

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

“CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB, EN EL TALLER DE MOTORES DEL CEMAE-15, DE LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N° 15 PAQUISHA”.

POR:

LUIS DAVID ALVARADO GUALOTUÑA

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el **Sr. LUIS DAVID ALVARADO GUALOTUÑA**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONAÚTICA**.

Sr. Tlgo. Andrés Paredes
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, Mayo del 2009.

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis queridos padres, cuyo sacrificio me ha hecho llegar a la culminación de mis estudios y a todos mis familiares y amigos quienes me supieron guiar y estimular con fuerza de voluntad, para culminar con éxito mi carrera.

Luis David Alvarado Gualotuña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por haberme permitido conocer una de las carreras más hermosas del mundo, además de darme salud, fuerza y valor para la culminación de mi carrera.

A mis padres el Sr. Luis Alvarado y la Sra. Lucila Gualotuña; gracias por enseñarme los valores como el respeto, la honestidad y por brindarme su amor, comprensión y cariño.

A mi hermana y a toda mi familia, por su apoyo y confianza y por brindarme su amor, respeto y cariño.

A mis amigos que siempre estuvieron ahí apoyándome brindándome su amistad pero sobre todo su cariño.

Al Sr. Tlgo. Andrés Paredes, gracias por impartir sus conocimientos en el desarrollo de este proyecto de grado.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en especial a la Carrera de Mecánica Aeronáutica por darme la oportunidad de conocer todo lo referente a mi carrera y poder obtener un título profesional.

Luis David Alvarado Gualotuña

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
CARATULA	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDOS	v
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE ANEXOS	
GLOSARIO DE TERMINOS	
RESUMEN	1
SUMMARY	2
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1 Formulación de problema	5
1.2 Justificación e importancia	5
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 ALCANCE	7
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.2.1 Mantenimiento	8

2.2.2 Mantenimiento Aeronáutico	9
2.2.3 Manual	10
2.2.4 Compresores	11
2.2.5 La Corrosión	13
2.2.6 Neumática	16
2.2.7 Equipo de Lavado de Compresores	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Modalidad básica de la investigación	22
3.1.1 Tipos de Investigación	22
3.1.2 Niveles de la Investigación	23
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	23
3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.3.1 Métodos	23
3.3.2 Técnicas	24
3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	25
3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	26
3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	26
3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.7.1 Conclusiones	37
3.7.2 Recomendación	38

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD

4.1 Tema	39
4.2 Factibilidad técnica	39
4.3 Factibilidad legal	39
4.4 Factibilidad de apoyo	39

4.5 Manuales de mantenimiento	40
4.6 RECURSOS	41
4.6.1 Recurso Humano	41
4.6.2 Recurso Material	41
CAPÍTULO V	
DESARROLLO DE LA FACTIBILIDAD	
5.1 Antecedentes	44
5.2 Justificación	44
5.3 OBJETIVOS	45
5.3.1 General	45
5.3.2 Específicos	45
5.4 ALCANCE	45
5.5 MARCO TEÓRICO	46
5.5.1 Introducción	46
5.5.2 Tanques De Almacenaje	46
5.5.3 Soldadura	48
5.5.4 Galvanizado	50
5.5.5 Manómetros	55
5.5.6 Válvulas	56
5.5.7 Mangueras	58
5.5.8 Acoples	59
5.5.9 Pintura Electroestática	62
5.5.10 ARDROX 6367	63
5.6 Tipos de equipos para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B	65
5.7 PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	67
5.7.1 Planteamiento de Alternativas	67
5.7.2 Estudio de Factibilidad	68
5.7.3 Parámetros de Evaluación	71

5.7.4 Factor de Ponderación (Fp)	74
5.7.5 Matriz de Evaluación y Decisión	75
5.7.5 Selección de la Mejor Alternativa	75
5.7.6 Requerimientos Técnicos	75
5.8 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE LAVADO	
DE COMPRESORES	76
5.8.1 Descripción del Lavador de Compresores	76
5.8.2 Partes del Equipo de Lavado de Compresores	77
5.9 SISTEMAS	77
5.9.1 Sistema de Lavado	78
5.9.2 Sistema de Enjuague	78
5.10 OPERACIÓN	78
5.11 CONSTRUCCIÓN	79
5.11.1 Orden de Construcción	79
5.11.2 Codificación de Maquinas Herramientas y Equipos	84
5.11.3 Diagramas de Proceso	85
5.11.4 Tabulación de Procesos	91
5.11.5 Pruebas de Funcionamiento	92
5.11.6 Prueba de Fuga	93
5.11.7 Pruebas de Caudal	94
5.12 ELABORACIÓN DE MANUALES	95
5.12.1 Manual de seguridad	96
5.12.2 Manual de operación	98
5.12.3 Manual de mantenimiento	100
5.12.4 Hoja de registro	102
5.13 PRESUPUESTO	103
5.14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.14.1- Conclusiones	107
5.14.2- Recomendaciones	108
5.15 GLOSARIO DE TÉRMINOS	109
5.16 ABREVIATURAS	111
5.17 BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	
PLANOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 3.1: Análisis de resultados.	27
Tabla N° 3.2: Análisis de resultados.	28
Tabla N° 3.3: Análisis de resultados.	29
Tabla N° 3.4: Análisis de resultados.	30
Tabla N° 3.5: Análisis de resultados	31
Tabla N° 3.6: Análisis de resultados.	32
Tabla N° 3.7: Análisis de resultados.	34
Tabla N° 3.8: Análisis de resultados.	35
Tabla N° 4.1: Periodicidades del lavado del compresor.	40
Tabla N° 4.2: Recurso Humano.	41
Tabla N° 4.3: Costo primario.	41
Tabla N° 4.4: Maquinaria, Herramienta y Equipos.	42
Tabla N° 4.5: Mano de obra.	43
Tabla N° 4.6: Costos secundarios.	43
Tabla N° 4.7: Costos total del proyecto.	43
Tabla N° 5.1: Vida protectora del galvanizado.	53
Tabla N° 5.2: Ventajas y desventajas de la primera alternativa.	70
Tabla N° 5.3: Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.	71
Tabla N° 5.4: Matriz de evaluación y decisión.	75
Tabla N° 5.5: Codificación de Máquinas.	84
Tabla N° 5.6: Codificación de Herramientas.	84
Tabla N° 5.7: Codificación de Equipos.	85
Tabla N° 5.8: Simbología de los diagramas de proceso.	85
Tabla N° 5.9: Tabulación de procesos.	91
Tabla N° 5.10: Condiciones general del equipo	92
Tabla N° 5.11: Prueba de fuga	93
Tabla N° 5.12: Costo primario.	103
Tabla N° 5.13: Maquinaria, Herramienta y Equipos.	105
Tabla N° 5.14: Mano de obra.	105
Tabla N° 5.15: Costos secundarios.	106
Tabla N° 5.16: Costos total del proyecto.	106

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Compresor centrífugo.	11
Figura N° 2.2: Compresor axial.	12
Figura N° 2.3: Corrosión por Picadora.	13
Figura N° 2.4: Corrosión por Fatiga.	14
Figura N° 2.5: Corrosión en el Ártico.	16
Figura N° 2.6: Lavador de compresores utilizado en las empresas petroleras, tomado del manual de mantenimiento de un motor VASA 18V32LN	20
Figura N° 2.7: Equipo de lavado, limpieza y protección de la vena de aire tomado del manual de mantenimiento del motor MAKILA 1A en el catálogo de herramientas en la parte 71-00-06 página 90-0.	21
Figura N° 5.1: Recipientes a presión.	46
Figura N° 5.2: Soldadura de arco	49
Figura N° 5.3.: Área de soldado.	49
Figura N° 5.4: Soldadura oxiacetilénica.	50
Figura N° 5.5: Galvanizado	50
Figura N° 5.6: Manómetro de Burdon.	56
Figura N° 5.7: Válvula de bola.	57
Figura N° 5.8: Válvula de desahogo (alivio).	58
Figura N° 5.9: Manguera.	59
Figura N° 5.10: Acoples rápidos para servicio neumático	59
Figura N° 5.11: Acople de anillo cortante.	60
Figura N° 5.12: Acople de base rápido.	60
Figura N° 5.13: Acople de boquilla con tuerca de racor.	61
Figura N° 5.14: Boquilla.	61
Figura N° 5.15: Acoples rápidos para servicio hidráulicos.	61
Figura N° 5.16: Equipo de lavado, limpiezas y protección de la vena de aire.	65
Figura N° 5.17: Equipo adaptado (CEMAE-15)	66
Figura N° 5.18: Diagrama hidráulica del equipo para el lavado de compresores.	66

Figura N° 5.19: Equipo de lavado, limpieza y protección de la vena de aire tomado del manual de mantenimiento del motor MAKILA 1A en el catálogo de herramientas en la parte 71-00-06 página 90-0	67
Figura N° 5.20: Diagrama del equipo para el lavado de compresores	68
Figura N° 5.21: Diagrama del equipo para el lavado de compresores	79
Figura N° 5.22: Reservorio Cilíndrico.	81
Figura N° 5.23: Galvanizado de los reservorios cilíndricos.	81
Figura N° 5.24: Construcción del tablero de control.	82
Figura N° 5.25: Pintado del coche transportador.	83
Figura N° 5.26: Ensamblaje del equipo de lavado de compresores.	83

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS I INVESTIGACIÓN

ANEXO A: Observación al Taller de Motores del CEMAE-15

ANEXO B: Observación al Personal Técnico del Taller de Motores del CEMAE-15

ANEXO C: Observación al Taller de Motores del CEMAE-15

ANEXO D: Encuesta para los Técnicos del Taller de Motores del CEMAE-15

ANEXO E: Centros de Mantenimiento Aeronáutico Certificados

ANEXO II EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA MANIPULAR AGENTE LIMPIADOR.

ANEXO III CERTIFICADO TÉCNICO.

ANEXOS IV ACCESORIOS UTILIZADOS

ACCESORIOS UTILIZADOS

TANQUES

COCHE TRANSPORTADOR

PLACAS UTILIZADAS

EQUIPO COMPLETO

PARTES DEL EQUIPO

ANEXOS V FUNCIONAMIENTO

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HELICÓPTERO LAMA

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HELICÓPTERO SUPER PUMA

RESUMEN

El presente proyecto contiene información sobre la investigación que se tuvo que realizar para la construcción de un equipo para optimizar los procesos de lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB y elementos que componen este equipo, además da a conocer en el Marco Teórico breves nociones de maquinaria, herramientas y equipos utilizados para la construcción.

Su elaboración fue realizada con fines de apoyar al Taller de Motores del CEMAE-15, de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA" y así facilitar el mantenimiento preventivo de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB, ya que este es un equipo de preservación para la vida útil de un motor, el cual cumple con todas las características requeridas por el manual de mantenimiento que es emitido por el fabricante de los motores, también brinda seguridad al personal técnico encargado de realizar las operaciones de lavado de compresores.

El proyecto consiste en un equipo para el lavado de compresores que tienen una secuencia lógica que esta detallada en cada uno de los manuales de seguridad, operación y mantenimiento, con sus diferentes elementos y sistemas.

El material utilizado en el desarrollo y construcción del presente proyecto garantiza su durabilidad ya que con el estudio realizado de todas las partes que componen el equipo de lavado de compresores, cumplen las exigencias de resistencia y esfuerzo que soportará durante su operación nominal.

SUMMARY

The present project contains information on the investigation that had to be carried out for the construction of a team to optimize the processes of laundry of compressors of the motors MAKILA 1A, TURMO IV C, XIV ASTAZOU H, ARTOUSTE III B AND ARRIEL IB and elements that compose this team, also give to know in the Marco Theoretical brief machinery notions, tools and teams used for the construction.

Their elaboration was carried out with ends of supporting to the Shop of Motors of the CEMAE-15, of the Brigade of Aviation of the Army N° 15 "PAQUISHA" and this way to facilitate the preventive maintenance of the motors MAKILA 1A, TURMO IV C, XIV ASTAZOU H, ARTOUSTE III B AND ARRIEL IB, since this it is a preservation team for the useful life of a motor, which fulfills all the characteristics required by the maintenance manual that is emitted by the maker of the motors, also offers security to the technical personnel in charge of carrying out the operations of laundry of compressors.

The project consists on a team for the laundry of compressors that you/they have a logical sequence that this detailed one in each one of the manuals of security, operation and maintenance with its different elements and systems.

The material used in the development and construction of the present project guarantees its durability since with the carried out study of all the parts that you/they compose the team of laundry of compressors, they complete the resistance demands and effort that it will support during its nominal operation.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército N°-15 (CEMAE - 15) desde su creación en el año de 1997, cumple con la misión en proporcionar apoyo de mantenimiento aéreo a la AVIACIÓN DEL EJÉRCITO, a fin de mantener la operatividad de las aeronaves.

La integran personal militar tanto técnico y administrativo con un alto espíritu de superación y desarrollo, los cuales se encargan de mantener las aeronaves con los más altos estándares de calidad y seguridad.

En el taller de mantenimiento del CEMA-15, el personal técnico militar realiza varios trabajos en el área de:

- Estructuras y palas.
- Motores.
- Aviónica.
- Hidráulica.
- Conjuntos Mecánicos.
- Tratamientos corrosivos.
- Soldas especiales.

Rigiéndose a los manuales de mantenimiento, reparación y overhaul, en los que se detallan los procesos a seguir, equipos y herramientas a utilizarse. Entre los trabajos que se realizan se encuentra los diferentes tipos de Inspecciones y mantenimientos programados para las aeronaves en la línea de fabricación Francesa y Rusa, trabajos que son emitidos y recomendados por los fabricantes, en los diferentes Manuales de Mantenimiento y reparación respectivamente.

El CEMA-15 está ubicada en la Provincia de Pichincha - Ciudad de Quito, en el Valle de los Chillos, Barrio La Balbina, en la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA" (BAE-15).

En la actualidad el CEMAE-15 se apoya en el TALLER DE MOTORES, el cual posee equipo y herramienta para los diferentes tipos de inspecciones y mantenimientos de motores en la línea de Fabricación Francesa y Rusa.

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente y el crecimiento continuo en equipo y herramientas, y el engrandecimiento del conocimiento técnico del personal, la carencia de equipos y soportes respectivos para realizar trabajos de remoción e instalación de elementos, como para el lavado, limpieza y protección de los compresores se ve la necesidad de adquirir y/o construir equipos que permitan a los técnicos realizar estos trabajos de manera segura y eficiente.

Con el transcurrir del tiempo y por el uso empleado, el equipo para el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV-C, ASTAZOU XIV-H, ARTOUSTE IIIB y ARRIEL IB, ha quedado fuera de funcionamiento produciendo contratiempos y retrasos en el mantenimiento de los mismos al momento de realizar las inspecciones periódicas y complementarias, originando que la aeronave quede fuera de servicio.

Desde que ha quedado fuera de funcionamiento el equipo para el lavado, limpieza y protección de los compresores, ha venido creando contratiempos y retrasos en el mantenimiento de los motores, al momento de realizar las inspecciones, como también poniendo en riesgo al personal técnico que realiza los trabajos lavado, limpieza y protección de los compresores, ya que esta tarea se ejecuta con un equipo que no está certificado por el manual de mantenimiento, disminuyendo así la eficiencia operativa y exponiendo a los técnicos encargados de estos mantenimientos sufran un accidente.

De no darse una solución a este problema seguiría dando lugar a una pérdida de esfuerzos, tiempo y recursos, siendo necesario la implementación, adquisición y/o construcción de un equipo para el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, para así poder mejorar el trabajo y por ende optimizar tiempo y recursos.

1.1.1 Formulación de problema

¿Qué condiciones físicas y técnicas se deben considerar para mejorar y optimizar el trabajo de lavado, limpieza y protección de los compresores para los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL IB del TALLER DE MOTORES del CEMAE-15, mediante la adquisición y/o construcción de un equipo adecuado para el mencionado mantenimiento?

1.2 Justificación e importancia

El TALLER DE MOTORES del CEMAE-15, dispone de Técnicos capacitados en cada una de sus áreas de trabajo, así también, con herramientas y equipos acorde a los trabajos que allí se realizan, sin embargo, hay trabajos específicos como el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores: MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL IB, de los helicópteros: Súper Puma, Puma, Gazelle, Lama, Ecureuil respectivamente, que por no tener el equipo apropiado produce retrasos en el mantenimiento e impiden el fortalecimiento de la eficiencia profesional.

Por lo antes señalado es importante y prioritaria la adquisición y/o la construcción de un equipo para el lavado, limpieza y protección de los compresores de los distintos motores y así fortalecer la eficiencia profesional del personal técnico del TALLER DE MOTORES del CEMAE-15.

Ayudando de este modo a la optimización de los procesos de mantenimiento de lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B y de esta forma lograr que las actividades se realicen de una manera efectiva y eficiente.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 General

- Establecer las condiciones técnicas y de equipamiento, mediante la investigación, la observación y el estudio de los manuales de mantenimiento y herramientas, para mejorar las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, que forman parte del TALLER DE MOTORES del CEMAE-15.

1.3.2 Específicos

- Estudiar las condiciones de trabajo en que se realizan las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.
- Recopilar información que ayude a la investigación y permita proyectar la construcción e implementación de un equipo para optimizar las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores.
- Plantear las alternativas de construcción e implementación de un equipo, con sus respectivos manuales de operación para el lavado, limpieza y protección de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.

1.4 ALCANCE

El presente estudio de investigación se realizará en el Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA” específicamente en el Taller de Motores, en donde se estudiarán las condiciones de los equipos de mantenimiento de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOUL XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL IB, y del trabajo que realiza el personal técnico que labora en este taller.

Este proyecto va a beneficiar al personal técnico del Taller de Motores del CEMAE-15, encargado de realizar las operaciones de lavado de compresores, de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOUL XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL IB, como parte de los programas de mantenimiento de los mismos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para la realización del presente proyecto, se revisaron diversas fuentes referentes al mantenimiento de motores específicamente al lavado, limpieza y protección de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, pudiéndose concluir que esta investigación es nueva, en el ámbito de la preservación de la vida útil de un motor específico, en tal razón no ha existido estudios ni investigaciones relacionadas con este tipo de trabajo.

Ante la falta de información específica, motivo de la presente propuesta, se pudo encontrar un documento que trata de la Construcción de un lavador de Compresores para el Motor PT6-27 del Avión TWIN OTTER desarrollado por el señor Gustavo Xavier Hernández Mora, equipo que tiene la misma finalidad al que se pretende construir pero para un motor diferente, por tal motivo se utilizará como guía para la ejecución del presente proyecto, aunque existen grandes diferencias entre los tipos y modelos de motores en los cuales se emplean este tipo de equipos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 MANTENIMIENTO

Es el conjunto de trabajos mecánicos que permite mantener en condiciones estándar de operación y funcionamiento a equipos, máquinas, herramientas e infraestructura en general, alargando su vida útil¹.

Objetivos del mantenimiento:

- Disminuir la gravedad de fallas para evitar posibles daños.
- Evitar detenciones inútiles de máquinas o equipos.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad de los técnicos de mantenimiento.

¹ www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

2.2.2 MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

Toda inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes; pendientes a conservar las condiciones de Aeronavegabilidad de una aeronave y/o componentes de ella, se denomina en general como Mantenimiento Aeronáutico.

Tipos de inspecciones:

- Inspección inicial.
- Inspección de daños ocultos.
- Inspección progresiva.
- Inspección programada.
- Inspección final.

Inspección inicial

Es una inspección visual, y es aquella que se realiza para determinar daños externos superficiales en la estructura de las aeronaves y sus sistemas, como son rajaduras, golpes, fugas de aceite, corrosión, etc.

Inspección de daños ocultos

Son inspecciones que se realizan a elementos específicos, aplicando ensayos no destructivos (NDI), a fin de determinar daños internos que no son apreciables en una inspección visual.

Inspección progresiva (programada)

Las inspecciones que se realizan en base a los manuales de operación y mantenimiento al cumplir la aeronave una determinada cantidad de horas de operación.

Inspección final

La inspección final es la verificación documentada de los distintos trabajos de mantenimiento realizados previa a la autorización de operaciones de las aeronaves en mantenimiento.

