



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la
tarea de mantenimiento 38-32-00 a la aeronave Boeing 737- 300, matrícula N424-
US en la dirección de la industria aeronáutica DIAF.**

Naranjo Robles, Boris Daniel

Departamento de Ciencias Espaciales

Carrera de Tecnología en Mecánica
Aeronáutica Mención Aviones

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica
Aeronáutica Mención Aviones

Tlog. Pantoja Montenegro, Darwin Esteban

Latacunga

06 de agosto del 2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, "**prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la tarea de mantenimiento 38-32-00 a la aeronave Boeing 737- 300, matrícula N424-US en la dirección de la industria aeronáutica DIAF**", fue realizada por el señor **Naranjo Robles, Boris Daniel**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 06 de agosto del 2020

TLGO. PANTOJA MONTENEGRO, DARWIN ESTEBAN
C.C.: 040153179-3

REPORTE DE VERIFICACIÓN

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: NARANJO ROBLES BORIS DANIEL.docx (D78260227)
Submitted: 8/28/2020 6:37:00 AM
Submitted By: depantoja1@espe.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:
tesis sin imagenes.docx (D78254113)
TESIS EVELYN GUAMANGALLO QUIMBITA.pdf (D62783706)

Instances where selected sources appear:
2


160. Pantoya Pantoya
Tutor.





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Naranjo Robles, Boris Daniel**, con cédula de ciudadanía n° **172326428-7**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **"prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la tarea de mantenimiento 38-32-00 a la aeronave Boeing 737- 300, matrícula N424-US en la dirección de la industria aeronáutica DIAF"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 06 de agosto del 2020

NARANJO ROBLES, BORIS DANIEL
C.C.: 172326428-7



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Naranjo Robles, Boris Daniel**, con cédula de ciudadanía n° **172326428-7**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar la presente monografía: **"prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la tarea de mantenimiento 38-32-00 a la aeronave Boeing 737- 300, matrícula N424-US en la dirección de la industria aeronáutica DIAF"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 06 de agosto del 2020

NARANJO ROBLES, BORIS DANIEL

C.C.: 172326428-7

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi Dios que en su infinita misericordia me permitió continuar hacia la meta terrenal mientras proseguía con una meta Espiritual.

A mis padres Edwin y Yolanda quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han ayudado a llegar en una decisión muy dura pero hoy es un sueño hecho realidad, gracias por enseñarme en mi el ejemplo de esfuerzo y trabajo duro, de no tener miedo ante una adversidades o problemas porque Dios siempre estará conmigo a través de todas sus oraciones de respaldo.

A mis hermanos Yadira y Lenin por su apoyo incondicional, durante todo este trayecto, por estar conmigo en todo momento enserio gracias. A toda mi familia ya que ellos son esa alegría que llena mi vida para continuar y no desistir nunca, son una pieza fundamental en la cual me puedo apoyar sin temer de nada. Mis tíos que son para mis hermanos de lucha que me han enseñado a que por inmensa sea la adversidad hay estarán para apoyarme y nunca soltarme por eso son mis hermanos que comparto ahora este sueño hecho realidad.

Finalmente quiero dedicar a todos mis amigos, por apoyarme cuando todo estaba perdido, por extender su ayuda sin ser nada para ellos con mucha gratitud puedo decir amigos lo he logrado gracias por su apoyo.

Naranjo Robles, Boris Daniel

AGRADECIMIENTO

Al poder culminar este trabajo quiero utilizar este espacio para permitirme dar todo mi agradecimiento a mi Dios por todas sus bendiciones que llenan mi vida para continuar seguir en la lucha no desistir ni rendirme ya que me respalda en todo tiempo, momento, lugar a donde quiera que baya el me suple con su infinito amor.

Mi profundo agradecimiento a mis padres pilar fundamental para llegar tan lejos en toda mi vida educativa.

También quiero agradecer a la Universidad de Gestión de Tecnologías UGT-ESPE a la Carrera de Mecánica Aeronáutica con sus directivos y profesores por la labor que hacen esto posible.

