



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR
MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS
FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO**

AUTOR: YUPANGUI CHACÓN HUGO ROLANDO

DIRECTORA: TLGA. SAMANTHA ZABALA

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO**” realizado por el señor **YUPANGUI CHACÓN HUGO ROLANDO**, 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 **YUPANGUI CHACÓN HUGO ROLANDO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Julio del 2016

Atentamente,

Tlga. Samantha Zabala

DIRECTORA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **YUPANGUI CHACÓN HUGO ROLANDO**, con cédula de identidad N° **0503981516**, declaro que este trabajo de titulación “**DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO**” 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, Julio 2016

HUGO ROLANDO YUPANGUI CHACÓN
C.C. 0503981516



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **YUPANGUI CHACÓN HUGO ROLANDO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Julio 2016

HUGO ROLANDO YUPANGUI CHACÓN

C.C. 0503981516

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación con toda la humildad de mi corazón dedico primeramente a Dios por darme la fortaleza necesaria en todo momento para culminar mi vida profesional.

A mi madre y a mi padre por ser las personas que siempre me han acompañado en todo el trayecto de mi vida guiándome con sus palabras de aliento, por ayudarme a cumplir mis objetivos brindándome los recursos necesarios y estar a mi lado aconsejándome siempre, por hacer de mí un profesional a través de sus enseñanzas y amor. A mi hermano por brindarme su gran confianza cada día.

En general a toda mi familia por haberme brindado siempre su gran apoyo directa e indirectamente y por compartir con mi persona momentos de felicidad así como también de tristeza durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco infinitamente a Dios por bendecirme y guiarme de buena manera en mi vida profesional.

Agradezco la confianza, el apoyo que me han brindado mis padres y hermano que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado todo su amor, corrigiendo mis errores y celebrando mis triunfos, que de forma incondicional entendieron mis ausencias así como mis malos momentos.

A mi directora del trabajo de titulación la Tlga. Samantha Zabala por haber confiado en mi persona, por la paciencia y el ánimo brindado para culminar este trabajo con éxito.

En fin agradezco a toda mi familia que de manera directa o indirecta participaron para cumplir mis metas dándome ánimo, acompañándome en los momentos de crisis y felicidad, gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 ALCANCE.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 MIRAGE M50 EV FAE 1054	5

2.2 PROCESO DE PINTURA	6
2.3 DECAPADO	6
2.3.1 Definición	7
2.3.2 Importancia	7
2.3.3 Decapado de materiales compuestos	7
2.4 TIPOS DE DECAPADO	8
2.4.1 Decapado químico	8
2.4.2 Decapado mecánico	9
2.5 QUITAPINTURAS	12
2.5.1 Tipos de quitapinturas.....	12
2.6 REMOVEDORES QUÍMICOS APROBADOS PARA SUPERFICIES AERONÁUTICAS.....	13
2.6.1 Ardrox 204	13
2.6.2 Ardrox 2526	14
2.6.3 EFS-2500.....	15
2.7 MATERIALES	16
2.7.1 Estopa.....	16
2.7.2 Manguera de agua.....	16
2.7.3 Extensión neumática.....	17
2.7.4 Extensión eléctrica.....	17
2.7.5 Paño de algodón.....	18
2.7.6 Tela gamuza	18
2.7.7 Escobas o cepillos de cerdas suaves	19
2.7.8 Desengrasante industrial	19
2.7.9 Shampoo limpiador para exterior de aviones.....	20
2.7.10 Masilla poliéster	21

2.7.11 Catalizador de la masilla	22
2.7.12 Espátula	23
2.7.13 Thinner acrílico	23
2.7.14 Tela abrasiva recubierta de óxido de aluminio	24
2.8 COMPONENTES DE LA TELA ABRASIVA DE ÓXIDO DE ALUMINIO	25
2.8.1 Soporte	25
2.8.2 Adhesivo	25
2.8.3 Abrasivo o mineral	26
2.9 FUNCIONES DE LAS TELAS ABRASIVAS.....	26
2.10 EQUIPOS.....	27
2.10.1 Lijadoras	27
2.10.2 Lijadora eléctrica	27
2.10.3 Lijadora neumática.....	30
2.10.4 Seguridad con las lijadoras	30
2.10.5 Compresor de aire	31
2.10.6 Aspiradora.....	32
2.10.7 Escalera	32
2.11 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	33
2.12 REQUISITOS DE UN EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	33
2.13 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	33
2.13.1 Protección a la cabeza.....	34
2.13.2 Protección de ojos y cara	35
2.13.3 Protección de los oídos.....	36
2.13.4 Protección respiratoria	37
2.13.5 Protección de Manos y Brazos	38
2.13.6 Protección de Pies y Piernas	39

2.13.7 Cinturones de seguridad para trabajo en altura	40
2.13.8 Ropa de Trabajo	41
2.14 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	42
2.14.1 Ventajas	42
2.14.2 Limitaciones	43
CAPÍTULO III.....	44
PROCESO DE MANUFACTURA.....	44
3.1 PRELIMINARES	45
3.2 UBICACIÓN DEL AVIÓN MIRAGE	45
3.3 LIMPIEZA Y DESPEJADO.....	46
3.4 LAVADO DE LA AERONAVE	48
3.5 PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES PREVIAS AL DECAPADO....	49
3.6 REMOCIÓN DE LA PINTURA DE LA AERONAVE	50
3.6.1 Requisitos Generales.....	50
3.6.2 Equipos y materiales.....	51
3.7 DECAPADO MECÁNICO.....	52
3.7.1 Decapado del fuselaje.....	53
3.7.2 Decapado de las alas.....	54
3.7.3 Decapado del empenaje	56
3.7.4 Decapado de trenes de aterrizaje y radome	57
3.8 MASILLADO	59
3.9 LIMPIEZA FINAL CON DISOLVENTE (THINNER ACRÍLICO)	62
3.10 DIAGRAMA DE PROCESOS.....	62
3.10.1 DIAGRAMA DE PROCESOS – DECAPADO DE LA AERONAVE ...	64

3.11 ESTUDIO ECONÓMICO.....	65
3.11.1 Gastos primarios.....	65
3.11.2 Gastos secundarios	66
3.11.3 Gastos totales	66
3.12 MANUAL DE PROCESOS.....	67
CAPÍTULO IV	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
4.1 CONCLUSIONES	80
4.2 RECOMENDACIONES	81
GLOSARIO DE TÉRMINOS	82
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Equipos y materiales de limpieza.....	46
Tabla 2 Equipos y materiales de remoción de la pintura.....	51
Tabla 3 Materiales para la ejecución del masillado	59
Tabla 4 Simbología del diagrama de procesos	63
Tabla 5 Gastos primarios	65
Tabla 6 Gastos secundarios	66
Tabla 7 Gasto total	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avión Mirage M50 EV FAE 1054	6
Figura 2 Ardrox 204	14
Figura 3 Ardrox 2526	15
Figura 4 EFS-2500	15
Figura 5 Estopa	16
Figura 6 Manguera de agua.....	16
Figura 7 Extensión neumática	17
Figura 8 Extensión eléctrica	17
Figura 9 Paño de algodón	18
Figura 10 Tela gamuza.....	18
Figura 11 Escoba de cerdas suaves	19
Figura 12 Recipiente con desengrasante	19
Figura 13 Shampoo limpiador.....	20
Figura 14 Masilla	22
Figura 15 Catalizador de masilla	22
Figura 16 Espátula	23
Figura 17 Thinner acrílico	24
Figura 18 Óxido de aluminio P120-A080.....	24
Figura 19 Lijadora eléctrica.....	28
Figura 20 Componentes de una lijadora eléctrica	29
Figura 21 Lijadora neumática	30
Figura 22 Compresor de aire estándar.....	31
Figura 23 Aspiradora	32
Figura 24 Escaleras	33
Figura 25 Casco de protección.....	34
Figura 26 Gafas de protección.....	35
Figura 27 Protector facial	36
Figura 28 Protector auditivo	37
Figura 29 Protección respiratoria.....	37
Figura 30 Guantes de protección	39

Figura 31 Calzado de protección	40
Figura 32 Arnés de seguridad	41
Figura 33 Ropa de protección	42
Figura 34 Compartimento del motor con elementos residuales	47
Figura 35 Radome del avión con impurezas	47
Figura 36 Fuselaje con contaminaciones	48
Figura 37 Lavado de la parte inferior del fuselaje	49
Figura 38 Lavado del lado izquierdo del fuselaje	49
Figura 39 Lavado del ala izquierda y neumático	49
Figura 40 Decapado del lado derecho del fuselaje	53
Figura 41 Decapado del lado izquierdo del fuselaje	54
Figura 42 Decapado de la parte inferior del fuselaje	54
Figura 43 Decapado del flap del ala izquierda	55
Figura 44 Decapado del ala derecha	55
Figura 45 Empenaje a decapar	56
Figura 46 Decapado del empenaje	57
Figura 47 Decapado del tren de aterrizaje auxiliar	58
Figura 48 Decapado del tren de aterrizaje auxiliar	58
Figura 49 Decapado del radome	59
Figura 50 Área del ala izquierda masillada	61
Figura 51 Área del empenaje masillada	62
Figura 52 Diagrama de procesos	64

RESUMEN

El presente proyecto trata del decapado de pintura aeronáutica en el avión militar Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, aplicando métodos y técnicas necesarias para llegar al proceso final de pintura. Para realizar el proceso de pintura de una aeronave es necesario llevar a cabo correctamente los procedimientos involucrados para su realización, especialmente el decapado ya que en este procedimiento se realiza la remoción de las distintas capas de pintura deterioradas siguiendo una serie de procesos ordenados como son la limpieza, lavado de la aeronave y especialmente los más importantes que son los procesos químicos y procesos mecánicos de decapado. Es necesaria la utilización de herramientas y equipos de protección personal en buen estado para la ejecución de estos procesos ya que al cumplir con todo lo dispuesto se logrará obtener éxitos en el desarrollo del procedimiento del decapado, y así de esta manera obtener una superficie aeronáutica en perfectas condiciones y apta para la ejecución del procedimiento de pintura de la aeronave. El procedimiento de decapado de pintura aeronáutica en una aeronave es muy importante y necesario llevarlo a cabo ya que este al ser el primer procedimiento el cual se desarrolla para la ejecución del pintado cobra mucha importancia para la consecución de los demás procedimientos involucrados en lo referente a pintura aeronáutica, como son el tratamiento anticorrosivo y finalmente el de pintura.

PALABRAS CLAVES:

- **DECAPADO**
- **QUÍMICO**
- **MECÁNICO**
- **PINTURA**
- **AERONÁUTICA**

ABSTRACT

This project is about the stripping of aeronautical paint in the Mirage M50 EV FAE 1054 military aircraft of the Armed Forces ESPE University applying methods and techniques needed to reach the final process of paint. To perform the process of paint of an aircraft is necessary to carry out the procedures involved for its realization correctly; especially the stripping due to, in this procedure the removal of the different paint layers deteriorated is performed following a series of ordered processes such as the cleaning, washing of the aircraft and specially the most important which are the chemical and mechanic processes of stripping. It is necessary the use of orderly tools and personal protection equipment for the execution of these processes since to comply with all the disposed it will achieve successes in the development of the stripping procedure. Thus, it will get an aeronautical surface in perfect conditions and suitable for the execution of the painting procedure of the aircraft. The procedure of the stripping of aeronautical paint in an aircraft is very important and necessary to carry out because it is the first procedure which is development for the execution of painting and it also takes much importance for the consecution of the rest procedures involved in the aeronautical paint, such as the anticorrosive treatment and finally paint.

KEYWORDS:

- **STRIPPING**
- **CHEMICAL**
- **MECHANICAL**
- **PAINTING**
- **AERONAUTICS**

Lic. Diego Granja
Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL TEMA:

DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO.

1.1 ANTECEDENTES

El avión Mirage M50 EV FAE 1054 es una aeronave supersónica ala delta que perteneció a la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE), la misma que por haber cumplido su tiempo límite de vida (TLV) fue donada a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE para ser empleada como un elemento distintivo de las carreras aeronáuticas que oferta la Universidad.

El Señor Ñato Jairo, en el año 2012, realizó su trabajo de graduación con el tema: "Pintado de la estructura exterior y señalética del Avión Fairchild FH-227J HC-BHD". En el cual concluye que: Al tener un avión escuela en el ITSA éste debe estar en las mejores condiciones, por esto se procede al pintado y señalética del avión Fairchild FH-227J las mismas que se han encontrado en mal estado y muchas de estas señales no se divisan correctamente. Una señalética clara ayudará a reconocer los puntos más importantes y de precaución que se deben tomar al estar trabajando en la aeronave para así evitar que los estudiantes o docentes puedan sufrir algún tipo de accidente o estar expuestos al peligro durante las prácticas que se realicen.

El Señor Aulestia Jorge, en el año 2012, realizó su trabajo de graduación con el tema: "Proceso de enderezado y pintado de la estructura de la cabina del avión Boeing 707". El cual concluye que: La realización del proceso enderezado y pintado de la cabina del avión Boeing 707, permitirá ser más competitivos en el mundo aeronáutico, lo cual, conlleva al mejoramiento

continuo teniendo de esta manera más apertura a ideas innovadoras, de crecimiento intelectual y profesional.

El proyecto desarrollado por el Señor Aulestia es de mucha importancia ya que se mejorará el sistema de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, combinando así conocimientos teóricos y prácticos para que puedan desempeñarse de talentosa manera en el campo aeronáutico.

El avión Mirage se encuentra en estado defectuoso a causa de diversos factores ambientales que contribuyen a su deterioro. La Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión Tecnologías contribuye con proyectos técnicos en beneficio de la Universidad, por tal razón en esta aeronave se aplicará el proyecto del decapado de pintura aeronáutica.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Latacunga, se encuentra la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, la cual tiene como misión formar a los estudiantes como profesionales en diferentes áreas tecnológicas aeronáuticas. La UGT se encuentra bajo la aprobación de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) bajo la regulación RDAC 147. Una de las carreras de esta Unidad es Mecánica Aeronáutica la cual se encarga de formar a los futuros técnicos de aviación para que desempeñen de manera profesional sus actividades en el campo de la aviación civil.