2.2.3 MANUAL

Es un documento o folleto donde se encuentran de forma definible, invariable y ordenada las obligaciones, tácticas y herramientas de un trabajo determinado:

- Manual de Mantenimiento.
- Manual de Overhaul.
- Manual de Herramientas y Equipos.

Manual de mantenimiento

Es la recopilación de procedimientos escritos para ejecutar una tarea, seguida de orden, proceso y control para el desarmado, limpieza, inspección, cambio, etc.

Manual de overhaul

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca algún fallo o bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo en condiciones estándar de operación, ejecutando tareas como: desarmado total o parcial, limpieza, inspección, reparación, pruebas funcionales y operacionales, ensamble y, terminado final, de acuerdo al ATA 100.

Manual de herramientas y equipos

Es la recopilación codificada de herramientas, máquinas y equipos que se deben utilizar en las distintas operaciones, bajo estricto cumplimiento de los manuales de mantenimiento y overhaul.

Estos manuales se rigen a la RDAC parte 121 Requerimientos Operacionales y está contemplado en la SUBPARTE G en la parte 121.131 Requerimiento de Manuales.

2.2.4 COMPRESORES

Son máquinas de flujo continuo en donde se transforma la energía cinética (velocidad) en presión².

Máquina que eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Comparados con turbo soplantes y ventiladores centrífugos o de circulación axial, en cuanto a la presión de salida, los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión.

Tipos de compresores:

- Compresores dinámicos – centrífugos.
- Compresores de flujo axial.

Compresores dinámicos - centrífugos

El compresor centrífugo es el primer diseño empleado con éxito en las turbinas de gas. Está conformado por tres partes principales conocidas como rodete, difusor y múltiple de distribución, cada uno con una función específica en el proceso de compresión.

Los compresores centrífugos son el tipo que más se emplea en la industria de procesos químicos porque su construcción sencilla, libre de mantenimiento permite un funcionamiento continuo durante largos periodos³.

Sus aplicaciones especiales son aeroespaciales, en los turbo cargadores para motores de combustión, compresores de carga, etc.



Figura N° 2.1: Compresor centrífugo.

² RIVAS, A.G. “Motores de Turbina de Gas”, Tomo I

³ RIVAS, A.G. “Motores de Turbina de Gas”, Tomo II

Compresores de flujo Axial

El aire en un compresor axial, fluye en la dirección del eje del compresor acoplado al eje por medio de un disco y una serie de álabes fijos o álabes del estator acoplados a la carcasa del compresor y concéntrico al eje de rotación. Cada conjunto de álabes móviles y álabes fijos forman una etapa del compresor.

El aire es tomado por el conjunto de álabes móviles e impulsado hacia atrás en sentido axial y entregado al conjunto de álabes fijos con una mayor velocidad. Los álabes fijos o álabes del estator actúan como difusor en cada etapa, transformando la energía cinética del aire en energía potencial en forma de presión y a su vez, dan al flujo el ángulo adecuado para entrar en los álabes móviles de la siguiente etapa.

Cada etapa de un compresor axial produce un pequeño incremento en la presión del aire. Un mayor incremento de presión en un compresor axial se logra instalando varias etapas, presentándose una reducción en la sección transversal a medida que el aire es comprimido⁴.

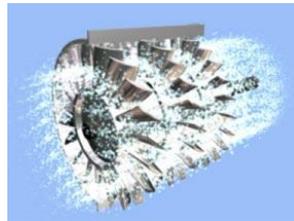


Figura N° 2.2: Compresor axial.

Algunas de las ventajas más importantes de los compresores axiales frente a los compresores centrífugos, especialmente para aplicaciones aeronáuticas.

Estos tipos se emplean en turbinas de gas y motores de reacción (jet) para aviones, excepto los muy pequeños.

⁴ RIVAS, A.G. "Motores de Turbina de Gas", Tomo II

2.2.5 LA CORROSIÓN

Principio de la corrosión

Corrosión es el deterioro de los metales debido a la reacción ELECTROQUÍMICA a su medio ambiente. La inestabilidad de los metales en su forma natural empieza el proceso de corrosión. Cualquier acción química acompañada por el flujo de electrones, se llama reacción ELECTROQUÍMICA⁵.

La reacción ELECTROQUÍMICA ocurre cuando la presencia de agua (humedad, condensación, rocío salino) actúa como electrolito y reacciona con un metal.

Tipos de corrosión:

Picadura.

Esta es una forma común y grave de ataque corrosivo localizado. La picadura es la corrosión galvánica entre los granos de una aleación. Ocurre cuando la distribución desigual de los elementos de la aleación tiene suficiente diferencia de potencial para crear una celda de concentración generalmente ocurre en forma de picaduras. Se observa primeramente como un depósito de polvo blanco o gris que mancha la superficie. Cuando se limpia el depósito, se pueden ver pequeñas picaduras o agujeros⁶.



Figura N° 2.3: Corrosión por Picadora.

Galvánica.

En vista de que la corrosión galvánica puede significar cualquier corrosión que ocurre electro químicamente, un nombre más específico para la corrosión que aparece entre dos metales diferentes sería la de corrosión disímil del metal.

⁵ INTER-AMÉRICA AIR FORCES ACADEMY “Control de la Corrosión”, pág. N° 1

⁶ INTER-AMÉRICA AIR FORCES ACADEMY “Control de la Corrosión”, pág. N° 10

Corrosión Filiforme

Los metales cubiertos de revestimientos orgánicos tienden a desarrollar un tipo de corrosión que se manifiesta en numerosos filamentos de productos corrosivos debajo del revestimiento.

Corrosión Intergranular

La disimilitud en las condiciones internas-externas puede causar la corrosión intergranular. Durante la fabricación de una pieza, el tratamiento térmico o métodos de extrusión incorrectos son las causas principales de este tipo de corrosión.

Corrosión por Fatiga

La corrosión por fatiga se debe a los efectos combinados del esfuerzo cíclico y de la corrosión. Ningún metal es inmune a cierta reducción en su resistencia a consecuencia de los esfuerzos cíclicos si el metal se encuentra en un ambiente corrosivo. La falla ocasionada a raíz de la corrosión por fatiga, ocurre en dos etapas.

Durante la primera etapa, la acción combinada de la corrosión y del esfuerzo cíclico daña el metal mediante la formación de fisuras y picaduras hasta tal punto que finalmente ocurrirá una fractura debido a los esfuerzos cíclicos aunque se elimina completamente el ambiente corrosivo. La segunda etapa es esencialmente una etapa de fatiga en donde la falla prosigue debido a la propagación de la rajadura, y es controlada principalmente por los efectos de concentración del esfuerzo y las propiedades físicas del metal. La fractura de una pieza de metal. Debido en parte a la corrosión por fatiga generalmente en un punto de esfuerzo muy por debajo del límite de fatiga aunque la cantidad de corrosión sea pequeña⁷.



Figura N° 2.4: Corrosión por Fatiga.

⁷ INTER-AMÉRICA AIR FORCES ACADEMY “Control de la Corrosión”, pág. N° 14

Corrosión por actividad salina diferenciada

Este tipo de corrosión se verifica principalmente en calderas de vapor, en donde la superficie metálica expuesta a diferentes concentraciones salinas forma a ratos una pila galvánica en donde la superficie expuesta a la menor concentración salina se comporta como un ánodo.

Factores que afectan el régimen de corrosión

Las causas, los tipos y los grados de severidad de la corrosión dependen de muchos factores, algunos de los cuales no pueden controlarse a nivel de escuadrón y tienen que aceptarse. Sin embargo, si se controlan debidamente, el mantenimiento reducirá la posibilidad y el grado de corrosión.

La corrosión puede avanzar a un régimen rápido o lento. El régimen es controlado por la naturaleza del metal, el ambiente, la concentración de reactivo y la temperatura atmosférica. En virtud de que el metal puede variar desde un alto grado de pureza hasta una aleación compuesta por muchos elementos, es posible que sea afectado por la corrosión de maneras muy distintas. La variabilidad de la estructura física debido al tratamiento térmico, al templado o al trabajo en frío, puede afectar su susceptibilidad a la corrosión.

Además, la forma, el tamaño o el acabado del metal pueden afectar la velocidad de reacción. Las condiciones ambientales, tales como el contenido de humedad, los contaminantes químicos y la temperatura, pueden alterar en alto grado el régimen de reacción a la corrosión⁸.

Ubicaciones geográficas

Las ubicaciones geográficas pueden dividirse en:

- Ártico.
- Zonas industriales templadas.
- Tropicales marinas.

Ártico

A temperaturas sumamente bajas, la corrosión ELECTROQUÍMICA es mínima.

⁸ INTER-AMÉRICA AIR FORCES ACADEMY “Control de la Corrosión”, pág. N° 20



Figura N° 2.5: Corrosión en el Ártico.

Zona industrial templada

En las zonas templadas, las temperaturas varían entre -23°C a 37°C y la humedad va del 10 al 100 por ciento. Estas condiciones son propicias para una extensa corrosión. El humo el hollín y otros contaminantes que producen los complejos industriales se suman al problema de la corrosión en las zonas templadas. Los gases expulsados por dichas plantas industriales se combinan con la humedad y forman condensaciones ácidas que aceleran la acción corrosiva en la zona.

Zonas tropicales marinas

El mayor reto a la capacidad del especialista en corrosión es la combinación de alta temperatura y humedad. En estas condiciones, el régimen de corrosión aumenta en directa relación con el aumento de la temperatura. El ambiente corrosivo se convierte en un serio problema cuando las zonas tropicales se encuentran en una zona marina. El aire cargado de sal se combina con la alta temperatura y humedad y rápidamente produce un alto régimen de corrosión.

2.2.6 NEUMÁTICA

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse.⁹

⁹ www.monografias.com/Neumática

Ventajas de la Neumática:

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra.
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia.
- Cambios instantáneos de sentido.

Desventajas de la neumática:

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruidos generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

Características y diferencias entre sólidos y gases

Características de los sólidos:

- Tienen forma y volumen definidos.
- No toman la forma del recipiente que los contiene.
- Sus fuerzas de cohesión son estables.

Características de los gases:

- No tienen forma ni volumen definidos.
- Toman la forma del recipiente que los contiene.
- Sus fuerzas de cohesión son inestables.

Propiedades del aire comprimido

¿Cuáles son las propiedades del aire comprimido que han contribuido a su popularidad?

Abundante: Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.

Transporte: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.

Almacenable: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).

Temperatura: El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.

Antideflagrante: No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.

Limpio: El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.

Constitución de los elementos: La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico.

Velocidad: Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos puede regularse sin escalones).

A prueba de sobrecargas: Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

Preparación: El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).

Compresible: Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.

Fuerza: El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar.), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).

Propiedades de la presión en un medio fluido

- La presión en un punto de un fluido en reposo es igual en todas las direcciones (Principio de Pascal).
- La presión en todos los puntos situados en un mismo plano horizontal en el seno de un fluido en reposo (y situado en un campo gravitatorio constante) es la misma.
- En un fluido en reposo la fuerza de contacto que ejerce en el interior del fluido una parte de este sobre la otra es normal a la superficie de contacto
- La fuerza asociada a la presión en un fluido ordinario en reposo se dirige siempre hacia el exterior del fluido, por lo que debido al principio de acción reacción, resulta en una compresión para el fluido, jamás una tracción.
- La superficie libre de un líquido en reposo es siempre horizontal. Eso es cierto sólo en la superficie de la Tierra y a simple vista, debido a la acción de la gravedad no es constante. Si no hay acciones gravitatorias, la superficie de un fluido es esférica y, por tanto, no horizontal¹⁰.

2.2.7 EQUIPO DE LAVADO DE COMPRESORES.

Es un equipo que permite el lavado de la vena de aire de los motores de helicópteros de una manera segura y eficaz, elementos que por lo general son difíciles de manipularlos.

Unidades de lavado para compresores

Con conexión eléctrica

La unidad de lavado se complementa con conexiones eléctricas a prueba de explosión y líneas de transferencia de fluido y aire aseguradas de manera que se pueda garantizar una operación, este equipo se lo utiliza para operaciones en

¹⁰ **ROBERT I, Mott** "Mecánica de Fluidos Aplicada", Tomo I, Página 50

gran escala como en petroleras, termoeléctricas, etc. ya que es un equipo motorizado y de grandes dimensiones.



Figura N° 2.6: Lavador de compresores utilizado en las empresas petroleras, tomado del manual de mantenimiento de un motor VASA 18V32LN.

Hidrolavadora

El lavado interno y externo de los equipos se realiza por chorro a presión, generado por una Hidrolavadora.

Las hidrolimpiadoras son básicamente bombas de pulverización portátiles, de agua (y otros productos los modelos que incorporan dosificadores de detergente) a Alta Presión, para el lavado de suelos, fachadas y todo tipo de superficies. Mientras los modelos más simples de Hidrolimpiadoras sólo pulverizan agua fría, las hidrolimpiadoras profesionales más avanzadas ofrecen caudales de hasta 1.000 litros/hora y una presión de hasta 200 bares.

Equipo de lavado, limpieza y protección de la vena de aire

De acuerdo al manual de herramientas este equipo fue diseñado por la empresa TURBOMECA, para el lavado, limpieza y protección de la vena de aire, con todas las seguridades, para que los técnicos que operan este equipo lo realicen de la mejor manera, este equipo es demasiado complejo por su diseño, construcción y por su operación.

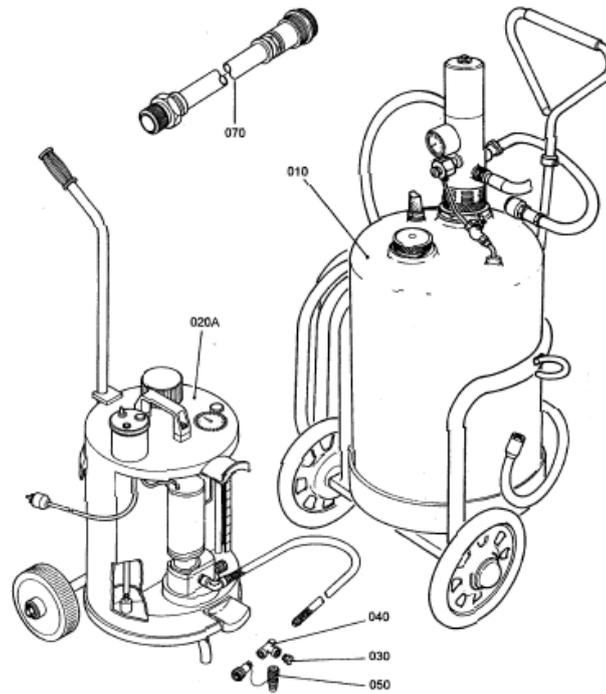


Figura N° 2.7: Equipo de lavado, limpieza y protección de la vena de aire tomado del manual de mantenimiento del motor MAKILA 1A en el catálogo de herramientas en la parte 71-00-06 página 90-0.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Modalidad básica de la investigación

La presente investigación presenta un alto grado de importancia, misma que permitió la implementación de un equipo de lavado, limpieza y protección de los compresores para los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, esto ayudará a la optimización de los procesos de mantenimiento del lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15.

Durante la investigación de campo realizada al TALLER DE MOTORES del CEMAE-15, se encontró un equipo que no brinda las condiciones apropiadas para el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, equipo que no es el adecuado de acuerdo al manual de mantenimiento y herramienta.

La investigación bibliográfica documental detalló el estudio de las exigencias técnicas que los manuales de mantenimiento lo describen para así satisfacer las exigencias técnicas que debe tener el equipo para el lavado, limpieza y protección de los compresores para así poder alargar la vida útil de estos componentes rigiéndose a los manuales de mantenimiento y herramientas.

3.1.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación de campo fundamentalmente fue no experimental ya que se limitó a la observación de las prácticas operacionales que se realizan para el lavado, limpieza y protección de los compresores por parte de los técnicos que laboran en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15.

Durante el proceso de factibilidad y su aplicación, la investigación se torno cuasi experimental debido a las variables de construcción del equipo que existen en los manuales y experimental porque en este proceso se realizara los ensayos y pruebas operacionales del equipo.

3.1.2 NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue descriptiva en razón que se analizó las operaciones secuenciales que realizan los técnicos del taller de motores del CEMAE-15 durante las operaciones de mantenimiento y lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, ya que se encuentran detallados en los manuales de mantenimiento de cada uno de estos motores. Así también, se tornó explicativa ya que da a conocer los equipos y procesos que se deben utilizar en este trabajo, el cual está detallado en cada uno de los manuales de mantenimiento de los motores.

La investigación es exploratoria porque se realizaron varias visitas al taller de motores del CEMAE-15, para verificar como se desarrollan los trabajos de lavado de compresores.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

En base a la delimitación espacial el campo investigado es el TALLER de MOTORES del CEMAE-15 ubicado en la Provincia de Pichincha - Ciudad de Quito, Valle de los Chillos, en el Barrio La Balbina.

Para comprobar el nivel de conocimiento en las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores, se considerará como población a los técnicos que laboran en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15.

La población investigada la constituyeron 9 personas que laboran en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15.

Considerando que la población es muy pequeña se tomó a los 9 técnicos como población total a ser investigada.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Métodos

Análisis

Al realizar un análisis en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15 se pudo observar las operaciones anti-técnicas que realiza el personal encargado del proceso de lavado, limpieza y protección de los compresores, tales como no utilizar el equipo apropiado o equipo defectuoso (Anexo A, B, C), operaciones que

son las inadecuadas ya que no cumple con los requerimientos que el manual de mantenimiento lo dispone para la ejecución de esta tarea.

Se realizó el análisis de cada una de las preguntas de la Encuesta aplicada al personal técnico del TALLER de MOTORES del CEMAE-15, esto se encuentra en la parte del análisis e interpretación de resultados.

Síntesis

Los procesos de lavado, limpieza y protección de los compresores para los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, que se realizan en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15, se ejecuta de manera inapropiada, sin emplear el equipo correspondiente y sin seguir los procedimientos descritos en el manual de mantenimiento y herramientas de los motores, necesitando una acción correctiva urgente.

Deducción

En la investigación documental realizada a los distintos manuales de mantenimiento y herramientas se pudo deducir que para este trabajo se debe emplear el equipo para el lavado, limpieza y protección de compresores apropiado y que se halla especificado en los manuales de mantenimiento y herramientas.

3.3.2 Técnicas

La observación

Se realizó una observación de campo, la cual permitió ver, conocer las maneras en que se realizan los procesos de lavado de compresores en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15, para lo cual se realizó fichas de observación con la ayuda de una cámara fotográfica con objeto de:

- Investigar porque el equipo de lavado de compresores quedó fuera de funcionamiento. (Ver anexo A)
- Determinar las condiciones en las cuales está el equipo de lavado de compresores. (Ver anexo B)
- Observar el funcionamiento del equipo que se utiliza actualmente para el lavado de compresores. (Ver anexo C)

La encuesta

Esta técnica ayudo a la recopilación de datos de primera mano, esta herramienta que se lo conoce también como cuestionario, se realizó con el empleo de preguntas de estimación, con lo cual se logró obtener información clara de las necesidades de los técnicos del TALLER de MOTORES del CEMAE-15, con el objetivo de, investigar el criterio de los técnicos del TALLER DE MOTORES DEL CEMAE-15, sobre la importancia de la construcción de un equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B. (Ver anexo D)

3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de datos informativos, se utilizó una fuente primaria, con la ayuda de las técnicas e instrumentos señalados en los párrafos anteriores, mismos que se aplicaron al personal técnico que trabaja en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15, poniendo énfasis al requerimiento a satisfacer, para valides y confiabilidad de las encuestas realizadas, se solicito antes de su aplicación el criterio juicioso de expertos en el tema, esto permitió desarrollar un instrumento de recolección de datos confiables y veraces.

En lo referente al campo bibliográfico documental, se examinó los manuales de mantenimiento, bibliografías y documentos destinados al tema de investigación y páginas web en Internet.

La observación en el campo que se realizó, la constituye en un equipo fundamental para así poder obtener una clara perspectiva de las herramientas, equipos y procedimientos que se aplican en las tareas de lavado de compresores.

El investigador, realizó las encuestas al personal técnico en la especialidad en motores del CEMAE-15. En la encuesta se aplicó preguntas de estimación en razón a que permite indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de divagaciones o conjeturas superficiales, que permitirá tener una buena tabulación de los datos, para así tener una clara interpretación de resultados.

