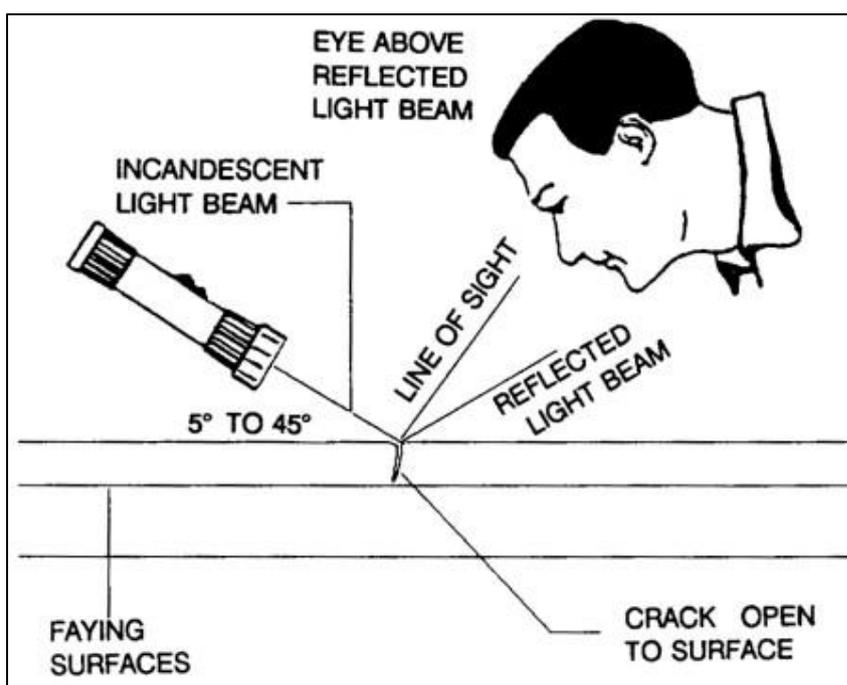


Figura 16 Uso de una linterna para inspeccionar

Fuente: (AC_43-204, 1997)

La inspección visual proporciona un medio para detectar y examinar una amplia variedad de discontinuidades de las superficies de componentes y materiales, tales como grietas, corrosión, contaminación, acabado superficial, juntas de soldadura, conexiones de soldadura y adhesiones disgregantes.

Este procedimiento de inspección puede ser grandemente mejorado por el uso de combinaciones apropiadas de instrumentos de aumento, boroscopios, fuentes de luz, cámaras de video y otros dispositivos. El uso de ayudas ópticas para la inspección visual es beneficioso y recomendado. Las ayudas ópticas magnifican los defectos que no pueden ser vistos a simple vista y también permiten la inspección visual en áreas inaccesibles.

2.5 Tipos de mantenimiento

2.5.1 Mantenimiento no programado

Es aquel que se lleva a cabo en el momento en el que se detecta una avería, que pone en peligro la aeronavegabilidad de la aeronave.

2.5.2 Mantenimiento programado

Es aquel que se lleva a cabo siguiendo un plan de revisiones y recambio determinado. El objetivo del mismo es conservar la aeronavegabilidad de la aeronave y restablecer el nivel especificado de fiabilidad.

2.6 Revisiones de mantenimiento de aeronaves

Las revisiones de mantenimiento de aeronaves son las inspecciones periódicas que deben realizarse en todos los aviones: comerciales, civiles o militares; después de un tiempo determinado o uso normalmente siguen programas de mantenimiento específicos.

Las compañías aéreas y otros operadores comerciales de aeronaves siguen un programa de inspección continua aprobado por la Administración Federal de Aviación (FAA), fabricante de la aeronave como del operador de ésta. Las revisiones de mantenimiento normalmente dependen los intervalos de tiempo número total de horas de vuelo, que son el número de horas de que

la aeronave ha estado volando, y del número de ciclos de ésta, que es el número de veces que la aeronave aterriza.

2.7. Tipos de revisiones de mantenimiento

2.7.1 Revisiones en tránsito

Se realizan antes de cada vuelo, incluyendo las escalas que se realicen. Consiste en una rápida inspección en la que se han de comprobar aspectos generales de la aeronave como pueden ser el estado de los neumáticos, el nivel de aceite, existencia de algún daño estructural

2.7.2 Revisiones diarias

Las revisiones diarias consisten en una comprobación del nivel de aceite. El nivel de aceite en la aeronave debe revisarse entre 15 y 30 minutos después de que los motores se apaguen para conseguir una lectura precisa del mismo. Esto significa que el nivel de aceite no se puede comprobar antes del primer vuelo del día. (Si se tuviera que comprobar antes del primer despegue, la aeronave debería rodar durante dos minutos o más para calentar el aceite. Aunque este procedimiento no es el habitual es necesario en algunos casos).