El problema se genera a partir que el avión Mirage M50 EV FAE 1054 no se encuentra en perfectas condiciones físicas de acabados para ser empleado como un elemento distintivo en la Universidad, ya que la aeronave en la actualidad no presenta un acabado óptimo y además se encuentra expuesta a la intemperie en un entorno donde es afectada por muchos factores ambientales que contribuyen a su deterioro.

En este avión se pueden visualizar las distintas causas y factores que afectan al deterioro de la aeronave ya que existen efectos como presencia de corrosión, grietas, rajaduras y muchos daños en la estructura, especialmente

en las capas de pintura del revestimiento de esta aeronave. Por tales razones necesita urgentemente de un procedimiento de pintura aeronáutica en donde se ejecutarán los procesos de decapado, tratamiento anticorrosivo y finalmente el de pintura para una mejor presentación de la aeronave.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto acerca del decapado de pintura aeronáutica en el avión militar supersónico Mirage M50 EV FAE 1054 debe ser realizado correctamente ya que el primer procedimiento para efectuar la aplicación de pintura aeronáutica es el decapado, utilizando métodos, técnicas concretas para continuar con los demás procedimientos involucrados para el pintado, como son el tratamiento anticorrosivo y finalmente el de pintura.

El procedimiento del decapado de pintura cobra una gran importancia en el desarrollo del proyecto, pues una vez culminado permite la adherencia del producto anticorrosivo y de la pintura a la superficie aeronáutica donde se va a aplicar. Además con las superficies decapadas correctamente se podrá detectar y visualizar los daños que se encuentren presentes en la estructura de la aeronave para dar una solución a los mismos.

Es importante conocer los procesos que intervienen en el decapado para efectuar el mismo de forma técnica. Al desarrollar el proyecto se adquirió conocimientos teórico-prácticos para decapar pintura aeronáutica, proporcionando así información al personal de la Unidad de Gestión de Tecnologías sobre los métodos existentes para decapar y aplicar los procesos mediante los cuales se decapó a otros proyectos de pintura. Por tales razones es factible desarrollar el proyecto para llegar al proceso final de pintura de esta aeronave ubicada en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE campus Belisario Quevedo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Realizar el decapado de pintura aeronáutica en el avión militar Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE campus Belisario Quevedo mediante procedimientos, métodos y técnicas para el posterior pintado de la aeronave.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Indagar información técnica referente al decapado de pintura.
- Establecer un diagnóstico sobre el estado actual de pintura en el que se encuentra el avión Mirage.
- Aplicar el decapado mecánico de pintura de la aeronave.

1.5 ALCANCE

Este proyecto tecnológico tiene como alcance ejecutar un correcto decapado para continuar con el proceso de pintura y mejorar el aspecto estructural del avión Mirage M50 EV con matrícula FAE 1054 en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE campus Belisario Quevedo para conservar las condiciones estructurales de la aeronave que han sido afectadas por factores ambientales.

El proyecto beneficiará al personal técnico de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Universidad, ya que se tendrá un avión en perfectas condiciones físicas de acabados para dar a conocer los procesos que intervienen al decapar pintura aeronáutica. Para esto se deberá cumplir con los respectivos procedimientos del decapado, aplicando las normas de seguridad y utilizando los equipos de protección personal necesarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MIRAGE M50 EV FAE 1054

El Mirage M50 incorpora con sistemas de navegación, control de tiro y ataque, así como también, cambios en la aerodinámica y la planta motriz. Al avión se le agregaron aletas canard justo detrás de la cabina, mejorando con estas las prestaciones de maniobrabilidad de la aeronave a alta y baja cota. Por otra parte, el motor fue cambiado por el ATAR 9K-50, siendo este una versión más potente en comparación con la antigua planta motriz, con la ventaja adicional de menor consumo de combustible. Como nuevo complemento, los Mirage poseen una sonda de reabastecimiento de combustible, lo que les confiere una capacidad ilimitada de vuelo.

Estos aviones, por sus características de ataque a tierra y la capacidad de disparar misiles EXOCET, de esta manera se utilizan para la protección del mar territorial. En caso de una incursión al mar territorial, estas naves llegarían en pocos minutos a una distancia de 25 millas del blanco, volando a una altitud de 100 pies sobre el nivel del mar y a una velocidad de 580 nudos, para evitar ser detectados por los radares enemigos y, de esta manera poder lanzar el misil EXOCET.

Para misiones aire-aire, el Mirage se arma con misiles MAGIC 2 de guía infrarroja y de su cañón DEFA de 30 milímetros. Además del radar y equipos electrónicos para la detección, seguimiento del objetivo y guía de armas. El Mirage fue equipado con nuevos complementos aerodinámicos y motor de mayor potencia que mejoraron sus prestaciones y que lo hicieron más capacitado para el combate aéreo en distintas modalidades incluyendo el dog fight. Para misiones contra objetivos terrestres, el Mirage tiene una capacidad de carga de hasta 4400 Kg de armamento que incluyen bombas clásicas de 125, 250 y 500 kg, bombas de racimo y antipista, bombas guiadas por láser, cohetes y misiles. (AERONAVES DE COMBATE, 2009)



Figura 1 Avión Mirage M50 EV FAE 1054

2.2 PROCESO DE PINTURA

Dentro del entorno productivo y previo la definición y selección del sistema de pintura, definimos el proceso de pintura o pintado como el conjunto de operaciones técnicas necesarias para la aplicación de una pintura con el objetivo de satisfacer y cumplir con los requerimientos de calidad, coste, plazo y seguridad fijados previamente. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

La pintura de las aeronaves, de los componentes y de los conjuntos aeronáuticos, es un proceso que pertenece a los llamados sistemas generales de protección de las aeronaves. Los sistemas generales de protección forman un conjunto de procesos técnicos que se orientan a la función principal de proteger la estructura de la aeronave y su revestimiento de los ataques de la corrosión. (UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, 2014)

En el proceso de pintado de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 están basados tres procedimientos específicos los mismos que se realizan de manera ordenada y secuencial para obtener una aeronave con un excelente aspecto físico de pintura los cuales son: el decapado, el tratamiento anticorrosivo y pintura.

2.3 DECAPADO

La pintura aeronáutica puede ser decapada mediante la aplicación de removedores o disolventes. La pintura aplicada a cualquier superficie de metal

se puede eliminar por cualquiera de los métodos de decapado existentes. No se debe utilizar removedores químicos de pintura para quitar la pintura de laminados de plástico, materiales compuestos, fibra de vidrio o los bordes de estructuras unidas de metal o partes de goma o caucho. La pintura debe ser removida de estas partes mediante decapado mecánico.

2.3.1 Definición

El decapado es un procedimiento de remoción de pintura el cual consiste, en la eliminación de las impurezas y las diferentes capas de pintura de la superficie aeronáutica sobre la que fue aplicada, ya sea mediante la aplicación de los procesos de decapado químicos o mecánicos, utilizando las técnicas de remoción respectivas.

2.3.2 Importancia

El decapado de pintura aeronáutica cobra mucha importancia al ser el primer procedimiento a realizarse, ya que una vez finalizado, permite la adherencia del producto anticorrosivo y de la pintura con las superficies, en el cual se aplican diferentes métodos para remover la pintura como son el decapado mecánico y el químico, dependiendo de la superficie en la cual se trabaje para conseguir que la misma esté en perfectas condiciones para la continuación de los demás procedimientos, en este caso sería el tratamiento anticorrosivo, y posteriormente el de pintura.

2.3.3 Decapado de materiales compuestos

El decapado de pintura de materiales compuestos como son la fibra de vidrio, fibra de carbono, se lo realiza por medio del decapado mecánico ya que al realizarlo por decapado químico pueden presentarse deformaciones en estas superficies. Para los materiales compuestos, se emplea el decapado mecánico en el cual se recomienda la utilización de esponja de celulosa y

cepillos o brochas de cerdas suaves. El uso de procedimientos de chorro abrasivo para el decapado de pintura de estos materiales es estructuralmente satisfactorio realizarlo.

2.4 TIPOS DE DECAPADO

Existen dos tipos de decapado de pintura en superficies aeronáuticas para eliminar las distintas capas de las mismas como son: el decapado químico en el cual se emplean sustancias químicas como solventes removedores y el decapado mecánico en el cual se emplea elementos de remoción mecánica como son diferentes tipos de materiales abrasivos.

2.4.1 Decapado químico

Se denomina decapado químico de pintura aeronáutica al proceso en el cual se utilizan disolventes y removedores orgánicos para eliminar las diferentes capas de pintura de las superficies aeronáuticas. Muchos de estos removedores orgánicos son altamente inflamables, tóxicos o corrosivos por lo cual se debe evitar la inhalación prolongada o recurrente de disolventes y vapores de los removedores. Estos materiales no deben ser utilizados en espacios reducidos sin una adecuada ventilación. Además se debe evitar el contacto prolongado o repetido de estos removedores con la piel.

Una de las entradas más recientes en el decapado químico es un producto ecológico conocido como EFS-2500, que funciona mediante la ruptura del enlace entre el sustrato y el primer. Esto conduce a una acción secundaria que hace que la pintura se levante tanto de la imprimación y de la capa superior de la superficie como una sola película. Una vez que se levante el recubrimiento, se elimina fácilmente con una escobilla de goma o presión de agua. El proceso se desarrolla aplicando el decapante sobre la superficie, cuando las capas de pintura comienzan a despegarse, se levanta con una espátula, esta operación se la realiza hasta que la pintura haya sido completamente eliminada.

El separador puede ser aplicado usando elementos comunes existentes, tales como, brochas, rodillos o inmersión en un tanque. Funciona en todos los metales, incluyendo aluminio, magnesio, placa de cadmio, titanio, madera, fibra de vidrio, cerámica, hormigón, yeso y piedra. En zonas de difícil acceso se puede utilizar un cepillo de cerdas de alambre para eliminar los restos de pintura. (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)

- **Decapado químico por inmersión.-** El decapado químico de pintura por inmersión consiste en sumergir el componente a decapar dentro del producto químico y dejar actuar el tiempo necesario con el recipiente bien cerrado. Esta técnica desprende las capas de pintura y los componentes involucrados son secados al aire libre, actúa con eficiente rapidez, en profundidad, se elimina fácilmente, es de fácil aplicación y de evaporación rápida.

2.4.2 Decapado mecánico

Para realizar un decapado mecánico, hay que bombardear la superficie con aire comprimido, con un material sólido granulado (arena de sílice, escorias, granalla de acero, óxido de aluminio). El material agresivo que se utiliza depende de diferentes factores, como son el rendimiento del producto, la posibilidad de recuperación, el aspecto deseado del acabado y el material de base de la pieza.

El decapado de pintura de tipo mecánico es aquel que consiste en la remoción de las diferentes capas de pintura de la superficie aeronáutica por medio de la abrasión. Las técnicas empleadas en este tipo de decapado son: el lijado, cepillado, el chorro de arena o granallado y el Plastic Media Blasting (PMB); para corregir la pintura envejecida de las superficies. (EROSKI CONSUMER, 2001)

- **Lijado.-** El lijado es la técnica más empleada para decapar la pintura o las zonas con corrosión. Esta técnica se puede llevar a cabo con la mano o con ayuda de una máquina lijadora mediante lijas de grano grueso. El lijado a mano requiere de más trabajo y se recomienda para zonas de difícil

acceso. El empleo de máquinas lijadoras es más cómodo y usual pero el inconveniente existente es que se puede deformar la superficie involucrada por la fricción. Para el lijado también se emplean dispositivos abrasivos como son discos de láminas abrasivas y muelas de hojas abrasivas, que con la ayuda de lijadoras desprenden las capas de pintura de las superficies. (FERRER, 2014, pág. 99)

- **Cepillado.**- El decapado de pintura mediante el cepillado se puede realizar manualmente, frotando con ayuda de un cepillo de cerdas metálicas las zonas que se van a decapar o mediante una lijadora rotativa o taladro con ayuda del cepillo giratorio de cerdas metálicas. Esta técnica del cepillado es recomendable para superficies de pequeño tamaño y de fácil acceso. La ventaja del cepillado es que las cerdas metálicas se adaptan a cualquier tipo de superficie. (FERRER, 2014, pág. 100)
- **Chorro de arena o granallado.**- El decapado por chorro de arena es una técnica que utiliza el aire comprimido para impulsar partículas abrasivas sobre las superficies a decapar con la velocidad y fuerza suficientes para remover las capas de pintura. Estas partículas abrasivas suelen ser generalmente de arena de cuarzo, sílice o corindón. El equipo para este tipo de decapado dispone de un sistema de impulsión a base de aire comprimido que al pasar por el interior de la pistola, genera un efecto Venturi en su interior que absorbe las partículas de arena y las mezcla con el aire para que sean direccionadas a presión contra la superficie a decapar. (FERRER, 2014, pág. 100).

El proceso de chorreado consiste en la proyección de materiales abrasivos a gran velocidad sobre la superficie de un substrato, de tal forma que el impacto de dichos abrasivos limpia la superficie generando cierta rugosidad favorable para la adherencia y el anclaje de las futuras capas de pintura. El granallado se define al proceso automatizado del chorreado, es decir cuando no interviene el hombre durante el proceso de proyección de los abrasivos, existe una amplia gama de máquinas que realizan el proceso de chorreado de manera automática. El proceso de chorreado constituye un procedimiento mecánico eficiente y eficaz para la limpieza y

preparación de superficies metálicas previo al proceso de pintura, para superficies plásticas o de cristal no es aconsejable este método de preparación dado a que puede llegar a romper la estructura interna del material.

Fundamentalmente el proceso de chorreado o granallado se basa en proyectar a gran velocidad un chorro de abrasivo previamente seleccionado en función de la superficie a limpiar así como de la rugosidad que se desea conseguir. El chorro del abrasivo elimina rápidamente las diversas impurezas de la superficie, impurezas como óxidos superficiales, cascarilla de laminación, incrustaciones de materias extrañas.