3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de los datos que se obtuvo en las encuestas realizadas al personal de la especialidad en motores del CEMAE-15, se procedió de la siguiente forma:

- 1) Se codificaron y se tabularon los datos.
- 2) Se representaron en forma gráfica.
- 3) Se analizaron los resultados.
- 4) Se interpretó los resultados.

3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tomando en cuenta los objetivos que se han propuesto en la presente investigación, así como la fundamentación del Marco Teórico, se ha realizado la recolección de la información y el procesamiento de esta información descrita en los procesos anteriores.

Las encuestas realizadas al personal técnico del TALLER de MOTORES del CEMAE-15, se presentan a continuación con su respectivo análisis.

Análisis por pregunta de los resultados de las encuestas realizadas al personal técnico del TALLER de MOTORES del CEMAE-15.

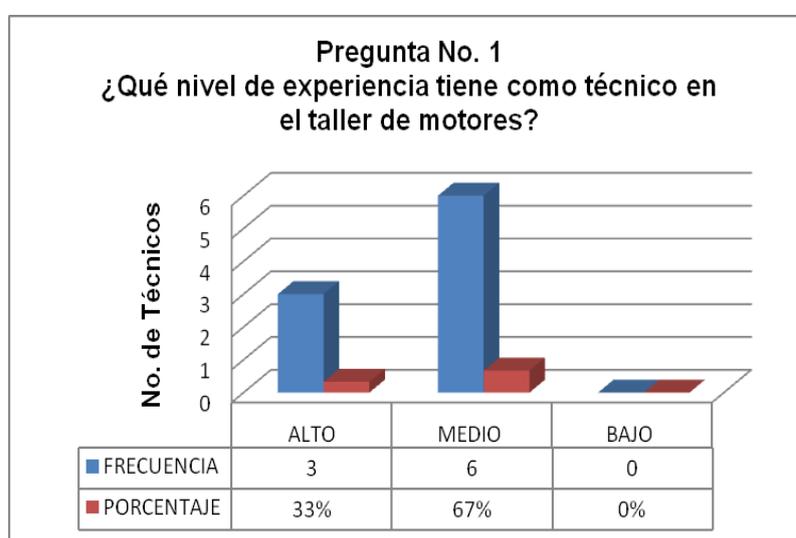
Pregunta N° 1:

¿Qué nivel de experiencia tiene como técnico en el taller de motores?

Tabla N° 3.1: Análisis de resultados.

Pregunta N° 1: ¿Qué nivel de experiencia tiene como técnico en el taller de motores?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ALTO	3	33
MEDIO	6	67
BAJO	0	0
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnicos del taller de motores del CEMAE-15.
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 67% de los técnicos manifiestan que tienen un conocimiento medio referente a la experiencia laboral en el taller de motores del CEMAE-15, esto es porque el personal todavía no ha realizado el curso de especialización de motores.

Interpretación: Esto da a entender, que la mayoría de los técnicos no tienen el conocimiento necesario sobre los procesos de mantenimiento de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, esto es porque todavía falta el curso de especialización para los motores mencionados anteriormente.

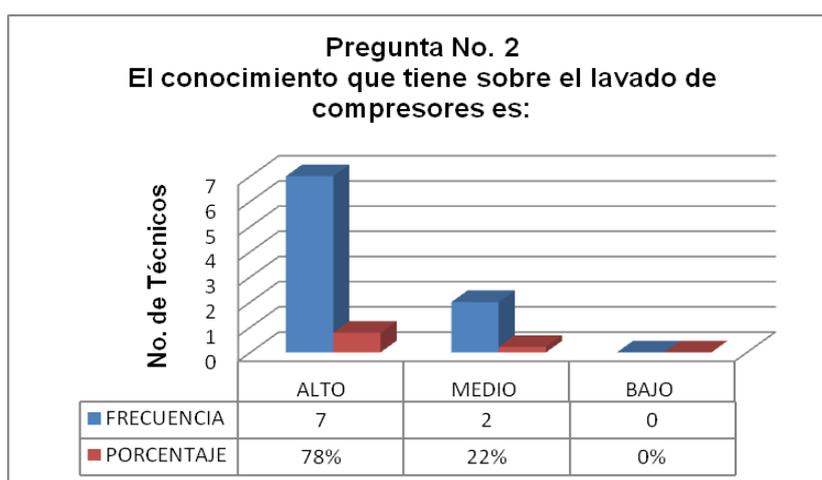
Pregunta N° 2:

El conocimiento que tiene sobre el lavado de compresores es:

Tabla N° 3.2: Análisis de resultados.

Pregunta N° 2:		
El conocimiento que tiene sobre el lavado de compresores es:		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ALTO	7	78
MEDIO	2	22
BAJO	0	0
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 78% de los técnicos conoce los procedimientos para las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.

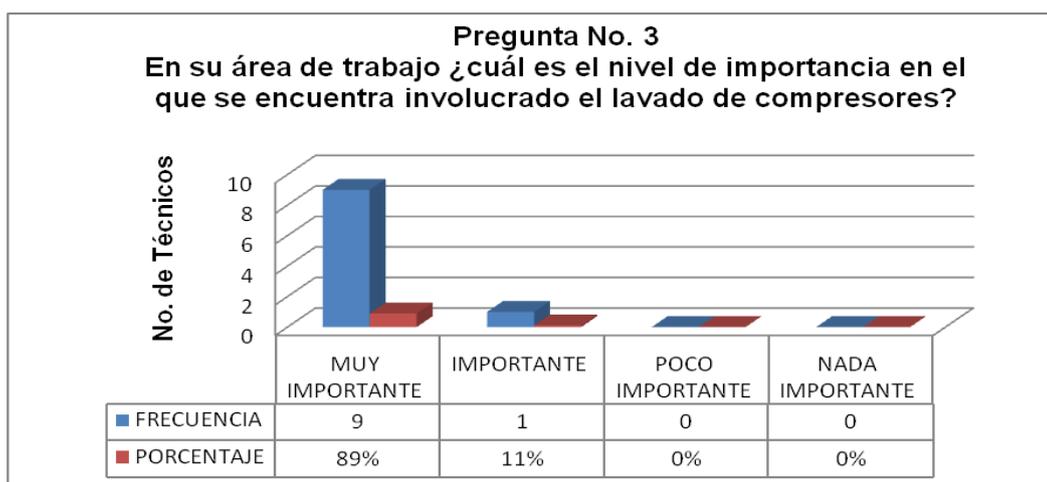
Interpretación: Esto da a deducir, que los técnicos en su gran mayoría si conocen bien las operaciones a seguir para el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.

Pregunta N° 3:

En su área de trabajo ¿cuál es el nivel de importancia en el que se encuentra involucrado el lavado de compresores?

Tabla N° 3.3: Análisis de resultados.

Pregunta N° 3:		
En su área de trabajo ¿cuál es el nivel de importancia en el que se encuentra involucrado el lavado de compresores?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MUY IMPORTANTE	9	89
IMPORTANTE	1	11
POCO IMPORTANTE	0	0
NADA IMPORTANTE	0	0
TOTAL	9	100
Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.		
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.		



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 89% de los técnicos, considera que en su área de trabajo si es muy importante el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.

Interpretación: El equipo de lavado de compresores si es importante ya que con el que realizan en la actualidad las operaciones de lavado no brinda las condiciones que el manual de mantenimiento así lo especifica y no es el adecuado y por tal razón este equipo pone en riesgo a los técnicos del taller de motores.

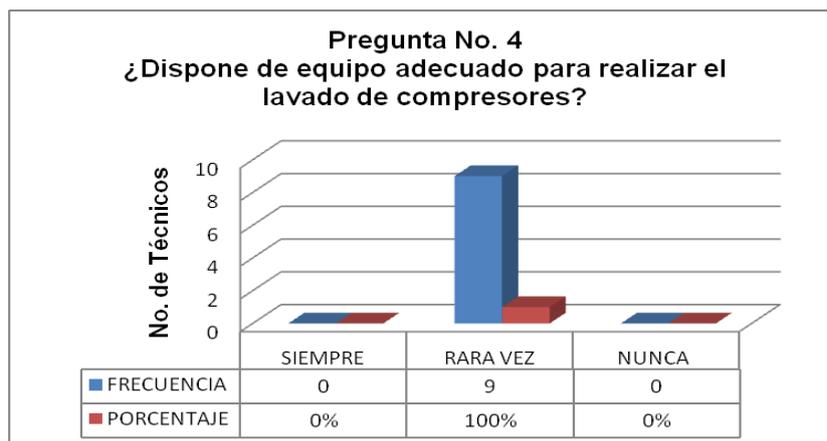
Pregunta N° 4:

¿Dispone de equipo adecuado para realizar el lavado de compresores?

Tabla N° 3.4: Análisis de resultados.

Pregunta N° 4:		
¿Dispone de equipo adecuado para realizar el lavado de compresores?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	0	0
RARA VEZ	9	100
NUNCA	0	0
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 100% de los técnicos, señala que no dispone de un equipo adecuado para las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores, esto actualmente no permite realizar un trabajo seguro y eficiente.

Interpretación: Esto quiere decir, que los técnicos al realizar las operaciones de lavado de compresores lo hacen en forma anti técnica e insegura poniendo en riesgo al personal técnico y los componentes y accesorios de motor.

Pregunta N° 5:

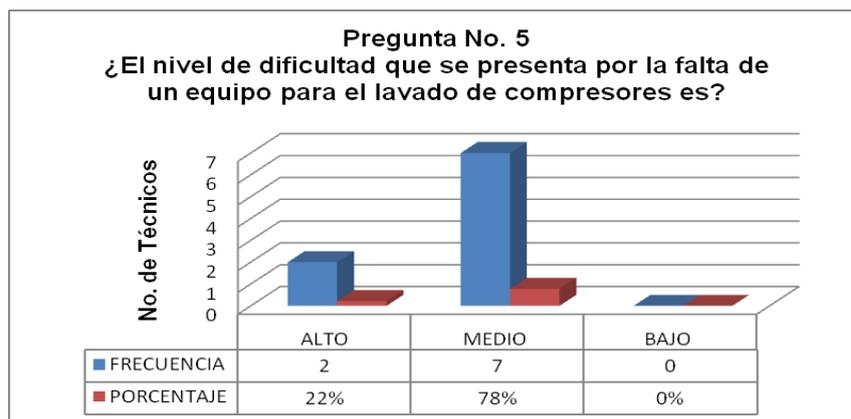
¿El nivel de dificultad que se presenta por la falta de un equipo para el lavado de compresores es?

Tabla N° 3.5: Análisis de resultados.

Pregunta N° 5: ¿El nivel de dificultad que se presenta por la falta de un equipo para el lavado de compresores es?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ALTO	2	22
MEDIO	7	78
BAJO	0	0
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 78% de los técnicos, señala que la dificultad que se presenta por no existir el equipo apropiado para las operaciones de lavado de compresores es de nivel medio y esto trae consigo retrasos en el mantenimiento.

Interpretación: Los técnicos al momento de realizar las operaciones de lavado de compresores tienen dificultad en el trabajo por no tener el equipo apropiado que el manual mantenimiento y herramienta lo requiere.

Pregunta N° 6:

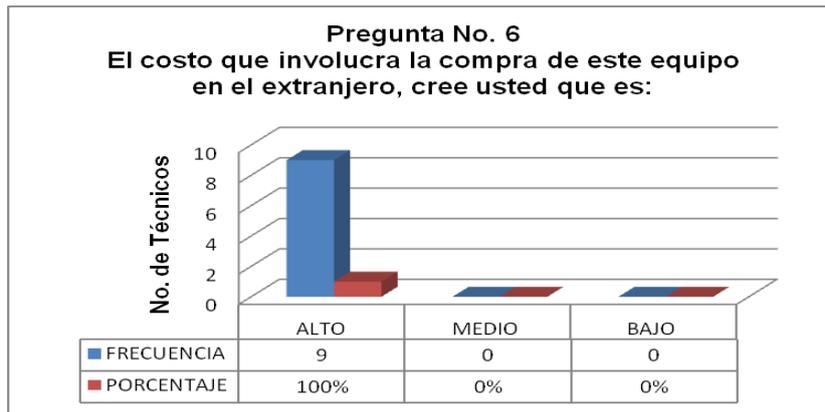
El costo que involucra la compra de este equipo en el extranjero, cree usted que es:

Tabla N° 3.6: Análisis de resultados.

Pregunta N° 6:		
El costo que involucra la compra de este equipo en el extranjero, cree usted que es:		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ALTO	9	100
MEDIO	0	0
BAJO	0	0
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 100% de los técnicos manifiesta que el costo económico para la compra de este equipo es muy elevado, por lo que es mejor construir un equipo de similares características, para disminuir costos.

Interpretación: Esto da a conocer, que no es conveniente comprar el equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, porque su valor es elevado, en tal razón el construir uno de similares características es una alternativa económicamente posible a fin de reducir costos.

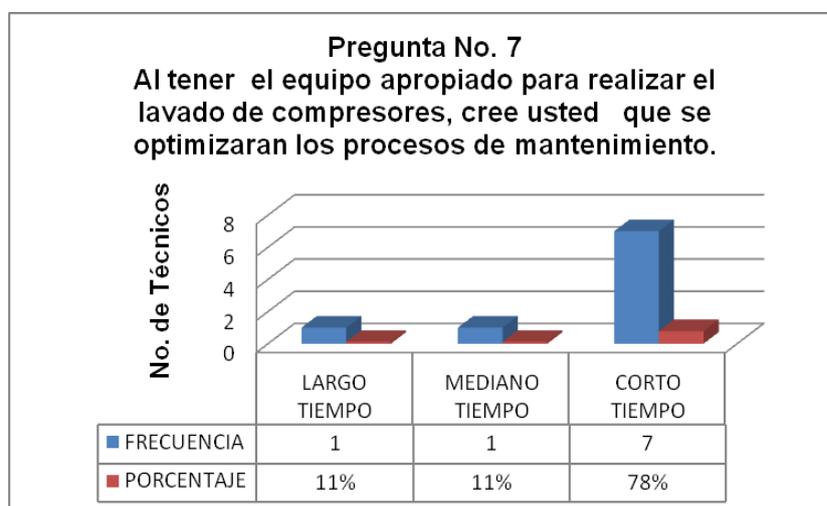
Pregunta N° 7:

Al tener el equipo apropiado para realizar el lavado de compresores, cree usted que se optimizaran los procesos de mantenimiento.

Tabla N° 3.7: Análisis de resultados.

Pregunta N° 7:		
Al tener el equipo apropiado para realizar el lavado de compresores, cree usted que se optimizaran los procesos de mantenimiento.		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
LARGO TIEMPO	1	11
MEDIANO TIEMPO	1	11
CORTO TIEMPO	7	78
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Análisis: El 78% de los técnicos, indican que al tener todo el equipo para las operaciones de lavado de compresores si se optimizaría los procesos mantenimiento en un corto tiempo.

Interpretación: Quiere decir, que al tener el equipo adecuado para las operaciones de lavado de compresores como indica el manual de mantenimiento, si se optimizaría los procesos de mantenimiento y así poder realizar más rápido y seguro los trabajos de mantenimiento y no poner en riesgo al personal técnico.

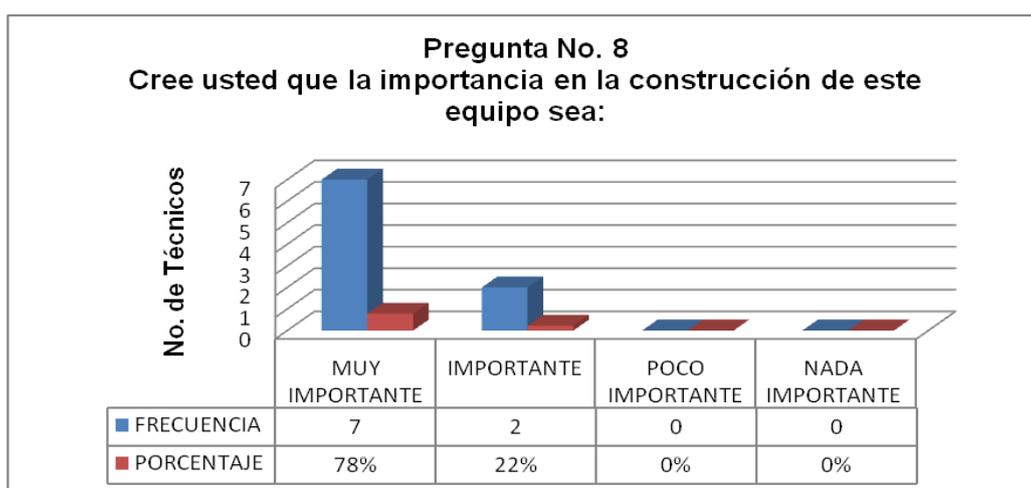
Pregunta N° 8:

Cree usted que la importancia en la construcción de este equipo sea:

Tabla N° 3.8: Análisis de resultados.

Pregunta N° 8:		
Cree usted que la importancia en la construcción de este equipo sea:		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MUY IMPORTANTE	7	78
IMPORTANTE	2	22
POCO IMPORTANTE	0	0
NADA IMPORTANTE	0	0
TOTAL	9	100

Fuente: Encuesta realizada al personal técnico del taller de motores del CEMAE-15.
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.



Fuente: Técnicos del taller de motores del CEMAE-15

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado

Análisis: El 78% de los técnicos, considera que la construcción del equipo es muy importante y ventajosa desde el punto de vista económico ya con el equipo se podrá optimizar las operaciones de lavado de compresores.

Interpretación: Es muy importante la construcción del equipo ya que así se podrá mejorar las operaciones de lavado y no poner en riesgo al personal técnico por la utilización de equipos inadecuados y así mejorar el rendimiento técnico de personal.

3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1 Conclusiones

- La información obtenida en la investigación bibliográfica documental de los manuales de mantenimiento y herramientas, ha permitido recopilar los datos de cómo se debe construir el equipo para el lavado de compresores.
- El estudio y análisis de las condiciones de trabajo en que se ejecutan las operaciones de lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, durante la investigación, se determinó que el trabajo en mención que se lo realiza por parte de los técnicos es de manera inadecuada, empleando el equipo incorrecto, que no cumple con los requerimientos que el manual de mantenimiento y herramientas los dispone para una correcta ejecución de las operaciones de lavado de compresores poniendo en riesgo la integridad del personas técnico que trabaja en esta operación, como también poniendo en riesgo los distintos accesorios del motor.
- La presente investigación ha permitido establecer los requerimientos necesarios para considerar la construcción del equipo para el lavado de compresores y en base a las condiciones actuales en que se realiza este trabajo, el investigador propone la construcción de este equipo con el fin de brindar seguridad tanto a los accesorios que están involucrados en esta operación como para el personal técnico que realiza el trabajo.

3.7.2 Recomendación

- En base a los resultados obtenidos durante la investigación, en la cual se puede apreciar claramente que en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15, si posee un equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, el cual está fuera de servicio desde tiempo atrás, por lo tanto el trabajo que realiza es anti técnico e inseguro, en tal razón se recomienda la construcción de un equipo para el lavado de compresores, observando las características que en el manual de mantenimiento y herramientas lo menciona con el fin de facilitar una solución óptima a este problema.

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD

4.1 Tema

“CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL I B, EN EL TALLER DE MOTORES DEL CEMAE-15, DE LA BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N° 15 PAQUISHA”.

4.2 Factibilidad técnica

El proyecto de investigación, arrojo como resultados que es factible y que si se puede construir el equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, puesto que si se cuenta con los materiales, talleres y equipos necesario para realizar el proyecto.

4.3 Factibilidad legal

El CEMAE-15 es un taller militar que se rigen según las normativas de la DGAC como todos los centros de mantenimiento aeronáutico pero no está amparada dentro de las RDAC parte 145 que se refiere a los centros certificados. Esto se debe a que se trata de una entidad militar, pero esto no implica que la institución utilice estas normativas para mantener las aeronaves en buen estado de operatividad y aeronavegabilidad. (Ver anexo E)

4.4 Factibilidad de apoyo

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con el auspicio del Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército N°-15 (CEMAE - 15), al cual se va a beneficiar con el proyecto.

