



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Ejecución del servicio del tanque de agua potable según la tarea del manual de mantenimiento 12-14-00-603-017 de la aeronave Boeing 737 – 300/400/500 en la organización de mantenimiento aprobada DIAF

Andrade Lema Jonathan Paul

Departamento de Ciencias Espaciales

Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Monografía, previo a la obtención del título tecnológico en mecánica aeronáutica mención aviones

Ing. Muñoz Grandes Stalin Milton

01 de septiembre del 2020



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“EJECUCIÓN DEL SERVICIO DEL TANQUE DE AGUA POTABLE SEGÚN LA TAREA DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO 12-14-00-603-017 DE LA AERONAVE BOEING 737 – 300/400/500 EN LA ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO APROBADA DIAF”** fue realizado por el señor **Andrade Lema Jonathan Paul** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 31 de agosto del 2020

Firma:

Ing. Muñoz Grandes, Stalin Milton

C.C.: 0502445547

REPORTE DE VERIFICACIÓN

URKUND

Document Information

Analyzed document tesis sin imagenes.docx (D78254113)
Submitted 8/28/2020 12:09:00 AM
Submitted by
Submitter email jpandrade6@espe.edu.ec
Similarity 0%
Analysis address msmunoz.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report


Ing. Stalin Muñoz G.
Tutor


Ing. Rodrigo Bautista Z.
Director de la Carrera de Tecnología
en Mecánica Aeronáutica



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **ANDRADE LEMA, JONATHAN PAUL** con cédula de ciudadanía n° 1717826893, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“EJECUCIÓN DEL SERVICIO DEL TANQUE DE AGUA POTABLE SEGÚN LA TAREA DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO 12-14-00-603-017 DE LA AERONAVE BOEING 737 – 300/400/500 EN LA ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO APROBADA DIAF”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 31 de agosto del 2020

Firma

Andrade Lema, Jonathan Paul

C.C.: 1717826893



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **ANDRADE LEMA JONATHAN PAUL**, con cédula de ciudadanía n° 1717826893, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía:
“EJECUCIÓN DEL SERVICIO DEL TANQUE DE AGUA POTABLE SEGÚN LA TAREA DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO 12-14-00-603-017 DE LA AERONAVE BOEING 737 – 300/400/500 EN LA ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO APROBADA DIAF” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 31 de agosto del 2020

Firma

Andrade Lema, Jonathan Paul
C.C.: 1717826893

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico en primer lugar a Dios, porque me ama y me da todo lo que necesito cada día y nunca me ha abandonado.

A mi madre, Fanny Lema, la persona más importante de mi vida que me ha acompañado en cada etapa de mi vida, me enseñas valores y no has necesitado de nadie para llegar a conseguir lo que tiene actualmente, y que sin tu apoyo, en todos los sentidos, nada de lo que está escrito en este proyecto sería posible; esta es una pequeña parte de todo tu esfuerzo reflejado en algo que has luchado sin pausa.

A mi hermana, Diana Andrade, que ha estado conmigo toda la vida, crecimos juntos, gracias por tu apoyo y siempre confiar en mí, quiero ser un ejemplo a seguir y quiero ver que sigas cumpliendo sus sueños.

A mi papá, Gerson Andrade, que a pesar de la distancia he sentido tu apoyo y animo que me alienta a seguir adelante, quiero que te sientas orgulloso de mí y que a pesar de las dificultades puedas ver el lado positivo de todo.

A mis amigos, José Tinajero, Jonathan Flores, Joshua Acosta, Danilo Aguayo, Jefferson Maila y Ernesto Endara, gracias por su amistad y siempre darme su apoyo en todo momento, nunca voy a terminar de agradecer lo mucho que han hecho en mi vida.

A mis amigas, Aracelly Figueroa, Briggite Peña, Jessica Bosques y Verónica Morales, por haber brindado su apoyo, amistad, compañía en todo momento y en alentarme en no bajar los brazos.

A Daniela Castellano, por haberme acompañado durante los 6 semestres de la carrera, que además me has ayudado cuando más te necesité te deseo éxitos en tu vida.

ANDRADE LEMA JONATHAN PAUL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a los docentes que estuvieron involucrados durante mi formación profesional como Mecánico Aeronáutico; gracias por haberme enseñado cada tema en particular y que gracias a ustedes fui capaz de llevar a cabo este proyecto sin muchas dificultades.

A mi tutor de tesis, Ingeniero Muñoz, por haberme ayudado y guiado en cada etapa de este proyecto, a aconsejarme y a tenerme paciencia, ya que no he sido una persona muy aplicada pero usted siempre estuvo optimista desde el primer momento y supo decir las palabras precisas para cada situación; no tuve el honor de recibir una clase con usted durante los 6 semestres de la carrera, pero en este corto tiempo supe lo mucho que usted conoce y sabe enseñar, gracias de corazón y espero que su vida se llene de éxitos.

A Paul Espinosa, mi compañero durante los 6 semestres de la carrera y en este proyecto, gracias por tu exigencia y dedicación diaria, gracias por brindarme un techo en Latacunga sin esperar algo a cambio, y porque me brindaste apoyo económico durante este tiempo difícil, gracias por ser una gran persona, espero que podamos seguir siendo colegas, te deseo éxitos en tu vida.

A mi madre Fanny Lema, gracias por haberte esforzado y nunca bajar los brazos, no puedo pedir una mejor mamá, espero que me veas triunfar y poder devolverte todo lo que has hecho en mi vida, gracias a ti soy la persona que hoy soy, y seguiré llenándote de alegrías.

ANDRADE LEMA JONATHAN PAUL

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN.....	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	13
ÍNDICE DE FIGURAS	13
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I	
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
1.1.Antecedentes	21
1.2.Planteamiento del problema.....	22

	9
1.3.Justificación e Importancia	23
1.4.Objetivos.....	25
1.4.1. Objetivo General	25
1.4.2. Objetivos Específicos	25
1.5.Alcance	25

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Boeing 737-300/400/500	27
2.1.1. Reseña histórica de la aeronave Boeing.....	27
2.1.2. Boeing 737	28
2.1.3. Especificaciones de los Boeing 737-300/400/500.....	28
2.2. Sistema de agua potable.....	30
2.2.1. Tanque de agua	32
2.2.2. Panel de servicio	33
2.2.3. Válvula de llenado	34
2.2.4. Válvula de drenaje del tanque de agua.....	35
2.2.5. Válvula de drenaje del lavabo.....	35

	10
2.2.6. Válvula de drenaje del filtro de agua.....	35
2.2.7. Grifo del lavabo	38
2.2.8. Calentadores de agua	39
2.2.9. Filtro de agua	40
2.2.10. Transmisor de cantidad de agua.....	40
2.2.11. Operación.....	40
2.3. Baños de la aeronave	41
2.4. Accionamiento de baño a baño	44
2.5. La orden de mantenimiento.....	45
2.6. Ensayos no destructivos superficiales.....	46
2.6.1. Tintas Penetrantes	47
2.6.2. Partículas magnéticas	48
2.6.3. Inspección visual	48
2.7. Preparación de superficies.....	52
2.7.1. Preparación de superficies metálicas	53
2.8. Revestimiento estructural.....	56
2.8.1. Revestimiento y recubrimiento Inorgánico	56

2.8.2. Revestimiento Orgánico	57
-------------------------------------	----

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1. Inspección visual del artefacto	60
3.2. Plan de trabajo para rehabilitar el sistema eléctrico	61
3.3. Plan de trabajo para rehabilitar la fontanería y tanque de agua.....	62
3.4. Equipos, herramientas y materiales	63
3.5. Procedimiento	65
3.6. Servicio de agua potable.....	91
3.7. Diagrama de flujo de rehabilitación del artefacto	106
3.8. Presupuesto.....	107
3.8.1. Análisis de gastos.....	107

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	111
4.2. Recomendaciones	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

ANEXOS115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la inspección visual	51
Tabla 2: Tabla de detalle de gastos primarios.....	107
Tabla 3: Costos secundarios.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Boeing Model 1	27
Figura 2. Boeing 737-300	30
Figura 3. Sistema de agua potable	30
Figura 4. Líneas de conexión de agua	31
Figura 5. Partes del tanque de agua del Boeing 737	32
Figura 6. Panel de servicio	34
Figura 7. Localización del baño delantero.....	41
Figura 8. Componentes de los lavatorios.....	41
Figura 9. Funcionamiento de los baños	43
Figura 10. Sistema neumático en los tanques de agua.....	44
Figura 11. Tintas penetrantes	47
Figura 12. Partículas magnéticas.....	48
Figura 13. Limpieza del artefacto.....	66
Figura 14. Panel de servicio de agua potable del Boeing 737-300.....	66
Figura 15. Bomba de agua	67
Figura 16. Instalación de la bomba	68

Figura 17. Mangueras utilizadas para el artefacto.....	68
Figura 18. Instalación de la válvula pie de rey	69
Figura 19. Instalación de la manguera	70
Figura 20. Vista posterior del artefacto	70
Figura 21. Tanques de agua.....	71
Figura 22. Tanque de agua.....	72
Figura 23. Instalación del tanque de agua	73
Figura 24. Soporte de metal	73
Figura 25. Perforación en los laterales del artefacto	74
Figura 26. Instalación del tanque de agua	75
Figura 27. Instalación del cableado	76
Figura 28. Perforación del artefacto	76
Figura 29. Instalación de la manguera	77
Figura 30. Llenado del tanque de agua.....	77
Figura 31. Prueba de funcionamiento	78
Figura 32. Pruebas de succión de agua de la bomba	79
Figura 33. Funcionamiento correcto del artefacto	79

Figura 34. Drenado del agua	80
Figura 35. Medida de las tuberías.....	81
Figura 36. Instalación de la tubería en el tanque de agua.....	82
Figura 37. Verificación de medidas de las tuberías	83
Figura 38. Perforación del artefacto	83
Figura 39. Instalación de las tuberías	84
Figura 40. Colocación de sellante en las tuberías.....	85
Figura 41. Cobertor plástico del artefacto	86
Figura 42. Elaboración del cobertor impermeable para el artefacto	87
Figura 43. Colocación del cobertor	88
Figura 44. Conexión eléctrica del disyuntor termo-magnético.....	89
Figura 45. Instalación eléctrica del disyuntor termo-magnético.....	89
Figura 46. Instalación del disyuntor con el artefacto	90
Figura 47. Artefacto finalizado	90
Figura 48. Válvula de paso cerrada	91
Figura 49. Abastecimiento de agua potable	92
Figura 50. Conexión eléctrica de la bomba.....	92

Figura 51. Drenado de la manguera	93
Figura 52. Traslado del artefacto	94
Figura 53. Panel de servicio de agua abierto	94
Figura 54. Retiro de la tapa de llenado	95
Figura 55. Conexión de la manguera	95
Figura 56. Manija de llenado abierta	96
Figura 57. Válvula de paso abierta	97
Figura 58. Disyuntor en posición encendido	97
Figura 59. Disyuntor en posición apagado	98
Figura 60. Válvula de llenado cerrado.....	99
Figura 61. Retiro de la manguera	99
Figura 62. Manguera drenada.....	100
Figura 63. Tapa de llenado cerrada	101
Figura 64. Panel de servicio cerrado.....	101
Figura 65. Desconexión de la bomba de agua.....	102
Figura 66. Cableado envuelto	102
Figura 67. Manguera Envuelta.....	103

Figura 68. Drenado del tanque de agua..... 103

Figura 69. Artefacto guardado 104

RESUMEN

El presente proyecto, tuvo la finalidad de ejecutar el servicio de agua potable según la tarea del manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737-300/400/500 en la organización de mantenimiento aprobada DIAF, para que esto sea posible se llevó a cabo la rehabilitación del artefacto portátil, útil y necesaria para el reabastecimiento de agua potable, y que además facilita procesos de limpieza y desinfección del tanque de agua de la aeronave; esto se lo hizo porque la organización de mantenimiento aprobada DIAF carece de una propia funcional desde hace mucho tiempo, y para que quede en evidencia, se detallan los procedimientos que se llevaron a cabo desde el día 07 de julio del 2020 hasta el día 14 de agosto del 2020, información que van desde limpieza general, mantenimiento e instalación de varios componentes necesarios para el funcionamiento; hasta pruebas, cambios de diseño, construcción y demás detalles, de tal manera que cumpla con los requerimientos necesarios para que el servicio de agua potable pueda llevarse a cabo de manera más efectiva, fácil y rápida, ya que no solo se buscó cumplir con lo establecido, sino también alcanzar excelencia, asegurándose de que el artefacto esté en perfectas condiciones, y adicional, la misma cuenta con su respectivo manual de operación, mantenimiento y seguridad, las cuales contienen información necesaria y específica para cada una de las necesidades requeridas.

Palabras Claves:

Rehabilitación,

Reabastecimiento,

Servicio,

Operación

ABSTRACT

The present research, has the purpose of executing the service of drinking water according to the task of the maintenance manual of the aircraft Boeing 737-300/400/500 in the approved maintenance organization DIAF, so that this is possible was carried out the rehabilitation of the portable device, useful and necessary for the refueling of drinking water, and that also facilitates processes of cleaning and disinfection of the water tank of the aircraft; This was done because the approved maintenance organization DIAF lacks a functional artifact of its own for a long time, and In order to make it evident, the procedures that were carried out from July 7th, 2020 until August 14th, 2020 are detailed, information that goes from general cleaning, maintenance and installation of several components necessary for the operation; to tests, design changes, construction and other details, in such a way that it complies with the necessary requirements so that the drinking water service can be carried out more effectively, easily and quickly, since it was sought to comply with the established, but also to achieve excellence, ensuring that the device is in perfect condition, and additional, it has its respective operation, maintenance and safety manual, which contains necessary and specific information for each of the required needs.

KEYWORDS:

Rehabilitation,

Replenishment,

Service,

Operation

CAPÍTULO I

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La Dirección de Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana DIAF fue creada mediante Ley Constitutiva el 15 de junio de 1992, convirtiéndose en una entidad de derecho público, adscrita a la Comandancia General de la FAE, con personería jurídica, autonomía operativa, administrativa y financiera, dotada de patrimonio y fondos propios, la misma ha sido el organismo de más alto nivel en el Ecuador en la prestación de servicios aeronáuticos; ha contribuido al desarrollo social y económico del país dando categoría y prestigio a los servicios y sobre todo al buen nombre de los organismos que son de auténtica índole ecuatoriana, el Ecuador tiene en la DIAF, una insignia de singulares características, ya que es compromiso de la institución avanzar con el empeño de siempre, para arribar a los más sobresalientes destinos de la consagración internacional.

En el organismo de mantenimiento aprobada DIAF se tomó en cuenta la posibilidad de realizar una tarea de mantenimiento en una aeronave operativa mediante documentación técnica, y se halló una respecta al ATA 38: aguas y residuos del modelo de las aeronaves de modelo BOEING 737-300/400/500, realizando la rehabilitación de abastecimiento de agua potable de los lavatorios que ayudaba en tareas de mantenimiento, pero dejó de funcionar hace mucho tiempo, por lo que se encuentra en desuso y desechado por la DIAF, este artefacto se encuentra en la parte trasera del hangar expuesta a cambios climáticos, y no ha sido puesta a mantenimiento puesto que

las fallas son puntuales, y que prácticamente la tienen como chatarra y es tratada como tal.

1.2. Planteamiento del problema

El buen funcionamiento de un avión, en realidad, depende de numerosos factores, y estos son regulados por entes internacionales que se encargan de que la aeronave garantice un vuelo seguro, incluye la inspección y reparación de las estructuras del avión, así como los recubrimientos y sistemas de los mismos en hangares o en el aeropuerto; una buena capacitación y buenas prácticas de trabajo aseguran dichos parámetros por lo que la organización de mantenimiento DIAF debe estrictamente seguir al pie de la letra las exigencias internacionales.