Finalmente quiero agradecer a la Organización de Mantenimiento Aprobado OMA-DIAF quien me abrió las puertas de sus instalaciones y me permitió la ayuda de su personal para realizar este proyecto y culminarlo de mejor manera para obtener mi título universitario.

Naranjo Robles, Boris Daniel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA _____	1
CERTIFICACIÓN _____	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN _____	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA _____	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN _____	5
DEDICATORIA _____	6
AGRADECIMIENTO _____	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS _____	8
ÍNDICE DE TABLAS _____	12
ÍNDICE DE FIGURAS _____	13
RESUMEN _____	14
ABSTRACT _____	15

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación _____	16
1.2 Antecedentes _____	16
1.3 Planteamiento del problema _____	17
1.4 Justificación _____	19
1.5 Objetivos _____	20
1.5.1 Objetivo general _____	20
1.5.2 Objetivos específicos _____	20
1.6 Alcance _____	20

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.	Generalidades de la aeronave Boeing 737	22
2.1.1	Historia	22
2.1.2	Especificaciones de la aeronave	23
2.1.3	Variantes de Boeing 737-300	25
2.2.	Tareas de mantenimiento.	26
2.2.1.	Mantenimiento en línea	26
a.	No programado	26
b.	Programado	26
2.2.2.	Mantenimiento menor	27
2.2.3.	Mantenimiento mayor	28
2.3.	Primer inodoro en una aeronave	28
2.3.1.	El principio del baño	29
2.3.2.	Sistema de suministro de agua	30
2.4.	Servicio higiénico en el avión	30
2.5.	El agua en el avión	30
2.6.	Desechos del servicio higiénico	31
2.7.	Líquido desodorante en los inodoros	32
2.8.	Que es el hielo azul	33
2.9.	Ubicación de los baños en el avión	35
2.10.	Reglas para usar el baño en el avión	35
2.11.	Funcionamiento del baño en una aeronave	36
2.11.1.	El principio básico de los baños de los aviones	36
2.12.	Equipo de mantenimiento	37
2.12.1.	Carros de transportación Skydrol	37
2.12.2.	Carros de nitrógeno	38
2.12.3.	Carros de mantenimiento de oxígeno	39
2.12.4.	Carros de agua potable	40
2.12.5.	Equipo de servicio higiénico (Toilet Servicing)	41
2.13.	Diseño estructural en acero	42

	10
2.13.1. Alta resistencia _____	42
2.13.2. Elasticidad _____	43
2.13.3. Durabilidad _____	43
2.13.4. Ductilidad _____	43
2.14. Uso del hierro con el acero _____	43
2.14.1. Definición de acero _____	44
2.15. Perfiles de acero _____	44
2.16. Aceros estructurales modernos _____	44
2.17. Responsabilidades del diseño _____	45
2.17.1. Seguridad _____	45
2.17.2. Costos _____	46
2.17.3. Factibilidad _____	46
2.18. Soldadura _____	46
2.19. Líquidos penetrantes _____	46
2.20. Partículas magnéticas _____	47
2.21. Precauciones de seguridad _____	48
2.21.1. Precauciones de seguridad en el talleres _____	48
2.21.2. Equipos y dispositivos de protección personal _____	49
a. Equipos respiratorios _____	49
b. Equipos visuales _____	49
c. Equipos para pies y piernas _____	50
d. Equipos para brazos y manos _____	50

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.2. Introducción _____	51
3.3. Preliminares _____	51
3.3.1. Factor técnico _____	52
3.3.2. Factor económico _____	52
3.4. Planteamiento y estudio de Alternativas _____	52
3.4.1. Análisis de las opciones establecidas _____	54