2.7.3 Revisiones de 48 horas

Este tipo de revisión reemplaza a la revisión diaria para muchos modelos de aeronave. Las revisiones de 48 horas se realizan cada 48 horas dependiendo de las especificaciones de la aerolínea. Este tipo de revisión puede incluir comprobaciones más detalladas que las revisiones diarias. Algunos ejemplos de inspecciones que se realizan son: comprobación de ruedas y frenos, reposición de fluidos como aceite del motor y líquido hidráulico, inspección y reposición del aceite de la unidad de potencia auxiliar, inspección visual del fuselaje, alas, interior y de la cabina.

2.7.4. Revisiones de horario límite

Algunas revisiones tienen tareas de mantenimiento asignadas dependiendo del número de horas que el sistema ha estado operando. Esta aproximación se usa para motores, controles de la aeronave y otros numerosos sistemas que están operando de manera continuada durante el vuelo y/o la rodadura.

2.7.5 Revisiones de ciclo límite de operación

Para otros sistemas de la aeronave se realizan tareas de mantenimiento según una planificación determinada dependiendo del número de ciclos operativos que han tolerado. Por ejemplo, el tren de aterrizaje se utiliza solo en los despegues y aterrizajes, y el número de estas operaciones varía con la planificación de vuelo. La estructura, los componentes de los motores, las palas de las turbinas y algunos otros componentes están sujetos a esfuerzos cíclicos y tendrán numerosas tareas en esta categoría.

2.7.6 Revisión PS

Algunas grandes aerolíneas, como American Airlines realizan revisiones cada 2-3 días, lo que se denomina Servicio Periódico; en inglés Periodic Service (PS). La aeronave se inspecciona visualmente y el libro de registros se revisa por si existen necesidades de mantenimiento. Este tipo de revisiones se suelen realizar de noche o durante el día en períodos de inactividad de la aeronave. Suele conllevar una media de dos horas-hombre.

2.7.7 Revisiones de letra

Estas revisiones se identifican como A, B, C y D. Esta clasificación, que se explicará posteriormente, hace que se tenga un programa de mantenimiento óptimo en el cual se permite que las revisiones se realicen en el momento más apropiado para el sistema o equipamiento. Para el operador, esto hace el programa más adaptable a sus necesidades. Algunos operadores, de todas maneras, siguen organizando el mantenimiento en bloques dependiendo de intervalos de horas o ciclos.

- **Revisión A**

Esta revisión se realiza cada 400-600 horas o cada 200-300 ciclos (el despegue y aterrizaje son considerados como un ciclo de la aeronave), dependiendo del tipo de aeronave. Se necesitan unas 50-70 horas-hombre y normalmente se realiza en un hangar en tierra, con una duración mínima de 10 horas. La regularidad de estas revisiones depende del tipo de aeronave, los ciclos totales o el número de horas de vuelo desde la última revisión. Este evento puede ser retrasado por la aerolínea si se dan ciertas condiciones predeterminadas.

- **Revisión B**

Esta revisión se realiza aproximadamente cada 6-8 meses. Se necesitan unas 160-180 horas-hombre, dependiendo de la aeronave, y normalmente completado con 1-3 días en un hangar de aeropuerto.

- **Revisión C**

La revisión tipo C se realiza cada 20-24 meses, cuando la aeronave cumple con un número determinado de Horas de Vuelo; en inglés Flight Hours (FH). La regularidad de esta revisión también puede ser fijada por el fabricante. Esta revisión es mucho más profunda que la revisión B, ya que requiere la revisión de un número de piezas de la aeronave mucho mayor. Esta revisión deja fuera de servicio a la aeronave y esta no puede dejar el lugar de mantenimiento hasta que la verificación esté completada. Este control también requiere un mayor espacio que las revisiones A y B, por lo tanto, se lleva a cabo en un hangar de una base de mantenimiento. El tiempo necesario para completar esta revisión es de 1-2 semanas y el esfuerzo de unas 6000 horas-hombre.

- **Revisión D**

Este tipo de revisión es el más completo y exigente para una aeronave. Este chequeo se realiza cada seis años aproximadamente. Consiste en una revisión en la que se trata prácticamente a la totalidad de la aeronave para su

inspección y reparación. En este caso incluso la pintura debe ser retirada totalmente para una inspección más profunda que en los casos anteriores del fuselaje. Esta clase de inspección suele conllevar generalmente unas 50000 horas/hombre y unos dos meses en completarse, dependiendo de la aeronave y número de técnicos que lleven a cabo esta labor.

La revisión tipo D también requiere mayor espacio para realizarse que las otras revisiones vistas anteriormente, y este debe llevarse a cabo en una base de mantenimiento adecuada. Los requerimientos y el tremendo esfuerzo relacionados con esta clase de revisión hacen que este chequeo sea el más caro con gran diferencia, con el coste total para una única revisión de tipo D de alrededor de un millón de dólares.

Debido al gran coste de esta revisión, la mayoría de las aerolíneas (especialmente aquellas con una gran flota) tienen que planear las revisiones tipo D años antes. Habitualmente, las aeronaves más antiguas se van eliminando de las flotas debido al coste de esta revisión comparado con el coste de la aeronave.