La Dirección de Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana DIAF al ser una organización de mantenimiento aprobada por la DGAC según la RDAC 145, requiere estar al máximo de sus capacidades y contar con todas las herramientas necesarias para llevar a cabo tareas de mantenimiento, chequeos, etc., pero no posee una herramienta de apoyo como es un suministro de agua potable de las aeronaves BOEING 737-300/400/500 la cual es necesaria para cumplir con ciertas tareas de mantenimiento del tanque de agua según el ATA 38.

Se conoce que el artefacto portátil que sirve para el suministro de agua potable de las aeronaves BOEING 737-300/400/500 existió y tuvo funcionalidad un par de veces, sin embargo, el artefacto presentó fallas y mal funcionamiento después de ser bien calificado, y se puede tomar constancia por su desuso por la corrosión en la

superficie, la cual se encuentra desechada en los patios traseros entre maquinaria y materiales que ya no se usan en la DIAF.

La ausencia de este artefacto ha causado inconformidad a la organización DIAF por tratarse de un elemento necesario al momento de despachar una aeronave, ya que se debe cumplir requerimientos previos a realizar vuelos, y se lo suele posponer, ya que este carrito, que facilita el proceso de abastecimiento del tanque de agua potable, suele ser traída de otro lugar, ya que la DIAF se ve privada de una propia, esto sumado a la documentación correspondiente que se debe llevar a cabo evidencia la necesidad de contar con una propia para cumplir tareas de mantenimiento.

1.3. Justificación e Importancia

El trabajo practico denominado “ejecución del servicio del tanque de agua potable según la tarea del manual de mantenimiento 12-14-00-603 de la aeronave BOEING 737 – 300/400/500 en la organización de mantenimiento aprobada DIAF” tiene como objetivo destinar hacia la empresa pública-comercial DIAF a la cual le servirá de ayuda para cumplir tareas de mantenimiento, preservación y agilización para despachar las principales aeronaves de la plataforma como son los modelos del avión Boeing 737-300/400/500 para la extensión de su vida útil.

La organización de mantenimiento aprobada DIAF no cuenta con un suministro de agua potable, pero se sabe que existe un artefacto que está en desuso porque la misma ha dejado de funcionar, por el sistema eléctrico y neumático involucrados en el funcionamiento normal del artefacto, por lo que se demostrará la capacidad del autor en

rehabilitar el servicio, además de que la vida útil de la maquinaria será extendida y podrá ser de utilidad para cumplir tareas de mantenimiento.

Con la implementación del proyecto, en la Organización de mantenimiento aprobada DIAF, se podrá tener beneficios como la reducción de horas hombre, al momento de realizar las tareas de mantenimiento que se vea involucradas al tanque de agua de los lavatorios, además de que la DIAF no necesitará gastar en compra o alquiler de artefactos similares, y tampoco en documentación con respuestas tardías de otras organizaciones.

Este proyecto beneficiara a la unidad con una maquina rehabilitada y funcional en su inventario además de agilizar las operaciones de servicio a las aeronaves que requieran dicho abastecimiento de agua potable, para que la misma pueda cumplir con los parámetros requeridos previo al vuelo, cabe mencionar que no sólo la empresa aeronáutica DIAF será la beneficiada de dicho proyecto, sino que se desea que el prestigio de la institución y la carrera de mecánica aeronáutica logre llenar las expectativas con el trabajo realizado con calidad y eficacia.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Ejecutar el servicio del tanque de agua potable según la tarea del manual de mantenimiento 12-14-00-603-017 de la aeronave Boeing 737 – 300/400/500 en la organización de mantenimiento aprobada DIAF, mediante el uso de un artefacto de reabastecimiento de agua, de esta manera facilitar trabajos de mantenimiento relacionados con este sistema de la aeronave.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar información técnica necesaria del sistema de agua potable para llevar a cabo la tarea de mantenimiento que lo relaciona.
- Rehabilitar el artefacto portátil de suministro de agua potable para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de acuerdo a las normas y estatutos del manual de mantenimiento de acorde con la seguridad industrial.
- Efectuar el servicio de agua potable según el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737-300/400/500 en presencia de encargados de la organización de mantenimiento aprobada DIAF.

1.5. Alcance

El proyecto tiene como destino entregar rehabilitado el artefacto portátil, que tiene como objetivo el reabastecimiento de agua potable, a la unidad de aviación civil DIAF, con todos los implementos y accesorios necesarios para poder garantizar su funcionamiento; la cual servirá para llevar a cabo la tarea de mantenimiento 12-14-00-

603 que se encuentran en el ATA 12 del manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737-300/400/500.

La tarea de mantenimiento que se menciona es la realización del servicio al tanque de agua potable de la aeronave BOEING 737/300/400/500; este trabajo es necesario realizarlo para abastecer de agua a la aeronave y pueda ser usado de acuerdo a lo que se requiera, esto también facilitará otras tareas de mantenimiento relacionadas con este sistema del avión; la organización de mantenimiento aprobada DIAF ha brindado su apoyo para que se pueda realizar lo necesario, con la finalidad de cumplir con el objetivo del proyecto de titulación, siendo asesorados y aprobados por el personal encargado de mantenimiento de las aeronaves.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

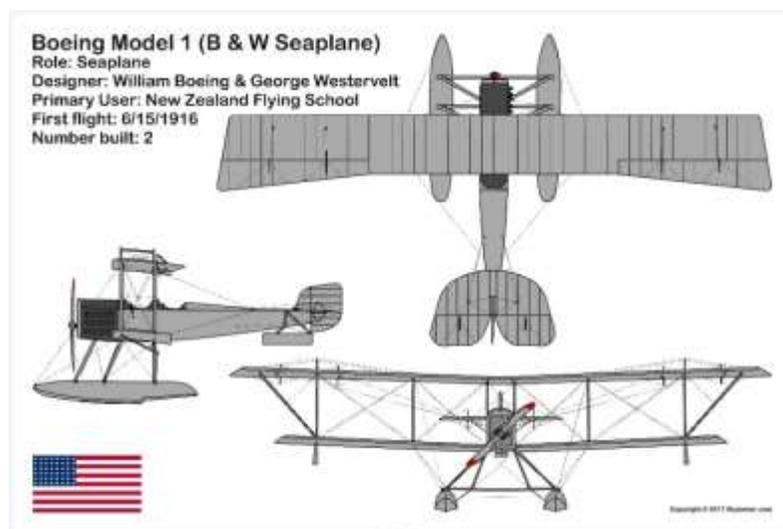
2.1. Boeing 737-300/400/500

2.1.1. Reseña histórica de la aeronave Boeing

La fundación de Boeing se dio lugar en Seattle, Washington, Estados Unidos en el año de 1916 por William Boeing, estrenando con un diseño propio, junto con el teniente Conrad Westervelt, un hidroavión biplano monomotor, llamado también “Boeing Model 1” (vea figura 1), tiempo después su sede se trasladó a Chicago, Illinois, Estados Unidos

Figura 1.

Boeing Model 1



Nota. La aeronave “Boeing Model” fue el primer avión creado por Boeing en el año 1916, construido a base de madera. (Wikipedia, Boeing Model 1, 2020)

Boeing además pudo agrupar en una sola colectividad cuatro de las empresas más importantes e influyentes de la historia aeronáutica a nivel mundial (sin contar la propia Boeing). Empresas como: Rockwell International (creada en 1928), McDonnell (creada en 1939), Douglas (creada en 1920) y en el año 2000 se unió Hughes Space and Communications.

Hablar de Boeing es hablar de la historia aeronáutica de los Estados Unidos, ya que estuvieron involucrados grandes pioneros del nacimiento de la aviación, como los World Cruisers de Douglas, los cuales llevaron a cabo el primer vuelo alrededor del mundo, o los modelos Boeing que fueron notables en la segunda guerra mundial; incluso todos los cohetes con astronautas que fueron llevados al espacio fueron creados por una empresa que actualmente forman parte de Boeing. (Boeing)

2.1.2. Boeing 737

2.1.3. Especificaciones de los Boeing 737-300/400/500

Las dimensiones que tiene la aeronave Boeing 737-300 (la aeronave en la que se realizará la tarea de mantenimiento) son las siguientes:

- Longitud: 33,40 metros – 109 pies con 7 pulgadas
- Envergadura: 28,87 metros – 94 pies con 9 pulgadas
- Altura: 11,12 metros – 36 pies con 6 pulgadas
- Superficie alar: 92,50 metros cuadrados – 995,69 pies cuadrados

La aeronave debe cumplir algunas especificaciones de peso, para los cuales existen límites dependiendo de las circunstancias en las que se encuentra la misma, estos son:

- Carga máxima: 16.032 kilogramos – 35.346 libras
- Peso máximo al momento del despegue: 58.966 kilogramos – 130.000 libras
- Peso máximo al momento de aterrizar: 51.709 kilogramos – 114.000 libras

La aeronave tiene cierta capacidad límite cuando se la quiere agregar peso externo a la misma, estos límites son:

- Pasajeros (segunda clase): 128 personas
- Pasajeros (primera clase): 146 personas
- Capacidad de combustible: 20.104 litros – 5.311 galones estadounidenses

Al ser una aeronave de corto-mediano alcance se debe conocer los límites en los que el avión puede alcanzar, estos límites en términos de prestaciones son:

- Velocidad de crucero: 840 kilómetros por hora – 522 millas por hora
- Techo máximo: 12.000 metros – 39.000 pies
- Alcance: 4.175 kilómetros – 2.596 millas
- Velocidad máxima: 945 kilómetros por hora – 587 millas por hora

Y en términos de motores, esta aeronave tiene a su disposición 2, las cuales tiene dos variaciones que varía en empuje dependiendo del tipo, estas son:

- Tipo CFM56-3B1 = empuje de 9.071 kilogramos – 20.000 libras
- Tipo CFM56-3B2 = empuje de 9.979 kilogramos – 22.000 libras (AVIONES, 2000)

Figura 2.

Boeing 737-300



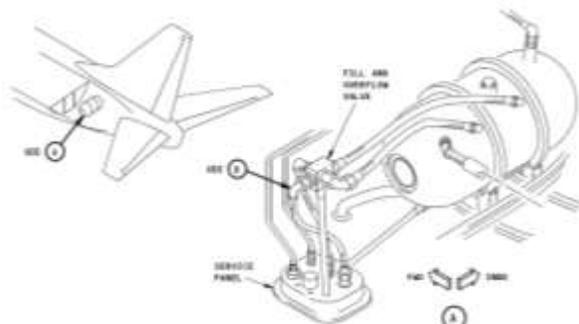
Nota. La variante 300 es la más exitosa dentro de la segunda generación del Boeing 737. (Ltd)

2.2. Sistema de agua potable

El sistema de agua de la aeronave utiliza agua fresca y limpia para los baños y galeras. El agua dulce se almacena dentro del tanque, el cual está ubicado dentro del área de popa (ver Figura 3).

Figura 3.

Sistema de agua potable

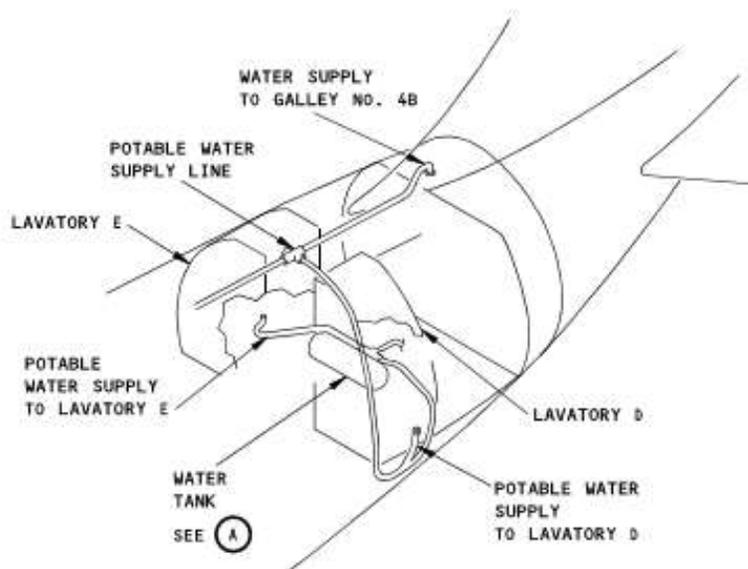


Nota. Localización del tanque de agua de la aeronaves Boeing 737-300/400/500 y como se encuentra conectado con el panel de servicio de agua potable. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

El sistema de distribución de agua tiene en su mayoría materiales como: manguera flexible de teflón con cubierta de fibra reforzada. Los conectores y demás accesorios de metal, se utilizan en uniones y partes reemplazables en línea. Las líneas de conexión de agua empiezan desde abajo del tanque de agua hasta el techo de la cabina, e ingresan a galeras y baños (ver Figura 4).

Figura 4

Líneas de conexión de agua



Nota. Las líneas de conexión suministran agua desde el tanque hasta los baños y galeras. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

Existe un indicador de cantidad del sistema de agua de los aviones muestra la cantidad de agua que se encuentra en el tanque de agua. Este funcionamiento eléctrico

funciona por medio de un transmisor que mide de cantidad de agua y este envía señales para que se pueda visualizar.

El tanque de agua por lo general se presuriza por medio de aire de purga del motor tomado por medio del colector neumático, el mismo que presuriza el colector APU, esta presión se usa para mover el agua dulce del tanque de agua a los baños y galeras. El sistema de presurización del tanque de agua incluye algunos componentes como: válvulas de retención, filtro de aire, regulador de presión y válvula de alivio.

2.2.1. Tanque de agua

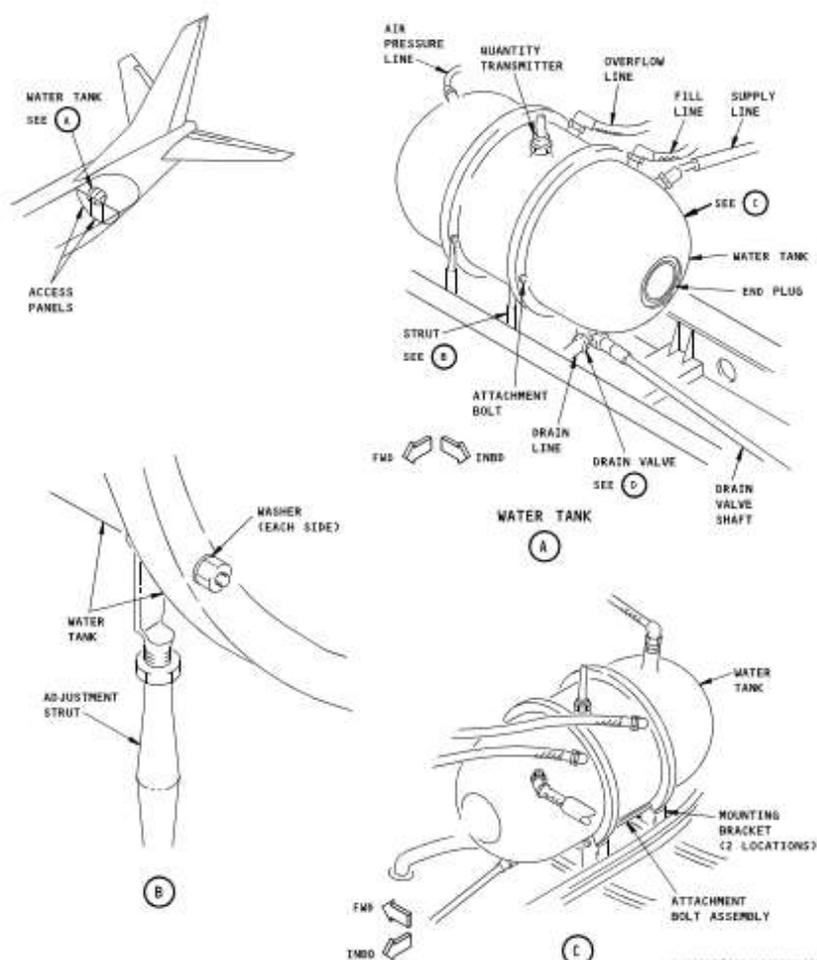
El tanque de agua se lo puede localizar en la popa de la aeronave, detrás del compartimento de carga en el lado derecho del avión. Los miembros de soporte vertical unen el tanque al marco del fuselaje. El tanque de agua es cilíndrico con extremos redondeados. El tanque es hecho de filamento no metálico enrollado en fibra de vidrio, también cuenta con dos bandas refuerzan el tanque y proporcionan soporte de montaje.