	11
a. Factor de tiempo de construcción _____	54
b. Factor seguridad del soporte _____	55
c. Factor de construcción _____	56
d. Factor costo _____	56
3.4.2. Selección de la herramienta a implementar _____	56
3.5. Desarrollo _____	57
3.5.1. Ensamblaje de la herramienta Toilet Servicing _____	57
a. Medición y corte de piezas metálicas _____	58
b. Soldadura de la herramienta Toilet Servicing _____	60
c. Pintura de la herramienta Toilet Servicing _____	62
d. Colocación de accesorios en la herramienta Toilet Servicing _____	63
3.5.2. Pruebas de funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing _____	64
3.6. Prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio _____	67
3.6.1. Preparación de la herramienta Toilet Servicing _____	69
3.6.2. Preparación de la aeronave Boeing 737-300 _____	69
3.6.3. Servicio para el tanque del inodoro _____	70
3.6.4. Prueba de fugas en inodoro y tuberías _____	73
3.7. Presupuesto _____	77
3.7.1. Análisis de costo _____	77
a. Costos primarios _____	78
b. Costo secundario _____	80
 CAPÍTULO IV	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.2. Conclusiones _____	81
4.3. Recomendaciones _____	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	83
ANEXOS _____	85
Anexo 1. Planos de la Herramienta Toilet Servicing. _____	85
Anexo 2. Inspección visual y líquidos penetrantes. _____	85
Anexo 3. Tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122 _____	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones de la aeronave Boeing 737-300 _____	24
Tabla 2 Variantes del Boeing 737-300-400-500 _____	25
Tabla 3 Características de la herramienta Toilet Servicing _____	53
Tabla 4 Factores de tiempo de fabricación _____	54
Tabla 5 Factor de seguridad en Toilet Servicing _____	55
Tabla 6 Factores construcción _____	56
Tabla 7 Herramientas utilizadas en la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122 _____	68
Tabla 8 Materiales de la implementación de la herramienta Toilet Servicing _____	78
Tabla 9 Mano de obra _____	79
Tabla 10 Total de costos primarios _____	79
Tabla 11 Costos secundarios _____	80
Tabla 12 Costos del proyecto _____	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Boeing 737 _____	23
Figura 2 Boeing 737 régimen interior _____	24
Figura 3 Baño de un Boeing 737 _____	31
Figura 4 Accionamiento del inodoro _____	33
Figura 5 Hielo azul en aeronave Boeing 737-300 _____	34
Figura 6 UBICACIÓN DE BAÑO DE UN BOEING 737-300 _____	35
Figura 7 Carro de transportación de skydrol _____	38
Figura 8 Carro de nitrógeno _____	39
Figura 9 Carro de oxígeno _____	40
Figura 10 Carro de agua potable _____	41
Figura 11 Equipo de servicio higiénico _____	42
Figura 12 Ensayo por líquidos penetrantes _____	47
Figura 13 Ensayo por partículas magnéticas _____	48
Figura 14 Diseño de la herramienta Toilet Servicing _____	53
Figura 15 Corte de ángulos y láminas para la estructura de la herramienta _____	59
Figura 16 Soldado de ángulos y corte de láminas para la estructura de la herramienta _____	61
Figura 17 Proceso de pintado de la herramienta Toilet Servicing _____	63
Figura 18 Colocación de accesorios de la herramienta Toilet Servicing _____	64
Figura 19 Prueba del funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing _____	65
Figura 20 Prueba de líquidos penetrantes de la herramienta Toilet Servicing _____	66
Figura 21 Implementación de la herramienta Toilet Servicing _____	67
Figura 22 Implementación de la herramienta Toilet Servicing _____	68
Figura 23 Verificación de la herramienta Toilet Servicing _____	69
Figura 24 Apertura de puerta de servicio higiénico de la aeronave _____	70
Figura 25 Llenado y traslado de la herramienta hacia la aeronave _____	71
Figura 26 Abastecimiento de agua para el enjuague en el tanque del inodoro _____	72
Figura 27 Drene al tanque del inodoro _____	73
Figura 28 Llenado de agua en el tanque del inodoro _____	74
Figura 29 Tasa del inodoro sin cubierta _____	75
Figura 30 Tubería de drene bajo el tanque del inodoro _____	76
Figura 31 Batería sanitaria _____	77