Durante el proceso de impacto y debido a factores como la presión de trabajo, diámetro de la boquilla, es posible que el abrasivo alcance temperaturas elevadas ocasionando que parte del material del chorro abrasivo se funda y pase a formar parte de la superficie chorreada, dicho efecto es conocido como triboplasma. Es por ello que se debe seleccionar cuidadosamente el abrasivo del chorro en función del material a tratar con objeto de evitar pares galvánicos y contaminar la nueva superficie. Una vez que se ha arenado, chorreado o granallado la superficie, debido al impacto de los abrasivos producen unas rugosidades excelentes para anclar las siguientes capas de pintura, el nivel de rugosidad viene determinado principalmente por el tamaño y forma del abrasivo. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

- **Plastic Media Blasting (PMB).**- El medio de chorreo abrasivo de partículas de plástico (PMB) es uno de los métodos de decapado que reduce y puede eliminar la mayoría de problemas de contaminación ambientales que pueden ser asociados con el decapado químico. Esta técnica es un proceso de decapado seco con chorro abrasivo diseñado para reemplazar las operaciones de decapado de pintura químico. Esta técnica es similar al chorro de arena, excepto que las partículas de plástico son usadas como el medio de chorreado.

El proceso tiene un efecto mínimo sobre la superficie debajo de la pintura debido al medio plástico y la presión de aire relativamente baja

usada en el proceso. El chorreado abrasivo por medios plásticos es más eficaz en las superficies de metal, pero ha sido utilizado con éxito en superficies de materiales compuestos, luego fue encontrado para producir menor daño visual que removiendo la pintura por la técnica de lijado. (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)

2.5 QUITAPINTURAS

Se denominan quitapinturas, o eliminadores de pintura, a los productos químicos que se penetran en la película de pintura y son capaces de romper el enlace entre la superficie metálica y la película. Los quitapinturas se emplean cuando es necesario efectuar retoques en una aeronave, o cuando se ha decidido repintarla por completo. El grado de dificultad para quitar la pintura de un avión depende del tipo de acabado que lleva, el espesor o número de capas y del tiempo o envejecimiento de la pintura. Los acabados de poliuretano son los más difíciles de quitar. (UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, 2014)

2.5.1 Tipos de quitapinturas

Existen dos tipos de quitapinturas: líquidos o húmedos y sólidos o secos. Cabe mencionar que no es práctico emplear un quitapintura líquido sobre una aeronave grande, debido a la facilidad con que se evaporan los agentes activos de rotura de la película de pintura, de tal modo que existen zonas donde su tiempo de acción es muy pequeño. Además la toxicidad inherente de estos líquidos hace necesario emplear sistemas especiales anticontaminantes, cuya capacidad depende de los productos de desecho que son naturalmente mayores en los grandes aviones. El campo de los quitapinturas secos está abierto en estos casos. (UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, 2014)

- **Quitapinturas líquidos o húmedos.-** Los quitapinturas líquidos se aplican a brocha, siguiendo estrictamente las normas de los fabricantes y

de los manuales de la aeronave. En este punto es esencial seguir estas normas pues la mayor parte de estos productos atacan a las gomas y a los plásticos. Estas zonas se protegen mediante cintas adhesivas o papel plastificado. A los 5 o 10 minutos de aplicar una buena capa de estos productos la pintura empieza a arrugarse y a desprenderse con facilidad rascando con un cepillo de plástico. Este método de eliminación de pintura es el estándar hoy en día. (UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, 2014)

- **Quitapinturas sólidos o secos.-** Los quitapinturas secos son sustancias plásticas que tienen como agente activo al cloruro de metilo, que rompe el enlace entre la película y la superficie metálica. Los avances que se han producido en este campo recientemente parecen señalar que es un medio más seguro, menos tóxico, y a la larga más rentable, de eliminar la pintura de los aviones. (UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, 2014)

2.6 REMOVEDORES QUÍMICOS APROBADOS PARA SUPERFICIES AERONÁUTICAS

Los quitapinturas o removedores aprobados para superficies aeronáuticas tales como acabados celulósicos o acrílicos deben cumplir con la especificación MIL-R-25134 en la que se tiene Ardrex 204, de Brent Ibérica S.A., y para lo referente a acabados epoxi o de poliuretano deben cumplir con la especificación MIL-R-81294 como es Ardrex 2526. (UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, 2014)

2.6.1 Ardrex 204

Ardrex 204 es un propósito general de removedor de pintura versátil para acabados celulósicos o acrílicos que para aplicarlo en las superficies es necesario el uso de una brocha. Se removerá un amplio rango de acabados de pintura incluyendo las imprimaciones de primer. Ardrex 204 es de enjuague a base de agua haciendo su extracción fácil y dejando una superficie limpia.

Ardrox 204 no es adecuado para la eliminación de la pintura a partir de materiales plásticos, incluyendo la fibra de vidrio y fibra de carbono de láminas reforzadas. (SILMID, 2001)



Figura 2 Ardrox 204

Fuente: (SILMID, 2001)

2.6.2 Ardrox 2526

Ardrox 2526 es un removedor químico utilizado para acabados epoxi o de poliuretano es un decapante de pintura el cual tiene un alto grado de elementos de resistencia química tales como resinas de poliuretano. El ardrex 2526 ha sido diseñado específicamente para satisfacer la necesidad de remover los últimos tipos de pinturas actualmente utilizadas en recubrimientos orgánicos en la industria aeroespacial, automotriz, naval y mecánica. Este elemento contiene disolventes clorados y derivados fenólicos, es nocivo ya que produce riesgo de efectos graves para la salud al estar en exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel y en caso de ingestión, produciendo efectos cancerígenos. (SILMID, 2001)



Figura 3 Ardrox 2526

Fuente: (SILMID, 2001)

2.6.3 EFS-2500

Este producto químico es una nueva generación de removedor de pintura, el cual no posee toxicidad, es biodegradable, y ecológicamente no es perjudicial para el medio ambiente. No contiene cloruro de metileno, ácido fórmico, ácido carbónico. Los ingredientes utilizados en esta formulación cumplen con las normas Environmental Protection Agency (EPA) sobre emisiones de gases. Este producto difiere de los removedores químicos convencionales por no fundir los revestimientos y la limpieza es más fácil. El EFS-2500 no tiene compuestos clorados, no es ácido, no inflamable, no es peligroso, es biodegradable y tiene un mínimo o ningún potencial de contaminación del aire. (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)



Figura 4 EFS-2500

Fuente: (AIRCORPS DEPOT, 2016)

2.7 MATERIALES

A continuación se detallan cada uno de los materiales asociados para el desarrollo del procedimiento del decapado de la aeronave.

2.7.1 Estopa

La estopa es un material que está hecho por la aglomeración de telas de punto el cual ayuda a realizar una limpieza en diferentes superficies abrasivamente removiendo así las impurezas encontradas.



Figura 5 Estopa

Fuente: (ASHCAN, 2012)

2.7.2 Manguera de agua

Una manguera es un instrumento en forma de un tubo hueco flexible diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro en este caso el fluido es el agua. Este elemento es indispensable para regar todo el avión a una presión adecuada para realizar el lavado de la aeronave.



Figura 6 Manguera de agua

Fuente: (DREAMSTIME, 2000)

2.7.3 Extensión neumática

Las extensiones neumáticas son especialmente para trasladar el aire comprimido desde el compresor hacia los equipos que necesitan ser abastecidos neumáticamente para su funcionamiento, deben ser resistentes a presiones, vibraciones, diversos químicos, livianas y flexibles, ser capaces de llevar a todo el volumen de fluido sin una caída de presión excesiva.



Figura 7 Extensión neumática

Fuente: (ASERAGRO, 2011)

2.7.4 Extensión eléctrica

La extensión eléctrica, por otra parte, es otro cable de mayor longitud que se añade al cable eléctrico principal para facilitar la conexión de una instalación eléctrica. Una extensión permite la movilidad de un artefacto eléctrico a lugares más alejados, ya que puede ser alejado del enchufe. (WORD PRESS, 2008)



Figura 8 Extensión eléctrica

Fuente: (KOBY ELECTRIC, 2015)

2.7.5 Paño de algodón

El paño de algodón es un tejido suave fabricado al cien por ciento de algodón, de varios tipos de calidades. Originalmente este material estaba hecho de lana, pero ahora es más frecuente verlas hechas de algodón, o fibras sintéticas. Típicamente, los paños de algodón pueden ser de uno o doble lado, si han sido cepillados en ambos lados. (DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA, 2016)



Figura 9 Paño de algodón

Fuente: (DIPALIM, 2016)

2.7.6 Tela gamuza

La tela gamuza es un tejido de cualidades semejantes a esta piel que se utiliza para limpiar las superficies más delicadas de una aeronave como son: parabrisas, ventanas y ventanillas. (DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA, 2016)



Figura 10 Tela gamuza

Fuente: (123RF, 2016)

2.7.7 Escobas o cepillos de cerdas suaves

Las escobas o cepillos son utensilios de limpieza que sirven para limpiar distintas superficies fácilmente. En las escobas podemos distinguir dos partes: el mango y el cepillo; el mango es fino y alargado, tiene forma cilíndrica y su textura es lisa. Es generalmente de madera, plástico o de aluminio. En la parte inferior de la escoba hay un cepillo en el que podemos distinguir dos partes: las cerdas y un soporte. Las cerdas son flexibles y miden aproximadamente 8 centímetros. (HERNÁNDEZ, 2015)



Figura 11 Escoba de cerdas suaves

Fuente: (ALL BIZ, 2010)

2.7.8 Desengrasante industrial

El desengrasante industrial es un producto diseñado con productos tenso-activos biodegradables y álcalis para poder obtener el mejor poder penetrante y emulsificante al mismo tiempo en cualquier tipo de aceite o grasa pegada, haciendo una profunda limpieza. Este producto ayuda a la limpieza de diferentes elementos como aceites, combustibles, grasa y otras impurezas que se encuentren en una superficie. (QUÍMICOS SIAMEX, 2010)



Figura 12 Recipiente con desengrasante

2.7.9 Shampoo limpiador para exterior de aviones

- No contiene solventes.
- Es amigable con el medio ambiente.
- Es seguro para los operarios.
- No tiene mal olor y no es irritante.
- No raya y no es corrosivo.
- No es inflamable.

Remueve eficientemente una gran variedad de suciedad, incluyendo:

- Acumulación de residuos de líquido hidráulico.
- Acumulación de carboncillo.
- Acumulación de grasa o aceite en el escape de los motores.
- Insectos o compuestos orgánicos en el borde de ataque de las alas y la nariz del avión.
- Suciedad en general en las superficies exteriores.
- Es fácil de enjuagar.

(ALAR QUÍMICA, 2009)



Figura 13 Shampoo limpiador

Fuente: (ALAR QUÍMICA, 2009)

2.7.10 Masilla poliéster

La masilla poliéster es un material de relleno que se utiliza para dotar a la superficie de una correcta y perfecta planicie, así como para rellenar concavidades, cráteres, grietas, fisuras, abolladuras e imperfecciones que pueda contener la superficie. La masilla es un compuesto cuya única función es rellenar y reparar, la cual tras su posterior lijado se consiga una superficie plana y estéticamente correcta, la masilla no tiene ninguna función protectora o específica que mejore las propiedades de la superficie aplicada, su única función es nivelar y restaurar pequeñas superficies.

Las masillas han de disponer de las siguientes características:

- Adherencia: La masilla debe de tener una excelente adherencia sobre metales, plásticos, capas de pintura y superficies sobre las cuales se procederá a masillar, por ello es necesario seleccionar una masilla que sea compatible y que adhiera sobre la superficie donde se aplique.
- Poder de relleno: La masilla tiene que poseer un elevado poder de relleno (el espesor de la masilla antes del curado debe ser igual al espesor de la masilla después de su curado) puesto que su principal función es la de rellenar y reparar.
- Elasticidad: La masilla ha de ser capaz de soportar vibraciones o cargas dinámicas así como cambios bruscos de temperatura, evitándose que se agriete o se despegue la masilla y las posteriores capas de pintura.
- Fácil lijado: Puesto que posterior al proceso de masillado, la masilla es lijada para conseguir la planicie deseada, así como adherencia para los siguientes procesos de pintura.
- Baja porosidad: La masilla una vez seca no ha de producir excesivos poros.
- Resistencia: La masilla tiene que poseer resistencia tanto mecánica como química frente agentes externos como golpes, desengrasantes. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)



Figura 14 Masilla

Fuente: (PINTURAS SUPER, 2014)

2.7.11 Catalizador de la masilla

El catalizador o endurecedor de la masilla acelera enormemente su tiempo de secado, permitiendo lijar la superficie de masilla a los pocos minutos. Un catalizador propiamente dicho es una sustancia que está presente en una reacción química en contacto físico con los reactivos, y acelera, induce o propicia dicha reacción sin actuar en la misma. (ONI ESCUELAS, 2015)



Figura 15 Catalizador de masilla

Fuente: (PINTURAS INTO.S.L., 2014)

2.7.12 Espátula

La espátula es una herramienta imprescindible para la preparación de la superficie a pintar. Las mejores espátulas son de acero y dependiendo del uso que le demos será su ancho y su flexibilidad. Pero no cabe duda que las más flexibles son mejores para masillar. La medida de las espátulas puede variar entre los 20 a 300 milímetros. (PINTOMICASA, 2007)



Figura 16 Espátula

Fuente: (PINTOMICASA, 2007)

2.7.13 Thinner acrílico

El thinner acrílico es un líquido incoloro, de olor característico el cual es conocido también como diluyente o adelgazador de pinturas, este es una mezcla de solventes de naturaleza orgánica derivados del petróleo que ha sido diseñado para disolver, diluir o adelgazar algunas sustancias como las pinturas, los esmaltes acrílicos, las lacas automotivas y los barnices, proporcionándoles una alta calidad al ser aplicadas. (PINTURAS SUPER, 2014)



Figura 17 Thinner acrílico

Fuente: (CAOBA GROUP, 2016)

2.7.14 Tela abrasiva recubierta de óxido de aluminio

El abrasivo de óxido de aluminio es uno de los materiales básicos y más utilizados en el área de la pintura aeronáutica en lo que tiene que ver con el procedimiento del decapado. Se define como un material que incorpora un material abrasivo áspero, capaz de arrancar mecánicamente parte del sustrato del material sobre el que se aplica, la condición necesaria para que se produzca este arranque mecánico es que la dureza del abrasivo sea superior a la dureza del sustrato-material sobre la que se aplica. Existen varios tipos de abrasivos para ejecutar un decapado de pintura en este caso se utiliza el abrasivo de óxido de aluminio de partículas abrasivas P120 y de grano A080, la cual es aplicable a superficies de aluminio para remover las capas de pintura sin el riesgo de dañar el revestimiento de las aeronaves y obtener un decapado correcto para continuar con el proceso del tratamiento anticorrosivo. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