Generalmente, una aeronave comercial pasa unas tres revisiones tipo D antes de ser retirada. Debido a la gran cantidad de tiempo que tarda una aeronave en pasar una revisión de este tipo, se suele aprovechar para realizar mejoras en cabina, como renovar los asientos, mejorar los sistemas de entretenimiento.

2.8 Prácticas estándar en el mantenimiento aeronáutico

Las prácticas estándar en el mantenimiento aeronáutico son procedimientos, normas y modelos básicos que se han unificado y acogido por las autoridades reguladoras, fabricantes, mantenedores y operadores para la realización de cualquier trabajo de mantenimiento en aeronaves, otros sistemas y productos aeronáuticos. Con el objeto de mejorar en la calidad del trabajo y garantizar la seguridad para operación de las aeronaves.

Las prácticas estándar abarcan procedimientos en cada uno de los sistemas de la aeronave y están presentes en actividades de desensamble,

armado, reparación, pintura, conexión de líneas, etc. que el personal certificado utiliza al realizar una labor de mantenimiento. Las prácticas estándar están consignadas en una variedad de documentos técnicos del fabricante como secciones específicas definidas:

- Standard Overhaul Practices Manual (SOPM),
- Overhaul Manual (OHM),
- Standard Wiring Practices Manual (SWPM),
- Engine Maintenance Manual (EMM),
- Aircraft Maintenance Manual (AMM),
- Component Maintenance Manual (CMM).

También están disponibles en libros y especificaciones de las autoridades reguladoras como procedimientos recomendados y aprobados que son publicados en un solo manual para evitar duplicar información, por ejemplo: Prácticas estándar FAA: AC43.13-1B, 43-12A, 65-9 A. como métodos, técnicas y prácticas aceptables para inspección y reparación de zonas no presurizadas de aeronaves civiles, aplicables bajo ciertas condiciones del marco regulatorio FAR 43 parte 43.13 (a).

Muchas otras son definidas por la autoridad, el fabricante, los operadores y/o los mantenedores a partir de sus procesos internos, basados en experiencias reales bajo condiciones exactas y variadas de mantenimiento y operación.

2.5 Pintura y acabado de aeronave

La pintura es más que estética; afecta al peso de la aeronave y protege la integridad de la célula. El acabado final se aplica para proteger las superficies expuestas de la corrosión y el deterioro. Además, una aeronave debidamente pintada es más fácil de limpiar y mantener porque las superficies expuestas son más resistentes a la corrosión y la suciedad, y el aceite no se adhiere tan fácilmente a la superficie.

Una amplia variedad de materiales y acabados se utilizan para proteger y proporcionar el aspecto deseada de la aeronave. La pintura tiene tres componentes: resina como material de revestimiento, pigmento para el color y disolventes para reducir la mezcla a una viscosidad operable.

La estructura interna y los componentes no expuestos están acabados para protegerlos de la corrosión y el deterioro. Todas las superficies y componentes expuestos están acabados para proporcionar protección y presentar un aspecto agradable. El acabado decorativo incluye la adición de logotipos y emblemas de la empresa, y la aplicación de calcomanías, números de identificación y letras.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

En el presente capítulo se detallan los procedimientos, materiales, herramientas y normas generales de seguridad para el desarrollo del tema, “Inspección y pintura del Avión Escuela HAWKER SIDDELEY 125-400 matrícula XB-ILD, mediante información y datos técnicos para la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE”. Aplicando todo el conocimiento teórico y práctico adquirido en las aulas y en las diferentes instituciones en las cuales se realizó las pasantías.

3.2 Materiales

- Cinta de peligro
- Detergente líquido
- Desengrasante
- Paños microfibra
- Guaípe
- Marcador
- Thinner
- Lijas 320 y 400
- Cinta de enmascarar
- Mastico
- Papel periódico
- Tratamiento anticorrosivo Alodine 4831(2 litros)
- Kit de primer color gris (1litro), catalizador y diluyente
- Kit de pintura color blanco (5 Galones), catalizador y diluyente
- Kit de pintura color negro (2 litros), catalizador y diluyente
- Kit de pintura color gris (1litro), catalizador y diluyente

3.4 Herramientas

- Escaleras
- Magnificador (lupa)
- Lijadora orbital electica
- Extensión electica
- Compresor
- Líneas neumáticas
- Pistola rociadora de pintura

3.5 Normas generales y básicas de seguridad

- Equipo de protección personal
- Orden y limpieza en el sitio de trabajo
- Uso del aire comprimido
- Uso y manipulación de equipo y herramientas
- Trabajo en alturas
- Trabajo en escaleras
- Manipulación de sustancias liquidas

3.6 Procedimientos para la inspección visual

3.6.1 Preparar la aeronave.

Se utilizó cinta reflectiva de seguridad con la leyenda “peligro” para evitar que personal no autorizado, así como los estudiantes dificulten con la inspección visual y en todo el tiempo en el cual se desarrolló del tema. Ver **(ANEXO C)**