El CEMAE-15, brindo su apoyo, permitiendo acceder a la información técnica que se encuentra en los manuales de mantenimiento y herramientas.

La Metal Mecánica “SUQUILLO”, colaborará en la construcción de los tanques y del coche para transportar el equipo de lavado de compresores.

Se contará con el apoyo del Sr. Tlgo. Andrés Paredes como asesor del proyecto de grado, en el proceso de investigación.

4.5 Manuales de mantenimiento

En los manuales de mantenimiento de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, en la parte 05-10-03 referente a Frecuencias textualmente dice:

“La limpieza de la vena de aire debe hacerse frecuentemente para evitar que la capa de suciedad se fije y que sea muy difícil de eliminar sin su desmontaje completo del motor, la periodicidad definida más adelante, puede ser modificada en función de las condiciones de utilización.”¹¹

Tabla N° 4.1: Periodicidades del lavado del compresor.

CONDICIONES	LAVADO	LIMPIEZA
Atmosfera salina y corrosiva severa.	Después del último vuelo del día.	150 h. u 1 vez por mes
Atmosfera salina y corrosiva severa más contaminación. (Niebla y Humo)	Después del último vuelo del día.	50 h. u 1 vez por mes
Atmosfera normal.		150 h. u 1 vez por mes
Atmosfera contaminada. (Niebla o Humo)		50 h. u 1 vez por mes

Fuente: Manuales de mantenimiento motores: MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

¹¹ Manuales de Mantenimiento de motores; Tomo I, Parte de Frecuencias

4.6 RECURSOS

4.6.1 Recurso humano

Tabla N° 4.2: Recurso Humano.

N.	RECURSOS	DESIGNACIÓN
1	Sr. Luis Alvarado	Investigador
2	Sr. Tlgo. Andrés Paredes	Asesor

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

4.6.2 Recurso material

Tabla N° 4.3: Costo primario.

N.	MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
1	Cilindros Galvanizados	5 Galones	2	160	320.00
2	Coche Transportador		1	50.00	50.00
3	Acople Rápido	¼ MTP HEMBRA	1	6.27	6.27
4	Válvula Bola Italy	¼	4	4.75	19.00
5	Manómetros	0 A 11 Bares	2	12.00	24.00
6	Manguera Aire	¼ Max 200 PSI	9 mts	1.48	13.32
7	Neplo Hexagonal	¼ x ¼	4	1.38	5.52
8	Adaptador macho de manguera	¼ x ¼	13	1.47	19.11
9	Conector macho	¼ NPT	4	1.60	6.40
10	Codos	¼ x 90 HG	9	0.29	2.61
11	Adaptador macho de manguera	1/8 x ¼	1	0.90	0.90
12	Abrazaderas STD	8-14	14	0.60	8.40
13	Uniones	¼ HN	2	0.56	1.12
14	Ruedas Garrucha	2.5" 70 KG	3	3.85	11.55
16	Electrodos	60-11	½ kg	7.00	7.00
		60-10	1kg	15.00	15.00
17	Alambre MIG	Diámetro 0.9 mm	1kg	25.00	25.00
18	Silicón Gasket Maker	alta duración	1	3.00	3.00

19	Válvulas de alivio	Max 200 PSI	2	10.00	20.00
20	Teflón	industrial	6	0.25	1.50
21	Te	¼ HG	2	0.39	0.78
22	Pistola pulverizadora	Max 15 bares	1	40.00	40.00
23	Tapones	¼ HG	2	0.22	0.44
24	Pintura	Electrostática	2 L.	4.75	4.75
TOTAL					605.68 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 4.4: Maquinaria, Herramienta y Equipos.

N°	MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	TIEMPO (h)	VALOR UNITARIO	COSTO
1	Soldadora Eléctrica	3:00	5.00 USD.	15.00 USD.
2	Soldadura MIG	4:00	6.25 USD.	25.00 USD.
3	Taladro pedestal	1:00	2.00 USD.	2.00 USD.
4	Esmeril	2:00	1.00 USD.	2.00 USD.
5	Taladro de mano	1:00	1.00 USD.	1.00 USD.
6	Roladora	3:00	1.66 USD.	5.00 USD.
7	Tronzadora	2:00	2.5 USD.	5.00 USD.
8	Amoladora	2:00	1.50 USD.	3.00 USD.
9	Sierra manual	2:00	1.00 USD.	2.00 USD.
10	Destornilladores, llaves, pinzas	1:00	3.00 USD.	3.00 USD.
11	Dremel	1:00	1.00 USD.	1.00 USD.
12	Guillotina	2:00	5.00 USD.	10.00 USD.
13	Equipo de pintura electrostática	2:00	7.50 USD.	15.00 USD.
14	Equipo de suelda oxiacetilénica	1:00	10.00 USD.	10.00 USD.
TOTAL				99.00 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 4.5: Mano de obra.

N°	DETALLE	COSTO
1	Técnico Matricero	20.00 USD.
2	Pintor	10.00 USD.
3	Ayudante	10.00 USD.
TOTAL		40.00 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 4.6: Costos secundarios.

N.	MATERIAL	COSTO
1	Pago Aranceles de Graduación.	120 USD.
2	Suministros de oficina.	20 USD.
3	Alimentación.	20 USD.
4	Transporte.	20 USD.
5	Copias e impresiones de trabajo.	40 USD.
6	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	30 USD.
7	Varios	8.70 USD.
TOTAL		258.70 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 4.7: Costos total del proyecto.

N°.	DESIGNACIÓN	COSTO
1	Costo Primario	605.68 USD.
2	Maquinaria, Herramienta y Equipos	99.00 USD.
3	Mano de obra.	40.00 USD.
4	Costo Secundario	258.70 USD.
TOTAL		1003.38 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

La inversión total para la ejecución del trabajo de graduación asciende a Un mil tres dólares con treinta y ocho centavos (\$ 1003.38 USD.).

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE LA FACTIBILIDAD

5.1 Antecedentes

Referente la investigación ejecutada se determinó que en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15, no cuenta con un equipo para realizar las operaciones de lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB, de los helicópteros: Súper Puma, Puma, Gazelle, Lama, Ecureuil respectivamente, que reciben mantenimiento en mencionado taller.

La ejecución de esta operación se lo realiza empleado un equipo adaptado para este trabajo que no brinda las condiciones técnicas de seguridad y operación, que están detallados en los manuales de mantenimiento, overhaul y herramientas de la casa fabricante de estos motores.

5.2 Justificación

El TALLER de MOTORES del CEMAE-15 al no contar con un equipo para el lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB, de los helicópteros: Súper Puma, Puma, Gazelle, Lama, Ecureuil respectivamente, no respalda en un cien por ciento la confiabilidad de las operaciones de lavado y mantenimiento de compresores de los motores mencionados anteriormente. En tal razón, se justifica la construcción del equipo para el lavado de los compresores que cumpla con los requerimientos para las operaciones anteriormente mencionadas y detalladas en los manuales correspondientes.

5.3 OBJETIVOS

5.3.1 General

- Construir un equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB, que reciben mantenimiento en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15.

5.3.2 Específicos

- Realizar un estudio técnico para la construcción de un equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB.
- Plantear alternativas de construcción.
- Realizar un diseño básico para la construcción del equipo para el lavado de compresores.
- Construir el equipo para el lavado de compresores y realizar las pruebas de funcionamiento.
- Elaborar los manuales de operación y mantenimiento para el equipo de lavado de compresores y hojas de registro.

5.4 ALCANCE

Al realizar la construcción del equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB, de los helicópteros: Súper Puma, Puma, Gazelle, Lama, Ecureuil respectivamente, se logra optimizar los procesos de lavado de compresores y las operaciones de mantenimiento correspondientes.

El presente proyecto de graduación beneficia directamente el personal técnico militar que laboran en el TALLER de MOTORES del CEMAE-15. No obstante, se facilita un referente constructivo de este tipo de equipos para los estudiantes del Instituto y otras personas que vayan a realizar trabajos de similares características.

5.5 MARCO TEÓRICO

5.5.1 Introducción

El presente capítulo contiene una secuencia de cómo fue el proceso de manejo de las maquinarias y herramientas utilizadas para la construcción de todos los elementos que comprenden el equipo de lavado de compresores, además da a conocer breves nociones de las maquinarias y equipos utilizados para la construcción.

El proceso de construcción se ha subdividido en los siguientes subtemas que a continuación se presentan, para su mejor entendimiento y estudio, el cual ayudará a dar una explicación clara de las maquinarias y accesorios utilizados en la construcción del proyecto.

5.5.2 TANQUES DE ALMACENAJE

La mayor parte de los líquidos manejados en las industrias se almacena en tanques que operan en el entorno de la presión atmosférica o alta presión. La capacidad total de almacenaje de cada tanque dependerá según el caso en el que vaya a trabajar.

Recipientes a presión (pressure vessels)

Muchos de los productos requeridos o producidos en las industrias requieren para su almacenaje y utilización de presiones superiores a la atmosférica, dando lugar así a los llamados recipientes a presión. Estos equipos deberán ser capaces de contener productos de diferente naturaleza química bajo las condiciones de operación requeridas (presiones, temperaturas, concentraciones).

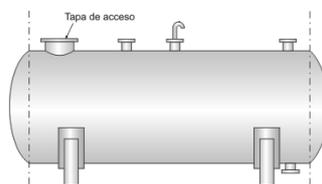


Figura N° 5.1: Recipientes a presión.

Tipos de Recipientes

Por su uso:

Se puede dividir en recipientes de almacenamiento y en recipientes de procesos.

Por su forma:

Los recipientes a presión pueden ser cilíndricos o esféricos. Los primeros son horizontales o verticales y pueden tener en algunos casos, chaquetas para incrementar o decrecer la temperatura de los fluidos según sea el caso.

Los esféricos se utilizan generalmente como tanques de almacenamiento, y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes esféricos a altas presiones. Puesto que la forma esférica es la forma natural que toman los cuerpos al ser sometidos a presión interna esta sería la forma más económica para almacenar fluidos a presión sin embargo en la fabricación de estos es mucho más cara a comparación de los recipientes cilíndricos.

Los tipos más comunes de recipientes pueden ser clasificados de acuerdo a su geometría como:

1. Recipientes Abiertos.
2. Recipientes Esféricos.

Recipientes abiertos: Los recipientes abiertos son comúnmente utilizados como tanque igualador o de oscilación como tinajas para dosificar operaciones donde los materiales pueden ser decantados.

Recipientes esféricos: El almacenamiento de grandes volúmenes bajo presiones materiales es normalmente de los recipientes esféricos. Las capacidades y presiones utilizadas varían.

Tapas de Recipientes

Los recipientes sometidos a presión pueden estar contruidos por diferentes tipos de tapas o cabezas. Cada una de estas es más recomendable a ciertas condiciones de operación y costo monetario.

Tapas toriesféricas

Son las de mayor aceptación en la industria, debido a que soportan grandes presiones manométricas, su característica principal es que el radio del abombado es aproximadamente igual al diámetro¹².

5.5.3 SOLDADURA

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas derritiendo ambas y agregando un material de relleno derretido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la soldadura fuerte (en inglés brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo¹³.

Soldadura por arco

Estos procesos usan una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o semi-inerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces es usado también.

Uno de los tipos más comunes de soldadura de arco es la soldadura manual con electrodo revestido (SMAW, Shielded Metal Arc Welding), que también es conocida como soldadura manual de arco metálico (MWMA) o soldadura de electrodo. La corriente eléctrica se usa para crear un arco entre el material base y la varilla de electrodo consumible, que es de acero y está cubierto con un fundente que protege el área de la soldadura contra la oxidación y la

¹² <http://www.monografias.com/tanquesapresión>

¹³ **INFRA**, "Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte" Tomo I.

contaminación por medio de la producción del gas CO_2 durante el proceso de la soldadura. El núcleo en sí mismo del electrodo actúa como material de relleno, haciendo innecesario un material de relleno adicional.



Figura N° 5.2: Soldadura de arco

Soldadura MIG

La soldadura de arco metálico con gas (GMAW), también conocida como soldadura de gas de metal inerte o soldadura MIG, es un proceso semiautomático o automático que usa una alimentación continua de alambre como electrodo y una mezcla de gas inerte o semi-inerte para proteger la soldadura contra la contaminación. Como con la SMAW, las velocidades de soldado son mayores para la GMAW que para la SMAW. También, el tamaño más pequeño del arco, comparado a los procesos de soldadura de arco metálico protegido, hace más fácil hacer las soldaduras fuera de posición¹⁴.

Área de soldado

(1) Dirección de avance, (2) Tubo de contacto, (3) Electrodo, (4) Gas, (5) Metal derretido de soldadura, (6) Metal de soldadura solidificado, (7) Pieza a soldar.

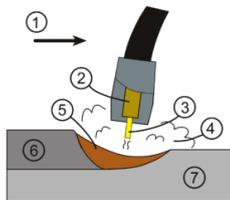


Figura N° 5.3.: Área de soldado.

Soldadura Oxiacetilénica

El proceso más común de soldadura a gas es la soldadura oxiacetilénica, también conocida como soldadura autógena o soldadura oxi-combustible. Es uno de los más viejos y más versátiles procesos de soldadura, generalmente

¹⁴ MUÑOZ, Rodrigo "Principios Básicos de Soldadura" Tomo III.

empleando la combustión del acetileno en oxígeno para producir una temperatura de la llama de soldadura de cerca de 3100 °C. Puesto que la llama es menos concentrada que un arco eléctrico, causa un enfriamiento más lento de la soldadura, que puede conducir a mayores tensiones residuales y distorsión de soldadura, aunque facilita la soldadura de aceros de alta aleación. Un proceso similar, generalmente llamado corte de oxicombustible, es usado para cortar los metales. Otros métodos de la soldadura a gas, tales como soldadura de acetileno y aire, soldadura de hidrógeno y oxígeno y soldadura de gas a presión son muy similares, generalmente diferenciándose solamente en el tipo de gases usados¹⁵.



Figura N° 5.4: Soldadura oxiacetilénica.

5.5.4 GALVANIZADO

Galvanizado es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro. La función del galvanizado es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso. El galvanizado más común consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre hierro (Fe); ya que, al ser el zinc más oxidable que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire¹⁶.



Figura N° 5.5: Galvanizado

¹⁵ **INFRA**, “Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte” Tomo II.

¹⁶ <http://www.asimet.cl/galvanizado.htm>

Proceso de Galvanizado

Para obtener buenos resultados es necesario que se verifiquen ciertas condiciones, como son:

- El diseño de las piezas debe ser adecuado para la galvanización
- Las inmersiones de las piezas deben acomodarse al tamaño del crisol de galvanización
- Utilización de aceros adecuados para galvanización
- Control del estado superficial de las piezas a galvanizar

Etapas del proceso

- Desengrasado
- Decapado
- Baño de sales
- Baño de zinc
- Enfriamiento

Desengrase

Las piezas se someten a un proceso de desengrase para eliminar posibles restos de grasa, aceites o taladrinas, sumergiéndolas en un desengrasante ácido a 35 °C.

Decapado

El proceso de decapado se utiliza para eliminar el óxido y la calamina, que son contaminantes superficiales más corrientes de los productos férreos, obteniendo así una superficie del material químicamente pura.

- Se realiza con ácido clorhídrico diluido y a temperatura ambiente.
- El tiempo de decapado depende del Grado de Oxidación superficial de las piezas y de la concentración de la solución de ácido.

Inmersión en las sales

El tratamiento con sales (mezclas de cloruro de zinc y cloruro amónico), tiene por objeto eliminar cualquier traza restante de impurezas y producir una limpieza intensa de la superficie metálica.

Estas sales se aplican normalmente por inmersión de las piezas en una solución acuosa de las mismas. Otra forma es hacer pasar las piezas a través de

una capa de sales fundidas que flotan sobre la superficie del zinc. También pueden espolvorearse las sales sobre la superficie de las piezas (o rociarlas en forma de solución) antes de la inmersión de las piezas en el baño de zinc.

Inmersión en el baño del zinc

La operación de galvanización propiamente dicha se realiza sumergiendo las piezas en un baño de zinc fundido, a temperatura comprendida entre 440 °C y 460 °C. En algunos procedimientos especiales la temperatura puede alcanzar los 560 °C. La calidad mínima del zinc a utilizar está especificada por la mayoría de las normas europeas e internacionales en zinc del 98,5 %.

Durante la inmersión de las piezas en el zinc fundido se produce la difusión del zinc en la superficie del acero, lo que da lugar a la transformación de diferentes capas de aleaciones zinc-hierro de distinta composición. Cuando las piezas se extraen del baño de galvanización, éstas quedan recubiertas de una capa externa de zinc composición similar a la del zinc del baño. El tiempo durante el que las piezas deben estar sumergidas en el baño de zinc, para obtener un recubrimiento galvanizado correcto, depende, entre otros factores, de la composición del acero, de la temperatura del baño de zinc y del espesor del acero de las piezas. En cualquier caso, las piezas deben estar sumergidas en el zinc hasta que alcance la temperatura del baño. Antes de extraer las piezas del baño de galvanización es necesario retirar de la superficie del mismo la fina capa de óxidos de zinc que se forma y que también contiene restos de sales, con objeto de que no se adhieran a la superficie de las piezas y produzcan imperfecciones superficiales en el recubrimiento.

Enfriamiento

Una vez fuera del baño de galvanización las piezas pueden enfriarse en agua o dejarse enfriar a temperatura ambiente.

A continuación se repasan para eliminar rebabas, gotas punzantes y adherencias superficiales de cenizas o restos de sales y, finalmente, se someten a inspección.

Los recubrimientos galvanizados sobre artículos diversos deben cumplir una serie de requerimientos sobre aspecto superficial, adherencia y espesor que vienen especificados en las normas nacionales e internacionales.

Por último las piezas se pesan, ya que el peso de las mismas, una vez galvanizadas, es el criterio utilizado normalmente para la facturación.

Comportamiento del acero galvanizado

La vida protectora de un galvanizado está determinada primordialmente por el espesor del recubrimiento y la severidad de las condiciones de exposición. Estas condiciones incluyen ambientes atmosféricos clasificados como altamente industriales, moderadamente industriales (urbanos), suburbanos, rurales y marinos¹⁷.

Tabla N° 5.1: Vida protectora del galvanizado.

TIPO DE ATMÓSFERA	ESPESOR DE ZINC EN MICRONES											
	10	20	33	43	53	66	76	86	96	106	119	129
	AÑOS DE PROTECCIÓN HASTA 5% DE OXIDACIÓN DE LA SUPERFICIE											
RURAL	7	12	19	25	31	38	43	50	57	62	68	74
MARINO TROPICAL	5	10	15	20	24	29	33	39	43	48	53	58
MARINO TEMPLADO	4	9	13	17	21	26	30	35	39	43	48	51
SUBURBANO	3	6	10	14	18	21	24	29	32	36	40	42
MODERADAMENTE INDUSTRIAL	2	4	8	11	14	18	21	24	28	31	34	38
INDUSTRIAL PESADO	1	2	4	7	9	11	13	15	15	19	21	22

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

En la corrosión de los galvanizados influyen muchos factores. Los siguientes, dentro de la amplia clasificación de los ambientes atmosféricos, son los que más influyen.

¹⁷ <http://www.ingefix.cl/catalogo/Definiciones/procesodeGalvanizado.htm>

Ambientes industriales y urbanos.- En esta clasificación de exposición atmosférica están comprendidas las emisiones industriales generales tales como gases sulfurosos, neblinas y vapores corrosivos que se liberan inadvertidamente de las plantas químicas, refinerías y plantas de procesamiento similares. Las condiciones de corrosión más agresivas pueden esperarse que ocurran en áreas de actividad industrial intensa donde el recubrimiento frecuentemente está expuesto a la lluvia, a una condensación o a la nieve. En estas áreas, los compuestos de azufre se combinan con la humedad del aire y convierten los normalmente impermeables óxidos y carbonatos de zinc en sulfito de zinc y sulfato de zinc. Debido a que estos compuestos de zinc-azufre son solubles en agua ya que su adhesión a la superficie del zinc es deficiente, se deslavan fácilmente con la lluvia, dejando expuesta una superficie de zinc despejada para que comience un nuevo ciclo de corrosión.