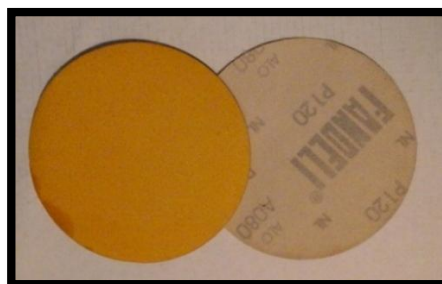


Figura 18 Óxido de aluminio P120-A080

2.8 COMPONENTES DE LA TELA ABRASIVA DE ÓXIDO DE ALUMINIO

2.8.1 Soporte

El soporte es el medio por el cual se ubican y apoyan los granos abrasivos, existen diferentes tipos de soportes para este material, como papel, tela, fibra, plástico, espuma y malla. La elección del tipo de soporte está en función del tipo de trabajo a realizar, si se quiere alisar superficies planas masilladas se utiliza abrasivos con soporte de papel, si se desea lijar superficies redondeadas se utiliza soportes de espuma dado su alto grado de flexibilidad idóneo para trabajar con curvas, por lo contrario si hay que eliminar partes metálicas, cordones de soldadura, corrosión se necesita abrasivos con soporte de fibra debido a su alta resistencia a la abrasión. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

2.8.2 Adhesivo

El adhesivo o pegamento es el material que permite fijar el grano abrasivo sobre el soporte, a la vez que mantiene los granos abrasivos unidos entre sí, por tal razón es que el adhesivo o pegamento se aplica en dos capas:

- Capa 1: Se utilizan adhesivos de origen sintético, los cuales son muy resistentes a la temperatura y a los esfuerzos mecánicos, suelen ser adhesivos de epoxi o fenólicos, estos tipos de pegamentos se utilizan para fijar los granos al soporte.
- Capa 2: Se utilizan adhesivos de origen natural, los cuales son menos resistentes que los adhesivos de origen sintético, estos tipos de adhesivos se utilizan para mantener los granos unidos, si el abrasivo se utiliza para el arranque de metal se utiliza adhesivos de origen sintéticos con la finalidad de soportar las altas presiones y temperaturas a las cuales se somete el abrasivo. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

2.8.3 Abrasivo o mineral

El abrasivo o mineral, es el elemento que realiza la remoción de la pintura sobre la superficie que se aplica dependiendo del tipo de grano que posea. Existen dos tipos de abrasivos:

- Abrasivos de origen natural como el sílice, esmeril, granate o el diamante.
- Abrasivos de origen sintético como el corindón u óxido de silicio y el carburo de silicio.

Para los trabajos realizados en el área de pintura generalmente siempre se utilizan y se aconseja los abrasivos de corindón (óxido de aluminio), para el tratamiento de materiales como el mármol o la piedra se utiliza abrasivos de carburo de silicio, los abrasivos de diamantes son utilizados para trabajar con metales de una alta dureza. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

2.9 FUNCIONES DE LAS TELAS ABRASIVAS

Las telas abrasivas de óxido de aluminio en el área de la pintura aeronáutica se aplican generalmente en los siguientes procesos que están relacionados a obtener un buen acabado:

- Eliminación de material: Los materiales de alto poder abrasivo son utilizados para la eliminación de material como medio mecánico, gracias a los cuales podemos eliminar capas de corrosión, eliminar o remover pinturas.
- Promotor de adherencia: Los materiales con un alto-medio poder abrasivo son utilizados con el objetivo de obtener superficies rugosas por medio del lijado, favoreciendo el anclaje y la adherencia de las futuras capas de pintura.
- Alisado de superficies: Los abrasivos de alto-medio poder de remoción son utilizados para el desbarbe y alisado de las masillas, también son utilizados para dar formas a los componentes que han sido masillados.

- Preparación de superficie previa a la aplicación de las capas de pintura final: Los abrasivos de medio-bajo poder de abrasividad, se utilizan para alisar y eliminar defectos en las pinturas intermedias o selladoras previo a la aplicación de la capa de acabado, mejorando la estética de la capa final de pintura. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

2.10 EQUIPOS

2.10.1 Lijadoras

Las lijadoras son las herramientas eléctricas o neumáticas que permiten realizar el proceso de lijado de una manera eficiente y eficaz, obteniendo unas elevadas productividades comparándolo con un proceso manual de lijado. Dentro del área de pintura el técnico dispone de dos herramientas básicas, la pistola de aplicación de pintura y la lijadora. El proceso de lijado ocupa aproximadamente el 65% del tiempo dedicado en la reparación y pintado, de ahí radica la importancia en el conocimiento, selección y uso de las lijadoras en cada tipo de trabajo dentro del área de pintura.

La lijadora es una máquina que reproduce el tipo de movimiento de vaivén o elíptico que se realiza con un lijado manual, el proceso de lijado que se realiza con la lijadora es un lijado en seco, el polvo generado durante el proceso de lijado es absorbido mediante unos agujeros que disponen tanto la tela abrasiva como la propia lijadora. La absorción del polvo se produce mediante el uso de máquinas aspiradoras (portátiles o fijas), las cuales absorben y depositan todo el polvo en un depósito para su posterior limpieza, evitando la dispersión del polvo producido al ambiente. (LA WEB DE LA PINTURA, 2004)

2.10.2 Lijadora eléctrica

La lijadora es una máquina–herramienta que utiliza una corriente alterna con un voltaje de 110 voltios, lleva acoplado una tela abrasiva y que lo hace

girar a gran velocidad y con un segundo movimiento rotativo del eje para evitar hacer rajaduras. Se utiliza para dar un acabado más o menos fino, tanto a superficies de madera como de metal.

En este caso se utiliza esta herramienta para decapar pintura aeronáutica envejecida o deteriorada de las superficies de aluminio y materiales compuestos. El tipo de material abrasivo a utilizar dependerá del tipo de material a lijar. La lijadora eléctrica se la utiliza con las debidas precauciones y medidas de seguridad. (EL TALLER VIRTUAL DE TECNOLOGÍA, 2008)

Para el decapado de pintura del avión se utiliza materiales abrasivos de óxido de aluminio de partículas abrasivas P120 y de grano A080 para que el resultado del decapado mediante la técnica del lijado sea de óptimas condiciones. Mientras más menor sea el número de grano la abrasividad del material será mayor y por lo tanto más completo será el proceso de lijado.



Figura 19 Lijadora eléctrica

- **Componentes de una lijadora eléctrica**

A continuación se detallan las partes que conforman una lijadora eléctrica.

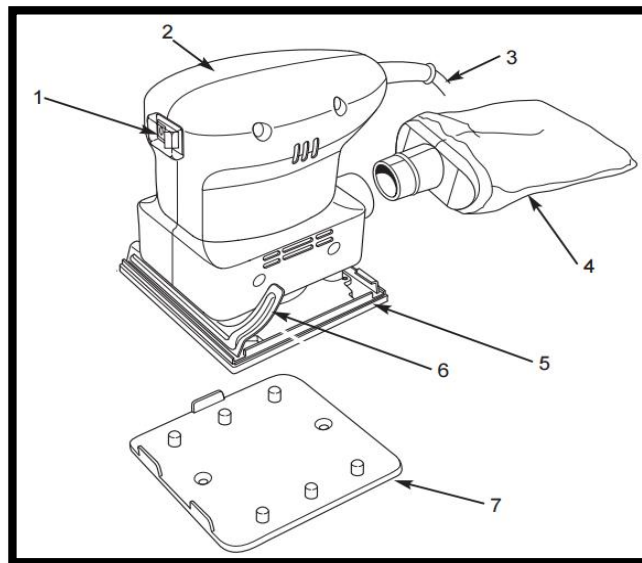


Figura 20 Componentes de una lijadora eléctrica

Fuente: (ALLTRADE TOOLS, 2006)

- **Controles y componentes**

1. Interruptor de encendido/apagado
 2. Caja del motor
 3. Cable eléctrico
 4. Recolector de polvo
 5. Almohadilla de refuerzo inferior
 6. Abrazadera del material abrasivo
 7. Placa de la tela abrasiva
- (ALLTRADE TOOLS, 2006)

- **Complementos**

Como elementos asociados tenemos:

- **El material abrasivo:** lo hay de dos clases, para madera y para metal y, dentro de cada uno de ellos, hay varios tipos en función del tamaño del grano.

- **El aspirador de polvo:** encargado de recoger gran parte del polvo que se genera en el lijado. Este es un accesorio que no lo llevan todas las lijadoras eléctricas. (ALLTRADE TOOLS, 2006)

2.10.3 Lijadora neumática

Las lijadoras neumáticas son herramientas efectivas y duraderas para el lijado profesional. Tienen diseño ergonómico, y están fabricadas con materiales ligeros y de alta tecnología, lo que las dota con una resistencia óptima y una gran comodidad de uso. Estas máquinas están construidas para obtener una extracción máxima de polvo incluso con baja potencia de succión, y el nivel de ruido que producen es mínimo incluso cuando se usan al máximo de revoluciones (12000 r.p.m.). (MIRKA, 2016)



Figura 21 Lijadora neumática

Fuente: (MIRKA, 2016)

2.10.4 Seguridad con las lijadoras

Las principales medidas de seguridad que se deben tener en cuenta al momento de utilizar la lijadora tanto eléctrica como neumática son las siguientes:

- Sujetar bien el componente a manipular.

- Sujetar bien la herramienta al momento de ejecutar el lijado.
- Desenchufar la máquina para realizar cualquier manipulación como, por ejemplo, el cambio del material abrasivo.
- Se deben usar gafas para evitar la entrada de polvo en los ojos.
- Se recomienda el uso de mascarillas para evitar la entrada de polvo por la boca o la nariz. (ALLTRADE TOOLS, 2006)

2.10.5 Compresor de aire

Los compresores de tipo de pistón están disponibles con una etapa y compresores de múltiples etapas, varios tamaños de motores, y tanques de suministro de varios tamaños. El requisito principal para obtener una buena compresión es que exista un volumen continuo de aire. Los compresores de pistones comprimen el aire y lo entregan a un tanque de almacenamiento.

La mayoría de los compresores proporcionan más de 100 psi, pero sólo los más grandes proporcionan el volumen de aire necesario para abastecer un suministro ininterrumpido de aire a equipos que requieren de gran abastecimiento de aire comprimido. El compresor de etapas múltiples es una buena opción de uso cuando es necesario un gran volumen de aire para abastecer a herramientas neumáticas como lijadoras. (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)



Figura 22 Compresor de aire estándar

Fuente: (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)

2.10.6 Aspiradora

La aspiradora es un dispositivo mecánico la cual emplea una bomba de aire para extraer el polvo y la suciedad que se encuentra presente en el interior de las aeronaves. Están proyectadas para funcionar con corriente eléctrica de 125 voltios. Por lo general consisten en un ventilador o turbina accionado por un motor eléctrico, que produce la succión, un cepillo rotativo, las tuberías de conexión necesarias y un saco colector que debe vaciarse periódicamente. (DICCIONARIO GENERAL DE ESPAÑOL, 2016)



Figura 23 Aspiradora

Fuente: (OFERTANDO.COM, 2015)

2.10.7 Escalera

Actualmente, los andamios y escaleras portátiles utilizadas en aviación tienen un uso muy amplio para realizar una importante cantidad de tareas que requieren el acceso momentáneo a una altura determinada. Su utilización va desde el común que se hace en las casas, hasta el que se hace en actividades tales como: mantenimiento, construcción, labores misceláneas. Si bien es cierto también se consideran una estructura simple, aunque su uso es más especializado, también en muchos casos son fuente potencial de accidentes graves por caídas y desplome. (INSTITUTO NACIONAL DE SEGUROS, 2013)



Figura 24 Escaleras

2.11 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los equipos de protección personal (EPP) comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones. Estos equipos constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados. (PARITARIOS, 2007)

2.12 REQUISITOS DE UN EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- No debe restringir los movimientos del trabajador.
- Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento debe hacerse en la empresa.
- Debe ser construido de acuerdo con las normas de construcción.
- Debe tener una apariencia atractiva.

(PARITARIOS, 2007)

2.13 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Protección a la cabeza (cráneo).
- Protección de ojos y cara.

- Protección a los oídos.
- Protección de las vías respiratorias
- Protección de manos y brazos.
- Protección de pies y piernas.
- Cinturones de seguridad para trabajo en altura.
- Ropa de trabajo.
- Ropa protectora.

(PARITARIOS, 2007)

2.13.1 Protección a la cabeza.

- Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad.
- Los cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza.
- Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras.
- El casco protector no se debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar esto puede usarse una correa sujeta a la quijada.
- Es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar rajaduras o daños que pueden reducir el grado de protección ofrecido. (PARITARIOS, 2007)



Figura 25 Casco de protección

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.13.2 Protección de ojos y cara.

Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos. Los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias.