Figura 17 Avión Hawker HS 125-400 señalización de peligro

3.6.2 Limpieza y lavada de aeronave.

Esta limpieza con agua y detergente consiste en eliminar todos los residuos y contaminantes que se depositan en la aeronave con el paso del tiempo y el uso. Una buena limpieza nos facilita una perfecta identificación de todos los daños que tiene la aeronave con una correcta inspección visual en la cual es determinante que las superficies tienen que estar libre de cualquier suciedad, polvo y moho, para mejorar la percepción visual. Ver **(ANEXO C)**



Figura 18 Malas condiciones para la inspección visual

NOTA: La aeronave debido al tiempo que pasó en la plataforma militar del ALA DE TRANSPORTE Nro. 11. Propiedad del Servicio de Gestión Inmobiliaria del Sector Público-INMOBILIAR de la República del Ecuador. No contaba con un hangar y se encontraba a la intemperie la cual provoco que la aeronave se encuentre sucia con moho y hongos en las juntas de la estructura.



Figura 19 Limpio y lavado en óptimas condiciones para la inspección visual

3.6.3 Descripción específica del área a inspeccionar

Para realizar una inspección detenida, minuciosa y evitar la fatiga o cansancio de las vistas a la aeronave se lo dividió en zonas las cuales son: fuselaje, alas, empenaje, cowling de motores y trenes de aterrizaje.

3.6.4 Descripción del defecto a detectar y señalización

Preferiblemente lo que se busca en la aeronave es corrosión existente en la estructura y daños que provocan el deterioro de la pintura los cuales pueden ser a causa de pequeñas abolladuras, arañazos por impactos por piedras. Ver **(ANEXO C)**

En este punto también se procede a marcar con la ayuda de un marcador para poder identificar las áreas en las cuales se realizará el respectivo tratamiento anticorrosivo y en las áreas de pintura en mal estado para lijar y proceder aplicar la nueva capa de pintura.



Figura 20 Corrosión filiforme



Figura 21 Deterioro de la pintura

3.6.5 Aceptación de defectos encontrados.

Alrededor de toda la aeronave se encuentra existentes en diferentes áreas corrosión filiforme la que se produce por fallas físicas en la pintura como un rayón, rotura o desprendimiento parcial del recubrimiento. Ver **(ANEXO A)**

También se encuentra pintura que ha perdido su característica de adherencia se encuentra desprendida y requemada por el tiempo que la aeronave paso en la intemperie.

3.7 Procedimiento tratamiento anti corrosivo

3.7.1 Identificación de la zona a tratar.

Se encuentra las marcas que se realizaron anteriormente en la inspección visual para realizar el respectivo tratamiento anticorrosivo.



Figura 22 Identificación de corrosión

3.7.2 Extracción del área corroída y eliminación de la pintura.

La extracción o decapado consiste en el lijado de las capas dañadas a causa de corrosión o pintura deteriorada. Con la ayuda de la lijadora eléctrica con número de lija 320 se procura en todo momento que tenga un acabado uniforme y perfectamente degradada, sin escalones bruscos. Al mismo tiempo el lijado para decapar nos proporcionará una superficie de adherencia óptima para el tratamiento anticorrosivo y el nuevo revestimiento de pintura. Ver **(ANEXO J)**



Figura 23 Eliminación de pintura y corrosión

3.7.3 Tratamiento anticorrosivo.

En diferentes zonas que se encontró corrosión el tratamiento anticorrosivo que se va aplicar en este tema es Alodine que es un tratamiento químico simple para todas las aleaciones de aluminio para aumentar su resistencia a la corrosión y para mejorar sus cualidades de adhesión a la pintura. Ver **(ANEXO E)**. El proceso consiste en:

Limpieza con ayuda de agua y agente desengrasante 700-10 para las superficies que se aplica el tratamiento, eliminando la silicona, grasa y los residuos de cera de las superficies. Se realiza un enjuague completo en el área con agua a presión y secado con paños de microfibra para mejor absorción de humedad. Ver **(ANEXO F)**



Figura 24 Desengrasante

Las especificaciones técnicas de Alodine 4831 nos proporcionan información que es un tratamiento anticorrosivo que se lo aplica directamente sin ninguna mezcla con ningún disolvente.

Se aplica 2 capas de Alodine con una pistola rociadora de gravedad procurando cubrir la zona afectada por la corrosión y se obtiene un recubrimiento delgado y duro, que varía en color verde claro. Se lo deja secar aproximadamente 10 minutos, para que el Alodine actúe.