El volumen del tanque permite llenar hasta 34 galones, pero se limita a 20 galones por tener una tubería vertical instalada dentro del tanque y estar conectada a la línea de desbordamiento. EL tanque de agua se llena y se drena por medio del panel de servicio, el cual está ubicado en la parte inferior de popa.

El tanque de agua al estar expuesta a temperaturas bajas se ha diseñado en esta aeronave una manta hecha de fibra de vidrio de 3 capas que protege al tanque de una posible congelación.

Figura 5:

Partes del tanque de agua del Boeing 737



Nota. El tanque y componentes que se ubican adyacentes al tanque de agua potable de la aeronave. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

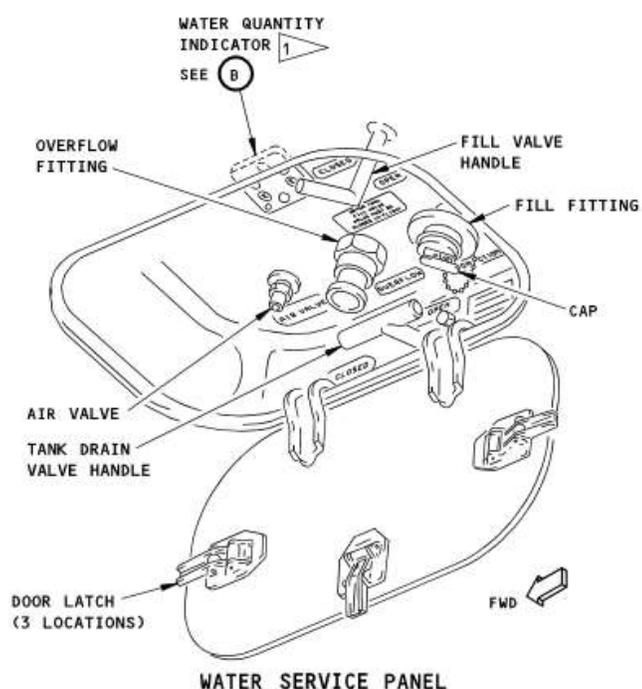
2.2.2. Panel de servicio

El panel de servicio del sistema de agua de la aeronave se encuentra en la parte inferior del fuselaje debajo de la puerta de entrada de popa. En el panel de servicio se encuentran puertos de entrada (llenado) y salida (desbordamiento). En este panel se puede controlar tanto la válvula de llenado como de desbordamiento por medio de

manijas, las cuales tienen dos posiciones (abierto y cerrado), y por último se encuentra un accesorio para el aire de servicio cuando se lo realiza en tierra.

Figura 6:

Panel de servicio



Nota. Componentes que se encuentran dentro del panel de servicio de agua potable de las aeronaves Boeing 737-300/400/500. (BOEING, CHAPTER 12 - POTABLE WATER SYSTEM, 2019)

2.2.3. Válvula de llenado

La válvula de llenado es utilizada para llenar el tanque de agua potable. La válvula de llenado se localiza al intercostal entre las vigas del piso a la izquierda del tanque de agua potable. Existe una manija que controla dicha válvula, esta se encuentra en el panel de servicio de agua potable. En la posición abierta o de servicio,

la válvula de llenado permite llenar el tanque de agua potable. En la posición cerrada, la válvula de llenado sella el tanque de agua potable para que pueda presurizarse.

(BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.4. Válvula de drenaje del tanque de agua

La válvula de drenaje del tanque de agua potable es una válvula de dos puertos que se encuentra detrás del compartimiento de carga de popa, es decir, debajo del tanque de agua. Esta válvula se acciona mediante una manija de control, la cual se encuentra dentro del panel de servicio. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.5. Válvula de drenaje del lavabo

Para realizar el drenaje manual se debe instalar una válvula de drenaje en la línea de agua potable, la cual se encuentra debajo del calentador de agua, es decir, dentro de cada gabinete del fregadero. Esta válvula cuenta con dos posiciones: abierta y cerrada. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.6. Válvula de drenaje del filtro de agua

Esta válvula se debe instalar con un filtro de agua. Se lo instala al filtro de agua que se encuentra en la parte inferior del calentador de agua, la cual está cerca de la válvula de drenaje para el baño; cuando esta válvula se ajuste a posición de drenado, el agua podrá salir del filtro. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

A. Procedimiento de drenado por gravedad

Lo siguiente que se mencionará son los pasos que se llevan a cabo para realizar el drenado del agua por gravedad.

1. Abrir los disyuntores de los calentadores de agua del lavabo en el panel P18 y colocar la etiqueta de “NO CERRAR”
2. Abrir las válvulas de llenado y la válvula de drenaje del tanque.
3. Cuando el flujo de agua se detiene desde las salidas de drenaje, cierre la válvula de llenado y desbordamiento y la válvula de drenaje del tanque.
4. Cierre la válvula de drenaje secundaria y luego gire la manija de la válvula de agua a SUMINISTRO o ENCENDIDO según corresponda.
5. En las galeras con un grifo instalado, abra el grifo.
 - 5.1. Cierre el grifo cuando el flujo de agua se detenga.
6. En las cocinas con una caldera de agua y / o cafetera instalada, mueva los interruptores de las calderas de agua y la cafetera a la posición de APAGADO.
7. Drene el agua de las calderas y cafeteras.
8. En las galeras con un grifo instalado, cierre el grifo cuando se detenga el flujo de agua.
9. En las galeras que tienen un filtro de agua instalado por debajo del nivel de la salida de agua más baja, drene el filtro de agua.

10. Instale el contenedor de eliminación de toallas si es necesario y cierre las puertas.
(BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

B. Procedimiento de drenado por presión

Lo siguiente que se mencionará son los pasos que se llevan a cabo para realizar el drenado del agua por presión.

1. Abra los disyuntores del CALENTADOR DE AGUA en el panel P18 y coloque las etiquetas de NO CERRAR.
2. Presurizar el sistema de agua
3. Gire la manija de la válvula de drenaje que se encuentra en el panel de servicio para abrir la válvula de drenaje de agua.
4. En cada cocina con un grifo instalado, abra el grifo.
5. Cuando el flujo de agua de las salidas de drenaje se detiene, cierre la válvula de drenaje del tanque.
6. En cada cocina con un grifo instalado, cierre el grifo.
7. Cierre la válvula de drenaje secundaria y luego gire la manija de la válvula de agua a SUMINISTRO o ENCENDIDO según corresponda.
8. Ajuste la manija de la válvula de drenaje secundaria a DRENAJE y luego gire la manija de la válvula de drenaje a DRENAJE para agotar el agua que queda.
9. Cierre la válvula de drenaje secundaria y luego gire la manija de la válvula de agua a SUMINISTRO o ENCENDIDO según corresponda.

10. En cada baño, espere 2 minutos para que la presión se estabilice.
11. Abra cada grifo de agua del inodoro durante 1/2 minuto, luego cierre el grifo de agua.
12. En las galeras con la caldera de agua y / o la cafetera instaladas, mueva los interruptores para las calderas de agua y las cafeteras a la posición de APAGADO.
13. En cada cocina, espere 2 minutos para que la presión se estabilice.
14. Drene el agua de las calderas y cafeteras.
 - 14.1. Mueva los interruptores para las calderas de agua y cafeteras a la posición de ENCENDIDO. Después de que el flujo de agua se detenga, mueva los interruptores para las calderas de agua y cafeteras a la posición de APAGADO. Vacíe el agua de las calderas y cafeteras.
15. Despresurice el tanque de agua
16. En las galeras que tienen un filtro de agua instalado debajo del nivel de la salida de agua más baja, drene el filtro de agua. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.7. Grifo del lavabo

Cada lavabo tiene un grifo de agua. Cada uno cuenta con una válvula que controla la temperatura (fría y caliente) con una espita¹ de mezcla común. Los grifos

¹ Espita: Tubo pequeño que se abre o cierra por el giro de una llave o mediante una palanca y que se pone en el agujero por donde se vacía un tonel o un recipiente cualquiera, o en un conducto o cañería para regular el paso de un fluido.

son de ventilación automática, por lo que no se necesita abrir para drenar el sistema. El tapón del lavabo se cierra a través del resorte. La palanca de control del tope debe mantenerse abierta hasta que el lavabo esté vacío. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.8. Calentadores de agua

El calentador de agua tiene un interruptor de dos posiciones: Encendido y Apagado, la misma se encuentra normalmente en posición Encendido, el cual enciende una luz indicadora y permite que el calentador de agua se encienda y se apaga de manera automática cuando el interruptor pase ha Apagado.

El calentador de agua se calienta de manera automática a un aproximado de 51,66 ° C (125 ° F). Para el control de la temperatura existe un termostato que abre el circuito cuando la temperatura supera los 51,66 ° C (125 ° F) y el circuito se cierra cuando la temperatura desciende los 51,66 ° C (125 ° F). Si el circuito no se abre al superar los 51,66 ° C (125 ° F), actuará el interruptor de sobrecalentamiento, el cual cortará de raíz el circuito del calentador (la alimentación) cuando la temperatura supere aproximadamente los 90,55 ° C (195 ° F).

El interruptor que controla la temperatura se localiza en la zona inferior del calentador de agua, este interruptor además controla al termostato para configurar rangos de temperatura del calentador.

Los rangos son: 38,33 ° C a 42,77 ° C (101 ° F a 109 ° F) (BAJO), 43,88 ° C a 48,33 ° C (111 ° F a 119 ° F) (MEDIO) y 49,44 ° C a 53,88 ° C (121 ° F a 129 ° F) (ALTO).

Cuando se cumpla la condición de sobrecalentamiento se debe reiniciar manualmente el interruptor de sobrecalentamiento el cual se encuentra debajo de la cubierta superior del calentador de agua. La válvula de alivio de presión se abrirá cuando se alcanza una presión de 140 psi y se cierra nuevamente de manera automática cuando baje hasta aproximadamente los 130 psi. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.9. Filtro de agua

Los filtros de agua eliminan la suciedad y la materia coloidal². El filtro está formado de un recipiente, una tapa y un cartucho de filtro de carbón que se lo puede reemplazar. Este filtro se acopla en los lavabos, en la parte inferior donde se encuentra el suministro de agua. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.10. Transmisor de cantidad de agua

El transmisor que mide la cantidad de agua se conecta a la parte superior del tanque de agua. Este transmisor recepta una señal de un sensor tipo flotador que se encuentra dentro del tanque de agua. La variación del nivel del agua provoca la activación de diferentes interruptores en el transmisor, la cual controla luces indicadoras de cantidad de agua. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.2.11. Operación

En vuelo, la operación del sistema de agua de agua potable se lleva a cabo de manera automática y solamente requiere una acción por parte de la tripulación, y se

² MATERIA COLOIDAL: es la condición que tiene una mezcla cuando uno de sus elementos, en estado sólido, se encuentra disperso en otro que se halla en estado líquido o gaseoso.

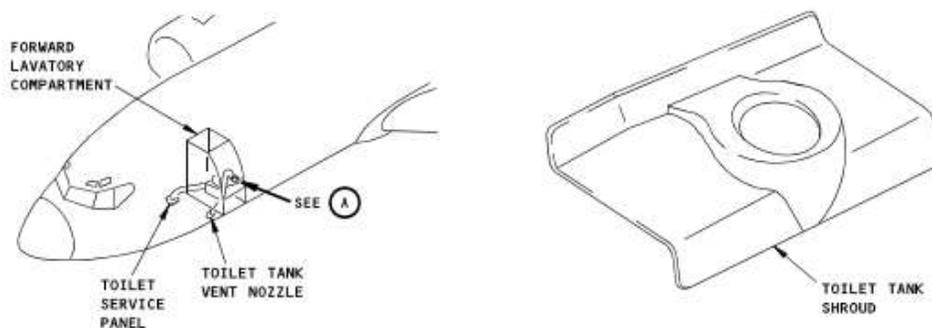
trata de que al momento de haber un sobrecalentamiento en el calentador de agua del baño, la tripulación debe reiniciarlo manualmente. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.3. Baños de la aeronave

La aeronave cuenta con dos sistemas de retretes independientes (vea Figura 8), las cuales se encuentran en el compartimiento delantero (vea Figura 7) y en popa. La descarga de los desechos se realiza por medio de electricidad, y estos desechos quedan acumulados en su respectivo tanque de residuos; cabe mencionar que los retretes usan el líquido de los residuos filtrados, pero en el líquido primario se utiliza una mezcla entre desodorante, tinte, agua y una solución fuerte de desinfectante. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

Figura 7:

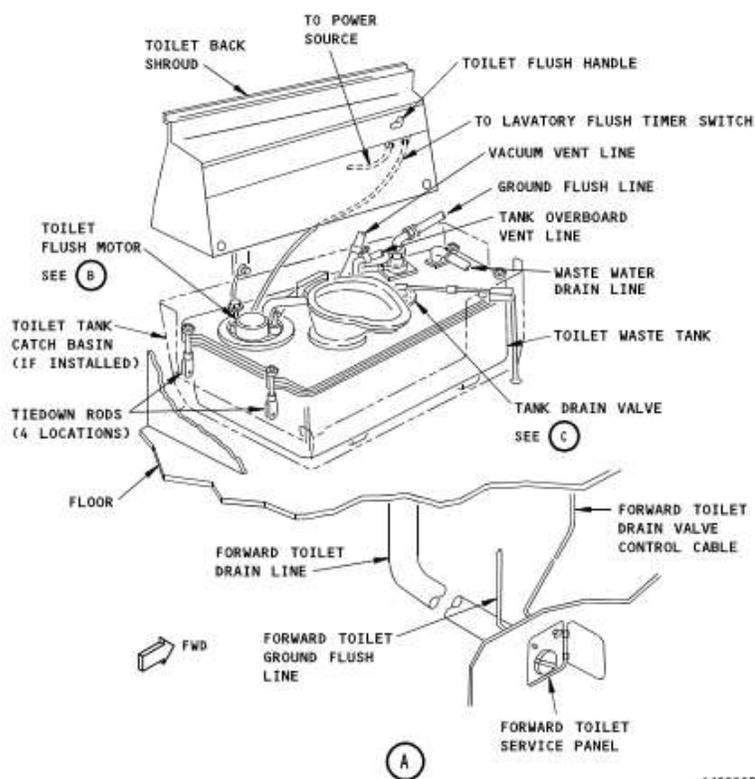
Localización del baño delantero



Fuente: Las aeronaves Boeing 737-300/400/500 cuentan con dos baños, uno delantero y otro posterior. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

Figura 8:

Componentes de los lavatorios



1422865 500041241220_V1

Nota. En esta imagen se puede localizar las partes que componen a los lavatorios de los baños (ambos baños tienen lo mismo). (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

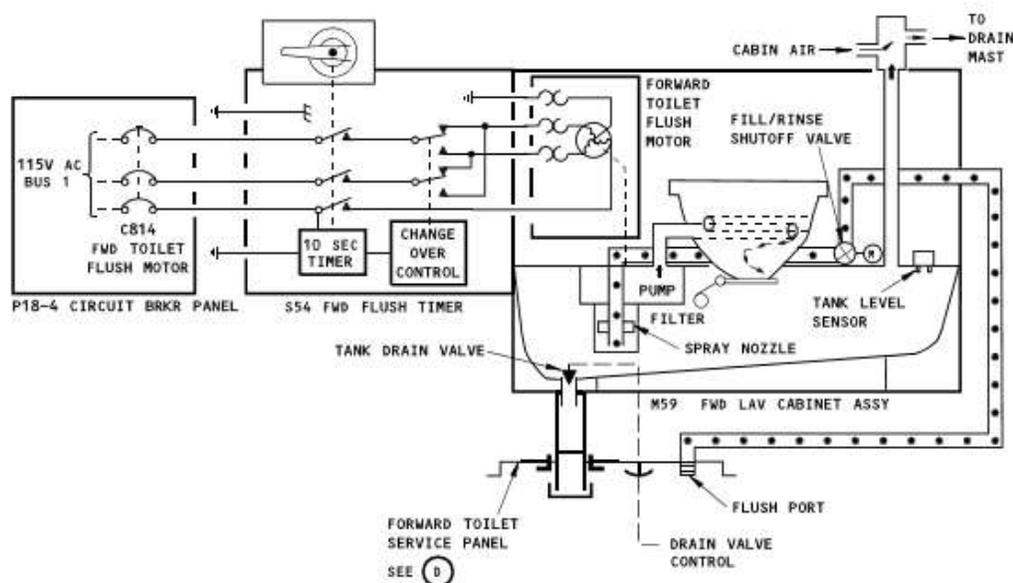
Cada unidad consta de un conjunto de cubierta de inodoro, componentes de descarga y un tanque de desechos; el mantenimiento de los componentes en los sistemas de inodoros permite el drenaje del suelo y el enjuague de las unidades de inodoros.