- Para casos de desprendimiento de partículas deben usarse lentes con lunas resistentes a impactos.
- Para casos de radiación infrarroja deben usarse pantallas protectoras provistas de filtro.
- También pueden usarse caretas transparentes para proteger la cara contra impactos de partículas. (PARITARIOS, 2007)
- **Protección para los ojos.-** Son elementos diseñados para la protección de los ojos, y dentro de estos encontramos: Contra proyección de partículas, contra líquido, humos, vapores y gases, contra radiaciones. (PARITARIOS, 2007)



Figura 26 Gafas de protección

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

- **Protección a la cara.-** Son elementos diseñados para la protección de los ojos y cara, dentro de estos tenemos:

- Máscaras con lentes de protección (máscaras de soldador), están formados de una máscara provista de lentes para filtrar los rayos ultravioletas e infrarrojos.
- Protectores faciales, permiten la protección contra partículas y otros cuerpos extraños. Pueden ser de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica. (PARITARIOS, 2007)



Figura 27 Protector facial

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.13.3 Protección de los oídos

Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador. Los protectores auditivos, pueden ser:

- Tapones: son elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción.
- Orejeras: son elementos semiesféricos de plástico, rellenos con absorbentes de ruido (material poroso), los cuales se sostienen por una banda de sujeción alrededor de la cabeza. (PARITARIOS, 2007)



Figura 28 Protector auditivo

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.13.4 Protección respiratoria

Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración u otros niveles de exposición recomendados. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte. (PARITARIOS, 2007)



Figura 29 Protección respiratoria

Fuente: (GIEMME ARGENTA.IT, 2016)

- **Limitaciones generales de uso**

- Estos respiradores no suministran oxígeno.
- No los use cuando las concentraciones de los contaminantes sean peligrosas para la vida o la salud, o en atmósferas que contengan menos de 16% de oxígeno.
- No use respiradores de presión negativa o positiva con máscara de ajuste facial si existe barbas u otras porosidades en el rostro que no permita el ajuste hermético. (PARITARIOS, 2007)

- **Tipos de respiradores**

- Respiradores de filtro mecánico: polvos y neblinas.
- Respiradores de cartucho químico: vapores orgánicos y gases.
- Máscaras de depósito: Cuando el ambiente está viciado del mismo gas o vapor.
- Respiradores y máscaras con suministro de aire: para atmósferas donde hay menos de 16% de oxígeno en volumen. (PARITARIOS, 2007)

2.13.5 Protección de Manos y Brazos

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos. Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones. No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria. (PARITARIOS, 2007)

- **Guantes**

- Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona.

- Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.
- Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante.
- Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno. (PARITARIOS, 2007)



Figura 30 Guantes de protección

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.13.6 Protección de Pies y Piernas

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico. (PARITARIOS, 2007)

- **Calzado**
- Para trabajos donde haya riesgo de caída de objetos contundentes tales como lingotes de metal, planchas, debe dotarse de calzado de cuero con puntera de metal.

- Para trabajos eléctricos el calzado debe ser de cuero sin ninguna parte metálica, la suela debe ser de un material aislante.
 - Para trabajos en medios húmedos se usarán botas de goma con suela antideslizante.
 - Para proteger las piernas contra la salpicadura de metales fundidos se dotará de polainas de seguridad, las cuales deben ser resistentes al calor.
- (PARITARIOS, 2007)



Figura 31 Calzado de protección

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.13.7 Cinturones de seguridad para trabajo en altura

- Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador.
- Para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de:
- Cinturón o arnés de seguridad enganchados a una línea de vida.

(PARITARIOS, 2007)



Figura 32 Arnés de seguridad

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.13.8 Ropa de Trabajo

Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberán tomar en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto y se seleccionará aquellos tipos que reducen los riesgos al mínimo.

- La ropa de trabajo no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento.
- No se debe llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Es obligación del personal el uso de la ropa de trabajo dotado por la empresa mientras dure la jornada de trabajo. (PARITARIOS, 2007)

- **Ropa protectora**

Es la ropa especial que debe usarse como protección contra ciertos riesgos específicos y en especial contra la manipulación de sustancias cáusticas o corrosivas y que no protegen la ropa ordinaria de trabajo.

- Los vestidos protectores y capuchones para los trabajadores expuestos a sustancias corrosivas u otras sustancias dañinas serán de caucho o goma.
- Para trabajos de función se dotan de trajes de asbesto y últimamente se usan trajes de algodón aluminizado que refracta el calor.
- Para trabajos en equipos que emiten radiación (rayos x), se utilizan mandiles de plomo. (PARITARIOS, 2007)



Figura 33 Ropa de protección

Fuente: (PARITARIOS, 2007)

2.14 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

2.14.1 Ventajas

- Rapidez de su implementación.
- Gran disponibilidad de modelos en el mercado para diferentes usos.
- Fácil visualización de su uso.
- Costo bajo, comparado con otros sistemas de control.
- Fáciles de usar.

(PARITARIOS, 2007)

2.14.2 Limitaciones

- Crean una falsa sensación de seguridad: pueden ser sobrepasados por la energía del contaminante o por el material para el cual fueron diseñados.
- Hay una falta de conocimiento técnico generalizada para su adquisición.
- Necesitan un mantenimiento riguroso y periódico.
- En el largo plazo, presentan un costo elevado debido a las necesidades, mantenciones y reposiciones.
- Requieren un esfuerzo adicional de supervisión.

(PARITARIOS, 2007)

CAPÍTULO III

PROCESO DE MANUFACTURA

En el presente capítulo se describe los procesos realizados para la ejecución del decapado de pintura aeronáutica.

CARRERA: Mecánica Aeronáutica

MENCIÓN: Aviones

TEMA: “DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”.

BENEFICIARIOS: UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

UBICACIÓN: Cotopaxi – Latacunga – Belisario Quevedo

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías.

COSTO DEL PROYECTO: \$ 1.220

3.1 PRELIMINARES

En el presente capítulo se describe detalladamente los procesos a seguir para la ejecución del decapado de pintura del avión Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de Las Fuerzas Armadas-ESPE, especificando cada uno de los procesos establecidos para la ejecución del proyecto ya que el decapado cobra mucha importancia al ser el primer procedimiento para empezar a realizar el pintado de una aeronave, el cual comienza con una limpieza y despejado general, lavado, masillado y principalmente la remoción de pintura envejecida tomando en cuenta las normas de seguridad y equipos de protección personal respectivos para la realización del proyecto.

Debido a los factores ambientales que contribuyeron al deterioro de las capas de pintura de esta aeronave, se da la necesidad de realizar un proyecto de pintura para el mejoramiento estructural de la misma con el fin de proporcionarle un acabado y así protegerla de distintos agentes corrosivos que se presentan al encontrarse expuesta a la intemperie.

3.2 UBICACIÓN DEL AVIÓN MIRAGE

El avión Mirage debido a que fue donado por la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE Campus Belisario Quevedo por encontrarse inoperativo se encuentra expuesto a factores ambientales que contribuyen con su deterioro ya que no está dentro de un hangar recibiendo su respectivo mantenimiento. Por lo cual el proyecto de pintura empezando con el decapado se lo ha realizado en el campus de Belisario Quevedo el cual ha sido ejecutado realizando correctamente los procesos establecidos.

3.3 LIMPIEZA Y DESPEJADO

Tabla 1
Equipos y materiales de limpieza

DESIGNACIÓN	USO
Paños de algodón	Limpieza de superficies
Tela gamuza	Secado de superficies
Estopa	Limpieza de superficies
Escobas o cepillos de cerdas suaves	Remoción de impurezas
Desengrasante	Lavado de la aeronave
Shampoo limpiador para exterior de aviones	Lavado de la aeronave
Suministro de agua	Proceso de lavado de superficies
Aspiradora	Absorber impurezas
Overol, gafas, taponos de oídos, guantes de nitrilo, botas punta de acero, mascarilla	Equipos de protección personal

La limpieza y despejado de la aeronave es uno de los primeros procesos a realizarse para ejecutar el decapado de pintura ya que se necesita tener todas las estructuras del avión limpias, libres de impurezas como son el fuselaje, empenaje, alas, trenes de aterrizaje, radome y compartimento del motor. Para la realización de estos procesos se debe utilizar la cantidad necesaria de utensilios de limpieza y ejecutar la misma de manera correcta tanto la parte interna como externa de las diferentes áreas de la aeronave teniendo precaución de no dañar la estructura del avión. Para completar la limpieza

interna de la aeronave se utilizó una aspiradora para extraer las pequeñas partículas residuales.

Al finalizar estas actividades correctamente se obtiene las superficies aeronáuticas libres de impurezas, contaminaciones, residuos como grasa, líquido hidráulico y foreign object damage (FOD) los mismos que impiden realizar el trabajo en el avión. Al momento de realizar las operaciones de limpieza hay que tener la capacidad para poder comprender y respetar los procedimientos que garantizarán la efectividad de los procesos, usar el equipo de protección adecuado y minimizar posibles riesgos. La limpieza manual es la más sencilla ya que no se depende de la utilización de equipos y herramientas sofisticados.



Figura 34 Compartimento del motor con elementos residuales



Figura 35 Radome del avión con impurezas



Figura 36 Fuselaje con contaminaciones

3.4 LAVADO DE LA AERONAVE

El lavado del avión es un proceso que se lleva a cabo luego de haber realizado su limpieza y despejado de materias extrañas. En el proceso de lavado se procede a humedecer el avión con agua a presión controlada y aplicar el shampoo limpiador para exterior de aviones con la ayuda de cepillos, o paños exentos de pelusas. Una vez que el avión está cubierto del producto limpiador, se pasan escobas o cepillos de cerdas suaves para no rayar la estructura, dejando completamente limpio el fuselaje, las alas, el empenaje, trenes de aterrizaje, radome y toda la estructura en general. Luego del cepillado, nuevamente se somete al avión a un esparcimiento general, esta vez solo con agua a presión controlada para completar el proceso de lavado.

Para el lavado de la aeronave también se puede utilizar una mezcla de desengrasante con shampoo limpiador para superficies, la misma que se encarga de remover y eliminar contaminaciones, impurezas de la estructura de la aeronave como son: grasa, aceite, líquido hidráulico, residuos de combustible. Finalmente se procede al secado del avión utilizando paños de tela gamuza.



Figura 37 Lavado de la parte inferior del fuselaje



Figura 38 Lavado del lado izquierdo del fuselaje

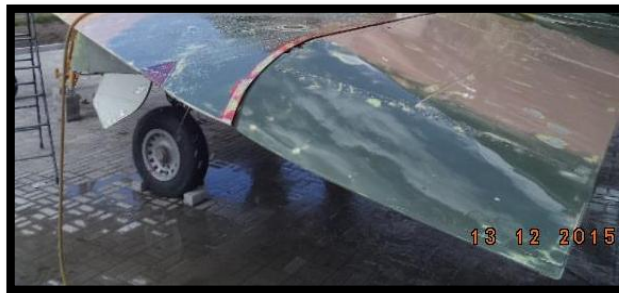


Figura 39 Lavado del ala izquierda y neumático

3.5 PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES PREVIAS AL DECAPADO

La parte más importante de cualquier proyecto de pintura es la preparación de la superficie. Se necesita más trabajo y tiempo, pero con la superficie preparada adecuadamente, los resultados son un acabado de larga duración

y libre de corrosión. Volver a pintar una aeronave más envejecida requiere más tiempo que un nuevo trabajo de pintura debido a los pasos adicionales requeridos para decapar la pintura envejecida. Se recomienda que todos los procedimientos sean realizados utilizando la ropa de protección adecuada, guantes de goma, gafas, en un área bien ventilada, a temperaturas entre 50 y 100°F.

3.6 REMOCIÓN DE LA PINTURA DE LA AERONAVE

Para la remoción de las capas de pintura de la superficie de una aeronave existen dos métodos para decapar los cuales son mediante un decapado mecánico o un decapado químico. En el presente proyecto se lo ha realizado mediante remoción mecánica en este caso manualmente utilizando el abrasivo de tela recubierta de óxido de aluminio, empleando la técnica del lijado en las estructuras metálicas y esponja de celulosa abrasiva para materiales compuestos, debido a que este método de decapado tiene muchos beneficios en los que se disminuye costos, menores riesgos de afecciones a la salud, no causa tanto daño al medio ambiente como el decapado químico y cabe resaltar que es aplicable en materiales compuestos los mismos que no deben ser decapados por removedores químicos.

3.6.1 Requisitos Generales

Como requisitos generales previos a la ejecución del decapado mecánico de pintura se determinan los siguientes:

- El desarrollo de los procesos de decapado de pintura por abrasividad deben ser realizados con material suficiente, herramientas en buen estado y equipos de protección personal necesarios.
- Precauciones de seguridad: al momento de decapar mecánicamente con materiales abrasivos hay que evitar la inhalación de las partículas de pintura removidas y sus vapores, así como también tener precaución de que exista contacto con los ojos.

- Previo a la iniciación de la remoción de pintura las superficies de la aeronave deben encontrarse exentas de residuos como aceites, grasa u otras sustancias contaminantes que dificulten el trabajo en la aeronave y tiendan a obstruir el material abrasivo.

3.6.2 Equipos y materiales

Los equipos y materiales necesarios para el desarrollo del decapado mecánico de pintura son los siguientes:

Tabla 2
Equipos y materiales de remoción de la pintura

DESIGNACIÓN	USO
Esponja abrasiva de celulosa	Decapado de materiales compuestos
Tela abrasiva de óxido de aluminio	Decapado de superficies metálicas
Extensiones neumáticas	Transporte de aire neumático
Compresor	Abastecimiento a lijadoras neumáticas
Lijadora eléctrica	Decapado de pintura
Lijadora neumática	Decapado de pintura
Escalera	Ascenso a las estructuras
Extensión eléctrica	Conducción de energía eléctrica para la lijadora
Overol, gafas, tapones de oídos, guantes de nitrilo, botas punta de acero, mascarilla	Equipo de protección personal

3.7 DECAPADO MECÁNICO

Una vez realizado los procesos previos al desarrollo del decapado como son la limpieza, despeje y lavado de la aeronave se procede a enmascarar las zonas adyacentes que puedan ser dañadas durante las operaciones de eliminación de la pintura, posteriormente remover las capas de pintura envejecidas, deterioradas de las estructuras del avión entre las que se tiene las siguientes: fuselaje, empenaje, alas, tren de aterrizaje, radome.

El procedimiento del decapado se lo puede realizar utilizando cualquiera de los métodos existentes en aviación ya sea el químico o el mecánico; en este caso se ha utilizado el tipo mecánico por los beneficios que proporciona, con una de sus técnicas la cual es el lijado. Para la realización del lijado se utiliza lijadoras eléctricas o neumáticas con sus respectivas extensiones y fuentes de alimentación, tela recubierta de óxido de aluminio de grano A080 y partículas abrasivas P120.

Para el desarrollo del decapado mecánico por la técnica del lijado se realiza las siguientes actividades:

1. Disponer del equipo de protección personal (EPP) para el desarrollo del proyecto, para prevenir accidentes laborales y daños a la salud, así como también realizar la adquisición respectiva de materiales y equipos necesarios para el desarrollo del decapado.
2. Disponer de una fuente de alimentación eléctrica y neumática para las respectivas conexiones de los equipos.
3. Adherir la tela abrasiva de óxido de aluminio a la lijadora eléctrica o neumática de modo que quede sujeta y segura sin que exista riesgo de desprendimiento.
4. Conectar la máquina lijadora eléctrica a una fuente de alimentación de 110 voltios, encender la lijadora y ejecutar el decapado.
5. En caso de ejecutar las actividades con una lijadora neumática conectar la máquina a una toma de aire a presión (en este caso un compresor), una vez abastecida la máquina comenzar con la ejecución del decapado.