Se enjuaga con agua el Alodine durante un período de 15 a 30 segundos y para así eliminar las sales químicas que se encuentran en la superficie. Ver **(ANEXO E)**

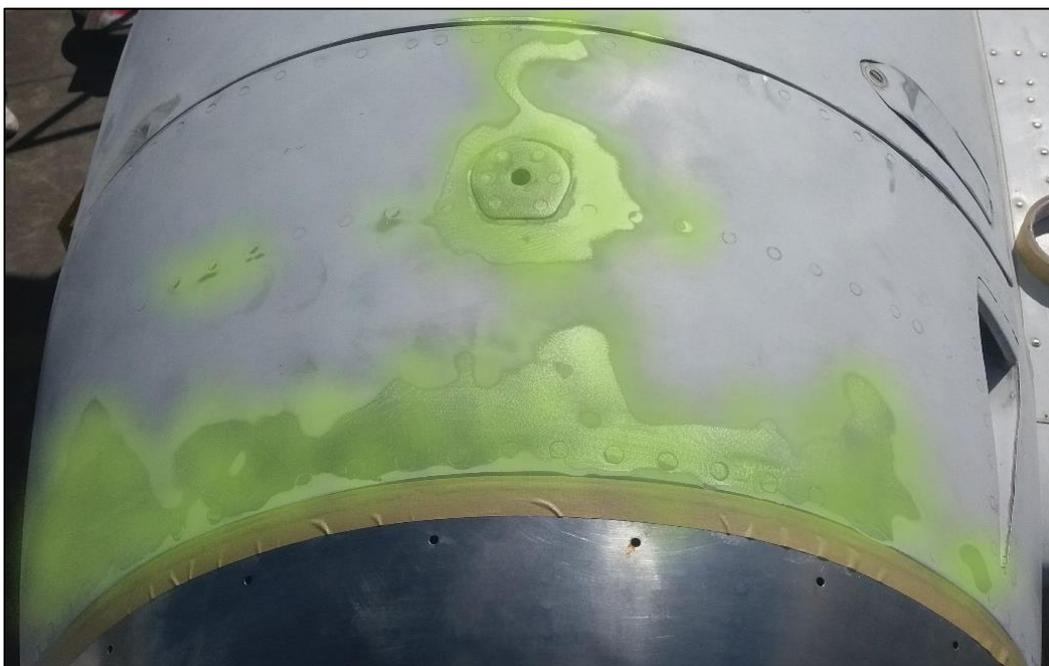


Figura 25 Tratamiento químico Alodine

NOTA: El tratamiento químico alodine anticorrosivo se lo realiza en todas las partes de la aeronave donde existía corrosión con los mismos procedimientos y pasos.

PRECAUCIÓN: Al lavar la pistola no sumergir en thinner ya que éste puede eliminar el lubricante del gatillo, válvulas y el conjunto de la aguja y/o dañar los empaques. Es necesario lavar las pistolas ya sea de forma manual con thinner para eliminar los restos de producto que hayan quedado en el equipo y evitar que se tapen los conductos.

3.8 Procedimiento para aplicar primer

3.8.1 Preparación de superficie

Se empieza a lijar toda la aeronave para un pretratamiento con lija número 400 utilizando una lijadora orbital eléctrica, para degradar el brillo del revestimiento en mal estado, para una mejor adherencia, mayor durabilidad y mejor acabado del nuevo revestimiento. Ver **(ANEXO J)**



Figura 26 Lijadora eléctrica con lija número 400

3.8.2 Limpieza y lavada

Se procede a lavar la aeronave con agua y desengrasante para eliminar completamente todo el polvo procedente de la lijada y evitar que exista cualquier residuo de grasa y/o aceite en la pintura. Un resto de dicho contaminante puede provocar un rechazo en la correcta adherencia del Primer. Ver **(ANEXO F)**

3.8.3 Aplicación de primer

Se empieza con la mezcla de acuerdo a las especificaciones y proporciones que indica el fabricante del producto 4:1:1, (primer: endurecedor: catalizador). Para un 1 litro de primer color gris, 1/4 de litro de diluyente y 1/4 de litro de catalizador. Ver **(ANEXO G)**



Figura 27 Kit de Primer para 1 litro

A continuación, con la pistola rociadora a una presión de 2,0 bar. Se aplica la primera mano de primer, con un intervalo de 15 minutos se retoma la segunda mano de aplicación hasta dar un recubierto uniformemente en la superficie, cubriendo el tratamiento químico por completo. Es necesario lavar la pistola después de la aplicación. Ver **(ANEXO G)**



Figura 28 Aplicación de primer color gris

NOTA: El primer debe utilizarse uno que sea compatible con la capa de pintura. El primer utilizado en esta aeronave fue de color gris ya que permite que la pintura de terminado final color blanco pueda sobresalir de mejor manera. Debido a que la aeronave cuenta con múltiples áreas en las cuales se realizó su respectivo tratamiento anticorrosivo y primer, se procede a repintar la aeronave totalmente.