Se debe girar la manija de descarga del inodoro para poder iniciar el procedimiento de descarga del inodoro. El líquido de descarga fluye a través de un filtro hasta el anillo de descarga que se encuentra en la taza del inodoro. El material de

desecho y el líquido de lavado fluyen desde el fondo del recipiente hacia el tanque de desechos (los cuales son independientes entre baño y baño) (vea Figura 9).

Figura 9:

Funcionamiento de los baños



Nota. *Funcionamiento interno de los baños de la aeronave Boeing 737-300/400/500 mediante un diagrama eléctrico. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)*

Un separador entre el tanque y el tazón evita salpicaduras y obstrucción de la visión del contenido del tanque de agua. Si se produce una falla mecánica o eléctrica, el inodoro puede funcionar como una unidad estática convencional. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.4. Accionamiento de baño a baño

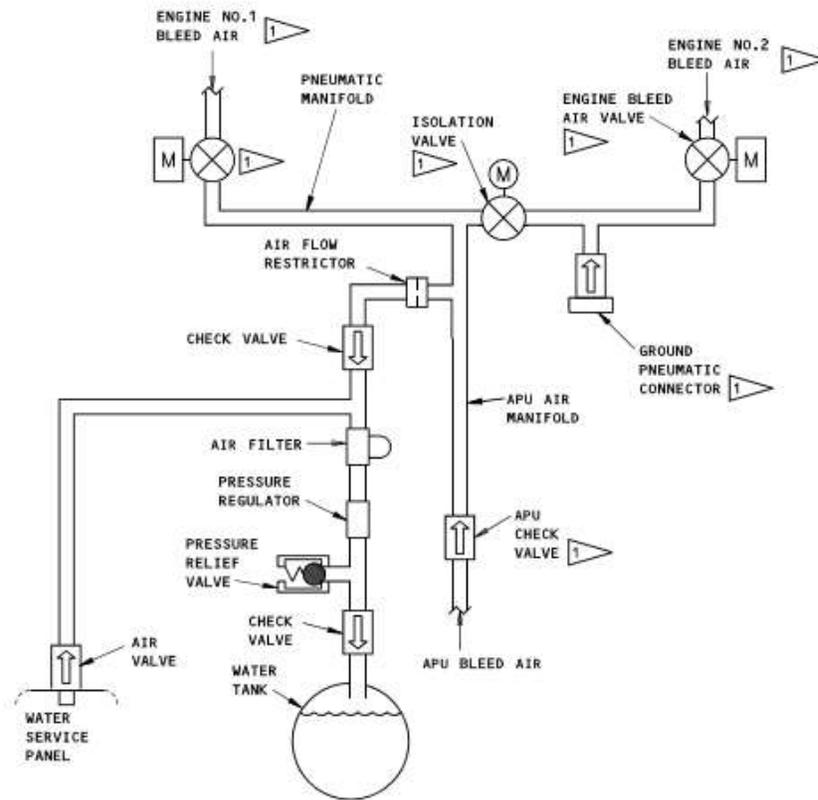
El funcionamiento del sistema de agua va de la siguiente manera: el tanque de agua potable utiliza la presión del colector neumático para poder movilizar el líquido a través de los baños y galeras. La presión del colector neumático es suministrada por el aire de purga del motor número uno (la novena etapa del motor uno es el suministro de aire primario), el motor número dos y el APU.

Una alternativa para llevar a cabo la presurización del tanque de agua de la aeronave en tierra, es conectando una fuente de nitrógeno o una fuente de aire limpio (no se debe confundir con “aire de taller”) al acople de la válvula de aire, la cual se encuentra en el panel de servicio de agua potable.

Como medida de precaución, todo aire presurizado que pasa al tanque de agua, debe pasar también a través de un filtro de aire y un regulador de presión (reduce la presión del aire y lo mantiene a 35 psi), esto con el fin de mantener la integridad del tanque y de evitar contaminación dentro del mismo; y también se involucran las válvulas de retención, las cuales evitan retorno del aire, o “presurización inversa” (vea Figura 10).

Figura 10:

Sistema neumático en los tanques de agua



Nota. Componentes que se involucran para el reabastecimiento de agua al tanque de las aeronaves Boeing 737-300/400/500, y como es presurizado. (BOEING, CHAPTER 38 - WATER/WASTE, 2019)

2.5. La orden de mantenimiento

La orden de trabajo es un oficio que emite la empresa hacia una persona en específico o conjunto de personas, las cuales estarían preparadas para llevar a cabo con lo que se requiera; las características que tiene una orden de trabajo son: descripción breve del trabajo, tiempo estimado de duración y límite, materiales y/o herramientas y demás información necesaria en caso de que la misma lo requiera.

La orden de trabajo tiene dos tipos: correctiva, la cual menciona el problema que se debe solucionar, este método también suele ser llamado “mantenimiento no rutinario” o “no planeado”; y la preventiva se emite de manera automática, puesto que el objetivo de esta es evitar a que un artefacto, máquina, accesorio, etc. Pueda perder sus características y/o integridad. (UCHA, 2013)

2.6. Ensayos no destructivos superficiales

Se lo llama “ensayo no destructivo” a todo tipo de prueba que se lo realiza a materiales con la finalidad de no alterar las propiedades principales de la misma, ya que el daño en este tipo de ensayo debe ser nulo; este tipo de ensayo provee información inexacta a diferencia de los ensayos destructivos, pero esta tiene ventajas como: evitar la destrucción del material y menos costo de operación; además este tipo de ensayo se lo recomienda utilizar en materiales o equipos que no requieren esfuerzo, ya que ciertos artefactos pueden ser funcionales hasta cierto punto dependiendo del desgaste; la aplicación de varios ensayos no destructivos en materiales se encuentra resumida en los tres siguientes grupos:

Defectología: autoriza la facultad de localizar discontinuidades, corrosión y daño por situación ambiental; así mismo categoriza tensiones y detecta fugas.

Caracterización: evalúa ciertas características del material (química, estructura, mecánica, físicas y tecnológica)

Metrología: controla el espesor de la superficie (medida por lado y por todo el recubrimiento) (Wikipedia, Ensayos no destructivos, 2020)

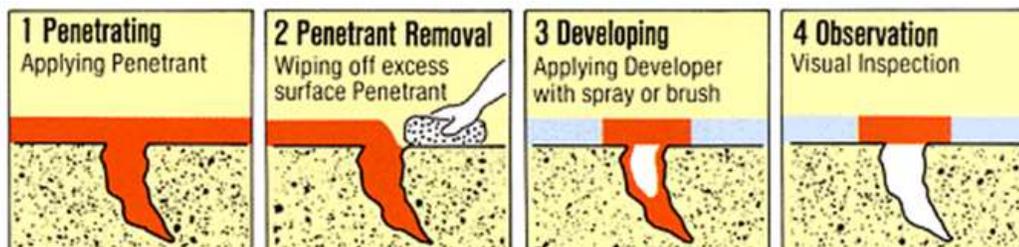
2.6.1. Tintas Penetrantes

El uso de tintas penetrantes es un tipo de ensayo no destructivo, la cual permite detectar discontinuidades que se encuentren en superficies de materiales sólidos no porosos³ por lo que este método se limita a encontrar huecos o aberturas abiertas sobre la superficie.

El proceso se trata básicamente en aplicar un líquido por la superficie previamente limpia, este líquido se penetra en discontinuidades por el efecto capilar⁴, esto funciona de tal manera que al momento de retirar el exceso de tinta se quede impregnado el líquido dentro de las porosidades y después pueda salir. Posterior a esto debe ser aplicado un complemento denominado “revelador” el cual podrá señalar las discontinuidades y se pueda visualizar de manera visual (vea Figura 10). (Serrano)

Figura 11:

Tintas penetrantes



Nota. Pasos para llevar a cabo el proceso del uso de las tintas penetrantes; este es un ensayo no destructivo para la inspección de daños en la superficie. (TPQ)

³ Sólidos no porosos: son materiales que no tienen huecos en la superficie, por lo que no tienen la capacidad de absorber líquidos ni gases.

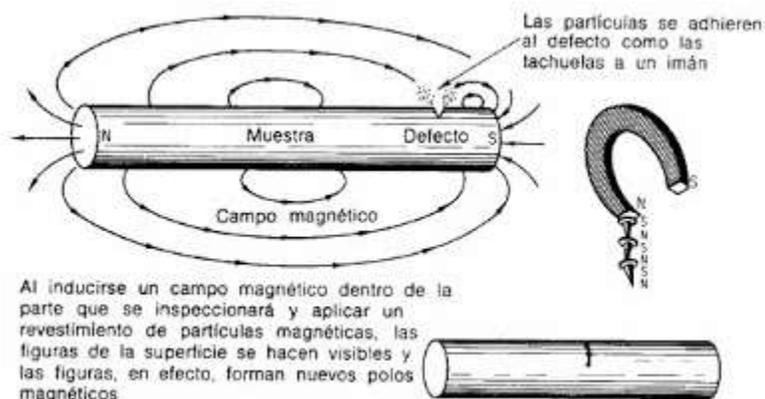
⁴ Capilaridad: es la capacidad de un líquido para subir o bajar a través de porosidades.

2.6.2. Partículas magnéticas

Este ensayo no destructivo denominado “partículas magnéticas” se basa en magnetizar la pieza y aplicar estas partículas magnéticas (son polvos finos de limaduras de hierro), de este modo se crea una agrupación en algunos puntos de la superficie y de este modo se lo puede diagnosticar. Este método varía de acuerdo al material y condiciones de ese material para llevar a cabo la inspección (vea Figura 11). (Rosales, 2015)

Figura 12:

Partículas magnéticas



Notas: otro ensayo no destructivo para la inspección de las superficies es la aplicación de partículas magnéticas. (Noriega, 2010)

2.6.3. Inspección visual

A. Definición de inspección visual

La inspección visual, dentro de los tipos de ensayos no destructivos, es el método más versátil que se lo lleva a cabo constantemente en inspecciones

superficiales que son expuestas, también se lo usa para señalar el estado de un componente o parte y además para la localización de cuerpos extraños que puedan dañar a un equipo y/o afecta su función.

Para este tipo de ensayo se usa como herramienta al ojo humano, el cual puede complementarse con instrumentos, dependiendo de las necesidades o dificultad de visión, como pueden ser la lupa, espejos, baroscopios, vibroscopios, linternas, etc.

El ensayo llevado a cabo por este tipo de inspección ayuda a controlar la calidad del producto, ya sea en fabricación o en servicio, por ejemplo: en soldadura se inspecciona la calidad de acabado, forma y tamaño, en mecánica se revisa todo tipo de soportes, en componentes se observa desde intercambiadores hasta tornillería y en el servicio de agua potable, válvulas, estructuras y bombas, para detectar fugas degradaciones, erosión y corrosión. (Ecuatoriano, 2018)

B. Factores para la calidad de la inspección visual

No se requiere de un gran entrenamiento para realizar la inspección correcta, pero los resultados dependerán de ciertos factores, como:

- Calidad del detector
- Las condiciones de luminosidad
- Capacidad de procesar datos obtenidos
- El nivel de entrenamiento y la atención a los detalles

C. Características Técnicas

Se puede determinar la integridad de una parte, partes o componente de manera general, esto involucra también a la localización de daños superficiales como: grietas, desgaste, corrosión, etc.

En componentes que retienen presión, se puede detectar fugas o posibles fallas que afectan directamente a la integridad operativa del componente o de otros componentes adyacentes. (Vargas, 2017)

D. Tipos de Inspección visual

Para llevar a cabo este tipo de inspección hay dos métodos, la directa y la indirecta.

Inspección Visual Directa

Según el artículo ASME BPV Sección V, pruebas no destructivas, artículo 9: “El examen visual directo puede efectuarse usualmente cuando el acceso es suficiente para colocar el ojo dentro de 24 pulgadas (610mm) de la superficie que está siendo examinada y a un ángulo no menor de 30 grados. Pueden ser usados espejos para mejorar el Angulo de visión”.

Inspección Visual Indirecta

Según el artículo ASME BPV sección V, pruebas no destructivas, artículo 9: “la inspección visual remota puede ser sustituto de la inspección directa. La inspección visual remota puede usar auxiliares visuales tales como espejos, telescopios, boroscopios, cámaras u otros instrumentos adecuados. Tales sistemas deben tener

capacidad de resolución al menos equivalente a la que sea obtenida por la observación visual directa”.

E. Equipos que se utilizan para llevar a cabo la inspección visual

Las herramientas que se pueden usar para llevar a cabo la inspección visual son muy variados, ya que son implementos relativamente fáciles de usar. Estas herramientas pueden ser boroscopios, lupas, espejos, luces, etc. Pero cabe mencionar que existen ciertas herramientas específicas para algunos tipos de inspecciones, como por ejemplo las galgas de soldadura⁵. (Vargas, 2017)

F. Ventajas y desventajas

Tabla 1:

Ventajas y desventajas de la inspección visual

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se lo realiza para una gran variedad de materiales	Se aplican sólo por defectos superficiales
Su empleo es relativamente fácil	De debe tener acceso directo a la superficie en la que se quiere inspeccionar
No es costoso	Por si sola, no es capaz de mostrar resultados permanentes
La geometría de las piezas no presenta un inconveniente	Se requiere que el equipo o material sea desarmable

⁵ Galgas de soldadura: es una herramienta que permite medir los sobre espesores de las soldaduras (mide en milímetros).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No es necesaria la limpieza para llevar a cabo la inspección por este método	Depende en gran medida de la agudeza visual del usuario
Se obtienen resultados inmediatos	Por ciertas formas en equipos, es difícil inspeccionar todo el material, debido a la existencia a puntos ciegos
Cualitativa, sin embargo se puede definir límites	
No destructiva	
Apropiado en superficies de alto grado de rugosidad	
Método estándar para encontrar partículas contaminantes	

Nota. Ventajas y desventajas de la inspección visual. (Benítez, 2015)

2.7. Preparación de superficies

La correcta preparación de las superficies previo y posterior de un acabado protector, podrá ser de gran beneficio, ya que además de tener un buen aspecto también será provisto de mejor protección , es decir, reducirá los costos de mantenimiento.