Ambientes rurales y suburbanos.- A diferencia de los ambientes industriales, los entornos de las atmósferas rurales y suburbanas son relativamente benignos, particularmente si las exposiciones se encuentran lejos de las costas y de las actividades industriales y urbanas. En las atmósferas, rurales o suburbanas, la corrosión es relativamente lenta. Debido a que las películas de la reacción del zinc que se forman en estas atmósferas tienden a ser adherentes y por lo general no se deslavan de la superficie del zinc, su retención al zinc proporciona una protección superior para el acero.

Ambientes marinos.- La protección de la galvanización en los ambientes marinos está influenciada por la proximidad del litoral, topografía costera y vientos que prevalezcan. En el aire marino, los cloruros de la niebla de mar reaccionan con la película normalmente protectora y producen cloruros de zinc solubles. Estas sales de zinc pueden eliminarse de la superficie con la lluvia o la neblina, y dejar expuesta una superficie de zinc despejada que reaccione más adelante. Bajo algunas condiciones, la velocidad de corrosión podría acelerarse por la arena que sopla el viento que puede extraer la película de zinc de la superficie expuesta

Beneficios

Mayor vida útil de los productos

Un producto galvanizado por inmersión tiene una vida útil que varía de 30 a 40 años, dependiendo del grado de exposición.

Costo de mantenimiento

Una vez galvanizado, no es necesario pintar ni realizar ningún tipo de mantenimiento.

Versatilidad

El proceso de inmersión permite galvanizar una variada gama de tamaños y formas de los materiales.

Mayor espesor y resistencia de capa

La aleación que se logra da una gran resistencia a golpes y raspaduras derivados de los movimientos o instalaciones

Garantía de recubrimiento

El galvanizado por inmersión asegura un recubrimiento de toda la pieza por dentro y por fuera¹⁸.

5.5.5 MANÓMETROS

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en Newton por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.

¹⁸ <http://es.wikipedia.org/galvanizado>

Manómetro de Burdon

Instrumento mecánico de medición de presiones que emplea como elemento sensible un tubo metálico curvado o torcido, de sección transversal aplanada. Un extremo del tubo está cerrado, y la presión que se va a medir se aplica por el otro extremo. A medida que la presión aumenta, el tubo tiende a adquirir una sección circular y enderezarse. El movimiento del extremo libre (cerrado) mide la presión interior y provoca el movimiento de la aguja¹⁹.



Figura N° 5.6: Manómetro de Burdon.

5.5.6 VÁLVULAS

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son uno de los instrumentos de control más esenciales en la industria, debido a su diseño y material, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos²⁰.

Válvula de control

La válvula de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

¹⁹ <http://www.monografias.com/manometros>

²⁰ **HOLZBOCK W.** "Instrumentación para Medición y Control", Tomo III.

Válvulas de bola

Las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto.

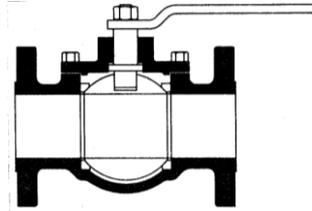


Figura N° 5.7: Válvula de bola.

Recomendada para:

- Para servicio de conducción y corte, sin estrangulación.
- Cuando se requiere apertura rápida.
- Para temperaturas moderadas.
- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.

Aplicaciones

Servicio general, altas temperaturas, pastas semilíquidas.

Ventajas

- Bajo costo.
- Alta capacidad.
- Corte bidireccional.
- Circulación en línea recta.
- Pocas fugas.
- Se limpia por sí sola.
- No requiere lubricación.
- Tamaño compacto.
- Cierre hermético con baja torsión (par).

Desventajas

- Características deficientes para estrangulación.
- Alta torsión para accionarla.
- Susceptible al desgaste de sellos o empaquetaduras.
- Propensa a la cavitación.

Válvulas de desahogo (alivio)

Una válvula de desahogo es de acción automática para tener regulación automática de la presión. El uso principal de esta válvula es para servicio no comprimible y se abre con lentitud conforme aumenta la presión²¹.

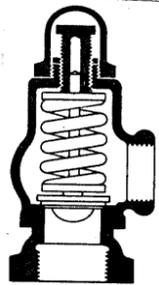


Figura N° 5.8: Válvula de desahogo (alivio).

Recomendada para:

Sistemas en donde se necesita una gama predeterminada de presiones.

Aplicaciones

Agua caliente, vapor de agua, gases, vapores.

Ventajas

- Bajo costo.
- No se requiere potencia auxiliar para la operación.

5.5.7 MANGUERAS.

Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro.

A las mangueras también se les llama tubos, aunque los tubos generalmente son rígidos mientras que las mangueras son flexibles²².

Algunos usos de las mangueras incluyen los siguientes:

- Una manguera de jardín es usada para regar las plantas en un jardín o patio, o para proporcionar agua a un rociador para el mismo propósito.
- Una manguera para incendios es usada por los bomberos para apagar el fuego con agua.

²¹ **HOLZBOCK** W. "Instrumentación para Medición y Control", Tomo I.

²² **ROSALER**, Robert "Manual de Mantenimiento Industrial", Tomo III, Pagina 197.

- Las mangueras de aire son usadas bajo el agua para transportar oxígeno de la superficie a los buzos.
- En arquitectura, mangueras de plástico o metal son usadas para mover agua debajo de un edificio.
- Las mangueras automotrices son usadas en los automóviles para mover los fluidos para el aire acondicionado o para la lubricación de los sistemas hidráulicos.
- En la química y en la medicina, las mangueras (o tubos) son usados para transportar productos químicos líquidos o gaseosos.



Figura N° 5.9: Manguera.

5.5.8 ACOPLES

Permiten una rápida operación de acople y desacople. Diferentes opciones para hidráulica, aire comprimido, de pasos libres, con y sin válvula retención, para variadas presiones de trabajo, con cierre estático. Fabricados en diferentes materiales y modelos para cumplir con los más diversos requerimientos de cada equipo o necesidad.

Acoples rápidos para servicio neumático

Acoples diseñados específicamente para la óptima conexión de su instalación neumática.



Figura N° 5.10: Acoples rápidos para servicio neumático

Aplicaciones

- Servicios generales en industrias y talleres de mantenimiento.
- Conexiones de aire en equipos estacionarios.
- Conexiones de aire en equipos móviles.
- Alimentación neumática de herramientas de mano.
- Aplicaciones especiales (equipos autónomos, líneas de ensamble, inyectoras de plástico, etc.).

Ventajas comparativas

- Por la variedad de modelos y materiales, se podrá elegir el modelo más adecuado para cada aplicación.
- Fácil ensamble y desensamble.
- Máxima seguridad en la conexión.
- Baja pérdida de caudal

Acoples de anillo cortante.- El empalme puede soltarse y unirse varias veces²³.

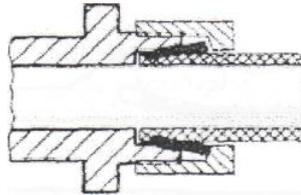


Figura N° 5.11: Acople de anillo cortante.

Acople de base rápido

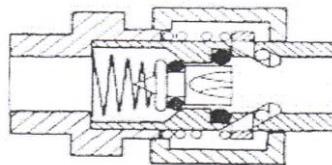


Figura N° 5.12: Acople de base rápido.

²³ **HERNANDEZ**, Gustavo "Construcción de un lavador de compresor para el motor PT6-27 del Avión TWIN OTTER", Pág. 43.

Acople de boquilla con tuerca de racor

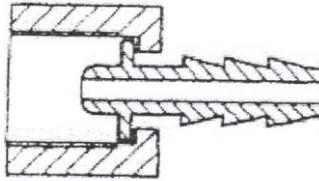


Figura N° 5.13: Acople de boquilla con tuerca de racor.

Boquilla

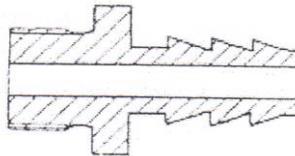


Figura N° 5.14: Boquilla.

Acoples rápidos para servicios hidráulicos



Figura N° 5.15: Acoples rápidos para servicio hidráulicos.

Aplicaciones

- Circuitos hidráulicos industriales.
- Implementos agrícolas.
- Servicios químicos.
- Servicios atóxicos.
- Vapor.
- Circuitos de refrigeración

Ventajas comparativas

- Por la variedad de modelos y materiales, se podrá elegir el modelo más adecuado para cada aplicación.
- Responde a normas ISO, SAE.
- Con una adecuada elección, se podrá asegurar el caudal máximo para cada aplicación.

5.5.9 PINTURA ELECTROSTÁTICA

La Pintura Electrostática es una pintura en polvo parecida al polvo talco que se aplica mediante un proceso de recubrimiento electrostático. En este proceso las partículas de polvo de la pintura se cargan eléctricamente mientras el producto a pintar está conectado a tierra, y como resultado se produce una atracción electrostática que permite al producto adherirle una película de polvo suficiente para recubrir toda su superficie de manera pareja y total²⁴.

Características de un pintado electrostático

- El pintado redondea los bordes y las aristas de los materiales a pintar
- Recubre todo tipo de superficies metálicas, lisas o acanaladas
- Penetra aún en zonas difíciles
- El valor del metro cuadrado pintado es muchísimo menor que otro proceso de pintura alternativo
- El espesor del pintado es completamente homogéneo, siendo un recubrimiento parejo
- No requiere de aplicación de pinturas anticorrosivas previo proceso de pintura electrostática
- Las estructuras pintadas no se saltan a menos que se infrinjan en ellas cortes o rallados con utensilios metálicos

Propiedades técnicas

- Gran resistencia a cambios ambientales
- Gran resistencia a temperaturas y rayos UV
- Excelente acabado y terminación

²⁴ <http://www.sapiensman.com/pinturaelectrostatica>

- Larga durabilidad y capacidad de retención del color y brillo (sobre 10 años al exterior)
- Alta resistencia a agentes corrosivos
- Excelente adherencia
- No requiere de solventes
- No contiene contaminantes y no contamina el medio ambiente tanto en el proceso de pintura como de secado al horno
- Gran variedad de colores, texturas y acabados

Proceso productivo

- Tratamiento de Superficies (Preparación del metal a pintar)
- La calidad final del proceso de pintado electrostático depende principalmente del pre tratamiento de limpieza y desfosfotación que se le realice al producto, dado que las superficies a pintar deben estar perfectamente desengrasadas, limpias, libres de polvo, aceite, grasa, óxido y suciedad.
- Desengrasado y aplicación de productos químicos
- Aplicación de Fosfato de Zinc y otros como sustancias anticorrosivos

Aplicación de pintura electrostática (pintado de la pieza misma)

Una vez que el metal está completamente limpio y preparado se procede al servicio de pintura, el cual se realiza en forma rápida y expedita, en un ambiente limpio y libre de impurezas que puedan contaminar el proceso.

Secado al horno (Horneado del producto pintado)

Una vez pintadas las estructuras, éstas son instaladas en el horno para realizar la cocción necesaria que permite la total adherencia de la pintura a la pieza de metal para una terminación definitiva.

5.5.10 ARDROX 6367

Ámbito

ARDROX 6367 es un concentrado líquido que consiste en una mezcla acuosa de tensoactivos biodegradables y los inhibidores de la corrosión.

Este producto está diseñado para el lavado de las secciones del compresor, sirve para eliminar impurezas que se encuentran en el interior del compresor como carbono, sales y aceites, para así poder mantener la máxima eficiencia del motor, y poder reducir los costos de mantenimiento.

Modo de uso

ARDROX 6367 se diluye con agua desmineralizada en la proporción de 1 parte de ARDROX 6367 a 4 partes agua y utilizando el equipo de pulverización adecuadas.

Presión y el flujo dependerá de motor, tipo y nivel de ensuciamiento.

Procedimientos

Una vez completado el lavado, el motor debe enjuagarse con agua desmineralizada

Si no existe la obligación de enjuague, se garantiza protección contra la corrosión de hasta tres días.

Efectos sobre los materiales

Cuando se usa como se recomienda, ARDROX 6367 no es corrosivo a los materiales utilizados normalmente en los motores de turbina.

El producto no es corrosivo para las aleaciones y las partes de pintura normalmente utilizados en la construcción de fuselajes.

Información técnica

Aspecto:

Líquido, Claro de color pajizo pálido.

Densidad:

1,02 g / ml a 20 ° C

pH:

7,7

5.6 Tipos de equipos para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B

- **Equipo de lavado, limpiezas y protección de la vena de aire**

De acuerdo al manual de herramientas este equipo fue diseñado por la empresa TURBOMECA, para el lavado, limpieza y protección de la vena de aire, con todas las seguridades necesarias, para que los técnicos que operan este equipo lo realicen de la mejor manera, este equipo es demasiado complejo por su diseño y construcción y su manera de operación.

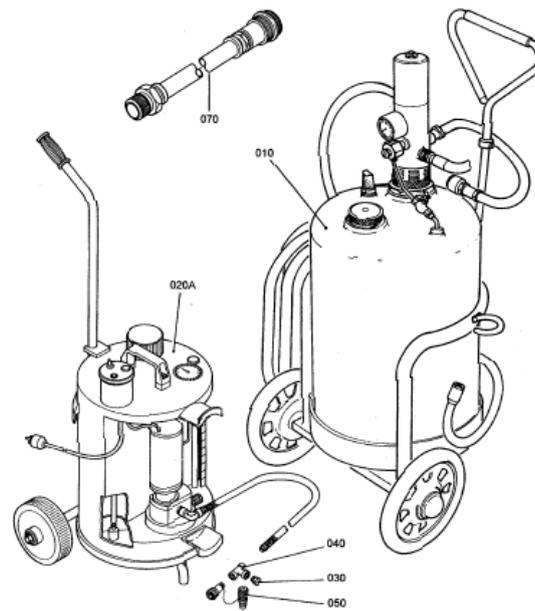


Figura N° 5.16: Equipo de lavado, limpiezas y protección de la vena de aire.

- **Equipo adaptado (CEMAE-15)**

Este equipo es aquel que se utiliza al momento de realizar las operaciones de lavado de compresores por los técnicos del TALLER de MOTORES del CEMAE-15, como se puede observar en la figura N° 5.17, es un equipo que funciona manualmente y no brinda las especificaciones técnicas que el manual de mantenimiento así lo dispone y esto provoca en los técnicos inseguridad al desarrollo de los trabajos de lavado de compresores.



Figura N° 5.17: Equipo adaptado (CEMAE-15)

- **Equipo para el lavado de compresores**

Este conjunto es la fusión entre el equipo de lavado, limpiezas y protección de la vena de aire y el equipo adaptado (CEMAE-15), como se puede observar en el diagrama, consta de los dos reservorios de hierro galvanizado de 5 galones de capacidad cada uno, estos reservorios son cargados individualmente uno con agua desmineralizada y el otro con la solución limpiadora (ARDROX 6367), la función de estos tanques es contener las soluciones correspondientes para cada uno, luego ser sometidos a la presión indicada (presión de trabajo de 5 bares). Esta presión es aprovechada para impulsar al líquido por las tuberías que conectan al equipo con el motor del helicóptero para que luego se dirija al interior del motor y se desplace por las distintas cañerías y así realizar las operaciones de lavado.

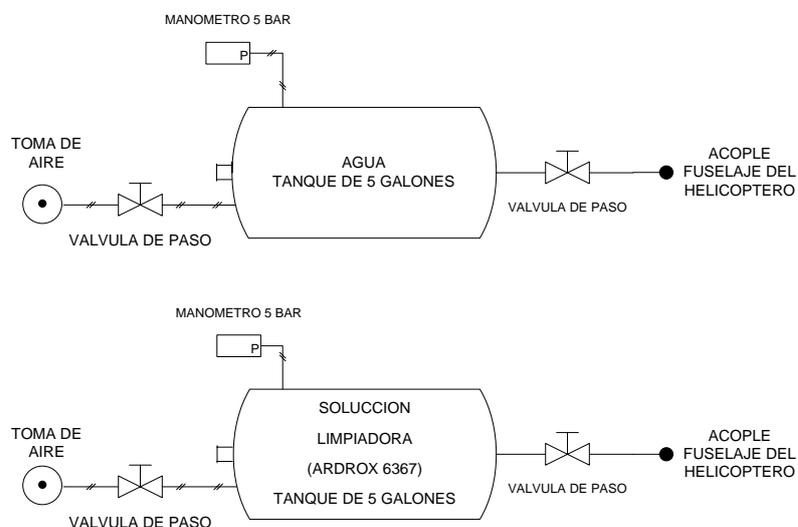


Figura N° 5.18: Diagrama del equipo para el lavado de compresores.

5.7 PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

5.7.1 Planteamiento de alternativas

De los tipos de equipos expuestos en la sección anterior, se considera como alternativas los dos siguientes:

- Equipo de lavado, limpiezas y protección de la vena de aire.
- Equipo para el Lavado de Compresores.

ESTUDIO TÉCNICO

Primera alternativa

Equipo de lavado, limpiezas y protección de la vena de aire

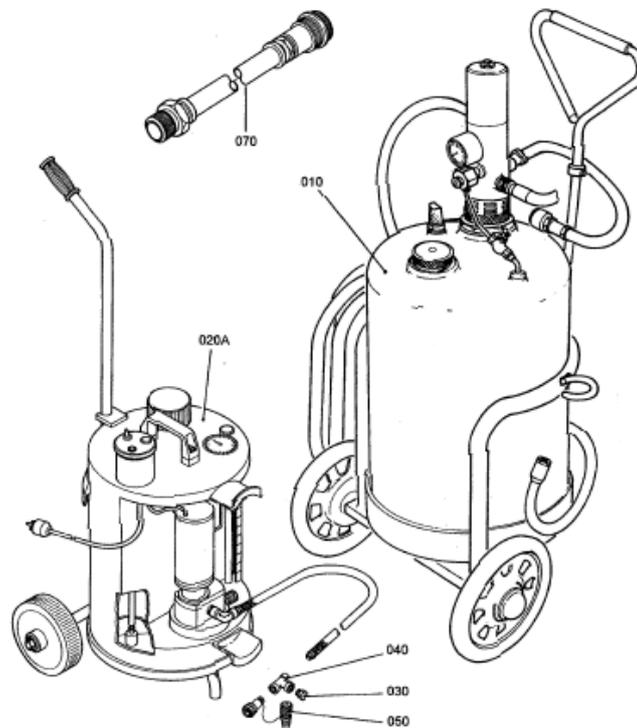


Figura N° 5.19: Equipo de lavado, limpieza y protección de la vena de aire tomado del manual de mantenimiento del motor MAKILA 1A en el catálogo de herramientas en la parte 71-00-06 página 90-0.

Segunda alternativa

Equipo para el Lavado de Compresores

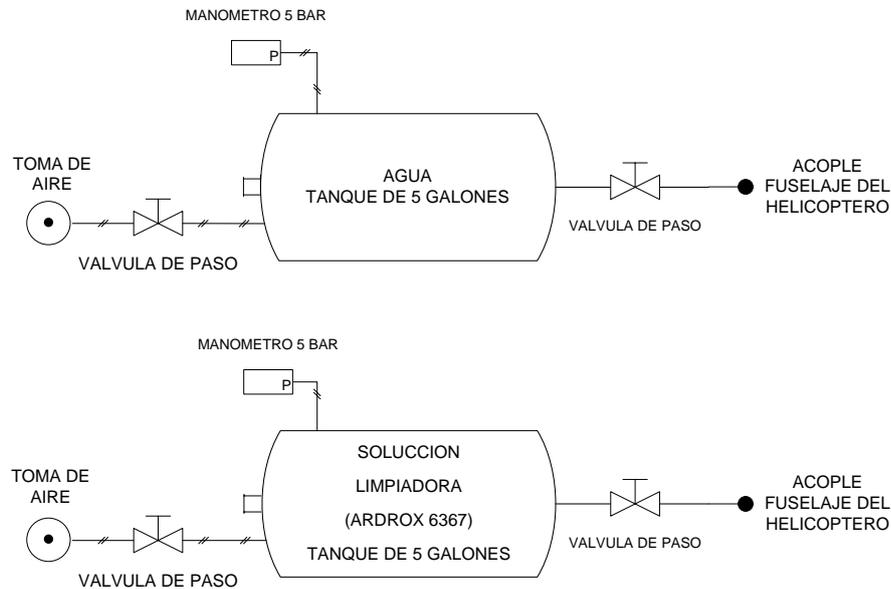


Figura N° 5.20: Diagrama del equipo para el lavado de compresores

5.7.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

En función de las ventajas y desventajas que presenta cada una de las alternativas, se evaluará cada parámetro con el fin de determinar la mejor alternativa a través de la obtención del valor más alto en la calificación total de cada alternativa.