RESUMEN

Este proyecto presenta los pasos necesarios para realizar la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio (batería sanitaria) a la aeronave Boeing 737- 300, con matrícula N424-US para la dirección de la Industria Aeronáutica DIAF. A través de la documentación técnica AMM (Manual de Mantenimiento) ATA 38. En el avión antes mencionado se ejecuta de manera rutinaria el proceso de evacuación de aguas servidas, con la finalidad de evitar el sobre llenado de las baterías sanitarias, puesto que los reservorios de cada baño necesitan ser vaciados de forma que puedan mantenerse operativos para la tripulación. Cada cierto tiempo se tiene que verificar que todas las cañerías de drene y abastecimiento no tengan ninguna fuga, desgaste o rajadura, todo esto se tendrá que hacer para evitar cualquier avería de esta sección, mediante esta tarea se podrá lograr mantener la aeronavegabilidad de la aeronave. Es así que se deben seguir los parámetros descritos en el manual, el cual dice que, para efectuar la tarea de mantenimiento de forma adecuada, se especifica la utilización de una herramienta especializada para este fin, la cual es la herramienta Toilet Servicing, misma que no dispone la Industria Aeronáutica DIAF. Mediante la observación de cómo se venía ejecutando este proceso de mantenimiento en la DIAF, se evidencio que no estaba acorde con lo especificado la documentación técnica AMM, por lo que con la implementación de la Herramienta Toilet Servicing para la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio (batería sanitaria), se obtuvo una correcta ejecución de estas actividades, llegando a ser un gran apoyo para el personal técnico, haciendo que estos puedan ejecutar sus funciones de una manera óptima, reduciendo el tiempo en que se efectuaba la misma sustancialmente, además de aportar eficiencia, seguridad al proceso y el riesgo de manipular directamente los desechos de los lavatorios (batería sanitaria), es así que para la ejecución de este proyecto se consideraron, recursos humanos, económicos, materiales de construcción, herramientas, equipos de protección personal e información técnica correspondiente al tema de titulación.

PALABRAS CLAVES

- **AERONAVES BOEING**
- **MANTENIMIENTO AERONÁUTICO**
- **TOILET SERVICING**

ABSTRACT

This project presents the necessary steps to carry out the leak test in pipes and components of the lavatory tank (sanitary battery) to the Boeing 737-300 aircraft, with registration N424-US for the direction of the Aeronautical Industry DIAF. Through the technical documentation AMM (Maintenance Manual) ATA 38. In the aforementioned aircraft, the wastewater evacuation process is carried out routinely, in order to avoid overflowing the sanitary batteries, since the reservoirs of each toilet need to be emptied so that they can be kept operational for the crew. From time to time it must be verified that all the drain and supply pipes do not have any leaks, wear or cracks, all this will have to be done to avoid any breakdown of this section, through this task it will be possible to maintain the airworthiness of the aircraft . Thus, the parameters described in the manual must be followed, which says that, in order to carry out the maintenance task properly, the use of a specialized tool for this purpose is specified, which is the Toilet Servicing tool, same as the Aeronautical Industry DIAF does not have it. By observing how this maintenance process was being carried out in the DIAF, it was evident that it was not in accordance with what was specified in the AMM technical documentation, so with the implementation of the Toilet Servicing Tool for leak testing in pipes and components of the lavatory tank (sanitary battery), a correct execution of these activities was obtained, becoming a great support for the technical personnel, making them able to perform their functions in an optimal way, reducing the time in which it was carried out Substantially, in addition to providing efficiency, safety to the process and the risk of directly handling the waste from the sinks (sanitary battery), it is thus that for the execution of this project, human and economic resources, construction materials, tools, equipment were considered of personal protection and technical information corresponding to the subject of the degree.

KEYWORDS

- **AIRCRAFT BOEING**
- **AERONAUTICAL MAINTENANCE**
- **TOILET SERVICING**

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

“PRUEBA DE FUGAS EN TUBERÍAS Y COMPONENTES DEL TANQUE DEL LAVATORIO SEGÚN LA TAREA DE MANTENIMIENTO 38-32-00 A LA AERONAVE BOEING 737- 300, MATRÍCULA N424-US EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DIAF.”

1.2 Antecedentes

En la actualidad, el viajar en avión se vuelto parte de la vida cotidiana de muchas personas, las cuales tienen a este medio de transporte como una forma rutinaria, similar a tomar un autobús en años pasados. Sin embargo, especialmente en vuelos de larga duración, se podrían generar algunas incomodidades de las que tenemos que estar conscientes. Tenemos un claro ejemplo en lo que acontece en los espacios comprendidos dentro de la cabina de un avión de pasajeros, una de las áreas de mayor uso son los lavatorios (Batería Sanitaria) donde ocurren actividades que requieren de la mayor privacidad e intimidad, como es el caso de orinar, lavarse los dientes, lavarse las manos, lavarse la cara, afeitarse, cambiarse de ropa, cambiar pañales a un bebe, etc.