Es necesario analizar ciertos factores para elegir el método más idóneo, para la preparación de superficies, estos factores son:

- La seguridad
- La Accesibilidad

- La Protección de Maquinaria y Equipo
- Las Variables del medio Ambiente
- Los Costos

2.7.1. Preparación de superficies metálicas

Los principales métodos para llevar a cabo la preparación de superficies han sido dictaminados por organizaciones internacionales como lo son el SSPC (Structures Painting Council) y la NACE (National Association of Corrosion Engineers), los métodos son:

A. SSPC-SP-1 (Limpieza con solvente)

Para llevar a cabo este método se utiliza productos como: vapor de agua, emulsiones jabonosas, detergentes, soluciones alcalinas y solventes orgánicos. El propósito de esta limpieza es retirar la mayoría de contaminantes que se puedan encontrar en la superficie, seguido de la aplicación de agua natural y secado.

(mexiquense, 2020)

B. SSPC-SP-2 (Limpieza manual)

En este método se necesitan herramientas manuales para eliminar ciertas imperfecciones de la superficie, como: oxidación, pintura envejecida, residuos de soldaduras, etc.

Cabe mencionar que el propósito de llevar a cabo este método es lograr una estética mejor al momento de pintar o repintar. (mexiquense, 2020)

C. SSPC-SP-3 (Limpieza Mecánica)

Este método a diferencia de la limpieza manual, se utiliza herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar imperfecciones de la superficie (como ya se había mencionado antes), este método tiene el mismo propósito de la limpieza manual. (mexiquense, 2020)

D. SSPC-SP-4 (Limpieza con Flama)

La limpieza con flama se lo realiza con un aparato o herramienta que transmita altas temperaturas a gran velocidad sobre superficies metálicas.

Para este método se suele usar con más repercusión al gas de acetileno para provocar la flama. Después de haber aplicado la flama se debe utilizar cepillo de alambre para eliminar la corrosión y escama floja.

Nota: la pintura primaria (primer) se debe aplicar antes de que la superficie esté totalmente fría. (mexiquense, 2020)

E. SSPC-SP-5 NACE-1 (Limpieza con chorro de abrasivo grado metal blanco)

Para realizar este tipo de método de limpieza, se debe utilizar cualquier tipo abrasivo a presión de grado metal blanco (mejor calidad), la finalidad de este método es retirar todo lo que se ha incrustado sobre la superficie del metal, incluso el óxido y la pintura. El metal, después de haber aplicado este método, presentará un uniforme color gris claro, ligeramente rugoso.

Nota: la pintura primaria (primer) debe ser aplicada antes de que la superficie sea expuesta al medio ambiente. (mexiquense, 2020)

F. SSPC-SP-6 NACE-3 (Limpieza con chorro de abrasivo grado comercial)

Al igual que el método anteriormente mencionado, se utiliza abrasivos a presión, pero de grado comercial (mediana calidad), tiene la finalidad de retirar el óxido y demás incrustaciones sobre la superficie del metal, incluyendo la pintura.

Nota: es posible que la pintura e incrustaciones todavía estén adheridas a la superficie del metal, esto es permitido siempre y cuando no supere la tercera parte del metal, es decir, debe estar limpia las 2/3 partes de la superficie como mínimo.

(mexiquense, 2020)

G. SSPC-SP-7 NACE-4 (Limpieza con chorro de abrasivo grado ráfaga)

Para llevar a cabo este método de limpieza, al igual que los dos anteriores métodos, se utiliza abrasivos a presión pero de grado ráfaga (baja calidad), tiene como finalidad preparar la superficie que tenga un mínimo de escoria, pintura, óxido y demás imperfecciones.

Nota: es muy probable que utilizando este método de limpieza no sea suficiente para retirar algunas incrustaciones y pintura del sustrato. (mexiquense, 2020)

H. SSPC-SP-8 (Limpieza química)

En este método de limpieza se utiliza la reacción química, electrólisis o combinada, a través de este método se libera la superficie de incrustaciones, pintura, óxido y demás.

Nota: se debe neutralizar la reacción mediante alguna otra solución y después realizar el secado. (mexiquense, 2020)

I. SSPC-SP-9 (Limpieza por agentes atmosféricos)

Este método de preparación de la superficie, a diferencia del resto de métodos, no es independiente, ya que requiere el acompañamiento de algún otro método de limpieza mencionados con anterioridad; esto se debe a que los agentes atmosféricos no son efectivos por si solos por su falta de efectividad. (mexiquense, 2020)

J. SSPC-SP-10 NACE-2 (Limpieza con chorro abrasivo grado cercano a blanco)

Este método de preparación de superficies, retira el óxido, escamas, pintura y demás; a diferencia del chorro abrasivo de grado metal blanco, no elimina el 100%, elimina el 95% de lo visible en la superficie.

Nota: se debe realizar el pintado de la superficie en un corto lapso de tiempo, ya que este pasa a color cercano a blanco es atacado por el medio ambiente de manera rápida. (mexiquense, 2020)

2.8. Revestimiento estructural

El recubrimiento o revestimiento es el proceso cubrir la estructura con materiales que pueden ser orgánicos o inorgánicos, la aplicación de estos pueden ser en forma de líquida, gaseosa o sólida; al aplicarlo sobre la superficie, cumple con el objetivo de mejorar las características de la estructura, estas pueden ser: adhesión, aspecto, anticorrosivo, resistencia al desgaste, etc. (Peters, 2020)

2.8.1. Revestimiento y recubrimiento Inorgánico

Son los métodos más comunes para controlar la corrosión, tiene como objetivo colocar una capa protectora entre el metal para poder protegerlo del medio en el que se encuentra. La diferencia entre revestimiento y recubrimiento es la siguiente: cuando el

espesor de esta capa o barrera es menor a 1 mm se lo conoce como recubrimiento, y se lo conoce como revestimiento cuando supera dicha medida. Por lo general se utilizan materiales transparentes o pigmentados, los materiales más usados para realizar dicha protección son: Vidrio y cerámica. Se caracterizan por la capacidad de ser flexibles, adherentes y de máxima eficiencia de protección contra la corrosión. (Yaraure, Lopez, & González, 2015)

2.8.2. Revestimiento Orgánico

Este método de protección estructural se basa en la creación natural o sintética de polímeros y resinas que tienen como finalidad secarse, fijarse o endurecerse, y que al ser aplicados en la superficie este actúa como protector, como por ejemplo: las pinturas; este tipo de revestimiento es bastante versátil, ya que se puede aplicar tanto a equipos móviles como a fijas.

A. Funciones del revestimiento orgánico

Decorativos: brinda imagen, textura, color y entre otras características que dan una mejor imagen en donde se la aplica, que además añade características mecánicas superficiales, tales como resistencia a la abrasión, golpes, etc.

Protectora: al ser aplicada pintura sobre la superficie, esta adquiere resistencias a agentes físicos – químicos, como la más conocida: la corrosión; y también otorga propiedades de protección contra agentes biológicos, como por ejemplo: las bacterias.

Puente: cuando se realiza una capa de pintura base, previo al pintado final, esta puede aumentar los beneficios antes mencionados, incluyendo la adherencia y resistencia a la corrosión.

Aislante: cuando se crea la capa de pintura esta también funciona como aislante de calor, ruido, humedad, radiación, electricidad, etc.

Indicadora: señalización visual de aviso, emergencia, indicaciones, etc.
(Rodriguez, 2015)

B. Características del revestimiento orgánico en los metales

La pintura es el método más común para proteger componentes o estructuras de la corrosión. Ya que tiene la finalidad de crear una película delgada sobre la superficie que impida el contacto directo del metal con el electrolito. Para esto se requiere que la superficie esté previamente preparada (como puede ser los tratamientos anticorrosivos y pintura base), para asegurar la adherencia con el metal y que con la aplicación de la capa de pintura esta disminuya las probabilidades de que el electrolito entre en contacto directo con la superficie metálica.

La pintura para los metales debe tener buena adherencia y elementos inhibidores, ya que la misma debe acompañar a la estructura metálica a pesar de sufrir deformaciones, puesto que si no cumple con este requisito se creará grietas y esta dejará la estructura desnuda.

La protección con pinturas mejorará de manera química: por medio del efecto barrera e inhibidor de las constituyentes, y también de manera mecánica: por el mayor grueso de película e inexistencia de agrietamiento de capa. (Rodriguez, 2015)

2.8.2.3. Partes de la pintura orgánica

La pintura orgánica se compone de dos partes principales, las cuales son el vehículo y el solvente:

El vehículo es la parte líquida de la pintura, esta es parte se encarga de brindar resistencia química, del color y de la película de la pintura que se desea aplicar.

El solvente es la parte complementaria del vehículo, ya que este es la parte volátil, por lo que facilita la creación, el secado y aplicación de la pintura en general, los solventes más conocidos son: agua y cetonas; la elección del solvente depende de las propiedades que contiene el vehículo. (Rodriguez, 2015)

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1. Inspección visual del artefacto

Para realizar este paso se lo dividió en 4 partes: superficial, sistema eléctrico, neumáticos y accesorios que conectan con la aeronave

Superficial: el artefacto presenta desprendimiento de pintura en algunas zonas y en algunos lugares se muestra corrosión, además que tiene ausencia de un cobertor para proteger la estructura y señalética para identificar ciertas zonas del artefacto portátil.

El sistema eléctrico: la bomba eléctrica de agua se encuentra descontinuada desde hace mucho tiempo, (según los mecánicos de la organización de mantenimiento aprobada DIAF) y para verificar su funcionamiento se lo conectó a una corriente eléctrica alterna de 110 voltios, y efectivamente no funcionó, por lo que no se cumple el objetivo del artefacto en general; además de que las tuberías adyacentes a la bomba (necesarias para el flujo de agua) se encuentran en mal estado, puesto que no se ha dado el respectivo mantenimiento.

Tanque de agua: el artefacto carece de un reservorio de agua propio; por conocimiento previo se pudo conocer que sólo se utilizaban botellones de agua potable y que debía parar la operación al momento de cambiar de botellón, por lo que la bomba podía correr el riesgo de cavitación, por la succión de aire en el proceso de llenado.

Fontanería: El estado de la fontanería viene con algunas novedades, puesto que no estaba completa la conexión, además los que habían se notaba un desgaste y acumulación de agua, por lo que hay la posibilidad de existencia de bacteria dentro de las mismas.

Neumáticos: los neumáticos están en buen estado pero la unión hacia la estructura presenta corrosión, además de tener un sonido de rechinado, evidencia de la falta de lubricación y desgaste del mismo al no estar puesto en mantenimiento preventivo.

3.2. Plan de trabajo para rehabilitar el sistema eléctrico

1. Retirar tuberías, válvulas y demás accesorios adyacentes a la bomba de agua para reemplazarla.
2. Adquirir una bomba de agua sea la correcta de acuerdo a los requerimientos de la aeronave, puesto que debe tener una presión entre 20 a 50 psi y que llegue hasta 3 metros de altura respecto al piso hasta el puerto de servicio de agua potable; esto es necesario para el llenado del tanque de agua que se encuentra en la aeronave.
3. Colocar la bomba correcta (según los requerimientos) en el lugar que se requiere.
4. Instalar la fontanería necesaria para la correcta succión y expulsión de agua de la bomba, esto se realizará con teflón y con sellador rígido para evitar fugas de agua en las uniones de tuberías.

5. Instalar componentes para llevar a cabo el servicio de agua potable de la aeronave, como son: válvula de paso (que servirá para llenar la tubería antes de que la bomba entre en funcionamiento, esto evitará la cavitación, además que servirá para dar mantenimiento y seccionar la tubería), manómetro (para verificar la presión correcta antes que el agua llegue a la aeronave), acople que va desde el artefacto a la aeronave (este es un implemento importante, ya que con esto se obtendrá un correcto agarre y se evitarán fugas).
6. Realizar perforaciones en la estructura, estos agujeros servirán para que se dé paso desde el tanque de agua del artefacto, pase por la bomba eléctrica, y termine llegando hasta el exterior (que terminará llegando a la aeronave).
7. Realizar una conexión en serie con un disyuntor magneto térmico para encender y apagar la bomba de agua mediante un switch de dos posiciones que se encontrará en la parte lateral interna de la sección de la bomba de agua del artefacto; este disyuntor también sirve para cuidar la vida útil de la bomba, ya que en caso de sobrecalentamiento o corto circuito se interrumpirá la conexión de fase y no pasará corriente eléctrica a la bomba.

3.3. Plan de trabajo para rehabilitar la fontanería y tanque de agua.

8. Adquirir un tanque de agua con capacidad necesaria para llenar el tanque de agua de la aeronave.
9. Realizar medidas para saber la distancia que habrá entre la bomba y el tanque de agua.

10. Adquirir una manguera para que haya flujo de agua desde el tanque hasta la bomba.
11. Realizar perforaciones dentro del artefacto para que se pueda conectar de manera fácil y sencilla la manguera junto con el tanque y la bomba de agua.
12. Instalar una válvula anti retorno en el lado de la manguera que va dentro del tanque para que, además de evitar el retorno, la bomba no succione la parte más baja del tanque y se quede pegada.
13. Adquirir soportes de metal para fijar el tanque de agua en un solo lugar y evitar que se mueva y se riegue el agua del envase.
14. Colocar una válvula de drenado en la parte trasera del tanque y realizar una perforación para que la misma pueda salir del artefacto; esto servirá para sacar el agua estancada y de esta manera se evitará que se llene de bacterias.
15. Instalarlo y realizar pruebas.

3.4. Equipos, herramientas y materiales

Puesto que el artefacto se encuentra en estado prácticamente desechado, es necesario usar muchas herramientas, componentes y materiales, que se usarán a lo largo del proyecto, para tener la finalidad de lograr una correcta rehabilitación de la misma.

- Bomba de agua de 0,5 HP, 110 Voltios, 5.2 Amperios.
- Destornillador estrella y plano.

- Alicate.
- Guaípe.
- Racha con juego de acoples.
- Equipo de protección personal (mascarilla, botas, overol, guantes).
- Tanque de agua de capacidad de 50 litros.
- Tuberías de $\frac{3}{4}$ " de 10 cm y 5 cm de longitud.
- Tuberías de $\frac{1}{2}$ " de 10 cm de longitud.
- Uniones de tubería roscable de $\frac{3}{4}$ ".
- Tapón de tubería de $\frac{1}{2}$ ".
- Codo de tubería de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ".
- Cinta teflón.
- 2 metros de cable de cobre de 14 AWG.
- Cinta Taype.
- Sellador "Permatex" para tuberías.
- Placas metálicas de 5mm de grosor.
- Pernos, rodela y tuercas.
- Disyuntor magneto térmico de 110 voltios y 5,2 amperios.
- Protector plástico del disyuntor.
- Enchufe eléctrico de 3 polos (fase, neutro y tierra).
- 4 metros de manguera de $\frac{3}{4}$ ".
- Taladro.
- Brocas de distintos tamaños.
- Extensión eléctrica de 10 metros.