Para el estudio de factibilidad se consideran los siguientes factores:

- Factor técnico de construcción.
- Factor de operación.
- Factor económico.

Factor técnico de construcción.

Se refiere al proceso de construcción de las piezas y partes de un equipo de lavado de compresores de los motores: MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B. tomando en cuenta las dos alternativas expuestas.

Se pudo determinar el grado de dificultad que tiene cada una de las alternativas mencionadas anteriormente, por tal razón se procederá a ver las

ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para así determinar cuál es la mejor alternativa para su construcción.

Factor operacional

Describe las cualidades de operación que tienen las dos alternativas propuestas del equipo de lavado de compresores.

Por tal motivo se recomienda la construcción de la segunda alternativa que es la que mejor características en cuanto a su construcción y por no tener un alto grado de dificultad en la operación.

Factor económico

Se analizó la inversión económica que se debe hacer para la construcción del equipo de lavado de compresores, tomando en cuenta la complejidad de ambas alternativas se pudo deducir que la segunda alternativa es la mejor ya que su costo no es muy elevado y en comparación con la primera alternativa se reduce sustancialmente el costo.

Ventajas y desventajas de las alternativas

Tabla N° 5.2: Ventajas y desventajas de la primera alternativa.

Alternativa N° 1	
Ventajas	Desventajas
Sirve para el lavado de compresores de los motores: MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.	Requiere más de dos personas para el trabajo y el traslado del equipo.
Buen desempeño en el trabajo.	Difícil de operar.
Menor tiempo en las operaciones de lavado.	Presenta fugas con frecuencia.
Control seguro del equipo	Difícil de transportar.
Seguro de operar	Daños internos de los aditamentos.
	Cambio frecuente de los retenedores y demás accesorios.
	Costo elevado de mantenimiento.
	Alto costo de adquisición.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.3: Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.

Alternativa N° 2	
Ventajas	Desventajas
Sirve para el lavado de compresores de los motores: MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.	Costo de construcción elevado ya que se utiliza material galvanizado y resistente.
Control seguro del equipo.	El trabajo debe ser realizado por dos operadores.
Presión constante para toda la operación de lavado.	
Realiza todo el trabajo sin necesidad de muchos aditamentos.	
Capacidad volumétrica optima.	
Fácil transporte debido a su base rodante.	
Fácil manejo del equipo.	

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

5.7.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de las alternativas se tomará en consideración las ventajas y desventajas presentadas en los párrafos anteriores y la opción que tenga mayor calificación será la seleccionada para su construcción.

Los parámetros de evaluación seleccionados se dividen en tres factores: (mecánico, económico, complementario).

Factor mecánico:

- Construcción.
- Facilidad de operación y control.
- Mantenimiento.
- Material.

Factor económico:

- Costo de fabricación.

Factor complementario:

- Tamaño.
- Forma.
- Transporte.

Cada uno de los parámetros se describe a continuación.

Factor mecánico

- **Construcción:** Las alternativas necesitan elementos o piezas de tolerancia de construcción con óptimas características mecánicas para obtener buenos resultados en la construcción y el funcionamiento.

Tomando en cuenta la primera alternativa esta sería una compra que se haría directamente a la empresa fabricante del los motores la cual distribuye este equipo.

La segunda alternativa es construir un equipo con similares características que brinde seguridad y eficiencia a los técnicos que realizar las operaciones de lavado de compresores como también a la aeronave y equipos que son sometidos a este mantenimiento.

- **Facilidad de operación y control:** Toda máquina y equipo están creados para facilitar el trabajo y minimizar el esfuerzo del hombre. Por lo que, la finalidad de este equipo de lavado de compresores para motores es facilitar las operaciones de lavado de los mismos, mediante un sencillo equipo de fácil manejo.

La operatividad del primer equipo es un poco complicada ya que tiene varios tipos de accesorios y cuenta con dos sistemas diferentes que deben ser transportados por dos personas, este equipo tiene un buen desempeño en el trabajo, menor tiempo en las operaciones de lavado, control seguro del equipo.

La operatividad del segundo equipo no es muy compleja ya que se minimiza al máximo los aditamentos y demás accesorios, y esto da la ventaja que el equipo sea más fácil de controlar, tener una presión

constante al momento de realizar las operaciones de lavado, capacidad volumétrica optima, fácil transporte debido a su base rodante.

- **Mantenimiento:** Para preservar la vida útil del equipo de lavado de compresores se debe dar mantenimiento cada vez que sea necesario para tenerlo en condiciones estándar de operación.

Para el mantenimiento de la primera alternativa se deberá a lo que la casa fabricante de este equipo lo disponga y en caso de recambio de algún aditamento ver si existe en el país o traer desde el exterior con costos elevados, otra posibilidad sería adaptar los elementos que se encuentran dañado por otro similar con el riesgo de provocar un accidente o daño de accesorios que son sometidos a este mantenimiento, por mal funcionamiento del equipo.

La segunda alternativa tendría un costo no muy elevado en su mantenimiento ya que todos sus accesorios se encuentran con facilidad en el país y no son muy elevados para su adquisición.

- **Material:** Se refiere al material recomendable y su fácil adquisición para que su construcción sea optima.

Para la construcción del proyecto se estableció que el material recomendado es el hierro caliente (Tol), ya que este tiene propiedades excelentes para la construcción de cilindros y por sus características de fuerza y resistencia y buen trabajo con aire comprimido por lo cual se hizo un proceso de soldado el cual brinda seguridad al momento de trabajar con la presión a la que se somete los cilindros y por último se lo galvanizó con el proceso de inmersión esto ayudará a que sea resistente a la corrosión y los demás accesorios serán de bronce y hierro galvanizado respectivamente.

Factor económico

- **Costo de fabricación:** Este es un parámetro de gran importancia, en la selección del equipo de lavado de compresores y buscar la alternativa más económica y eficiente.

El costo del equipo para la construcción tiene un valor de \$ **1003.38 USD** dólares ya que se utilizará los mejores materiales existentes en el mercado, como también se realizará el proceso de galvanizado por inmersión, esto

asegura que todo el cilindro y sus aditamentos tengan este recubrimiento y así no tener el riesgo de que haya corrosión.

Factor complementario

- **Tamaño:** Se refiere al espacio ocupado por el equipo, el cual tiene un dimensión tota de alto 0.60, ancho 0.60 y largo 0.58 metros.
- **Forma:** La estética de cada uno de los dispositivos a utilizar.
Esto ayudara al ahorro de espacio al momento de almacenarlo como también cada uno de sus accesorios fueron minuciosamente instalado para así tener una buena apariencia del equipo.
- **Transporte:** Es la facilidad con la que se moviliza de un lugar a otro y con el que se podrá direccionar todo el equipo de lavado de compresores.
En la primera alternativa se pude deducir que el equipo se debe transportar con dos personas ya que contiene dos sistemas por separado.
En la segunda alternativa todo el equipo es un solo cuerpo y no es demasiado grande y cuenta con un soporte transportador, por tal motivo es fácil de movilizar con ningún riesgo de sufrir algún accidente.

5.7.4 FACTOR DE PONDERACIÓN (Fp)

Al evaluar las alternativas, se asignará un valor Xi a los parámetros de selección, que se han considerado importantes.

La asignación de los valores Xi dependen del grado de importancia que considere el investigador (factor de ponderación) en base a los factores antes indicados.

El factor de ponderación va entre 0 y 1.00.

$$0 < X \leq 1$$

(Ec. 5.1)

5.7.5 MATRIZ DE EVALUACIÓN Y DECISIÓN

Tabla N° 5.4: Matriz de evaluación y decisión.

PARAMETRO DE EVALUACIÓN	F. P. X	ALTERNATIVAS			
		1	1xi	2	2xi
Construcción.	0,2	4	0,8	5	1
Facilidad de operación y control.	0,07	5	0,35	5	0,35
Mantenimiento.	0,03	5	0,15	5	0,15
Material.	0,2	3	0,6	5	1
Operación.	0,1	5	0,5	5	0,5
Transporte.	0,06	4	0,24	5	0,3
Costo de fabricación.	0,2	2	0,4	5	1
Tamaño.	0,04	4	0,16	4	0,16
Forma.	0,1	3	0,3	5	0,5
TOTAL	1,00		3,5		4,96

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

5.7.5 Selección de la mejor alternativa

Una vez realizado el estudio técnico, el análisis de las alternativas y evaluación de los parámetros, se determina que la segunda alternativa es la que mejores condiciones técnicas y económicas presenta para la construcción, en función de los parámetros tomados por el investigador.

5.7.6 Requerimientos técnicos

Los requerimientos técnicos que debe cumplir el equipo para el lavado de compresores son los siguientes:

La seguridad que debe ofrecer el equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, al realizar las operaciones de lavado por el técnico que ejecutan este trabajo.

- Soportar la presión que se necesita para realizar la operación de lavado.

- Facilidad para transportar.
- Capacidad nominal optima.
- De fácil operación
- Resistente a la corrosión

5.8 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE LAVADO DE COMPRESORES

5.8.1 Descripción del lavador de compresores

El lavador de compresores está construido principalmente por dos reservorios de hierro galvanizado de 5 galones de capacidad cada uno, estos reservorios pertenecen a un sistema diferente, solución limpiadora (ADROX 6367) y solución de enjuague (agua desmineralizada o agua potable), la función de estos tanques es contener la solución correspondiente a cada sistema y acumular aire hasta la presión determinada (presión de trabajo 5 bares), esta presión es aprovechada para que impulse el líquido por la tubería que conecta la maquina con el fuselaje del helicóptero para que luego se traslade por cañerías a la parte interior de los motores hacia los anillos inyectores que se encuentran instalados en la primera etapa del motor (Toma de Aire) como también se encuentran en la sección del compresor de los mismos, realizando así el proceso de lavado, limpieza y protección de los compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B, según los capítulos que se detallan a continuación para cada uno de los motores:

Motor MAKILA 1A, en el capítulo 71-00-701 Limpieza, Lavado y Protección del Motor, páginas 1-11 del manual de mantenimiento, en la parte del GRUPO TURBOMOTOR

Motor TURMO IV C, en el capítulo 72-30-01 DECRASSAGE-LAVAGE-PROTECTION ET VERIFICATION DU COMPRESSEUR (Desengrase-lavado-protección y verificación del compresor), página 201-209 del manual de mantenimiento, en la parte de MOTEUR (Motor).

Motor ASTAZOU XIV H, en el capítulo 72-30-01 Lavado, Limpieza y Protección de la vena de aire, página 205-215 del manual de mantenimiento, en la parte del GRUPO TURBOMOTOR.

Motor ARTOUSTE III B, en el capítulo 72-00-08 DECRASSAGE-LAVAGE ET PROTECTION DE LA VEINE D'AIR COMPRESSEUR (Desengrase-Lavado y Protección de la vena de aire del compresor), página 201-213 del manual de mantenimiento, en la parte del GRUPO TURBOMOTOR.

Motor ARRIEL I B, en el capítulo 71-01-02, 71-01-03, 71-01-04 Lavado, desengrasado y Protección del Motor página 601-605 del manual de mantenimiento, en la parte del GRUPO TURBOMOTOR.

5.8.2 Partes del equipo de lavado de compresores

Las partes que componen el equipo de lavado de compresores son las siguientes:

- Dos reservorios cilíndricos verticales.
- Cuatro válvulas de paso.
- Dos manómetros de 0 a 11 bares.
- Tubería flexible PARKER ¼ presión máxima 200 PSI.
- Cuatro neoplos de ¼.HG
- Cuatro conectores rápidos machos.
- Catorce abrazaderas.
- Nueve codos
- Dos uniones.
- Dos Te de hierro galvanizado de ¼.
- Trece adaptadores machos de manguera.
- Empaques de caucho de dos pulgadas de diámetros.
- Coche soporte.

5.9 SISTEMAS

El equipo lavador de compresores consta de dos sistemas distintos de trabajo los cuales están denominados según la función que cumplen y son:

1. Sistema de Lavado.
2. Sistema de Enjuague.

5.9.1 Sistema de lavado

Este sistema es el que contiene la solución limpiadora, el cual se elige de acuerdo a la autorización de la casa fabricante de estos motores “TURBOMECA”; estas especificaciones se encuentran en los capítulos mencionados anteriormente de lavado, limpieza y protección de los compresores del manual de mantenimiento de los distintos motores y también depende del medio ambiente y el tipo de operación que va a realizar el helicóptero. En el caso específico del TALLER de MOTORES del CEMAE-15, se utiliza el producto llamado ARDROX 6367.

Este sistema está compuesto por un reservorio cilíndrico vertical, una válvula para el llenado de aire, un manómetro, una válvula para la salida de líquido a presión, una válvula para la descarga de aire, y todo interconectado por tubería flexible.

5.9.2 Sistema de enjuague

Para este sistema de enjuague se utiliza agua desmineralizada o agua potable de acuerdo a las especificación de la casa fabricante de estos motores “TURBOMECA”; estas especificación se encuentran en los capítulos mencionados anteriormente de lavado, limpieza y protección de los compresores del manual de mantenimiento de los distintos motores, este agente se inyecta al motor una vez realizado el proceso de limpieza, y sirve para retirar los residuos del agente limpiador.

El sistema de enjuague consta de un reservorio cilíndrico vertical, una válvula para llenado de aire, un manómetro, una válvula para la salida del líquido a presión, una válvula para la descarga de aire, y todo interconectado por tubería flexible.

5.10 OPERACIÓN

La operación del equipo para el lavado de compresores se explica con el diagrama esquemático presentado a continuación:

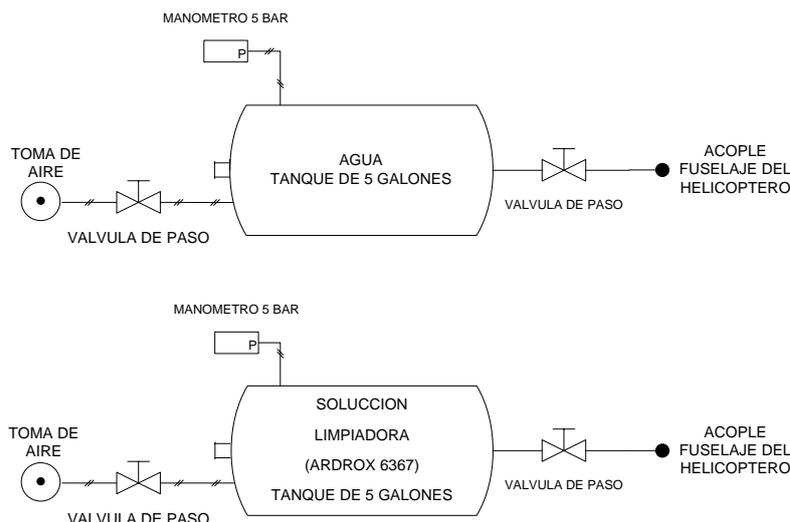


Figura N° 5.21: Diagrama del equipo para el lavado de compresores

5.11 CONSTRUCCIÓN

El objetivo de este tema es resumir los procesos de ensamble de las diferentes partes del equipo de lavado de compresores.

La construcción de equipo se la realizó por partes para optimizar tiempo y recurso, se explica a continuación.

5.11.1 Orden de construcción

- Construcción de los reservorios cilíndricos
- Galvanizado de los reservorios cilíndricos
- Construcción del tablero de control de equipo de lavado de compresores
- Construcción de coche transportador del equipo de lavado de compresores
- Pintado del coche transportador del equipo de lavado de compresores.
- Ensamblaje completo del equipo de lavado de compresores.

La construcción de los reservorios cilíndricos, tablero de mando y el coche transportador del equipo de lavado de compresores se la realizó en la Mecánica Industrial **METALICAS SUQUILLO** localizada en la ciudad de Sangolquí, Cantón Rumiñahui, se utilizaron las herramientas, máquinas y equipos existentes en dicho taller.

Los materiales no existentes en la empresa se adquirieron previos a estudios de proformas de diferentes distribuidores.

Detalles de la construcción de las diferentes partes del equipo de lavado de compresores

Construcción de Reservorios Cilíndricos

Los reservorios cilíndricos están contruidos con una plancha de Tol e= 2.5mm, se procedió a plasmar las medidas de 250mm. x 370mm en la plancha y a trazarlas, para cortar mediante oxicorte, se verificó las medidas, luego se procedió a insertar las planchas en una roladora, en esta máquina se fue dando forma a los cilindros para inmediatamente ser soldados con suelda eléctrica con electrodo E60-10, por la parte exterior como interior, luego se procedió a soldar con suelda MIG y con alambre 0.9mm respectivamente, esta suelda no fue pulida; a continuación se cortó cuatro partes redondas de un diámetro de 250mm las cuales sirvieron para la construcción de las tapas toriesféricas, una vez contruidas las tapas toriesféricas se procedió a taladrar los orificios por donde va a ingresar y salir el líquido como también por donde va a ingresar el aire, y también por donde va a salir la toma para la conexión del manómetro, el orificio por donde va a ingresar el líquido se procedió a cortar por oxicorte un diámetro total de 2", este orificio está situado en el centro de la tapa, el otro orificio por donde va a ingresar el aire para presurizar el cilindro está situado a un diámetro de 170mm del centro de la tapa, el último orificio está situado en el centro de la tapa en la parte inferior y es por donde va a salir el líquido ya presurizado, para la construcción de estos orificios primero se taladró con una broca de 3/16 que sirvió como guía para luego perforar con una de ¼ y por último con una broca de ½ para luego proceder a soldar en tubo de ½ con una longitud de 50mm con un extremo roscado en la unión de los tubos y las tapas se procedió a soldar con electrodo E60-10 por la parte interior y exterior, el orificio por donde se ubicó la toma para la conexión del manómetro esta en el centro del cilindro a una altura de 95mm medida desde la parte superior para lo cual se taladró con una broca de 3/16 que sirvió como guía, luego se perforó con una broca de ¼ seguida por una de ½ y por último con una de 1" para luego soldar un neplo de 1"; Para el acabado de la suelda se procedió a soldar con suelda MIG con alambre 0.9mm, el ensamblaje total de los cilindros se lo hizo con suelda eléctrica con electrodo E60-10 por la parte interior y exterior, luego se procedió dar el último cordón de suelda con suelda MIG con alambre 0.9mm, este último cordón de suelda fue no pulido.



Figura № 5.22: Reservorio Cilíndrico.

Características de los reservorios cilíndricos construidos:

DIÁMETRO: 250mm.

ALTURA: 370mm.

EJE: Vertical

CAPACIDAD NOMINAL: 5 galones

PRESIÓN MÁXIMA: 150 psi. (10.34 bares)

MATERIAL: Plancha de Tol e= 2.5 mm.

ACOPLES: Los requeridos

ACABADOS: Soldaduras pasivas no pulidas, galvanizado por inmersión.

Galvanizado de los reservorios cilíndricos

El proceso de galvanizado se lo mando a realizar a la empresa Industrial SUQUILLO el cual realizo un galvanizado por inmersión, esto tipo de galvanizado garantiza una larga duración del equipo ya que fue los cilindros fueron sumergidos en su totalidad.



Figura № 5.23: Galvanizado de los reservorios cilíndricos.

Construcción del tablero de control

Para la construcción del tablero de mando se uso de una plancha de Hierro Caliente $e = 2\text{mm}$ con una dimensión de $600\text{mm} \times 70\text{mm}$, para lo cual se realizó seis perforaciones, la primera perforación fue realizada con una broca $3/16$ la cual sirvió como guía para luego perforar con una broca $1/4$ y por último se perforó con una broca de $1/2$ en estas perforaciones están situados los codos y neplos respectivamente, las unión de los codos y los neplos con la plancha de hierro caliente se los realizó con suelda MIG y alambre 0.9mm , desde aquí se va a controlar el ingreso de aire y salida del líquido.



Figura № 5.24: Construcción del tablero de control.