6. Ejecutar el decapado en las estructuras metálicas posicionando correctamente la máquina lijadora de modo que no se produzcan rajaduras en la estructura por reiteración de la aplicación y así obtener una excelente superficie apta para la aplicación del tratamiento anticorrosivo.
7. Utilizar abrasivos secos como la esponja de celulosa para efectuar el decapado en las estructuras no metálicas.
8. En caso de no tener acceso a espacios determinados decapar con ayuda del material abrasivo de manera manual.

3.7.1 Decapado del fuselaje

El decapado en el fuselaje de avión se lo realizó tomando en cuenta las normas de seguridad y el equipo de protección personal necesario. Para ascender al fuselaje del avión se utilizó una escalera como herramienta de ascenso, teniendo precaución de no presionar las áreas sensibles a esfuerzos de apoyo, sino más bien tener en cuenta las zonas estructurales resistentes en donde es permitido hacer presión al momento de pisar.

Posteriormente se procede a efectuar el decapado de pintura de todo el fuselaje mecánicamente con la ayuda de la máquina lijadora utilizando la tela abrasiva de óxido de aluminio P120-A080. Una vez finalizado el decapado descender del fuselaje de la aeronave tomando las medidas de precaución correspondientes.



Figura 40 Decapado del lado derecho del fuselaje



Figura 41 Decapado del lado izquierdo del fuselaje



Figura 42 Decapado de la parte inferior del fuselaje

3.7.2 Decapado de las alas

El decapado de las alas de la aeronave se lo realizó tomando en cuenta precauciones de seguridad y utilizando el equipo de protección personal adecuado para su proceder a su desarrollo. Como primer punto hay que ascender a las alas del avión tanto izquierda como derecha utilizando una escalera, teniendo precaución de no presionar las áreas sensibles a esfuerzos

de apoyo y partes móviles como son los flaps, más bien tener conocimiento de las zonas estructurales en donde es permitido hacer presión.

Una vez que se haya ascendido a las respectivas alas del avión, efectuar el decapado mecánico de pintura con la ayuda de la máquina lijadora utilizando el material abrasivo de óxido de aluminio. Una vez que las alas han sido decapadas la parte superior descender de las mismas por la escalera con la precaución correspondiente y decapar las superficies inferiores.



Figura 43 Decapado del flap del ala izquierda



Figura 44 Decapado del ala derecha

3.7.3 Decapado del empenaje

El decapado del empenaje, se lo realizó tomando en cuenta normas de seguridad y haciendo correcto uso de los equipos y herramientas así como del equipo de protección personal adecuado para su ejecución. En esta tarea se recomienda utilizar un arnés de seguridad para prevenir riesgos de accidentes. Se procede a movilizar la escalera hacia la parte posterior de las alas junto al empenaje, seguidamente ascender por la escalera hasta el área del empenaje tomando en cuenta las normas de seguridad correspondientes, teniendo precaución de no colocar las partes del cuerpo en las partes móviles del empenaje, como el estabilizador vertical.

Al estar en la base de apoyo de la escalera decapar la pintura, tanto de las partes fijas como móviles del empenaje, sus lados derecho e izquierdo respectivamente con la ayuda de la máquina lijadora utilizando el abrasivo de óxido de aluminio. Una vez que el empenaje se ha decapado correctamente descender por la escalera con la debida precaución.



Figura 45 Empenaje a decapar



Figura 46 Decapado del empenaje

3.7.4 Decapado de trenes de aterrizaje y radome

Realizar el decapado del tren de aterrizaje principal y auxiliar así como sus componentes con el abrasivo de óxido de aluminio manualmente, ya que éstas estructuras no se pueden decapar con la ayuda de la lijadora debido a que existen zonas de difícil acceso y las superficies son irregulares, tales como los tambores del neumático, amortiguadores. Hay que tener la precaución de no rayar o aplicar el abrasivo en las superficies que contienen placas de identificación de componentes de la aeronave. Finalmente decapar el radome del avión mecánicamente utilizando la esponja de celulosa abrasiva.

NOTA: Cabe determinar que el proceso de decapado no ha terminado debido a que se incluyen los procesos de masillado y de limpieza final con disolventes.



Figura 47 Decapado del tren de aterrizaje auxiliar



Figura 48 Decapado del tren de aterrizaje auxiliar



Figura 49 Decapado del radome

3.8 MASILLADO

Tabla 3

Materiales para la ejecución del masillado

DESIGNACIÓN	USO
Masilla poliéster	Masillado de superficies con grietas, rajaduras
Catalizador de la masilla	Endurecedor de la masilla
Espátula	Aplicación de la masilla preparada
Tela abrasiva de óxido de aluminio	Lijado y alisado de superficies

Para mejorar los tiempos de trabajo y de secado en el proceso de masillado, la masilla a aplicar viene acompañada de endurecedores o catalizadores, los mismos que se mezclan de manera proporcional, creando así una pasta homogénea. La ejecución del proceso de masillado en el avión Mirage M50 EV FAE 1054 se lo desarrolló realizando una inspección visual de las áreas de la aeronave que se encontraban defectuosas, en este caso con

la presencia de grietas y rajaduras. Las actividades realizadas para la ejecución del masillado se describen a continuación:

1. Una vez realizado el decapado de la aeronave se debe realizar una inspección visual de la estructura para así detectar diferentes deterioros como grietas y rajaduras.
2. Para una buena aplicación de la masilla en una superficie tenemos que atender a los siguientes parámetros:
 - Tipo de superficie a masillar, no se pueden emplear la misma masilla para masillar superficies de acero o superficies de plástico, cada superficie requiere de un tipo de masilla específica.
 - Proporción de mezcla de la masilla con el catalizador y temperatura ambiente al cual se realiza la mezcla.
 - Pot-Life de la masilla (5-10 minutos).
 - Tiempo necesario para empezar a lijar la masilla.
 - Herramienta para aplicar la masilla.
3. Realizar la adquisición de materiales y herramientas a utilizarse.
4. Al tener todos los materiales y herramientas en perfectas condiciones de aplicación, realizar la preparación de la masilla, la misma que no debe ser aplicada sin el catalizador. Con ayuda de la espátula tomar una cantidad de masilla en un recipiente para realizar la mezcla, seguidamente añadir el catalizador y mezclar con la espátula ambos productos hasta tener una mezcla preparada para ser aplicada.

NOTA: La mezcla de la masilla con el catalizador debe ser realizada en proporciones de 10 a 1 (10 de masilla, 1 de catalizador). Si se añade catalizador en exceso, la masilla endurecerá más pronto y quedará un residuo de catalizador activo, que reaccionará con las pinturas alterando su color y ocasionando la formación de manchas.

5. Una vez preparada la masilla, aplicarla en las áreas de la aeronave requeridas utilizando una espátula, tomando en cuenta el tiempo de secado el cual se conoce como Pot-Life; el mismo que indica el tiempo en el cual la masilla se puede trabajar una vez realizada la mezcla con el catalizador, transcurrido este tiempo el material se vuelve duro y es imposible extenderlo por la superficie. Por esta razón se utiliza masilla con un Pot-Life alto para enmasillar superficies grandes, y masilla con un Pot-life pequeño para realizar pequeñas reparaciones.

NOTA: La masilla se aplica generalmente mediante espátulas o llanas sobre la superficie a enmasillar, existen también masillas que se aplican con pistolas. El tamaño de las espátulas o llanas depende de la superficie a enmasillar.

6. Finalmente al terminar de aplicar la masilla en las superficies requeridas de la aeronave y se ha secado completamente se procede a alisar y pulir lijando las mismas con lija A080 de modo que se obtenga el mismo relieve de la estructura en la que se encuentra aplicada.

NOTA: Es importante respetar el tiempo de secado de las masillas, que suele ser de unos 25 minutos a 20°C, ya que un secado incompleto provocaría defectos en el lijado similares a los producidos por una deficiencia de catalizador en la mezcla.



Figura 50 Área del ala izquierda masillada



Figura 51 Área del empenaje masillada

3.9 LIMPIEZA FINAL CON DISOLVENTE (THINNER ACRÍLICO)



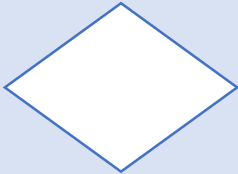


La actividad final en el proceso del decapado para su limpieza, es la aplicación del disolvente, material utilizado para remover los restos de pintura decapada y de masilla restantes en la superficie de la aeronave. Posterior al lijado se procede a limpiar toda la superficie de la aeronave con un paño exento de pelusa humedecido con thinner acrílico. Para realizar este proceso de limpieza se aplica este producto químico en un solo sentido y una sola vez, para evitar que se adhieran partículas del paño a la superficie. Una vez realizado esta serie de procesos, las superficies se encuentran perfectamente limpias y libres de FOD, resultando así aptas para la continuación del siguiente procedimiento el cual es el tratamiento anticorrosivo para posteriormente efectuar el de pintura.

3.10 DIAGRAMA DE PROCESOS

Un diagrama de procesos es una herramienta gráfica para realizar el análisis e interpretación de procesos mediante simbología. A continuación se

detallan los procesos involucrados para efectuar el decapado de pintura del avión Mirage M50 EV FAE 1054.

Tabla 4
Simbología del diagrama de procesos

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Inicio o finalización
	Proceso
	Decisión
	Preparación
	Conector

3.10.1 DIAGRAMA DE PROCESOS – DECAPADO DE LA AERONAVE

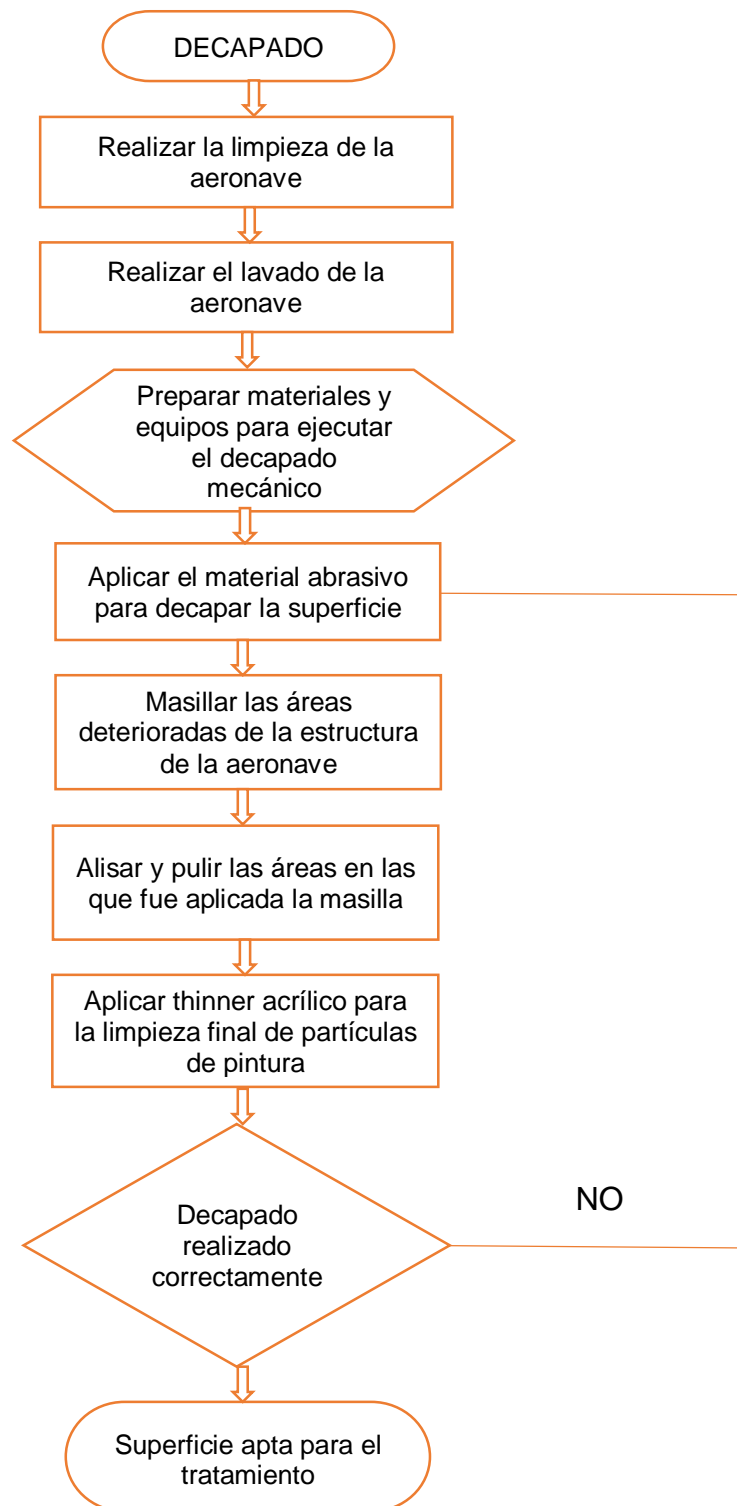


Figura 52 Diagrama de procesos

3.11 ESTUDIO ECONÓMICO

Los gastos analizados en la ejecución del proyecto del decapado de pintura toman importancia ya que son necesarios para el desarrollo del mismo y de este modo contribuir a la consecución de los demás procedimientos como son el tratamiento anticorrosivo y pintura para así tener al avión Mirage M50 EV FAE 1054 en perfectas condiciones de acabados para ser un elemento de excelente aspecto físico para la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

3.11.1 Gastos primarios

Como gastos primarios se tiene a aquellos que se encuentran involucrados en lo referente a equipos, materiales y herramientas utilizadas para la ejecución del proyecto del decapado de pintura de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054.