- Balde de Agua de capacidad de 10 litros.
- Acople de tubería con manguera de ¾”.
- Filtro de agua.
- Rosca para ajustar.
- Válvula anti-retorno “pie de tigre”.
- Lima.
- Sierra metálica pequeña.
- Protector plástico.
- 3 metros de tela impermeable.
- Manómetro C/glicerina de 90 psi.
- Pernos, tuercas y rodela de distintos tamaños.

3.5. Procedimiento

Preparar el artefacto

Se realizó el reconocimiento del artefacto para conocer el estado actual y poder verificar lo que tiene y de lo que carece; y se encontraron estos detalles: el artefacto tiene una bomba eléctrica de agua que no funciona, existe partes de la superficie en las que se ha creado corrosión y desprendimiento de pintura, se encuentra sucia, tiene acumulación de agua dentro de la misma, carece de un tanque de agua, la tubería se encuentra incompleta y no tiene un lugar fijo sobre el artefacto; con esta información se procedió a realizar un plan de rehabilitación y utilizar lo que todavía se encuentra en buen estado, posterior a eso se procedió a realizar una limpieza general y a retirar el agua estancada.

Figura 13.

Limpieza del artefacto



Nota. Limpieza del artefacto con guaipe. Elaboración propia.

Rehabilitación del sistema eléctrico

Se llevó a cabo una investigación de las especificaciones para que se cumpla correctamente el llenado de agua potable en la aeronave, y se tomó información relevante como: el panel de servicio de agua potable se encuentra aproximadamente a 2,20 metros del nivel del suelo, el tanque de agua de la aeronave debe tener como presión máxima 35 psi, y que la misma tiene capacidad de 20 galones (90 litros).

Figura 14.

Panel de servicio de agua potable del Boeing 737-300



Nota. Reconocimiento del panel de servicio de agua potable. Elaboración propia

Con la información obtenida se procedió a realizar la búsqueda de una bomba eléctrica de agua que pueda cumplir con las especificaciones que anteriormente se investigó, y se encontró una bomba de marca “Shimge” que funciona a 110 voltios de corriente alterna y con amperaje de 5,2 amperios, alcanza a suministrar el agua hasta 40 metros de altura, tiene caudal de 40 litros por minuto (el tanque de agua de la aeronave se puede llenar en 2 minutos con 30 segundos), tiene de potencia 0,5 hp, y tiene como presión máxima de 30 psi; cabe mencionar que la bomba de agua tiene en su interior protector térmico (en caso de sobrecalentamiento).

Figura 15.

Bomba de agua



Nota. Adquisición de la bomba de agua marca Shimge. Elaboración propia.

Se colocó a la bomba en distintas posiciones y se encontró una buena localización para que vaya bien el flujo de agua y que no haya inconvenientes de ningún tipo, por lo que se procedió a colocar agujeros en la parte inferior del artefacto para fijar a la bomba y también se hizo perforaciones en la parte inferior para que se drene el

agua estancada después de realizar la purga de la bomba de agua o si existe alguna fuga no afecte al funcionamiento de la bomba.

Figura 16.

Instalación de la bomba



Nota. Instalación de la bomba de agua. Creación propia.

Rehabilitación de la fontanería

Se realizó un análisis acerca de cómo podría ser instalados los complementos que van adyacentes a la bomba de agua, como es la fontanería, y se decidió por adquirir mangueras de $\frac{3}{4}$ para que conecte la sección del tanque de agua con la bomba.

Figura 17.

Mangueras utilizadas para el artefacto



Nota. La manguera tiene un grosor adecuado para evitar rajaduras al momento de tener contacto con el suelo o su caída. Creación propia.

Se realizó la compra la manguera $\frac{3}{4}$, acoples para la manguera, rosca, y cinta teflón para evitar fugas, también se adquirió una válvula que iría dentro del tanque de agua, la cual se llama “válvula pie de tigre”, ya que se pensó en cómo evitar de que el agua estancada de la manguera regrese al reservorio de agua potable, puesto que esta válvula funciona como un golpe de ariete.

Figura 18.

Instalación de la válvula pie de rey



Nota. Instalación de la válvula pie de tigre con la manguera. Creación propia.

Para que la manguera pase de una sección a otra dentro del artefacto fue necesario realizar perforaciones dentro de la misma, por lo que se realizó agujeros con ayuda del taladro con una broca de tamaño $\frac{3}{8}$ y agrandarlos gradualmente hasta que la manguera pase sin dificultades y que no sufra rajaduras; cabe mencionar que se utilizó un agujero previamente hecho pero se lo agrandó de acuerdo a las necesidades.

Figura 19.

Instalación de la manguera



Nota. Instalación de la manguera en el artefacto. Creación propia.

Realizadas las perforaciones dentro del artefacto se procedió a realizar la búsqueda de un tanque de agua que pueda cumplir con las especificaciones requeridas y que pueda alojarse de manera fija dentro del carrito, por lo que se procedió a tomar medidas de la sección trasera del artefacto para poner límites de tamaño; las dimensiones fueron:

- 60 cm de profundidad
- 60 cm de ancho
- 60 cm de largo

Figura 20.

Vista posterior del artefacto



Nota. Se tomaron las medidas de la parte posterior del artefacto. Creación propia.

Rehabilitación reservorio de agua

Se realizó la búsqueda de un tanque de agua con las especificaciones antes mencionadas, y se hallaron algunas opciones; una de esas opciones fue realizar la compra de dos tanques de agua, con capacidad de 10 galones (37,85 litros) cada uno, para poder unirlos a través de tubería y que el agua fluya en mismo sentido en ambos tanques.

Figura 21.

Tanques de agua



Nota. Los tanques de agua de la imagen tienen capacidad de 10 galones cada uno.

Creación propia.

Debido a la necesidad y facilidad se optó por la posibilidad de encontrar un solo tanque de agua ya que simplificaría el trabajo de operación, ya que habría menos probabilidad de quedar agua estancada (porque sólo con un tanque de agua se podría realizar drenado correcto), se tomó en cuenta que un solo tanque de agua podría ser fácilmente fijado en un solo lugar y evitar el movimiento del agua al momento de realizar el servicio de agua potable y se vería mejor estéticamente; por lo que se encontró un tanque con capacidad máxima de 50 litros con dos orificios (uno superior y otro inferior), en el agujero superior podría pasar la manguera que conecta la bomba con el tanque y en el inferior podría ser utilizado para drenaje.

Figura 22.

Tanque de agua



Nota. Adquisición del tanque de agua de 50 litros de capacidad máxima. Creación propia.

En los laterales del tanque de agua se encontraron agujeros para fijar a la misma, por lo que se recurrió a la idea de adquirir soportes de metal con pernos, tuercas y rodela (no se recurrió al uso de remaches para poder facilitar el proceso de retirada en caso de limpieza y/o reparación). Los soportes de metal, con doblés en la mitad de 90°, se lograron adquirir en una ferretería.

Figura 23.

Instalación del tanque de agua



Nota. Se realiza la instalación del tanque de agua sin las soportes de metal en los laterales. Creación propia.

Se llevó a cabo la obtención de pernos, rodela y tuercas de tamaño exacto para que la soporte de metal se pueda fijar dentro de la estructura y se procedió a realizar la perforación en los soportes de metal para que los pernos puedan pasar a través de los agujeros y ser fijada entre el tanque de agua y la estructura del artefacto.

Figura 24.

Soporte de metal



Nota. Perforación de las soportes de metal para la fijación del tanque en el artefacto.

Creación propia.

Al haber realizado las perforaciones en las 4 soportes de metal y al haber conseguido pernos a la medida requerida se procedió con la perforación en los laterales del artefacto y de esta manera poder obtener una correcta fijación, de tal manera que evite turbulencias de agua dentro del tanque.

Figura 25.

Perforación en los laterales del artefacto



Nota. Proceso de perforación de los laterales del artefacto para la colocación de las soportes de metal. Creación propia.

Se realizó la instalación del tanque de agua con los soportes de metal, pernos, rodelas y tuercas, para la sujeción de dicho complemento del artefacto; posterior a esto se realizó la instalación de la manguera junto con el tanque, luego se procedió también a realizar una perforación en la parte baja-posterior del carrito, hasta que pase una pequeña tubería de $\frac{1}{2}$, junto con uniones, codo y un tapón, ya que esto será de utilidad para que se pueda drenar el agua por gravedad en caso de que no se terminé de acabar toda el agua interna; esto también evitará a que se acumule agua estancada y creación de microorganismos que puedan ser dañinos para la salud de las personas.

Figura 26.

Instalación del tanque de agua



Nota. Montaje del tanque de agua con las soportes de metal. Creación propia.

Instalación del cableado eléctrico y la manguera

Después de tener la sección del tanque de agua se procedió a realizar un cableado eléctrico a la bomba de agua, puesto que apenas tenía un cable de aproximadamente 30 cm de largo y no tenía colocado un enchufe, por lo que se procedió a comprar un cable de 3 polos de 2 metros de largo y que el enchufe también tenga 3 polos (los tres polos son: tierra, fase y neutro); la conexión se lo llevó a cabo con las debidas precauciones y se colocó cinta Taype en cada polo o cable dentro de la

conexión para evitar corto circuitos y posible daño hacia la bomba y la integridad del carrito en general.

Figura 27.

Instalación del cableado



Nota. Instalación del cableado eléctrico de la bomba. Creación propia.

Para que el cableado de la bomba sea más fácil de usar, práctico y sencillo se optó por realizar una perforación cerca de la bomba para que pueda salir el cableado y se pueda enroscar en la parte lateral del artefacto; esta perforación se lo realizó con la ayuda de un taladro con broca de 3/8 y posteriormente se lo agrandó para evitar rajaduras en el cableado.

Figura 28.

Perforación del artefacto



Nota. Elaboración de agujeros para el cableado eléctrico. Creación propia.

Después se instaló la manguera de agua con cinta teflón y rosca para asegurar la conexión.

Figura 29.

Instalación de la manguera



Nota. Manguera instalada con la bomba de agua. Creación propia.

Primera prueba de funcionamiento

Se llevó a cabo la primera prueba de funcionamiento, la cual consistía básicamente en utilizar la bomba de agua, para que succione agua del reservorio y terminé botando todo el líquido interno hasta el otro lado de la bomba, esta prueba se la realizó un par de veces de la siguiente manera:

En primero lugar, se llenó el tanque de agua con la ayuda de un bote de plástico con 7 litros de capacidad, y para que no se riegue el agua por los lados se usó un embudo.

Figura 30.

Llenado del tanque de agua



Nota. Llenado del tanque con uso del embudo, la cual evita que el agua se riegue por la estructura interna del artefacto. Creación propia.

Luego se procedió a conectar el enchufe, con la ayuda de una extensión eléctrica de 10 metros de largo, y después se puso en funcionamiento la bomba para que se cumpla el objetivo general del artefacto.

Figura 31.

Prueba de funcionamiento



Nota. Comprobación de la inexistencia de fallas. Creación propia.

En este momento se presentaron fallas, ya que la bomba estaba en funcionamiento pero no había flujo de agua, por lo que se procedió a utilizar varios métodos para encontrar el problema y poder solucionarlo; así que se llenó una cubeta

con agua y se colocó la manguera dentro de este recipiente para verificar si la bomba de agua no succionaba el agua, y efectivamente no succionaba.

Figura 32.

Pruebas de succión de agua de la bomba



Nota. Verificación de succión de la bomba. Creación propia

Así que se procedió a otro método para poder hallar la falla; y entonces se retiró la válvula “pie de tigre” de la manguera e introducir agua de manera manual con la válvula de paso cerrada, luego purgar la bomba y después instalar de nuevo todo, y finalmente encender de nuevo la bomba; y de esta manera si funcionó.

Figura 33.

Funcionamiento correcto del artefacto



Nota. Comprobación del funcionamiento del artefacto si funciona. Creación propia

Entonces se llegó a la conclusión de que la bomba estaba succionando aire y esto provocaba cavitación, ya que la succión de agua debe darse por presión y no por gravedad; con esta información se tomó la decisión de cambiar el diseño de la tubería que va desde el tanque hasta la bomba de agua, para que pueda haber llenado de tubería por medio de gravedad; después de haber llegado a esa conclusión se drenó el agua dentro del tanque para evitar el agua estancada.

Figura 34.

Drenado de agua



Nota. Drenado de agua. Creación propia.

Otro dato importante que se pudo tomar en cuenta fue el encendido eléctrico, ya que para encender o apagar la bomba se lo hacía colocando y retirando el enchufe respectivamente, así que también se tomó la decisión de realizar un switch para facilitar dicho proceso.

Cambio de diseño de la fontanería

Con la información recolectada con anterioridad, se tomó la decisión de realizar una perforación en la parte inferior del tanque de agua, contraria a la válvula de drenaje

del tanque de agua; de esta manera se podrá llenar la tubería de manera automática (por gravedad), además de que esto dejará que el agujero que se ubica en la parte superior del tanque de agua quede siempre disponible, y esto puede servir para llenar de agua el tanque mientras la bomba hace su trabajo sin interrupciones hasta que se lleve a cabo el servicio de agua potable. Para esto se tomó las medidas que irían del tanque de agua hacia la bomba, para que se pueda conseguir tuberías y dar una propiedad de rigidez al momento de transportar de un lugar a otro.

Figura 35.

Medida de las tuberías



Nota. Toma de medidas de las tuberías. Creación propia.

El primer paso para el cambio de diseño fue realizar la perforación al tanque de agua, para esto se retiraron los pernos, tuercas y arandelas de la placa, se retiró también la tubería de la válvula de drenado, para poder dejar libre al tanque de agua y de esta manera poder realizar la perforación, la misma se hizo con una broca de madera de 3/16 para evitar fisuras, rajaduras o demás daños que pueda ser potencial

problema para fugas de agua; este paso se lo realizó con mucha cautela, ya que el tanque de agua es una parte importante del artefacto en general, por lo que la tubería de $\frac{3}{4}$ debió incrustarse al agujero por presión y que se eviten fugas; posterior a esto se aplicó el sellante “Permatex” alrededor de la unión de la tubería y el tanque de agua, esto se realizó para evitar cualquier tipo de fugas.

Figura 36.

Instalación de la tubería en el tanque de agua



Nota. Colocación de sellante “permatex” alrededor de la unión de la tubería con el tanque de agua. Creación propia.

Posterior a la perforación del tanque de agua se procedió a realizar la simulación de como quedarían las tuberías, previo a realizar perforaciones, esto se realizó porque a diferencia de la manguera, este proceso si debe ser preciso y justo; pero había problemas de unión directa, ya que no calzaba de acuerdo a las medidas que se preveían, por lo que se decidió añadir 2 vueltas extras (añadiendo codos); pero esto resultó beneficioso, ya que al haber estos giros de tuberías la presión del agua al momento de salir de la bomba bajaría un porcentaje y esto aseguraría aún más la integridad del tanque de agua de la aeronave.

Figura 37.

Verificación de medidas de las tuberías



Nota. Simulación de instalación de las tuberías. Creación propia.

Tras haber realizado la perforación del tanque de agua se procedió a realizar agujeros en las las paredes del artefacto para que pueda pasar la tubería, este proceso se realizó con la ayuda de una variante de una broca que la organización aprobada de mantenimiento DIAF nos brindó apra realizar dichos agujeros de manera más sencilla y rápida, el proceso logró evitar el uso de la broca 3/8 que se usó con anterioridad.

Figura 38.

Perforación del artefacto



Nota. Perforación del artefacto para el paso de las tuberías. Creación propia.