3.9 Preparación de áreas a pintar

3.9.1 Lijar toda la aeronave

Con la ayuda de la lijadora eléctrica orbital con número de lija 400 hasta que la superficie quede uniforme y también las superficies que se encuentran aplicado primer, para eliminar impurezas que se encuentren adherida cuando el primer estaba fresco. Ver **(ANEXO J)**

3.9.2 Limpieza con desengrasante

La limpieza y desengrasado de toda la aeronave, es el primer paso del proceso de preparación de la superficie a pintar. Efectuaremos una limpieza, más específica, utilizando agua con disolvente desengrasante y paños microfibra para eliminar cualquier resto de suciedad superficial, ya sea polvo producto de la lijada de toda la aeronave o cualquier otro tipo de residuo, contaminantes adheridos a la pintura y toda la suciedad que se acumula en diferentes partes. Pondremos especial atención en los rincones de difícil acceso. Ver **(ANEXO H)**

3.9.3 Enmascarar las áreas que no van a ser pintadas

Una vez que hemos culminado todas las operaciones anteriores, ya tenemos la superficie lista para pintar. Como es lógico, hemos de tapar todo que aquello que no queremos pintar, ya sean bordes de ataque del estabilizador y alas, descargas estáticas, cañerías, luces de navegación, ventanas, entrada de aire de motores, tubos Pitot, etc.

Para proceder a enmascarar la aeronave necesitamos dos productos esenciales; papel (o plástico de enmascarar) y cinta de enmascarar (cinta masking).



Figura 29 Área lijada, lavada y empapelada en las que no requiere pintura

3.10 Preparación de pintura

La preparación de la pintura se la realiza de acuerdo a las especificaciones y proporciones que indica el fabricante del producto 2:1+10%; (primer: endurecedor + catalizador). Ver (**ANEXO I**)

a) Preparación pintura para empenaje

Kit de pintura para 1 galón de pintura color blanco, 1/2 galón de diluyente, 1/8 de galón de catalizador.

b) Preparación pintura para el fuselaje

Kit de pintura para 2 galones de pintura color blanco, 1 galón de diluyente, 1/4 de galón de catalizador.

c) Preparación de pintura para las alas

Kit de pintura, 2 galones de pintura color blanco, 1 galones de diluyente, 1/4 de galón de catalizador.



Figura 30 Kit de 1 galón de pintura, catalizador, y diluyente

3.10.1 Aplicación de pintura en el empenaje, fuselaje y alas

Primeramente, con la pistola rociadora a una presión de 2,0 bar se aplica en las partes que está cubierta de primer de una hasta dos manos hasta cubrir totalmente, con un intervalo de 15 a 20 minutos por mano. Ver (**ANEXO I**)



Figura 31 Aplicación de pintura

Una vez cubierta las áreas de primer, con la pistola rociadora a una presión de 2,0 bar se procede con la primera mano general en el área específica a pintar con un intervalo de 15 a 20 minutos se aplica la segunda mano para el acabado final y brillo. Es necesario lavar la pistola después de la aplicación.



Figura 32 Empenaje con acabado final y brillo



Figura 33 Fuselaje con acabado final y brillo

3.10.2 Aplicación de matricula

- **RDAC parte 45 del Ecuador**

Argumenta que la anchura de cada uno de los caracteres (excepto la letra l y el número 1) y la longitud de los guiones, serán dos tercios de la altura de los caracteres.

La anchura de las líneas será igual a una sexta parte de la altura de los caracteres.

Cada uno de los caracteres estará separado, del que inmediatamente le preceda o siga, por un espacio por lo menos igual a la cuarta parte de la anchura de un carácter. A este fin, el guion se considerará como una letra. Ver **(ANEXO K)**



Figura 34 Enmascaro matricula empenaje



Figura 35 Aplicación de pintura matricula ala

Preparación kit de pintura, 2 litro de pintura color negro, 1 litro de diluyente, 1/4 de litro de catalizador.

Se procede con la pistola rociadora a una presión de 2,0 bar con la primera mano en el área específica a pintar con un intervalo de 15 a 20 minutos se aplica la segunda mano para el acabado final y brillo. Es necesario lavar la pistola después de la aplicación. Ver (**ANEXO I**)



Figura 36 Pintura lista en matrícula XB-ILD

3.10.1 Aplicación en el marco de puertas

Preparación kit de pintura, 1 litro de pintura color gris, 1 litro de diluyente, 1/8 de litro de catalizador.



Figura 37 Enmascaro marco para aplicar pintura

Una vez cubierta las partes, se procede, con la pistola rociadora a una presión de 2,0 bar con la primera mano general en el área específica a pintar con un intervalo de 15 a 20 minutos se aplica la segunda mano para el acabado final y brillo. Es necesario lavar la pistola después de la aplicación. Ver (**ANEXO I**)



Figura 38 Pintura marco puertas color gris



Figura 39 Avión Hawker HS 125-400 matrícula XB-ILD con nuevo revestimiento de pintura.

3.11 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto fue una cotización la cual no eran valores fijos los cuales alcanzaban valores alrededor de 1500 USD, durante el desarrollo del tema se llegó al valor total con la finalización.

3.12 Análisis de costos

Para la inspección y pintura del avión Hawker Siddeley HS 125-400, se detallan a continuación los costos primarios y secundarios.