Construcción de coche transportador

La construcción del coche transportador está construida con un tubo cuadrado de $1''$ y 2mm de espesor, de largo 6m , el mismo que fue cortado por una sierra manual en cuatro partes de 600mm , dos partes de 580mm , dos más de 550mm , a continuación se cortó dos pedazos más de 100mm donde se encuentran ubicados los reservorios cilíndricos, el acoplamiento de las secciones cortadas del tubo, va dando la forma a un coche para transporta los tanques, luego se procedió a soldar la toda la estructura con suelda eléctrica y con electrodo E60-11, inmediatamente soldado se procedió a soldar las ruedas al coche, a continuación se cortó un pedazo mas de 1000mm esto sirvió para hacer la tiradera del equipo y por último se perforaron seis orificios con una broca de $1/8$ y por último se perforó con una broca de $1/4$ en estas perforaciones va ir sujetos los reservorios cilíndricos.

Pintado del coche transportador y del tablero de control

El proceso de pintado del equipo se lo realizó al terminar de ensamblar todas las secciones que forman el coche transportador, este proceso de pintado se lo realizó con pintura electrostática ya que es resistente a la corrosión y a los golpes.



Figura № 5.25: Pintado del coche transportador.

Ensamblaje del equipo de lavado de compresores

El ensamble del equipo de lavado de compresores se lo realizó con la utilización de toda la herramienta necesaria para la unión de los reservorios cilíndricos con el tablero de control para lo cual se utilizó manguera, codos, uniones, válvulas, adaptadores, acoples, conectores y abrazaderas.



Figura № 5.26: Ensamblaje del equipo de lavado de compresores.

Elementos no construidos

- Manómetros.
- Válvulas de paso.
- Tubería flexible.
- Ruedas del coche soporte.
- Uniones, acoples y abrazaderas.

5.11.2 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS:

Tabla N° 5.5: Codificación de Máquinas.

N°	MAQUINA	CARACTERISTICAS	CODIGO
1	Soldadura Eléctrica	110v - 220v	M1
2	Soldadura MIG	Trifásica - 220v	M2
3	Taladro Pedestal	110v, 1725 rpm	M3
4	Esmeril	MD3215 110v-1/2hp	M4
5	Taladro de mano	Eléctrico 110v	M5
6	Roladora	Una velocidad cte.110v	M6
7	Tronzadora	110v – 220v	M7
8	Amoladora	110v – 14000rpm	M8

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.6: Codificación de Herramientas.

N°	HERRAMIENTA	CÓDIGO
1	Sierra Manual	H1
2	Calibrador Pie de Rey	H2
3	Escuadra	H3
4	Flexo metro	H4
5	Rayador	H5
6	Compas	H6
7	Entenalla	H7
8	Dremel	H8
9	Martillo	H9
10	Cepillo de acero	H10
11	Guillotina	H11

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.7: Codificación de Equipos.

N°	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Compresor	90 PSI – 1HP	E1
2	Equipo de pintado	Electrostático	E2
3	Equipo de suelda oxiacetilénica	AGA - alta presión	E3
4	Equipo galvanizador	Por Inmersión	E4

Fuente: Investigación de campo.

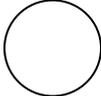
Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

5.11.3 DIAGRAMAS DE PROCESO.

Los diagramas de procesos están constituidos por simbología que indica cada uno de los pasos del proceso de construcción del equipo lavador de compresores.

En la siguiente tabla se describen la simbología que se va a utilizar para cada uno de los proceso de construcción.

Tabla N° 5.8: Simbología de los Diagramas de Proceso.

N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Diagramas de proceso de construcción

A continuación se presenta los distintos diagramas de proceso de construcción de cada una de las partes constituyentes al equipo de lavado de compresores.

DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS RESERVORIOS CILÍNDRICOS

MATERIAL: Plancha de Tol e = 2.5 mm.

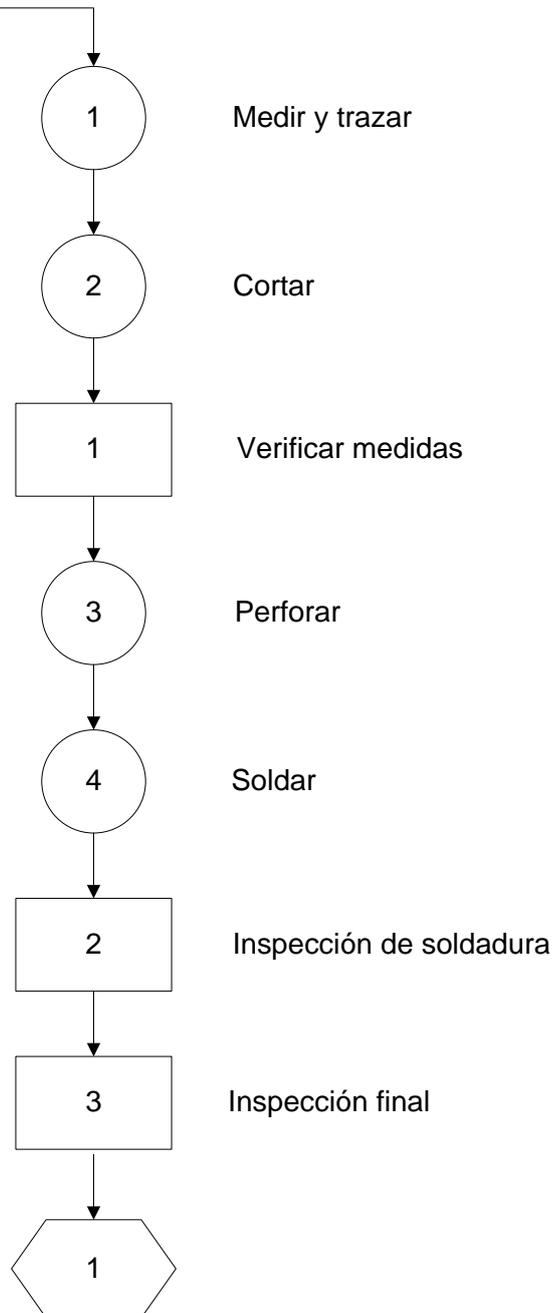


DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS TOMAS DE LLENADO DE LOS RESERVORIOS CILÍNDRICOS

MATERIAL: Plancha de Tol e = 2.5 mm.

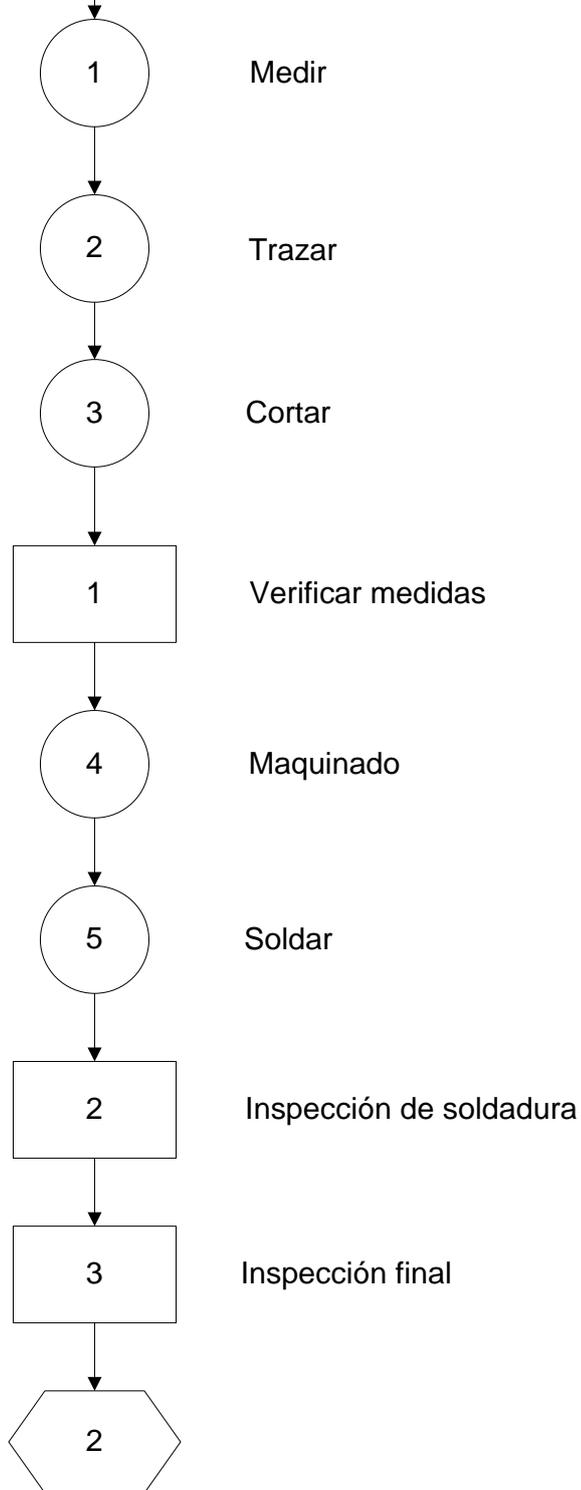


DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE OPERACIÓN

MATERIAL: Plancha de Tol e = 2,5 mm.

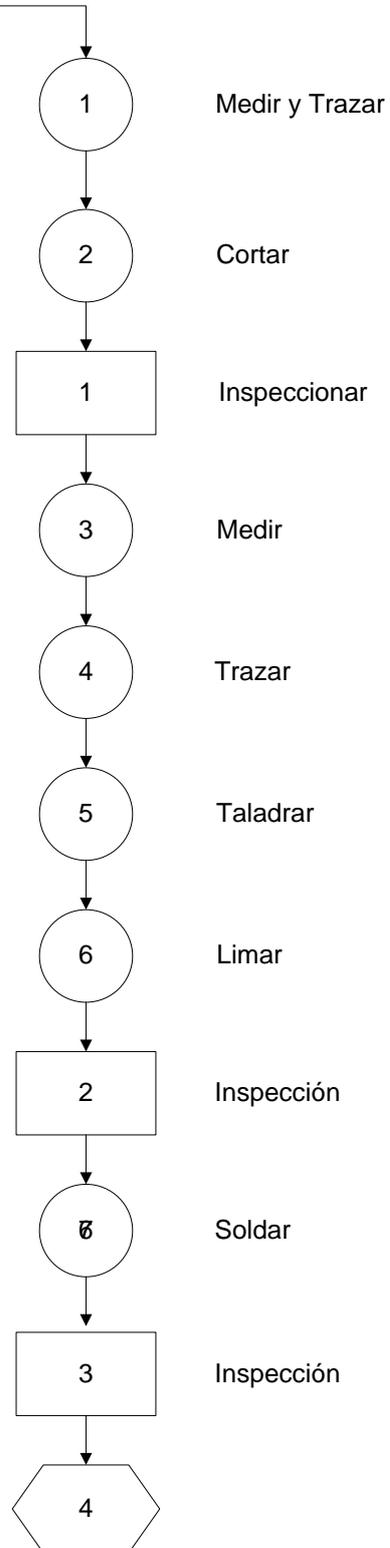


DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL COCHE SOPORTE DEL EQUIPO

MATERIAL: Tubo cuadrado de 1" e= 2mm.

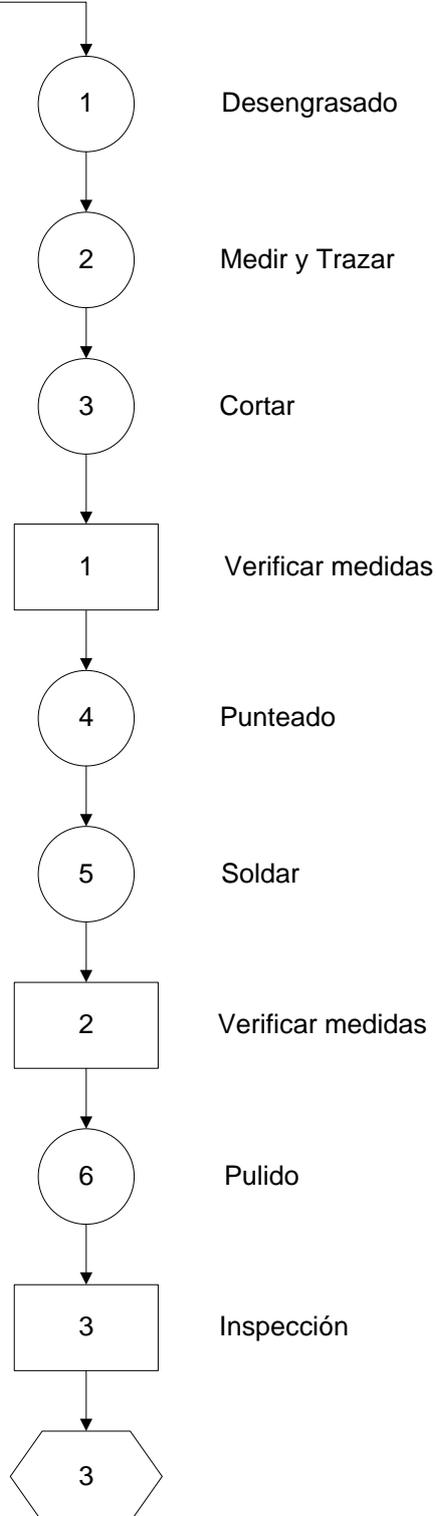
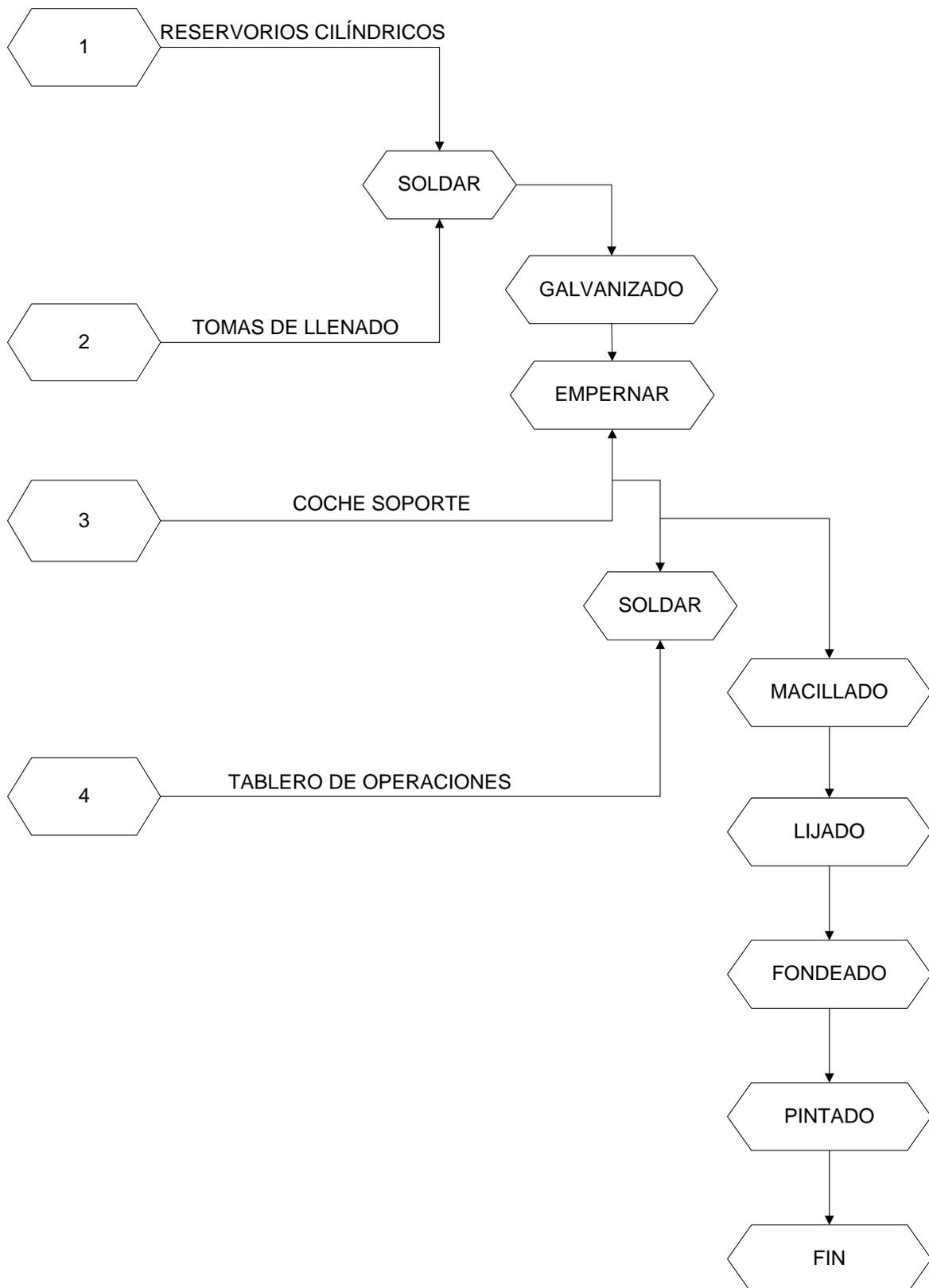


DIAGRAMA DE ENSAMBLAJE



5.11.4 TABULACIÓN DE PROCESOS

Tabla N° 5.9: Tabulación de procesos.

N°	PROCESO	CÓD Y TIEMPOS						OBSERVACIONES
		M	T	H	T	E	T	
1	Desengrasado							Realizado con tiñer y guaípe.
2	Medidas			H2 H4	2			Realizado con flexo metro y calibrador pie de rey.
3	Trazos			H3 H5 H6	2			
4	Cortes			H1 H11	4	E3	1	
5	Esmerilado	M4	2					
6	Entenalla			H7	1			
7	Martillado			H9	1			
8	Roladora	M6	3					
9	Tronzadora	M7	2					
10	Perforado	M3 M5	2					
11	Punteado	M1 M2	2					
12	Soldado	M1 M2	4			E3	4	
13	Desbastado del exceso de suelda	M4 M8	2	H8	2			
14	Cepillado			H10	1			
15	Inspecciones y verificación de medidas			H4 H2	2			Después de cada trabajo.
16	Galvanizado					E4	5	
17	Pintado					E1 E2	2	

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

5.11.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez finalizada la etapa de construcción del proyecto se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de los diferentes elementos que componen cada uno de los sistemas construidos, el resultado de estas pruebas se indican a continuación en las siguientes tablas.

Tabla N° 5.10: Condiciones general del equipo

ELEMENTOS	CONDICIÓN FAVORABLE	CONDICIÓN NO FAVORABLE
Reservorios Cilíndricos.	✓	
Coche soporte.	✓	
Válvulas de llenado de aire.	✓	
Válvulas de salida de líquido a presión.	✓	
Manómetros.	✓	
Acoples.	✓	
Tomas de aire.	✓	
Tubería.	✓	
Neplos.	✓	
Codos.	✓	
Abrazaderas.	✓	
Adaptadores.	✓	
Válvulas de seguridad.	✓	

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

5.11.6 PRUEBA DE FUGA

Para esta prueba se llenaron los reservorios con agua con una cantidad de 7 litros cada uno y con aire hasta alcanzar la presión de trabajo (5 bares o 72.5 PSI); se dejó estabilizar y luego se procedió a inspeccionar por todo el sistema si existen fugas en los elementos de sistema.

Tabla N° 5.11: Prueba de fuga

ELEMENTOS	CONDICIÓN OPTIMA
Acoples de los reservorios cilíndricos.	✓
Válvula de llenado de aire.	✓
Válvula de salida de líquido a presión.	✓
Manómetros.	✓
Tomas de aire.	✓
Tubería.	✓
Acoples.	✓
Codos.	✓
Neplos.	✓
Adaptadores.	✓
Válvulas de seguridad.	✓
Tapas de los reservorios cilíndricos.	✓

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

5.11.7 PRUEBAS DE CAUDAL

El propósito de esta prueba es comprobar la cantidad de líquido que es capaz de impulsar el equipo en el tiempo que dura el lavado de compresores según los capítulos da cada uno de los motores, dicha información se encuentra en los manuales de mantenimiento de estos motores.

Para esta operación se pudo observar que el tiempo de trabajo de este equipo es de 15 segundos.