Posterior al haber realizado las perforaciones en el artefacto, se llevó a cabo el desmontaje de la bomba de agua y la instalación de las tuberías para poder enlazar el tanque de agua con la bomba; este proceso se realizó con el uso de cinta teflón dentro de las roscas de unión de tubería en tubería, y en la parte externa de las uniones se realizó el sellado con “PERMATEX” para evitar el máximo de fugas posibles, y que lo mismo evite daños a la bomba o a la estructura (creando corrosión); se dejó secar la solución química para evitar desgaste del sellante.

Figura 39.

Instalación de las tuberías



Nota. Montaje de las tuberías que van desde el tanque de agua hasta la bomba.

Creación propia.

Tras finalizar el proceso de instalación de las tuberías se llevó a cabo la instalación de la bomba para que quede fija en el suelo y el tanque de agua junto con los soportes de metal y los pernos para evitar movimiento y daños a cualquier parte del artefacto. En ese momento se realizaron pruebas para comprobar que no existan fugas,

para esto se llenó de agua el tanque para que se llenen las tuberías y comprobar el correcto sellado de las mismas; pero sí habían fugas en ciertas uniones, así que se drenó el agua de la bomba (por la parte posterior del artefacto) y después se procedió a desmontar la bomba de su lugar, para apretar más las tuberías, luego se volvió a instalar la bomba de agua y se colocó de nuevo “permatex” (previamente se limpió); se dejó secar el sellante todo el día para una mejor eficiencia.

Figura 40.

Colocación de sellante en las tuberías



Nota. Colocación del sellante “permatex” alrededor de todas las uniones de tuberías.

Creación propia.

Se realizó otra prueba de fugas, pero esta vez usando la bomba de agua para ver que tal funciona con presión; primero se llenó de agua el tanque con ayuda del embudo, se dejó por unos minutos con la válvula de paso cerrada para que el agua llene dentro de las tuberías y hasta ese momento no había fugas, después se procedió

al uso de la bomba de agua y se lograron satisfactorios resultados, puesto que no había fugas de agua.

Creación del cobertor impermeable

Se pensó en realizar un cobertor impermeable para el carrito de agua potable y que pueda mantener limpio y seco en su interior y exterior, debido a que el artefacto desde un comienzo carecía de un protector superficial, se utilizaron algunas medidas de contingencia para poder proteger a la misma de fenómenos ambientales, la misma fue realizar la compra de plásticos (transparente y negro) y colocarlo sobre el artefacto y proteger la integridad de la misma.

Figura 41.

Cobertor plástico del artefacto



Nota. De esta manera se guardaba al artefacto, con el fin de evitar que entre agua y dañe algún componente o pueda crear corrosión. Creación propia.

Pero este método de protección sólo sería útil hasta finalizar el proyecto, ya que se vería mal estéticamente además de que el plástico se va rompiendo a medida que va pasando el tiempo y/o por la manipulación de la misma; por esto se llegó a la decisión de realizar un cobertor con un material resistente a diversos factores, por lo que se decidió comprar una tela especial impermeable, con las medidas específicas del artefacto, los cuales son:

- 60 cm de ancho
- 60 cm de altura
- 150 cm de longitud

Figura 42.

Elaboración del cobertor impermeable para el artefacto



Nota. Compra de la tela impermeable para llevar a cabo el cobertor del artefacto.

Creación propia.

En el transcurso del fin de semana y feriado, se procedió a realizar un cobertor hecho específicamente para el artefacto, para el mismo se utilizaron ciertas técnicas de costura para evitar que en los bordes de costura no existan agujeros y sea 100% impermeable, además del uso de bandas en los bordes superiores para un mejor aspecto y tenga una forma definida y se lo pueda colocar con facilidad; de esta manera se logró colocar el cobertor al artefacto con rotundo éxito.

Figura 43.

Colocación del cobertor



Nota. Comprobación del cobertor impermeable. Creación propia.

Detalles finales

Para que la bomba de agua pueda tener protección en caso de un corto circuito o en caso de sobrecalentamientos se realizó la compra e instalación de un disyuntor magneto térmico de un polo; para la conexión eléctrica de este tipo de disyuntor se usó el cable de “fase”, ya que la bomba tiene 3 polos (tierra, fase y neutro), pero con “fase” aislado se interrumpe la conexión, esta conexión también servirá como switch y en caso de un corto circuito el mismo podrá abrir el circuito e interrumpir la conexión por

precaución y alargar la vida útil de la bomba de agua; se utilizó cable de cobre flexible de 14 AWG y también colocó una caja plástica para proteger al disyuntor.

Figura 44.

Conexión eléctrica del disyuntor termo-magnético



Nota. Se conectó dos cables de 14 AWG (arriba y abajo) para tener una conexión más segura. Creación propia.

Figura 45.

Instalación eléctrica del disyuntor con la bomba



Nota. Montaje del disyuntor termo-magnético junto con el protector plástico. Creación propia.

Posterior a eso se puso un soporte de metal para poder fijarlo en la parte interna del artefacto portátil para que la misma no esté expuesta a temas ambientales y proteger su vida útil.

Figura 46.

Instalación del disyuntor con el artefacto



Nota. Colocación de una placa metálica alrededor del disyuntor para fijar sobre el artefacto. Creación propia.

Con esto el artefacto portátil ya estaba operativa y lista para ser llevada a cabo y se pidió una fecha a la organización de mantenimiento aprobada DIAF y nos dieron a conocer que el día viernes 14 de agosto del 2020 se podía llevar a cabo la tarea de mantenimiento.

Figura 47.

Artefacto finalizado



Nota. Finalización de la rehabilitación del artefacto portátil. Creación propia

3.6. Servicio de agua potable

Se cerró la válvula de paso de agua que se encuentra en la parte frontal del artefacto, esto se realiza para que en el momento que se llene de agua el tanque, la válvula no permita que el agua fluya a través de la manguera y que se llene las tuberías adyacentes a la bomba y esto evita la cavitación de la misma.

Figura 48.

Válvula de paso cerrada



Nota. El primer paso es cerrar la válvula de paso del artefacto. Creación propia.

Se llenó de agua potable el tanque que se encuentra en la parte posterior del artefacto, en este paso se utilizó un embudo para que el agua no se riege por los lados

externos del tanque; finalizado el proceso de llenado del tanque se colocó la tapa para evitar que se derrame agua al momento del traslado.

Figura 49.

Abastecimiento de agua potable



Nota. Previo al servicio de agua potable se debe llenar el tanque de agua del artefacto.

Creación propia.

Se llevó el artefacto hacia un lugar con acceso al desagüe, después se conectó el cable de poder hacia una corriente eléctrica de 110 voltios (se usó la extensión eléctrica); se verificó que el disyuntor termo-magnético esté en posición apagado antes de conectar hacia la fuente.

Figura 50.

Conexión eléctrica de la bomba



Nota. Conexión eléctrica a una fuente de 110 voltios. Creación propia

Se llevó a cabo el encendido de la bomba por unos segundos, por medio del disyuntor (el cual está ubicado dentro del artefacto en la sección de la bomba), este paso se realizó como medida de precaución, ya que tiene la finalidad de drenar el agua estancada de las tuberías o manguera, puesto que la misma será conectada a la aeronave; después se apagó la bomba de agua a través del disyuntor y se colocó la válvula de paso en posición cerrada.

Figura 51.

Drenado de la manguera



Nota. Proceso de drenado previo al servicio de agua potable. Creación propia.

Se trasladó el carrito cerca del panel de servicio de agua potable de la aeronave, después se aseguró las ruedas con la palanca que tiene frente al artefacto (que la misma funciona como freno manual), posterior a esto se conectó a la fuente eléctrica de 110v (en caso de realizar el servicio de agua en pista se debe utilizar la corriente de la aeronave, cuando esta se encuentre energizada).

Figura 52.

Traslado del artefacto



Nota. Aseguración del artefacto en un lugar cercano al panel de servicio de agua potable. Creación propia

Se abrió el panel de servicio de agua potable de la aeronave, la cual se encuentra en popa del avión B737-300, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500.

Figura 53.

Panel de servicio de agua abierto



Nota. El panel de servicio de agua potable tiene 3 botones, los cuales al presionarlos se abre la tapa. Creación propia

Se retiró la tapa para la conexión de llenado, la cual se encuentra dentro del panel de servicio de agua potable, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500.

Figura 54.

Retiro de la tapa de llenado



Nota. La tapa de llenado se abre de manera sencilla, no tiene un mecanismo complicado. Creación propia.

Se conectó la manguera de suministro de agua, que va desde el artefacto hasta la conexión de llenado en el panel de servicio, para la conexión se necesita un acople (el cual ya viene incluido), y la conexión es relativamente sencilla; en caso de que exista fugas se debe realizar el cambio del empaque que se ubica dentro del acople.

Figura 55.

Conexión de la manguera



Nota. Aseguración de la conexión de la manguera para evitar la existencia de fugas.

Creación propia.

Se colocó la válvula de llenado (que está ubicado en el panel de servicio del avión) en posición abierta y asegurarse de que la válvula de drenado esté en posición cerrada, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500.

Figura 56.

Manija de llenado abierta



Nota. La manija de llenado tiene sólo dos posiciones (abierta y cerrada). Creación propia

Al momento de realizar cada uno de los pasos de manera correcta se giró la válvula de paso del artefacto a posición abierta, de este modo evitará daños dentro del mecanismo del artefacto, ya que habría presión en caso de tener la válvula cerrada, y esto podría generar fugas en las tuberías del artefacto.

Figura 57.

Válvula de paso abierta



Nota. Abrir válvula de paso previo al encendido de la bomba. Creación propia.

Se encendió la bomba de agua, por medio del disyuntor termo-magnético, esto es un paso relativamente sencillo, pero se debe tener precauciones y no operar la bomba sin haber llenado de agua el tanque, ya que la succión del aire crearía cavitación y dañaría el mecanismo de la misma.

Figura 58.

Disyuntor en posición encendido



Nota. Encendido de la bomba a través del disyuntor termo-magnético. Creación propia.

El tanque de agua del artefacto tiene capacidad de 50 litros y el tanque de agua de la aeronave tiene de capacidad 20 galones, es decir 75 litros, por lo que se procedió al llenado de agua en medio del proceso; se detuvo el procedimiento de llenado de agua potable en la aeronave cuando el agua fluyó desde el puerto de desbordamiento (se puso en posición apagado el disyuntor de la bomba de agua) este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500, la duración de este proceso es aproximadamente de 2 minutos; se debe tener la precaución de no dejar que la bomba siga operando si el tanque de agua del artefacto se encuentra vacío.

Figura 59.

Disyuntor en posición apagado



Nota. Apagar la bomba al finalizar el servicio de agua potable de la aeronave Boeing 737-300. Creación propia.

Se giró la válvula de llenado, del panel de servicio de agua potable, en posición cerrada, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500; después se cerró la válvula de paso del artefacto.

Figura 60.

Válvula de llenado cerrado



Nota. Antes de retirar la manguera se cerró la válvula de llenado. Creación propia.

Se desconectó la manguera de suministro de agua de la conexión de llenado que se encuentra en el panel de servicio de agua potable, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500.

Figura 61.

Retiro de la manguera



Nota. Se retiró la manguera del servicio de agua potable. Creación propia.

Se drenó la manguera de agua, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500; para este paso es necesario utilizar un bote (el cual está incluido en la entrega del artefacto) para evitar que el agua se riege en el hangar.

Figura 62.

Manguera drenada



Nota. Se drenó el agua de la manguera. Creación propia.

Se cerró la válvula de llenado, que se encuentra en el panel de servicio de agua potable, para el sellado del tanque de agua, este es un paso que se detalla en la tarea

12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500.

Figura 63.

Tapa de llenado cerrado



Nota. Al finalizar la tarea de mantenimiento se cerró la tapa de llenado. Creación propia.

Se cerró el panel de servicio de agua potable, este es un paso que se detalla en la tarea 12-14-00-603-017, la cual se encuentra en el manual de mantenimiento de la aeronave Boeing 737 de las versiones 300/400/500.

Figura 64.

Panel de servicio cerrado



Nota. Se cerró el panel de servicio de agua potable de la aeronave y dejar todo en orden. Creación propia.

Se desconectó el motor de agua del artefacto de la fuente eléctrica de 110 Voltios AC; como medida de seguridad se debe retirar la conexión desde la parte superior y evitando tener manos mojadas.

Figura 65.

Desconexión de la bomba de agua



Nota. La desconexión del cableado se realizó con precauciones. Creación propia.

Al momento de retirar el cableado, se lo envolvió de manera circular y se colocó en un gancho que se encuentra al costado del artefacto; debido a que la conexión eléctrica en tierra se encontró lejos del artefacto se utilizó una extensión eléctrica, la misma se la envolvió y se colocó en la parte intermedia del artefacto.

Figura 66.

Cableado envuelto



Nota. Se envolvió el cableado con seguridad para evitar daños de la misma. Creación propia.

La manguera también se lo guardó de manera circular, evitando a que se puedan abrir fisuras o desprendimientos; se aseguró de que la manguera esté bien ubicada, ya que esto podría provocar la caída de la misma en el traslado y provocado fisuras y posteriores fugas de agua.

Figura 67.

Manguera envuelta



Nota. Se envolvió la manguera en su respectivo lugar para evitar daños futuros.

Creación propia.

Se drenó el agua que quedó dentro del tanque, abriendo el tapón de drenaje que se encuentra en la parte posterior del artefacto; este proceso se realizó para retirar toda agua estancada que no se usó en el servicio de agua potable (la cual no debe ser reutilizada), con eso se busca prevenir la creación de bacterias y posibles afectaciones de la salud de personas.

Figura 68.

Drenado del tanque de agua



Nota. Para evitar que quede agua estancada se realizó el drenado del tanque de agua.

Creación propia.

Realizado todo el proceso mencionado anteriormente se llevó el artefacto hasta una zona segura y se colocó el protector impermeable, la cual protegerá al carrito de suciedad, hasta que se requiera de su uso en la organización de mantenimiento aprobada DIAF.