Costos primarios

- Materiales

Costos secundarios

- Trámites de solicitudes de graduación
- Elaboración de textos
- Varios

3.12.1 Costos primarios

Tabla 1 Total de costos primarios

No.	Detalle	Cant.	Valor unitario	Valor Total
1	Cinta de peligro	1	\$8,00	\$8,00
2	Detergente liquido	1	\$8,00	\$8,00
3	Desengrasante	1	\$17,00	\$17,00
4	Paños microfibra	5	\$2,50	\$12,50
5	Guaípe	3	\$5,00	\$15,00
6	Marcador	1	\$2,00	\$2,00
7	Lijas número 320	350	\$0,40	\$140,00
8	Lijas número 400	100	\$0,50	\$50,00
9	Masking	20	\$2,00	\$40,00
10	Mastico	10	\$5,00	\$50,00
11	Papel periódico para empapelar	10	\$0,50	\$5,00
12	Kit de pintura color blanco para 5 Galones, catalizador y diluyente	5	\$200,00	\$1.000,00
13	Kit de pintura color negro para 2 litros, catalizador y diluyente	2	\$100,00	\$200,00
14	Kit de pintura color gris para 1 litro, catalizador y diluyente	1	\$50,00	\$50,00
15	Alquiler de andamios	16	\$4,00	\$64,00
16	Plástico	25	\$2,00	\$50,00
	TOTAL			\$1.711,50

3.12.2 Costos secundarios

Tabla 2 Total de costos secundarios

No.	Detalles	Valor total
1	Documentación para titulación	\$20,00
2	Elaboración de textos	\$150,00
3	Transporte	\$120,00
4	Alimentación	\$225,00
5	Hospedaje	\$150,00
6	Varios	\$100,00
	TOTAL	\$765,00

3.12.3 Costo total del proyecto de grado

Tabla 3 Total costo del proyecto

No.	Detalles	Valor total
1	Costo primario	\$1.711,50
2	Costos secundarios	\$765,00
	TOTAL	\$2.476,50

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones

- De acuerdo con la circular de asesoramiento se logró con satisfacción la inspección del AVIÓN HAWKER SIDDLEY HS 125-400.
- De manera que la aeronave no contaba con un hangar y se encontraba a la intemperie provocó a su vez corrosión de tal modo que se realiza el respectivo tratamiento anticorrosivo.
- Se desarrolló la aplicación de pintura utilizando información técnica Glasurit Serie 22.

4.2 Recomendaciones

- Asegurarse de obtener una buena información técnica acerca de lo que se va a realizar para no tener problemas con los diferentes procedimientos.
- Emplear el equipo de protección personal para solventes químicos como el uso del tratamiento anticorrosivo alodine.
- Para el correcto desarrollo del proyecto y acabado se deben utilizar las herramientas y equipos que especifica en la información técnica.

GLOSARIO

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Ala: cuerpo aerodinámico formado por una estructura muy fuerte estructuralmente, compuesta por un perfil aerodinámico o perfil alar envolviendo a uno o más largueros y que es capaz de generar una diferencia de presiones entre su cara superior y su cara inferior al desplazarse por el aire lo que produce la fuerza ascendente de sustentación que mantiene al avión en vuelo.

Alodine: (Nombre Comercial de la Corporación Henkel). Revestimiento de conversión cromado que se aplica a una superficie de aluminio. Este proceso de "pasivación" protege al metal de más oxidación. El óxido de aluminio natural (Al_2O_3) en la superficie se convierte en un óxido más grueso que contiene cromo (Cr_2O_3).

Avión: Aerodino propulsado por motor que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

Catalizador: Sustancia que cambia la velocidad de una reacción química sin sufrir cambios permanentes de composición o que se convierten en parte de la estructura molecular del producto.

Corrosión: Daño que es el resultado de una compleja acción electroquímica. Este tipo de daño ocurre en las superficies, orificios o bordes de elementos estructurales.

Inspección no destructiva (NDI): Un procedimiento de inspección que utiliza métodos que no causan daño a la pieza.

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Plataforma: Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves, para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

Primer: Revestimiento aplicado sobre una superficie, antes de la aplicación de un adhesivo, laca, esmalte, etc., para mejorar el rendimiento de adherencia o la capacidad de carga. Algunos primer contienen un inhibidor de la corrosión.

ABREVIATURA

- AC:** Advisory Circulars (Circulares de asesoramiento)
- AD:** Airworthiness Directives (Directivas de Aeronavegabilidad)
- AMM:** Aircraft Maintenance Manual (Manual de mantenimiento de aeronaves)
- ATA:** Air Transport Association (Asociación de Transporte Aéreo)
- CMM:** Component Maintenance Manual (Manual de mantenimiento de componentes)
- EMM:** Engine Maintenance Manual (Manual de mantenimiento del motor),
- FAA:** Federal Aviation Administration (Administración Federal de aviación)
- FAE:** Fuerza Aérea Ecuatoriana
- FH:** Horas de Vuelo (Flight Hours)
- NDI:** Nondestructive Inspection (Inspección no destructiva)
- NDT:** Nondestructive Testing (Pruebas no destructivas)
- OHM:** Overhaul Manual (Manual de revisión)
- PS:** Servicio Periódico (Periodic Service)
- RDAC:** Regulaciones Dirección de Aviación Civil
- SB:** Service Bulletins (Boletines de Servicio del fabricante)
- SOPM:** Standard Overhaul Practices Manual (Manual de Prácticas Generales de Reacondicionamiento)
- SSID:** Supplemental Structural Inspection Document (Documentos Suplementarios de Inspección Estructural)
- SWPM:** Standard Wiring Practices Manual (Manual de prácticas de cableado estándar)