Una avería en el funcionamiento de estas baterías sanitarias representaría un verdadero problema para las aeronaves, lo cual produciría un verdadero caos, debido a la limitación de espacio que disponen las aeronaves, por lo cual, es necesario realizar la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio para impedir derrames o fugas de las cañerías y los

tanques así evitando corrosión en las zonas cercanas de cada componente del sistema de aguas y residuos. Siendo necesario llenar el tanque de agua potable para dar una mayor comodidad a la tripulación, evitando los inconvenientes desagradables y antihigiénicos que se han tratado a lo largo de vuelos transatlánticos o con una duración mayor a 5 horas de vuelo.

Con la implementación de la herramienta Toilet Servicing se logrará un mantenimiento rápido, fácil y sencillo abastecimiento del agua potable, lo que permite mantener optimo este servicio dentro de la aeronave, el agua en cada uno de los lavatorios es fundamental, debido al gran confort que brinda a los pasajeros y así también al personal de mantenimiento que realiza esta tarea frecuentemente, misma que torna vital después de los vuelos largos de una aeronave.

1.3 Planteamiento del problema

La Dirección de Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea (DIAF) es el organismo de más alto nivel en el Ecuador dedicado al desarrollo aeronáutico, mantenimiento, electrónica, aviónica, ingeniería e investigación aplicada a producción de bienes y servicios aeronáuticos, construcción de elementos necesarios para la industria, provisión de partes y repuestos, integrando la más alta calidad con tecnología de punta en todo servicio que brinda. La 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. En los inicios la DIAF realizaba el mantenimiento de las baterías sanitarias de las aeronaves forma manual, para lo cual se hacía uso de baldes, tanto en el abastecimiento como en el drene de estos dispositivos sanitarios, como existía una gran demanda de esta actividad en las aeronaves, se precisaba de ayuda externa, por lo cual se pedía la colaboración de la institución militar “ALA 11”,

misma que contaba con una maquina apropiada para el mantenimiento de abastecimiento y drene de los baños de las aeronaves.

Por consiguiente, al ser este servicio de mantenimiento algo rutinario en el desempeño de las funciones del personal de la DIAF, el no contar con un dispositivo que ayude a efectuar el abastecimiento de agua para el proceso de enjuague del tanque del inodoro y desagüe de aguas residuales de las baterías sanitarias, hace de esta labor un foco de propagación de enfermedades, ya que el contacto directo con estos residuos expone al personal a enfermedad biológicas, esto como consecuencia de realizar este proceso de forma manual, lo cual presenta grandes inconvenientes, sobre todo con los estándares necesarios que la empresa debe cumplir en el desempeño de sus labores, el problema se agudizaba debido a los malos olores que emanaban a áreas cercanas a los lavatorios, lo que impedía contar con un ambiente salubre y antibacterial. Todo esto se sumaba a la incomodidad de prestar este servicio por parte de los empleados, lo que se convirtió en un acto muy desagradable y de no mucho agrado para el personal técnico, puesto que estos residuos podrían ser perjudiciales para su salud.

Además, que el proceso manual para el enjuague del tanque la batería sanitaria, constituía una laboriosa tarea, puesto que, al no contar con la herramienta de mantenimiento necesaria, el personal debe ingresar el agua limpia por medio del uso del lavatorio de forma repetitiva hasta que en el drenaje se obtenga un líquido relativamente limpio. Sin embargo, dicho proceso no aportaba una limpieza efectiva del contenedor, dado que en las paredes internas se acumulaban residuos y sedimento del agua residual, lo que provocaría un deterioro temprano de este depósito.

1.4 Justificación

La tarea de mantenimiento de los tanques de los lavatorios es una de las actividades que se realiza a toda aeronave que ingresa a la DIAF, por lo que la ejecución de esta no sería la excepción para a la Aeronave Boeing 737- 300. La realización de esta labor de mantenimiento se efectuará tanto en los tanques de residuos, como en las cañerías del sistema de aguas y residuos del avión.