Tabla 5
Gastos primarios

Gastos	Valor (\$)
Alquiler de equipos	150
Solventes y removedores	180
Equipo de protección	80
Abrasivo-Óxido de aluminio	160
Accesorios de limpieza	80
Varios	150
Total	800

3.11.2 Gastos secundarios

Como gastos secundarios se tiene a aquellos involucrados en el desarrollo de la parte teórica escrita del proyecto, en los que se tiene los siguientes:

Tabla 6

Gastos secundarios

Gastos	Valor (\$)
Equipo de computo	50
Impresiones	80
Copias	40
Empastado	50
Transporte	80
Alimentación	120
Total	420

3.11.3 Gastos totales

Los gastos totales del proyecto corresponden a la sumatoria de valores totales de los gastos primarios más los gastos secundarios teniendo así el valor total.


Tabla 7

Gasto total

DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
Gastos primarios	800
Gastos secundarios	420
Gasto Total	1220

3.12 MANUAL DE PROCESOS

Este manual de procesos detalla cada uno de los procedimientos a seguir para el desarrollo de un correcto decapado mecánico de pintura aeronáutica del avión militar supersónico Mirage M50 EV FAE 1054.

	Unidad de Gestión de Tecnologías Decapado de Pintura	Código: PGD 1 / DP Revisión: 0
	PROCEDIMIENTO GENERAL	Fecha: Julio 2016 Edición: 001

DECAPADO DE PINTURA DEL AVIÓN MILITAR MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO

Elaborado por: Rolando Yupangui Egresado Unidad de Gestión de Tecnologías Firma:	Revisado por: Tlga. Samantha Zabala Directora Firma:
Fecha: Julio 2016	Fecha: Julio 2016

ÍNDICE

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
4. REQUISITOS
5. DEFINICIONES Y SIGNIFICADO DE ABREVIATURAS
6. RESPONSABILIDADES
7. MEDIDAS DE SEGURIDAD
8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1. OBJETIVO

Realizar el decapado de pintura aeronáutica en el avión militar MIRAGE M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE campus Belisario Quevedo mediante procedimientos, métodos y técnicas para el posterior pintado de la aeronave.

2. ALCANCE:

Este manual de procedimientos ayudará a conocer los procesos empleados para ejecutar el proyecto del decapado de pintura de las aeronaves, beneficiando al personal técnico y a los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías para ejecutar proyectos de pintura.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- Manual de Control de Corrosión de los aviones CASA (MCC)

4. REQUISITOS:

- El desarrollo de los procedimientos que intervienen en el decapado mecánico de pintura deben ser realizados con las debidas precauciones, suficientes materiales, herramientas en buen estado y equipos de protección personal necesarios.
- Precauciones de seguridad: Al momento de decapar mecánicamente con materiales abrasivos hay que evitar la inhalación de las partículas de pintura removidas y sus vapores, así como también tener precaución de que no exista contacto con los ojos.
- Previo a la iniciación de la remoción de pintura las superficies de la aeronave deben encontrarse exentas de residuos como aceites, grasa u

otras sustancias contaminantes que dificulten el trabajo en la aeronave y tiendan a deteriorar el material abrasivo.

5. DEFINICIONES Y SIGNIFICADO DE ABREVIATURAS:

Limpieza y lavado.- La limpieza y el lavado del avión son los métodos más importantes para prevenir la corrosión. La superficie exterior del avión debe mantenerse completamente limpia para desarrollar el decapado de pintura.

Enmascaramiento.- Proceso de recubrimiento de las superficies de una aeronave expuestas a ser deterioradas por el ingreso o acumulación de partículas generadas por el material abrasivo al decapar la pintura.

Decapado.- Procedimiento de remoción el cual consiste en la eliminación de las impurezas, y las diferentes capas de pintura de la superficie aeronáutica sobre la que fue aplicada, mediante los procesos de decapado químico o mecánicos.

Masillado.- El masillado es un procedimiento técnico el cual consiste en la reparación de las superficies estructurales de una aeronave en las que existe la presencia de grietas, rajaduras mediante la aplicación de masilla.

Significado de abreviaturas:

PGD: Procedimiento General del Decapado

DP: Decapado de pintura

6. RESPONSABILIDADES:

- Determinar los procedimientos y técnicas a desarrollarse para evitar posibles riesgos e inconvenientes en el momento de efectuar el decapado, sea por personas naturales o profesionales del ramo.

- Dar a conocer los equipos, materiales y herramientas necesarias para ejecutar el proyecto.
- Ejecutar de manera ordenada los procedimientos a desarrollarse en el decapado de pintura.

7. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Los procedimientos descritos en este manual requieren el uso de componentes químicos y mecánicos los cuales producen vapores tóxicos e inflamables, por lo que se debe aplicar de manera obligatoria las siguientes medidas de seguridad:

1. No fumar en el área de trabajo. El área de trabajo debe estar despejada y libre de fuentes de ignición a una distancia de 15 metros cuando se utilicen líquidos inflamables.
2. Evitar inhalar los vapores químicos de disolventes y los producidos por el equipo mecánico. No utilizar estos productos en espacios cerrados sin una adecuada ventilación o una apropiada protección respiratoria.
3. Los paños de algodón humedecidos con disolvente, una vez utilizados deben ser depositados en un recipiente especial con tapa previsto para este fin.
4. Utilizar prendas de protección como overol, calzado de protección, guantes de nitrilo, gafas o máscaras protectoras cuando se efectúen los procedimientos del decapado.
5. Disponer de abundante agua para emergencias cerca del área de trabajo. Cualquier salpicadura de un producto tóxico sobre la piel debe ser inmediatamente lavada con agua y jabón.
6. Lavarse siempre las manos antes de comer o fumar. No guardar comida ni comer en áreas donde los alimentos pueden ser contaminados.
7. Luego de haber realizado el trabajo lavar las prendas y equipos utilizados para eliminar cualquier residuo de contaminación

8. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

8.1 LIMPIEZA Y LAVADO DEL AVIÓN

Este proceso contiene las precauciones, equipos y materiales requeridos para la limpieza interior y exterior del avión. La limpieza y el lavado de una aeronave son los procesos más importantes para prevenir la corrosión. La superficie exterior del avión debe mantenerse limpia y sin daños para alcanzar el máximo tiempo límite de vida de la aeronave. La limpieza es un término amplio que comprende los procesos y materiales utilizados para eliminar la contaminación e impurezas de una superficie.

8.1.1 Materiales y equipos

- Paños de algodón
- Tela gamuza
- Estopa
- Escobas o cepillos de cerdas suaves
- Desengrasante industrial
- Shampoo limpiador para exterior de aviones
- Suministro de agua
- Aspiradora
- Overol, gafas, tapones de oídos, guantes de nitrilo, botas punta de acero, mascarilla

8.1.2 Requisitos generales

Previo a decapar la pintura, eliminar la corrosión o llevar a cabo una reparación o tratamiento superficial de protección, las zonas de la aeronave deben estar libres de cualquier tipo de contaminación. El proceso de limpieza tiene dos finalidades:

- La eliminación de grandes cantidades de contaminación, como operación preliminar de limpieza.
- Limpieza final con disolventes, anterior a la aplicación de pintura u otros recubrimientos protectores.
- Se debe evitar el lavado de la aeronave en condiciones extremas de temperatura y con fuerte viento. Si la zona de lavado no está protegida, la aeronave debe estar cara al viento.

8.2 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE EXTERIOR

Los procedimientos detallados a continuación son aplicables tanto a la limpieza de zonas de la superficie exterior como al lavado general de la aeronave.

- Asegurarse de que se dispone de agua a baja presión y en cantidades suficientes.
- Disponer de todos los equipos y accesorios necesarios para la limpieza: cepillos, escobas, paños de algodón, escaleras.
- Mezclar los productos limpiadores y agua al 50%. Para zonas de suciedad resistente se puede emplear el producto limpiador sin diluir.
- Aplicar la mezcla empleando un cepillo de cerdas suaves, una esponja o un paño exento de pelusa. Iniciar la limpieza por las superficies inferiores del avión y continuar gradualmente en sentido ascendente y desde el centro a los extremos.
- Durante el lavado, remover la mezcla seguidamente utilizando cepillos o escobas. No se debe permitir que el compuesto de limpieza se seque sobre la superficie del avión.
- Aclarar de manera abundante y repetidamente con agua limpia de forma inversa al lavado (desde las partes superiores a las inferiores).
- Terminada la operación de lavado, pasar un paño limpio exento de pelusas por las zonas mojadas y secar completamente con tela gamuza. Se deberá tener cuidado en no rayar las superficies del avión.

8.3 LIMPIEZA DE COMPUESTOS POLIMERIZADOS

La superficie de estos materiales debe limpiarse con agua jabonosa o una solución detergente si la suciedad es moderada. La aplicación se realizará mediante una esponja blanda y un paño exento de pelusa. Las zonas sucias del radome se limpian con una goma de borrar blanda, en caso de que la mancha no desaparezca, frotar suavemente con un paño limpio humedecido con el producto de limpieza.

8.4 DECAPADO DE PINTURA

Una correcta preparación de la superficie y una minuciosa limpieza previa a la aplicación de la pintura son el primer requerimiento para lograr un eficaz y duradero sistema de protección superficial. Son necesarios diferentes métodos para eliminar los revestimientos orgánicos de protección como lacas, poliuretano, imprimaciones y esmaltes.

8.4.1 Materiales y equipos

- Esponja abrasiva de celulosa
- Tela abrasiva de óxido de aluminio
- Extensiones neumáticas
- Compresor
- Lijadora eléctrica o neumática
- Escalera
- Extensión eléctrica
- Overol, gafas, orejeras, guantes, calzado punta de acero, mascarilla

8.4.2 Requisitos generales

- Enmascarar las zonas adyacentes al lijado que puedan ser dañadas durante las operaciones de remoción de la pintura.

- Hacer uso obligatorio del equipo de protección personal en especial de gafas y mascarilla durante el lijado, dado que las partículas de pintura removidas pueden salir proyectadas y causar heridas en los ojos. Evitar respirar el polvo y partículas desprendidas usando una adecuada protección respiratoria.
- Las operaciones de decapado mecánico del avión se realizarán preferiblemente bajo cubierta o al menos a la sombra. La remoción de la pintura no debe hacerse al sol ni bajo la lluvia. La temperatura ambiente no debe ser mayor de 38°C (100°F) ni menor de 10°C (50°F). Las superficies a decapar deben estar limpias y completamente secas.
- Antes de proceder a la remoción de la pintura, el revestimiento ha de estar libre de aceite, grasas, depósitos de tierra u otras materias extrañas que dificulten la ejecución del decapado.
- Asegurarse que la superficie quede libre de pintura u otras materias extrañas. Estos residuos pueden eliminarse con una limpieza final mediante la aplicación de disolventes como el thinner.

8.5 DECAPADO MECÁNICO MEDIANTE LIJADO

Este procedimiento es aplicable con el fin de eliminar las imprimaciones, y esmaltes sobre el avión con la precaución de no dañar el material base ni su acondicionamiento superficial del sustrato. Las actividades que se detallan a continuación se deberán seguir mediante los procesos lógicos y ordenados para decapar las estructuras aeronáuticas como son: El fuselaje, alas, empenaje, trenes de aterrizaje y el radome.

- Todas las áreas expuestas a la aplicación del material abrasivo deben ser protegidas o enmascaradas usando papeles plastificados y/o cinta adhesiva impermeable.
- Enmascarar todas las superficies de plástico transparente como cúpulas, ventanas, luces.

- Enmascarar el radome, antenas, superficies de plástico con revestimientos resistentes a la erosión, antiestáticos y antideslizantes con papel plastificado sellado en sus bordes con cinta de aluminio adhesiva.
- Enmascarar todas las superficies de unión, costura, registros, tomas estáticas del tubo de pitot y otros orificios donde las partículas del material abrasivo puedan introducirse y ser difícil de extraerlos.
- Para efectuar la remoción de pintura, determinar el tipo de decapado a desarrollarse ya sea el mecánico o químico con sus respectivas técnicas.
- Utilizar tela abrasiva de óxido de aluminio del número 180. Se puede usar el número 80 en el lijado inicial de zonas con múltiples capas de pintura.
- Lijar hasta remover las capas de poliuretano e imprimación. Interrumpir la operación de lijado cuando se alcance la capa de pintura que hay que mantener.

Desarrollar el decapado mecánico mediante la técnica del lijado, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar tela abrasiva de óxido de aluminio del número 180. Se puede usar el número 80 en el lijado inicial de zonas con múltiples capas de pintura.
- Disponer del equipo de protección personal (EPP) para prevenir accidentes laborales y daños a la salud, así como también realizar la adquisición respectiva de materiales y equipos necesarios para el desarrollo del decapado.
- Disponer de una fuente de alimentación eléctrica y neumática para las respectivas conexiones de los equipos.
- Adherir la lija circular a la lijadora eléctrica o neumática de modo que quede sujeta y segura sin que exista riesgo de desprendimiento.
- Conectar la máquina lijadora eléctrica a una fuente de alimentación de 110 voltios, encender la lijadora y ejecutar el decapado.
- En caso de ejecutar las actividades con una lijadora neumática conectar la máquina a una toma de aire a presión (en este caso un compresor), una vez abastecida la máquina comenzar con la ejecución del decapado.

- Ejecutar el decapado posicionando correctamente la máquina lijadora para no producir rajaduras en la estructura por reiteración de aplicación. Lijar hasta remover las capas de poliuretano e imprimación. Interrumpir la operación de lijado cuando se alcance la capa de pintura que hay que mantener.
- Para el decapado de materiales compuestos, se deben decapar empleando un cepillo de cerdas suaves, un estropajo o esponja abrasiva de celulosa.

8.6 PROCESO DE MASILLADO

Dentro del proceso de masillado se procede a la reparación de las superficies de la aeronave que se encuentran con la presencia de grietas y rajaduras, utilizando la masilla poliéster.

8.6.1 Materiales

- Masilla poliéster
- Catalizador
- Espátula
- Recipiente

8.6.2 Requisitos generales

Atender a los siguientes parámetros para aplicar correctamente la masilla:

- Tipo de superficie a masillar.
- Proporción de mezcla de la masilla con el catalizador y temperatura ambiente al cual se realiza la mezcla.
- Pot-Life de la masilla (5-10 minutos).
- Tiempo necesario para empezar a lijar la masilla.
- Herramienta para aplicar la masilla (aplicación de masilla a pistola o aplicación de masilla con espátula).