Esta prueba se puede realizar en cualquiera de los dos reservorios, para esta prueba se debe llenar un reservorio con 7 litros de agua y con aire hasta alcanzar los 5 bares o 72.5 PSI que es la presión de trabajo, se abre la válvula del mismo durante 15 segundos y se deja caer el líquido en un recipiente con medida. Pasado el tiempo de la comprobación se mide la cantidad de líquido que fue capaz de impulsar el equipo.

Esta prueba arrojó como resultado que el equipo es capaz de impulsar 3 litros en 15 segundos lo que satisface los requerimientos para el proceso de lavado de compresores.

5.12 ELABORACIÓN DE MANUALES

Elaboración de Manuales de Procedimiento.

A continuación se describen los diferentes procedimientos que deben realizar el operador del equipo para su correcta operación, sin poner en riesgo la seguridad del mismo y de las personas que intervienen en el proceso del mismo como también no poner en riesgo la integridad del equipo de lavado y la aeronave.

Para esto se ha elaborado los siguientes manuales:

- Manual de Seguridad
- Manual de Operación
- Manual de Mantenimiento

Manual de seguridad.

El objetivo de este manual es mantener la seguridad del operador del equipo por tal razón se ha procedido a elaborar el manual.

Manual de operación.

Este manual consta con todos los procedimientos que se deben seguir para la operación de lavado de compresores.

Manual de mantenimiento.

Este manual va ayudar a dar un mantenimiento óptimo al equipo para así poder alargar la vida útil de los accesorios que cuenta dicho equipo.

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 1 de 2
	OPERACIÓN DEL LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.		Código: ITSA-ELC-M1
	Elaborado por: Sr. Luis Alvarado		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

1.0.- OBJETIVO:

Documentar los procedimientos que se va a realizar para una operación segura del equipo de lavado de compresores.

2.0.- ALCANCE:

Mantener la seguridad del técnico al operar el equipo.

3.0.- PROCEDIMIENTO:

1.- Previo a la realización del trabajo el personal técnico debe estar familiarizado con la correcta operación del equipo.

2.- Realizar una inspección visual general de todo el equipo para comprobar las condiciones del equipo.

3.- Utilizar el equipo de protección necesario para la manipulación del agente limpiador (ARDROX 6367) (Anexo II)

4.- Verificar el correcto sellado de las tapas de llenado de cada reservorio. (Ver Ítem 7 y 10 del anexo II, Partes de equipo).

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 2 de 2
	OPERACIÓN DEL LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.		Código: ITSA-ELC-M1
	Elaborado por: Sr. Luis Alvarado		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

5.- Una vez llenado los reservorios verificar que la presión del sistema no exceda la presión de trabajo del equipo (5 bares o 72.5 PSI). (Ver Ítem 1 y 4 del anexo II, Partes de equipo).

6.- Verificar la correcta conexión del acople de salida del equipo con la toma que se encuentra en el fuselaje del helicóptero. (Ver Ítem 2, 3, 5 y 13 del anexo II, Partes de equipo).

7.- Mantener una distancia segura con respecto al helicóptero. (3 metros)

8.- Asegurarse de que la tubería del equipo no interfiera con ningún objeto al momento de realizar la motorización.

9.- Mantener contacto visual con el piloto mientras dure la motorización.

10.- Mantener el área donde se realiza el trabajo libre de personal ajeno al procedimiento.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 <p>I.T.S.A.</p>	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 1 de 2
	OPERACIÓN DEL LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.		Código: ITSA-ELC-M2
	Elaborado por: Sr. Luis Alvarado		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

1.0.- OBJETIVO:

Documentar los procedimientos a seguir para las operaciones de lavado de compresores.

2.0.- ALCANCE:

Proporcionar los pasos que se deben seguir para la operación del equipo de lavado de compresores.

3.0.- PROCEDIMIENTO:

1.- Limpieza

2.- Llenar el reservorio del sistema de lavado con la solución limpiadora (7 litros). (Ver Ítem 8 del anexo II, Partes de equipo).

3.- Llenar el reservorio del sistema de enjuague con agua desmineralizada o agua potable (7 litros). (Ver Ítem 11 del anexo II, Partes de equipo).

4.- Presurizar los dos sistemas con 5 bares o 72.5 PSI utilizando las válvulas de llenado. (Ver Ítem 1, 2, 4 y 5 del anexo II, Partes de equipo).

5.- Conectar el dispositivo al helicóptero.

6.- Cortar la climatización del helicóptero (cabina del piloto).

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 2 de 2
	OPERACIÓN DEL LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.		Código: ITSA-ELC-M2
	Elaborado por: Sr. Luis Alvarado		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

7.- Esperar que el motor este frio: $T_4 \leq 70^{\circ}\text{C}$.

T₄= Temperatura de los gases en la salida de la turbina del generador de alta presión, según el manual de mantenimiento en la página N° 10 del listado de abreviaturas.

ATENCIÓN: El enfriamiento del motor debe ser lento, no hay que acelerarlo por medio de ventilaciones.

Tiempo mínimo entre la parada del motor y la limpieza: 30 minutos.

Según el manual de mantenimiento de los motores que está estipulado en la parte de limpieza y protección de la vena de aire del motor.

8.- Procedimiento.

- a) Inyectar alrededor de 4 litros de solución limpiadora ARDROX 6367 en el transcurso de dos ventilaciones secuenciales cada una de 15 segundos.
- b) Esperar 20 minutos. (Impregnado del producto).

9.- Enjuague.

- a) Inyectar aproximadamente 2 litros de agua desmineralizada o agua potable, en el transcurso de una ventilación de 15 segundos.

10.- Desconectar el dispositivo del helicóptero.

11.- Secar el motor haciéndolo dar vueltas en relanti en el suelo o en vuelo durante 5 minutos en la hora que sigue a la operación de limpieza.

12.- Si la inmovilización de la aeronave debe ser ≥ 3 días, efectuar la operación de protección del motor (Ver Manual de Mantenimiento parte 71-00-701 Pág. 8)

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 <p>I.T.S.A.</p>	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 1 de 2
	OPERACIÓN DEL LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.		Código: ITSA-ELC-M3
	Elaborado por: Sr. Luis Alvarado		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

1.0.- OBJETIVO:

Documentar los distintos procedimientos de mantenimiento que se deberán realizar para mantener en perfectas condiciones de operación el equipo de lavado de compresores.

2.0.- ALCANCE:

Proporcionar los pasos que se deben seguir para el mantenimiento del equipo de lavado de compresores.

3.0.- PROCEDIMIENTO:

Los siguientes mantenimientos deben ser realizados por los técnicos que manejen el equipo.

3.1.- Mantenimiento Quincenal.

Realizar una inspección visual de los accesorios que comprende el equipo de lavado de compresores, así se verificará que no exista fugas, golpes, daños, y taponamientos en las cañerías, para lo cual se deberá introducir una mínima cantidad de agua (2 litros) a una presión de 1 bar o 14.5 PSI.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 2 de 2
	OPERACIÓN DEL LAVADO DE COMPRESORES DE LOS MOTORES MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B y ARRIEL I B.		Código: ITSA-ELC-M3
	Elaborado por: Sr. Luis Alvarado		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

3.2.- Mantenimiento Semestral.

Revisar que el coche transportador este en buenas condiciones, revisar las llantas que se encuentren en buen estado como también chequear el panel de control de las válvulas que no se encuentren en malas condiciones.

Revisar si se encuentran en buen estado los reservorios cilíndricos chequear que el empaque este en buenas condiciones y que no exista fugas en las conexiones de los manómetros y las válvulas, si existiese fuga desacoplar por completo las uniones donde existe fugas y cubrir con teflón y silicona especial para químicos y presión.

Revisar que se encuentren en buen estado los tornillos que sujetan a los reservorios cilíndricos.

3.3.- Mantenimiento anual.

Inspeccionar cuidadosamente todo el equipo de lavado de compresores, los reservorios cilíndricos que no exista ningún desperfecto en la parte interior y exterior, verificar que no exista presencia de corrosión, inspeccionar los puntos de uniones de las cañerías, manómetros y válvulas, verificando que no exista ningún tipo de golpe, torcedura o fuga de líquido o aire, para lo cual se deberá presurizar los reservorios a 2 bares de presión para luego verter cuidadosamente en todo el equipo agua jabonosa, con este procedimiento se podrá observar si existe fuga en alguna unión o accesorio de equipo.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

5.13 PRESUPUESTO

El presupuesto de la construcción de este proyecto se basó en proformas que se cotizaron para cada uno de las materiales y accesorios que se utilizaron para la construcción del proyecto llegando así a un monto total de \$ 1003.38 dólares.

Rubros.

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (Material).
- Maquinaria, herramienta y equipo.
- Mano de obra.
- Costo secundario (Material de Oficina)

Costo primario

Comprende el costo detallado de los materiales y accesorios utilizados.

Tabla N° 5.12: Costo primario.

N.	MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
1	Cilindros Galvanizados	5 Galones	2	160	320.00
2	Coche Transportador	60 X 60 X 60	1	50.00	50.00
3	Acople Rápido	¼ MTP HEMBRA	1	6.27	6.27
4	Válvula Bola Italy	¼	4	4.75	19.00
5	Manómetros	0 A 11 Bares	2	12.00	24.00
6	Manguera Aire	¼ Max 200 PSI	9 mts	1.48	13.32
7	Neplo hexagonal	¼ x ¼	4	1.38	5.52
8	Adaptador Macho de manguera	¼ x ¼	13	1.47	19.11
9	Conector Macho	¼ NPT	4	1.60	6.40
10	Codos	¼ x 90 HG	9	0.29	2.61
11	Adaptador Macho de manguera	1/8 x ¼	1	0.90	0.90

12	Abrazaderas STD	8-14	14	0.60	8.40
13	Uniones	¼ HN	2	0.56	1.12
14	Ruedas Garrucha	2.5" 70 KG	3	3.85	11.55
16	Electrodos	60-11	½ kg	7.00	7.00
		60-10	1kg	15.00	15.00
17	Alambre MIG	Diámetro 0.9 mm	1kg	25.00	25.00
18	Silicón Gasket Maker	alta duración	1	3.00	3.00
19	Válvulas de Alivio	Max 200 PSI	2	10.00	20.00
20	Teflón	industrial	6	0.25	1.50
21	Te	¼ HG	2	0.39	0.78
22	Pistola pulverizadora	Max 15 bares	1	40.00	40.00
23	Tapones	¼ HG	2	0.22	0.44
24	Pintura	Electrostática	2 L.	4.75	4.75
TOTAL					605.68 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.13: Maquinaria, Herramienta y Equipos.

N°	MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	TIEMPO (h)	VALOR UNITARIO	COSTO
1	Soldadora Eléctrica	3:00	5.00 USD.	15.00 USD.
2	Soldadura MIG	4:00	6.25 USD.	25.00 USD.
3	Taladro pedestal	1:00	2.00 USD.	2.00 USD.
4	Esmeril	2:00	1.00 USD.	2.00 USD.
5	Taladro de mano	1:00	1.00 USD.	1.00 USD.
6	Roladora	3:00	1.66 USD.	5.00 USD.
7	Tronzadora	2:00	2.5 USD.	5.00 USD.
8	Amoladora	2:00	1.50 USD.	3.00 USD.
9	Sierra manual	2:00	1.00 USD.	2.00 USD.
10	Destornilladores, llaves, pinzas	1:00	3.00 USD.	3.00 USD.
11	Dremel	1:00	1.00 USD.	1.00 USD.
12	Guillotina	2:00	5.00 USD.	10.00 USD.
13	Equipo de pintura electrostática	2:00	7.50 USD.	15.00 USD.
14	Equipo de suelda oxiacetilénica	1:00	10.00 USD.	10.00 USD.
TOTAL				99.00 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.14: Mano de obra.

N°	DETALLE	COSTO
1	Técnico Matricero	20.00 USD.
2	Pintor	10.00 USD.
3	Ayudante	10.00 USD.
TOTAL		40.00 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.15: Costos secundarios.

N.	MATERIAL	COSTO
1	Pago Aranceles de Graduación.	120 USD.
2	Suministros de oficina.	20 USD.
3	Alimentación.	20 USD.
4	Transporte.	20 USD.
5	Copias e impresiones de trabajo.	40 USD.
6	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	30 USD.
7	Varios	8.70 USD.
TOTAL		258.70 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

Tabla N° 5.16: Costos total del proyecto.

N°.	DESIGNACIÓN	COSTO
1	Costo Primario	605.68 USD.
2	Maquinaria, Herramienta y Equipos	99.00 USD
3	Mano de obra.	40.00 USD.
4	Costo Secundario	258.70 USD.
TOTAL		1003.38 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Luis Alvarado.

La inversión total para la ejecución del trabajo de graduación asciende a Un mil tres dólares con treinta y ocho centavos (\$ 1003.38 USD.).

5.14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.14.1 Conclusiones

- La información recolectada en el estudio técnico, ha permitido construir un equipo para el lavado de compresores de los motores MAKILA 1A, TURMO IV C, ASTAZOU XIV H, ARTOUSTE III B Y ARRIEL IB.
- Una vez planteado las alternativas de construcción se pudo escoger cuál de ellas es la más conveniente para construir, para esto se utilizó los parámetros de evaluación y allí se pudo deducir cual fue la mejor alternativa.
- Un diseño de construcción del equipo de lavado de compresores, el investigador se pudo ir guiando en la construcción y compra de accesorios e instrumentos utilizados para el equipo en mención.
- Una vez culminado con la construcción del equipo de lavado de compresores se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento, en las cuales se pudo verificar el trabajo de todos los accesorios e instrumentos que fueron instalados en el equipo, el cual causó satisfacción ya que no hubo ningún inconveniente y el equipo se encuentra en condiciones estándar de operación.
- Los manuales de seguridad, operación y mantenimiento provee la documentación y pasos necesarios a seguir para la correcta operación y manejo del equipo de lavado de compresores, por parte del personal que va a operar este equipo.

5.14.2 Recomendaciones

- Se recomienda al personal técnico operar el equipo de lavado de compresores siguiendo los pasos del manual de operación del mismo.
- Se recomienda no exceder la presión de trabajo en los reservorios.
- Se recomienda utilizar el equipo de protección persona para la manipulación con el agente limpiador.

5.15 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Optimizar: Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Conjeturas: Juicio que se forma de las cosas o acaecimientos por indicios y observaciones.

Inspección: Acción y efecto de inspeccionar.

Limpieza: Operación destinada a suprimir los depósitos de polvo, insectos, aceite. etc. en la vena de aire.

Lavado: Operación destinada a eliminar los depósitos corrosivos. Salinos, existentes en la vena de aire después de utilización en atmósfera corrosiva o salina.

Helicóptero: Aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales²⁵.

Vena de Aire: Circuito por donde circula el aire desde que ingresa hasta que sale del motor.

MAKILA 1A: Motor utilizado por el helicóptero SÚPER PUMA.

TURMO IV C: Motor utilizado por el helicóptero PUMA.

ASTAZOU XIV H: Motor utilizado por el helicóptero GAZELLE.

ARTOUSTE III B: Motor utilizado por el helicóptero LAMA.

ARRIEL I B: Motor utilizado por el helicóptero ECUREUIL.

Electrolito: Sustancia que se somete a la electrolisis.

Electrolisis: Descomposición de una sustancia en disolución mediante la corriente eléctrica.

Galvánico: se refiere al flujo de electricidad entre dos puntos de diferente potencial eléctrico.

Fatiga: Pérdida de la resistencia mecánica de un material, al ser sometido largamente a esfuerzos repetidos.

Estándar: Tipo, modelo, patrón, nivel.

Habilitar: Hacer a una cosa hábil o apta para aquello que antes no lo era.

Diafragma: Separación, generalmente movable, que intercepta la comunicación entre dos partes de un aparato o de una máquina.

²⁵ Recopilación de Derecho Aeronáutico Tomo II, parte 001

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que²⁶:

- a. Cumpla con su certificado Tipo.
- b. Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo.
- c. Que la aeronave lleve una operación afectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento.

Coalescencia.- Propiedad de las cosas de unirse o fundirse.

Fluorita.- Mineral compuesto de flúor y calcio, cristalino, compacto y de colores brillantes y variados. Tiene uso en las artes decorativas, en metalurgia como fundente y, sobre todo, en el grabado del cristal.

Resiliencia.- Es esa capacidad para resistir, tolerar la presión.

Calamina.- Aleación de zinc, plomo y estaño.

Cavitación.- Formación de burbujas de vapor o de gas en el seno de un líquido, causada por las variaciones que este experimenta en su presión.

Roladora.- Es una máquina que sirve para curvar placas de acero en los radios que requiere el usuario, trabaja a base de tres rodillos los cuales están dispuestos en triángulo, y al hacer presión con el rodillo superior sobre la placa, la va deformando hasta alcanzar el radio requerido.

Tronsadora.- Es una máquina usada para el corte de piezas metálicas.

Decantación.- Acción y efecto de decantar.

Decantar.- Separar sustancias no miscibles de diferente densidad en un medio líquido

Maquinar.- trabajar una pieza por medio de una máquina.

Motorizar.- Dotar de medios mecánicos de tracción o transporte a una industria.

Tensoactivos.- son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases; Entre los tensoactivos se encuentran las sustancias sintéticas que se utilizan regularmente en el lavado, entre las que se incluyen productos como detergentes, productos para eliminar el polvo de superficies.

²⁶ Recopilación de Derecho Aeronáutico Tomo II, parte 001

5.16 ABREVIATURAS

CEMAE-15: Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército N° 15

RDAC: Regulaciones Aeronáutica.

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

NDI: Ensayos no destructivos.

ATA: Asociación de Transporte Aéreo.

ASME.- American Society Of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

DC.- Corriente continua

AC.- Corriente alterna

CO₂ .- Dióxido de Carbono

AWS.- American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura).

MWMA.- Manual Welding of Metallic Arch (Soldadura Manual de Arco Metálico).

ASTM.- American society for Tests and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).

GMAW.- Welding of Metallic Arch With Gas (Soldadura de Arco Metálico con Gas).

MIG.- Soldadura de gas de metal inerte.

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

ISO.- Organización Internacional de Estandarización.

SAE.- Sociedad de Ingenieros Automotores.

5.17 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

AVILA, Buray Héctor Luis (2006) “Introducción a la metodología de la investigación”, México.

HERNANDEZ, Moran Gustavo Xavier (2007) “Construcción de un lavador de compresor para el motor PT6-27 del Avión TWIN OTTER”, Latacunga – Ecuador.

HOLZBOCK W. (1998) “Instrumentación para Medición y Control”, Primera Edición.

LEIVA, Zea Francisco (1988) “Nociones de Metodología de Investigación Científica”, Quito-Ecuador, Tercera edición.

MOTT, Robert I. (1996) “Mecánica de Fluidos Aplicada”, México D.F., Cuarta Edición.

MUÑOZ, Rodrigo (1996) “Principios Básicos de Soldadura” Perú, Primera Edición.

Recopilación del Derecho Aeronáutico, marzo 2008.

RIVAS, A.G. (2003) “Motores de Turbina de Gas”

ROSALER, Robert (2000) “Manual de Mantenimiento Industrial”, Segunda Edición.

MANUALES:

INFRA, (2000) “Manual de Conceptos Básicos en Soldadura y Corte”

INTER AMÉRICA AIR FORCES ACADEMY (1996) “Control de la Corrosión”, Texas-Estados Unidos.

TURBOMECA Groupe SEFRAN (2007), “Documentación Técnica de Mantenimiento ARRIEL 1B”, Francia.

TURBOMECA Groupe SEFRAN (2007), “Documentación Técnica de Mantenimiento ARTOUSTE IIIB – IIIB1”, Francia.

TURBOMECA Groupe SEFRAN (2007), “Documentación Técnica de Mantenimiento ASTAZOU XIV H”, Francia.

TURBOMECA Groupe SEFRAN (2007), “Documentación Técnica de Mantenimiento MAKILA 1A – 1A1”, Francia.

TURBOMECA Groupe SEFRAN (2007), “Documentación Técnica de Mantenimiento TURMO IV”, Francia.

INTERNET:

<http://www.asimet.cl>.

<http://www.ingefix.cl>.

<http://www.monografias.com>.

<http://www.sapiensman.com>.

<http://www.turbomeca.com>.

<http://www.uamerica.edu.com>.

<http://es.wikipedia.org>.