Dado a la problemática que debe afrontar la DIAF para la ejecución de esta tareas, al no contar con una herramienta especializada para efectuar un mantenimiento idóneo de los lavatorios, la ejecución de este proyecto pretende mitigar los problemas encontrados, pues en su ejecución y finalización se dotará a la organización de la herramienta Toilet Servicing, la cual pretende optimizar este proceso, simplificando tareas, optimizando el tiempos de ejecución y otorgando las seguridades necesarias al personal en el manejo de aguas residuales. Una de las mayores ventajas de esta herramienta está en su versatilidad, dado que los acoples de abastecimiento de agua de los aviones son universales, es así, que el uso que pueda dar la DIAF a este dispositivo no se limita a una sola marca de fabricantes de aeronaves.

Este proyecto a través de la implementación de la herramienta Toilet Servicing dará fluidez a cada uno de los mantenimientos posteriores que vayan a realizarse en la empresa en el futuro, proceso que se podrá efectuar a cualquier aeronave ingresada, el personal al usar el dispositivo cumplirá sus actividades con una menor dificultad, reducción de tiempos de la ejecución en esta tarea, como la comprobación del correcto funcionamiento de las baterías sanitarias en el sistema de aguas y residuos. Demostrando la factibilidad de la herramienta, la cual aprovecha los recursos con los que se cuenta para su realización y la aplicación de la tarea de mantenimiento.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Ejecutar la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la tarea mantenimiento 38-32-00 para mantener la aeronavegabilidad de la aeronave BOEING 737- 300, con matrícula N424-US Perteneciente a la organización de mantenimiento aprobada DIAF.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar la información técnica en la realización del mantenimiento 38-32-00-785-122, prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio de la aeronave Boeing 737-300 con matrícula N424-US.
- Implementar a la Empresa DIAF con la herramienta Toilet Servicing, para el proceso de enjuague en el tanque del lavatorio, requerida para la prueba de fugas en tuberías y componentes del este servicio, según la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122 a la aeronave Boeing 737- 300, matrícula N424-US.
- Ejecutar el mantenimiento 38-32-00-785-122, prueba de fugas en tuberías y componentes en el tanque del lavatorio de la aeronave Boeing 737- 300, matrícula N424-US.

1.6 Alcance

El propósito de este proyecto busca preservar la operatividad de la aeronave Boeing 737 -300, debido a que un mantenimiento defectuoso podría causar daños internos en toda la zona que cubre la tubería de drene y abastecimiento saliente del tanque del inodoro, beneficios como reducción de tiempo en tareas de mantenimiento . La herramienta Toilet Servicing deberá cumplir estándares que serán controlados en el departamento de ingeniería y control de calidad para poder ser utilizados directamente en sus aeronaves, brindando de manera factible, segura al realizar las tareas de mantenimiento al

servicio higiénico. Al tener un acople universal se podrá dar uso a esta herramienta Toilet Servicing en distintas aeronaves de la organización de mantenimiento DIAF.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de la aeronave Boeing 737

2.1.1 Historia

Ninguna otra aeronave comercial ha logrado con tanto éxito financiero como es la aeronave Boeing 737. Un 737 despegue en cualquier lugar del mundo por cada cinco segundos y se logra tener al menos 1.250 en los aires en cualquier momento, si bien se puede apreciar que se trata de una aeronave muy popular, el éxito de la última intervención ha quedado en entredicho por algunos accidentes aéreos muy impactantes de los últimos meses, que han costado la vida de muchos pasajeros y tripulantes, pero antes de que podamos comenzar a juzgar el futuro de esta gran avión, debemos fijarnos en su gran trabajo que se ha logrado de sus viajes hasta ahora.

El Boeing 737 fue diseñado originalmente en 1964 y entró en servicio a finales de los años 60. Fue concebido para ser un avión que pudiera volar más lejos y transportar más pasajeros (hasta 100) que el actual Boeing 727. En aquel momento, Boeing tenía mucha competencia en el mercado de empresas como BAC-111, DC-9 y Fokker F28 y estaba desesperado por mantener su cuota de mercado. Para ello, aceleraron el proyecto de 150 millones de dólares utilizando hasta el 60% de los mismos componentes del programa 727 (buckerbook, 2019).