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS

- AC_43.13-1B. (1998). *Acceptable Methods, Techniques, and Practices Aircraft Inspection and Repair*. Recuperado el 08 de 09 de 1998, de https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_43.13-1b_w-chg1.pdf
- AC_43-204. (1997). *Visual Inspection for Aircraft*. Recuperado el 14 de 08 de 1997, de https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/43-204.pdf
- AC_43-4a. (09 de 08 de 1991). *Corrosion Control for Aircraft*. Recuperado el 25 de 7 de 91, de https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_43-4a_.pdf
- DGAC. (2015). *Identificación de Aeronaves y Componentes de Aeronaves*. Quito. Obtenido de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/5-Modificacion-RDAC-45-Publicacion-WEB-DGAC.pdf>
- FAA-H-8083-30. (2008). *Aircraft Cleaning and Corrosion Control*. Recuperado el 2008, de https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_handbook/media/FAA-8083-30_Ch06.pdf
- FAA-H-8083-31. (2012). *Aircraft Painting and Finishing*. Recuperado el 2012, de https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_Ch08.pdf
- Glasurit. (2007). *Imprimación aparejo universal*. Muenster, Alemania. Obtenido de <http://www.glasurit.com.ar/UI/Docs/BoletinsTecnicos/191.pdf>
- Glasurit. (2011). *Desengrasante y limpiador de superficies*. Münster, Alemania. Obtenido de http://techinfo.glasurit.com/es_ES/PKW/Chapter_G/GX/700-10_print.pdf
- Glasurit. (2011). *Limpiador*. Münster, Alemania. Obtenido de http://techinfo.glasurit.com/es_ES/PKW/Chapter_G/GX/700-1_print.pdf
- Glasurit. (2011). *Serie 22 Esmalte HS 2K*. Münster, Alemania. Obtenido de

http://techinfo.glasurit.com/es_ES/PKW/Chapter_G/GD/22_HS_print.pdf

- Glasurit. (2015). *Procesos de Aplicación*. Alemania. Obtenido de http://www.glasurit.com.ar/UI/_downloads/Produtos/FolhetoOficina_22_Top_03_ESP_CV.pdf
- Göde, M. (30 de Noviembre de 2016). *British Aerospace BAe 125*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de http://www.wikiwand.com/es/British_Aerospace_BAe_125
- MU, B. M.-N. (s.f.). *Alodine 4831*. Düsseldorf, Alemania. Obtenido de <http://tds.henkel.com/tds5/Studio/ShowPDF/BONDERITE%20M-NT%204831%20MU-EN?pid=BONDERITE%20M-NT%204831%20MU&format=MTR&subformat=BOND&language=EN&plant=WERCS>
- Saranga, D. (18 de Julio de 2016). *The Blueprints.com*. Recuperado el 26 de Junio de 2017, de https://www.the-blueprints.com/blueprints/modernplanes/hawker/73707/view/hawker_siddeley_hs_125/

ANEXOS

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Bryan Marcelo
APELLIDOS: Peralta Rocha
NACIONALIDAD: Ecuatoriana
FECHA DE NACIMIENTO: 01 de Septiembre 1992
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1716049232
TELÉFONOS: 0983939134 - 023566311
CORREO ELECTRÓNICO: spp.bryan.92@hotmail.com
DIRECCIÓN: Cumbayá - Barrio San Juan, Quito



LICENCIA DGAC MECANICO 2789 MM

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela "J. A. Comenios" Quito, Ecuador
SECUNDARIA: Unidad Educativa "San Pedro Pascual" Quito, Ecuador
SUPERIOR: Unidad de Gestión de Tecnologías Latacunga, Ecuador

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller En Ciencias Físico Matemáticas
Tecnología Mecánica Aeronáutica Mención Motores

EXPERIENCIA LABORAL/PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALE

CARGO: PASANTE MANTENIMIENTO DE AERONAVES

EMPRESA: Unidad Aeropolicial Pastaza Mera- Pastaza
EMPRESA: Compañía Aerosarayaku Mera- Pastaza
EMPRESA: Deltacothers S.A Yaguachi-Guayas
EMPRESA: DIAF-CEMA Latacunga-Cotopaxi

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

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

PERALTA ROCHA BRYAN MARCELO
C.C. 1716049232

DIRECTOR DE CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. BAUTISTA ZURITA RODRIGO CRISTOBAL

Latacunga, Marzo del 2018