8.6.3 Masillado

- Realizar una inspección visual de la estructura de la aeronave una vez que se hay finalizado el decapado para detectar diferentes deterioros como grietas, rajaduras.
- Realizar la adquisición de materiales y herramientas necesarias para la ejecución del proceso de masillado.
- Preparar la masilla en proporciones de mezcla de diez a uno (10 de masilla, 1 de catalizador), posteriormente aplicar en las áreas de la aeronave requeridas, tomando en cuenta el Pot-Life.
- Alisar y pulir las áreas con masilla, lijando las mismas con lija número 80 y obtener un mismo relieve en las superficies.

8.7 LIMPIEZA FINAL CON DISOLVENTE

La limpieza con disolvente, en este caso el thinner acrílico, complementa el procedimiento del decapado de pintura de la aeronave, removiendo los residuos de pintura y demás impurezas restantes en la superficie, teniendo así una superficie apta para efectuar el tratamiento anticorrosivo.

8.7.1 Materiales y Equipos

- Thinner
- Paños de algodón
- Envases

8.7.2 Requisitos generales

- No usar el disolvente en áreas sin una adecuada ventilación ya que es altamente inflamable, ni en las proximidades de focos de calor y chispas eléctricas. Evitar la prolongada inhalación de sus vapores y reducir al mínimo el contacto con la piel.

- El uso excesivo del disolvente puede dañar las superficies de plástico y elementos de goma, el tiempo máximo de permanencia sobre las superficies será de 10 minutos.
- No utilizar lana ni fibras sintéticas que son atacadas por los disolventes. No se sumergirán los paños en los recipientes que contengan el disolvente, se debe verter siempre el disolvente sobre los paños.

8.7.3 Aplicación

- Extraer de los envases originales únicamente la cantidad de disolvente necesaria. Limitar ésta a un mínimo para alcanzar el grado de limpieza requerido. En ningún caso devolver al envase los disolventes ya utilizados.
- Aplicar el disolvente a la superficie con paños de algodón que no desprendan hilachas o paños de frotar.
- Frotar las superficies con el paño de algodón.
- Secar inmediatamente con un paño limpio. No permitir que el disolvente se evapore y seque sobre la superficie.
- Comprobar que el disolvente no haya quedado atrapado en el interior del avión o del equipo y en áreas de difícil acceso. Secar frotando minuciosamente con paños limpios de algodón.
- Los restos de materiales utilizados, paños con disolvente, envases, etc. deberán depositarse en recipientes adecuados, provistos con tapa.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se indagó información técnica referente al procedimiento factible para la ejecución del decapado de pintura aeronáutica, basándose en los procedimientos técnicos establecidos en el manual de control de la corrosión de los aviones CASA.
- Se realizó un diagnóstico del estado actual de pintura del avión Mirage M50 EV FAE 1054, se detectó diferentes daños en su estructura, entre ellos capas de pintura envejecida y deteriorada, grietas, rajaduras en áreas del ala izquierda y empenaje; condiciones que afectaban a la aeronave en su aspecto estructural.
- Se aplicó el decapado de pintura de la aeronave siguiendo una serie de procesos de acuerdo al manual de control de la corrosión de los aviones CASA, en el cual se ejecutó un decapado mecánico aplicando la técnica del lijado, además se realizó el masillado de las superficies que se encontraban con grietas y rajaduras, concluyendo finalmente con una limpieza final utilizando disolvente para remover las impurezas residuales de la estructura de la aeronave.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar de forma técnica el decapado de pintura aeronáutica y corregir los daños presentes en la estructura de la aeronave, siguiendo los procedimientos establecidos en los manuales técnicos, debido a que el decapado es fundamental para la continuación de los demás procedimientos como es el tratamiento anticorrosivo y el de pintura.
- Durante la ejecución del decapado se sugiere realizar de manera técnica los procesos involucrados, utilizando los recursos necesarios y aplicando normas de seguridad, así como también los equipos de protección personal (EPP) para evitar accidentes o incidentes en el área de trabajo.
- Al momento de ejecutar un proyecto de pintura aeronáutica se debe tener conocimiento de los diferentes tipos de decapado y sus técnicas existentes, para de esta manera seleccionar el más adecuado acorde a las superficies de la aeronave.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ABRASIÓN: Se denomina abrasión a la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.

AERODINÁMICA: Es la rama de la mecánica de fluidos que se ocupa del movimiento del aire y otros fluidos gaseosos, y de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos que se mueven en dichos fluidos. Como ejemplo del ámbito de la aerodinámica podemos mencionar el movimiento de un avión a través del aire entre otros.

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.

ANTICORROSIVO: Se denomina anticorrosivo a la sustancia química que cubre una superficie y la protege de la corrosión.

CEPILLADO: El cepillado es una actividad mecánica que consiste en frotar con ayuda de un cepillo de cerdas metálicas las zonas que se van a decapar o mediante una lijadora rotativa o taladro con ayuda del cepillo giratorio de cerdas metálicas.

CORROSIÓN: Se define la corrosión como el ataque destructivo de un metal por reacción química o electroquímica con su medio ambiente.

DECAPADO: El decapado es un tratamiento superficial de metales que se utiliza para eliminar impurezas, tales como manchas, contaminantes inorgánicos, herrumbre, pintura, escoria, de ciertos metales y sus aleaciones.

DISOLVENTE: Un disolvente o solvente es una sustancia en la que se diluye un soluto (un sólido, líquido o gas químicamente diferente), resultando en

una solución; normalmente es el componente de una solución presente en mayor cantidad. Los disolventes forman parte de múltiples aplicaciones: adhesivos, componentes en las pinturas, productos farmacéuticos, para la elaboración de materiales sintéticos.

GRANALLADO: El arenado, granallado o chorreado abrasivo, conocido en inglés como Sand Blasting, es la operación de propulsar a alta presión un fluido, que puede ser agua o aire, o una fuerza centrífuga con fuerza abrasiva, contra una superficie a alta presión para alisar la superficie o la rugosidad de la superficie o eliminar materiales contaminantes de la superficie.

GRIETA: Una grieta es una hendidura alargada que se produce en un cuerpo sólido. Dicha abertura o fisura tiene lugar cuando se separan dos materiales.

INMERSIÓN: La inmersión es el método de limpieza más versátil, particularmente se utiliza para la limpieza de piezas con formas irregulares, configuraciones cilíndricas y tubulares o cajas que no se puedan limpiar adecuadamente utilizando sistemas de aspersion.

LIJA: El papel de lija o simplemente lija, es una herramienta que consiste en un soporte de papel sobre el cual se adhiere algún material abrasivo, como polvo de vidrio o esmeril.

LIJADO: Se denomina lijado al proceso u operación de pulir o alisar algún objeto con papel de lija u otros abrasivos.

LIJADORA: Lijadora se denomina a aquel artefacto que mediante el montaje de un papel o tela de lija, permite llevar a cabo el proceso de lijado de una superficie, generalmente metales, aunque puede emplearse para lijar diferentes materiales.

MATERIALES COMPUESTOS: En ciencia de materiales reciben el nombre de materiales compuestos aquellos materiales que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales. Estos compuestos pueden seleccionarse para lograr combinaciones poco usuales de rigidez, resistencia, peso, rendimiento a alta temperatura, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad.

PMB: El medio de chorreo abrasivo de plástico (PMB) es un proceso de limpieza con chorro abrasivo seco diseñado para reemplazar el decapado químico, operaciones de extracción y chorreado de arena convencional.

QUITAPINTURAS: Se denominan quitapinturas, o eliminadores de pintura, a los productos químicos que penetran en la película de pintura y son capaces de romper el enlace entre la superficie metálica y la película.

REMOVEDORES: El “removedor de pinturas” o “decapante químico” es un producto muy potente que se utiliza para retirar capas de pintura en mal estado. Por lo general éstas son pinturas al aceite como esmaltes sintéticos o barnices.

REVESTIMIENTO: Capa de un material con que se cubre totalmente una superficie para proteger al metal base.

SUPERSÓNICO: La palabra supersónico hace referencia a las aeronaves que son capaces de sobrepasar la barrera del sonido, partiendo así del número Mach.

BIBLIOGRAFÍA

- 123RF. (2016). Gamuza azul. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.123rf.com/stock-photo/velvety.html>
- AERONAVES DE COMBATE. (13 de Marzo de 2009). Recuperado el 8 de Febrero de 2016, de Dassault Mirage 50 EV/DV: <http://cazaslatinos.blogspot.com/2009/03/dassault-mirage-50-evdv.html>
- AIRCORPS DEPOT. (2016). Recuperado el 15 de Febrero de 2016, de Cleaners: <http://aircorpsdepot.com/cleaners/efs-2500-paint-stripper/efs-2500-environmentally-friendly-paint-stripper/>
- ALAR QUÍMICA. (2009). Productos Químicos para Limpieza Interior y Exterior. Recuperado el 16 de Febrero de 2016, de Shampoo para Exterior de Aviones: <http://www.alarquimica.com/productos/interior-exterior/exterior-aviones.html>
- ALL BIZ. (2010). escobas. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de <http://manta-ma.all.biz/escobas-g104#.VwLr4vnhDcc>
- ALLTRADE TOOLS. (2006). Kawasaki. Recuperado el 24 de Febrero de 2016, de http://alltradetools.com/pdfs/1219788338_840014_spanish.pdf
- ASERAGRO. (2011). Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de http://www.aseragro.com/sitio/productodetalle_aseragro.php?id=111
- ASHCAN, J. (24 de Abril de 2012). Cómo aplicar CSS. Recuperado el 16 de Febrero de 2016, de Guaipe: http://usacss.blogspot.com/2012_04_01_archive.html
- CAOBA GROUP. (2016). Color para tus ideas. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de <http://www.grupocaoba.com.ve/home/>
- DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. (2016). Word Reference. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de <http://www.wordreference.com/definicion/franela>
- DICCIONARIO GENERAL DE ESPAÑOL. (2016). Definición de aspiradora. Recuperado el 2016, de <http://www.definiciones-de.com/Definicion/de/aspiradora.php>

- DIPALIM. (2016). Paño de algodón. Recuperado el 2016, de <http://www.dipalim.cl/panos-de-algodon-yersina-blanca/>
- DREAMSTIME. (2000). Manguera de agua. Recuperado el Febrero 17 de 2016, de <http://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-ejecuci%C3%B3n-amarilla-de-la-manguera-image52776379>
- EL TALLER VIRTUAL DE TECNOLOGÍA. (Septiembre de 2008). lijadora eléctrica. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de http://escuela2punto0.educarex.es/Ciencias/Tecnologia/taller_tec/accessible/limar/lijadora.htm
- EROSKI CONSUMER. (11 de 07 de 2001). La técnica del decapado. Recuperado el 9 de Febrero de 2016, de Decapar metales: http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/pintura_y_decoracion/2001/07/11/41801.php
- FERRER, J. (2014). Preparación de superficies. EDITEX. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?id=12GRAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- GIEMME ARGENTA.IT. (2016). Mascarilla. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://www.giemmeargenta.it/negozio/es/gafas-y-mascaras/1767-mascarilla-con-valvula-para-polvo-alta-nocividad-ft-8032873245303.html>
- HERNÁNDEZ, M. (26 de Septiembre de 2015). Somos Sextos. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de Descripción de una escoba: <http://sextodelmiguel.blogspot.com/2014/01/descripcion-de-la-escoba.html>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGUROS. (2013). Escaleras y andamios. Recuperado el 24 de Febrero de 2016, de https://portal.ins-cr.com/NR/rdonlyres/4C61D4EA-159E-4E68-A111-6D2BAECB2F40/5338/1007794EscalerasyAndamios_WEB1.pdf
- KOBY ELECTRIC. (2015). TANIA. Recuperado el 18 de Febrero de 2016, de Extensión Eléctrica 6pies KOB-40506: <http://kobyelectric.com/product/kob-40506/>

- LA WEB DE LA PINTURA. (2004). Las pinturas.com. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de <http://www.las-pinturas.com/lija.html>
- MIRKA. (2016). lijadoras neumáticas rotorbitales. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de http://www.mirka.com/es/es/MAQUINAS/Lijadoras_Neumaticas_Rotorbitales/#/
- OFERTANDO.COM. (2015). Aspiradora Electrolux. Recuperado el 2016, de <https://ofertando.com/home/publicacion/4570/aspiradora-electrolux>
- ONI ESCUELAS. (2015). Catalizadores. Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/autos-y-polucion/cataliza.htm>
- PARITARIOS. (2007). Prevención de riesgos. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Equipos de protección personal: http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm
- PINTOMICASA. (2007). Pintura y decoración. Recuperado el 23 de Febrero 23 de 2016, de espátulas: quitar pintura y masillado: <http://www.pintomicasa.com/2007/12/esptulas.html>
- PINTURAS INTO.S.L. (2014). Catalizador de masilla. Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de <http://www.pinturaspinto.com/shop/car-refininh/catalizador-de-masilla-harter-p/>
- PINTURAS SUPER. (2014). Su pintura. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de Thinner para poliuretano: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/21PA01T.pdf>
- PROTEC. (2015). Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de <http://protec.mx/nuevo/producto/franela-roja/>
- QUÍMICOS SIAMEX. (2010). Productos Químicos para la industria. Recuperado el 15 de Febrero de 2016, de Desengrasante biodegradable: http://www.productosquimicosmexico.com.mx/articulo_informativo_de_sengrasantes.aspx

- SILMID. (Febrero de 2001). ARDROX. Recuperado el 13 de Febrero de 2016, de <https://www.silmid.com/MetaFiles/Silmid/c0/c0c8eb7b-d58a-4c48-9177-e3611b5433e9.pdf>
- SILMID. (2001). Ardrex 2526 Paint Remover 25Lt. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de <https://www.silmid.com/products/a25260025l-ardrox-2526-paint-remover-25lt.aspx>
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. (2012). Aviation Maintenance Technician Handbook-Airframe (Vol. 1). Recuperado el 8 de Febrero de 2016
- UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS. (2014). Pintura de las aeronaves. 143. Recuperado el 12 de Febrero de 2016
- WORD PRESS. (2008). Definición de. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de Extensión: <http://definicion.de/extension/>

ANEXOS