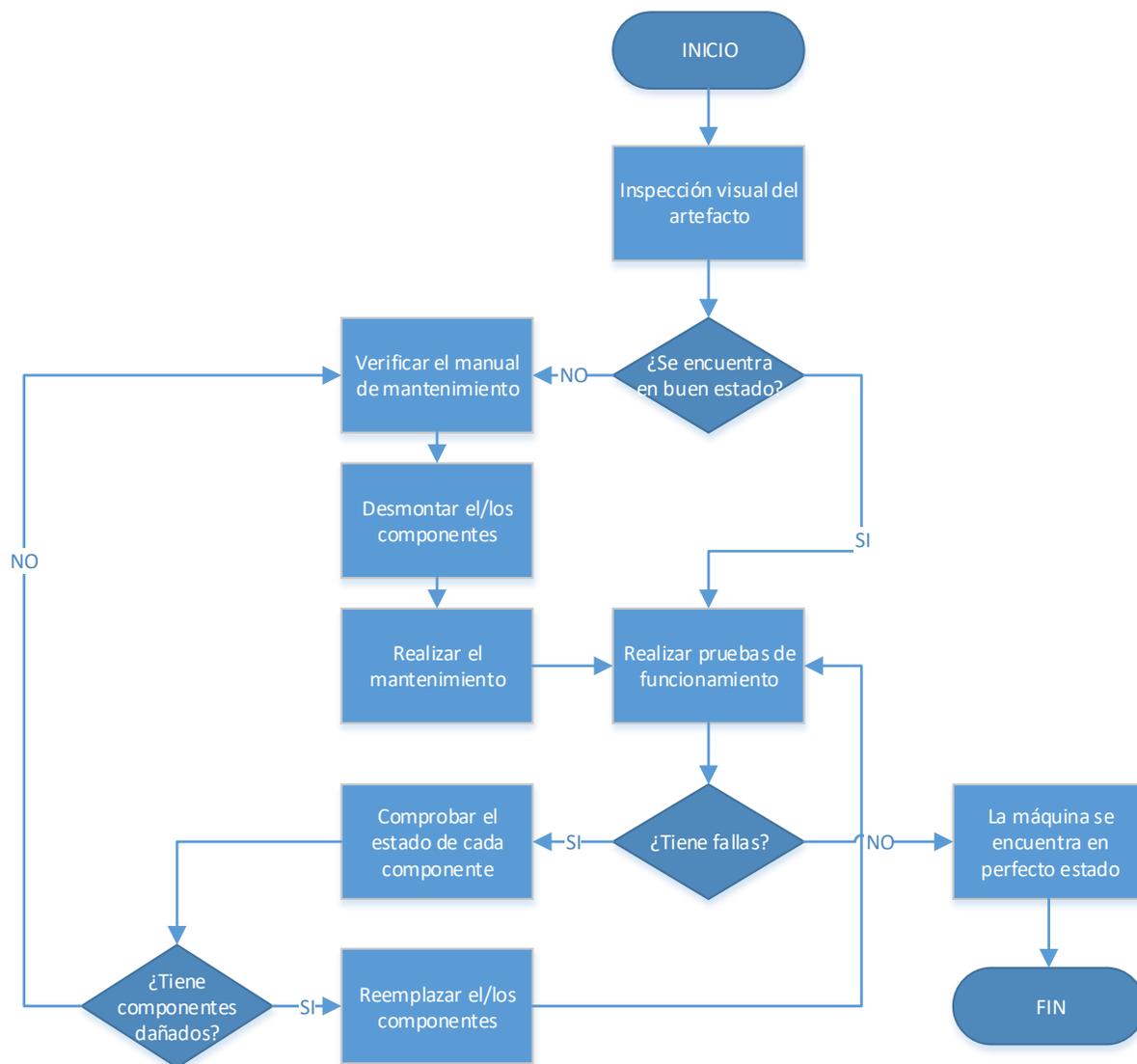
Figura 69.

Artefacto guardado

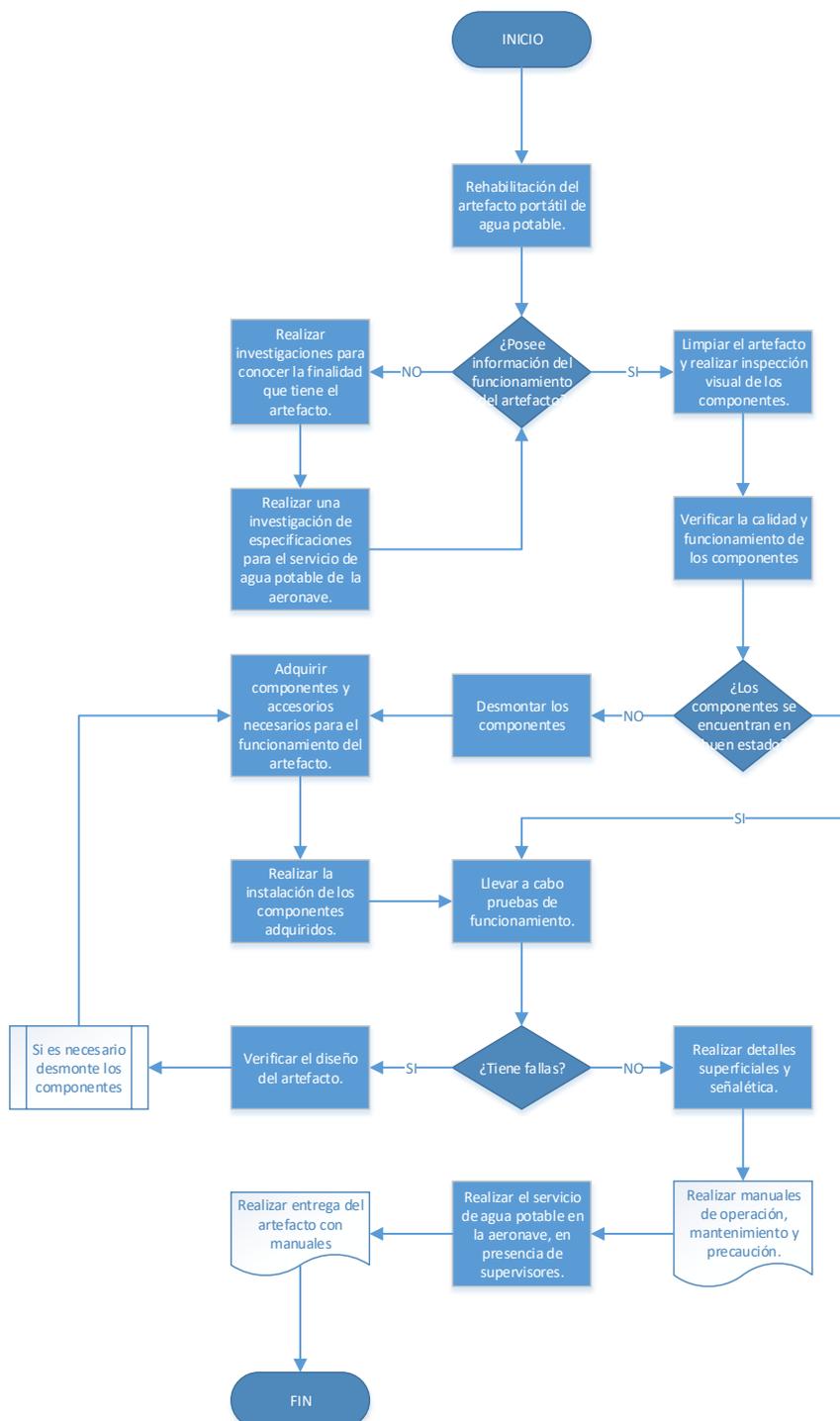


Nota. Al finalizar el proceso del servicio de agua potable se guardó al artefacto con su respectivo cobertor impermeable. Creación propia.

Para alargar la vida útil del artefacto se realizó un flujograma que podrá facilitar el uso de los manuales de mantenimiento.



3.7. Diagrama de flujo de rehabilitación del artefacto



3.8. Presupuesto

Aquí se presentan los gastos (en su mayoría reales y algunos estimados) que se han realizado antes, durante y después de llevar a cabo el propósito del proyecto, cabe mencionar que la mayoría de los valores se encuentran en anexos.

3.8.1. Análisis de gastos

En este apartado se procedió a realizar una división de gastos en dos categorías, los cuales son: primario y secundario; el primario se refiere a gastos principales que involucra de manera directa a la rehabilitación del artefacto (componentes y herramientas), y de manera secundaria a los documentos, viajes y demás gastos varios que no involucra directamente al proyecto.

A. Costos primarios

Tabla 2.

Tabla de detalle de gastos primarios

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Manómetro C/Glicerina 90 psi	1	9,60	9,60
Pintura amarilla en spray	5	1,76	8,80
Filtro anillos azul ¾" x 120 MESH (M)	2	9,40	18,80
Válvula pie Genebre ¾" de acero	1	6,33	6,33
Unión reductora flexible de ¾" a ½"	1	0,32	0,32
Bomba shimge ½ HP 1" 110v	1	45,90	45,90
Teflón ¾" Amarillo	1	0,75	0,75

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Adaptador flexible 3/4"	3	0,14	0,42
Válvula pie de tigre 3/4"	1	4,06	4,06
Neplo corr. 1" x 3/4"	2	0,36	0,72
Neplo corr 3/4"	1	0,25	0,25
Abrazadera alemana 3/4" 16-27mm	3	0,36	1,08
Neplo corr 1"	1	0,38	0,38
Codo ros 1"	1	0,98	0,98
Válvula PVC roja 3/4"	1	1,16	1,16
Mang. Bicapa amarilla 3/4" (M)	4	1,25	5,00
Tanque de agua plástica de 50 litros	1	38,39	38,39
Permatex 11 Onzas	1	3,96	3,96
Aceite lubricante 90 ml 3 en 1	1	1,61	1,61
Codo roscable 3/4"	4	0,696	2,79
Neplo polipr. 1" x 6cm	3	0,384	0,77
Neplo polipr. 3/4" x 10cm	2	0,41	0,82
Neplo polipr. 3/4" x 15cm	2	0,99	1,98
Unión roscable 3/4"	2	0,669	1,34
Pie de amigo RF. 8 x 12 gris	4	3,214	12,86
Set letras y números 3"	1	6,92	6,92
Cadena pulida 1/4" C/M fiero	1	2,66	2,66
Gancho y argolla negra	4	0,919	3,68

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Unión roscable ½"	2	0,383	0,77
Neplo roscable ½" x 10cm	3	0,258	0,78
Balde de capacidad de 10 litros (azul)	1	2,67	2,67
Taladro pretul ½"	1	31,64	31,64
Sellador blanco 3/8" x 5m	1	8,10	8,10
Bisagra en "T" 4"	2	1,66	3,32
Tapa perforada P/Caja octagonal	1	0,44	0,44
Taype eléctrico	1	0,92	0,92
Plástico cubre todo	1	1,24	1,24
Mini arco P/cierra 12"	1	3,97	3,97
Lima plana fina 8"	1	4,63	4,63
Disyuntor termino magnético	1	8,80	8,80
Cable de cobre de 12 AWG x metro	2	0,704	1,41
Protector de plástico disyuntor	1	1,76	1,76
Tela impermeable x metro cuadrado	3	7,04	21,12
SUBTOTAL			273,90
IVA 12%			32,87
TOTAL			306,77

Nota. Para obtener el valor total se realizó con el agregado del IVA del Ecuador, el cual es el 12% del subtotal; estos son los gastos totales para realizar el artefacto.

B. Gastos secundarios

Tabla 3:

Tabla de detalle de costos secundarios

Descripción	Cantidad	Valor unidad	Valor total
Transporte	3	11,00	33,00
Impresión de documentos y manuales	20	0,20	4,00
Resma de papel bond A4	1	5,00	5,00
Empastado	3	7,00	21,00
Anillado	2	2,00	4,00
Gastos varios	-	-	57,00
TOTAL			145,00

Nota. Los valores aplicados en esta tabla no se incluyen el IVA, al ser valores que no son fijos y se han realizado sin factura; en los gastos varios se incluye estadía y alimentación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Para llevar a cabo el artefacto se tuvo en cuenta algunas especificaciones que el manual de mantenimiento brindan, ya que se necesitaba requerimientos que ayude al llenado del tanque y que a su vez no dañe ni afecte a la integridad del tanque de agua de la aeronave, puesto que la capacidad máxima del tanque es de 20 galones, no puede haber residuos dentro del tanque y no puede sobrepasar los 35 psi de presión; dentro de estos requisitos se encontró la opción más factible y que cumpla con lo que se necesite para el correcto llenado de agua potable, por lo que dentro de las opciones se decidió en utilizar una bomba de agua, junto con implementos que faciliten dicho proceso y que pueda realizarse de manera rápida, sencilla y eficaz.
- La rehabilitación del artefacto portátil de agua potable fue un proceso arduo, puesto que se tuvo la meta de brindar a la organización de mantenimiento aprobada DIAF excelencia a nivel de funcionalidad y agilidad para el servicio de agua potable de la aeronave y poder demostrar conocimientos adquiridos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a través de los años en el ámbito aeronáutico; el artefacto cumple con los requisitos, es de fácil operación, es ágil, y cumple de manera satisfactoria el proceso de llenado de agua potable a la aeronave, y esto puede quedar en constancia por documentos firmados por supervisores que pertenecen a este prestigioso centro de mantenimiento.

- La finalidad de haber rehabilitado el artefacto portátil de agua potable fue para que la misma pueda cumplir de manera correcta el servicio de agua de la aeronave, ya que este fluido es necesario dentro de la aeronave y la misma es complementaria con otros accesorios, elementos, aparatos y demás.

4.2. Recomendaciones

- Supervisar de manera constante el manual de mantenimiento para evitar el daño de algún componente dentro del artefacto.
- Conocer acerca del servicio de agua potable de la aeronave antes de llevar a cabo cualquier tipo de operación que involucre dicho sistema.
- La bomba de agua debe estar con agua en sus cañerías para evitar cavitación, por lo que es necesario que la succión del agua sea por gravedad para evitar el llenado de la tubería de manera manual.
- Realizar limpieza del tanque de agua de manera frecuente para evitar que se acumule suciedad o agua, la cual puede formar bacterias dentro del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVIONES, T. (2000). *Boeing 737*. Obtenido de http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737.htm
- Benítez, R. M. (2015). *Ensayos No Destructivos Ventajas y Desventajas de la Inspección Visual*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/5559246/>
- BOEING. (2019). *CHAPTER 12 - POTABLE WATER SYSTEM*.
- BOEING. (2019). *CHAPTER 38 - WATER/WASTE*.
- Boeing. (s.f.). *Boeing desde sus comienzos*. Obtenido de <https://www.boeing.es/acerca-de-boeing/la-historia-de-boeing.page>
- Ecuadoriano, G. (2018). *Inspección visual, la técnica más versátil entre los Ensayos No Destructivos*. Obtenido de <https://www.acreditacion.gob.ec/inspeccion-visual-ensayo-no-destructivo/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20visual%20es%20el,para%20a%20detecci%C3%B3n%20de%20objetos>
- EMPTYLEG. (s.f.). *Boeing 737-300/400/500*. Obtenido de <https://www.emptyleg.com/es/planes/boeing-737-300--400--500>
- formación, L. (s.f.). *Curso de Inspección visual de uniones soldadas de acero*. Obtenido de <https://www.lacorformacion.com/course/curso-inspeccion-visual-uniones-soldadas-acero>
- Jonathan, A. (julio de 2020). Trabajo práctico. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- Ltd, C. &. (s.f.). *Aircraft B737-300 for sale*. Obtenido de <https://cacelli.wordpress.com/business-proposal/aircraft-for-sale/aircraft-b737-300-for-sale/>
- mexiquense, P. y. (2020). *Preparación de superficies*. Obtenido de <https://www.psm-dupont.com.mx/es/axalta/servicios/preparacion-de-superficies.html>
- Noriega, M. (2010). *END. INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS*. Obtenido de <http://inspeccionmagneticayultrasonica.blogspot.com/2010/03/end-inspeccion-por-particulas.html>
- Peters, C. L. (2020). *Recubrimiento*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Recubrimiento>
- Rodriguez, B. (2015). *Recubrimiento orgánico*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/bryandavid24/recubrimiento-organico>
- Rosales, X. (2015). *partículas Magnéticas*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/XavierRosales1/particulas-magneticas-44406825>

- Serrano, R. (s.f.). *ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS*:. Obtenido de http://www.raquelserrano.com/wp-content/files/ciencias_t8.3_liq_penetrantes.pdf
- TPQ, G. (s.f.). *Líquidos penetrantes*. Obtenido de <https://grupotpq.weebly.com/liquidos-penetrantes.html>
- UCHA, F. (2013). *definición de orden de trabajo*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/orden-de-trabajo.php>
- Vargas, A. (2017). *Inspección visual*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/AntonioVargas40/inspeccion-visual-74058472>
- Wikipedia. (2020). *Boeing Model 1*. Obtenido de https://www.skytamer.com/Boeing_1.html
- Wikipedia. (2020). *Ensayos no destructivos*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_no_destructivo
- Yaraure, O., Lopez, N., & González, A. (2015). *Recubrimientos Inorgánicos*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/danielrdj001/recubrimientos-inorganicos#:~:text=3.,el%20vidrio%20y%20los%20cer%C3%A1micos>.

ANEXOS