Figura 1

Boeing 737



Nota. La imagen ilustra a la aeronave B737-300 en pista. Tomada de buckerbook [fotografía], buckerbook, 2019, www.buckerbook.es.

2.1.2 Especificaciones de la aeronave

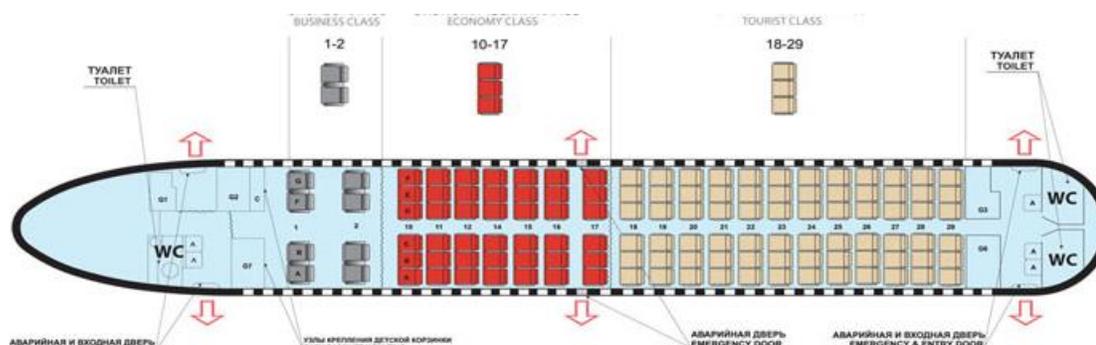
El Boeing 737-300, una aeronave de reacción de dos cilindros y cuerpo estrecho, para rutas cortas y medianas según sea su destino, fabricado por Boeing Commercial Airplanes. La aeronave Boeing 737-300, es el modelo base de la aeronave 737 Clásico, incluye el avión Boeing 737-400, con un fuselaje mucho más extenso y el Boeing 737-500, una versión con mayor capacidad de vuelo, pero con un fuselaje reducido llegando a las dimensiones básica del mismo Boeing 737.

Boeing 737-300, aunque fue creado sobre la base de una serie doscientas, y conservó muchas de sus características, pero esa propiedad no fue visible cambios. Bajo el ala, cuyo alcance también se aumentó, se instalaron motores de doble turbo CFM56-3B-1. A diferencia de la serie anterior, la mayoría de los motores Boeing 737-300 se presentaron frente al ala del avión. La quilla del avión también se cambió. La cabina y el equipo de navegación también sufrieron modificaciones. La cabina de vuelo se hizo más espaciosa y estaba equipada con la moderna aviónica digital EFIS.

(AVIA.PRO, 2013)

Figura 2

Boeing 737 régimen interior



Nota. La imagen representa la parte interna de la aeronave B737-300. Tomada de AVIA.PRO, [imagen], AVIA.PRO, 2013 <https://avia-es.com>.

a. Dimensiones

Tabla 1

Dimensiones de la aeronave Boeing 737-300

TITULO	CANTIDAD
Longitud:	33,40 m.
Altura:	11,13 m.
Envergadura:	28,88 m.
Fuselaje ancho:	3,76 m.
Peso en vacío:	kg 32460.
Superficie de las alas:	105,40 metros cuadrados.
Velocidad de crucero:	780 km / h.
Velocidad máxima:	876 km / h.
Techo:	11300 m.
Rango de la carga máxima:	km 4204.
Motores:	2 x TRD CFM International CFM56-3B-1
Longitud de despegue:	1950 m.
longitud de la trayectoria:	1400 m.
Capacidad de pasajeros:	Asientos 149 en clase turista.

Nota. Esta tabla muestra las medidas detalladas de la aeronave Boeing 737-300

2.1.3 Variantes de Boeing 737-300

Con la salida al mercado de otras aeronaves, Boeing tendría que cumpliendo la gran demanda de su competencia, el Boeing 737 se comenzó a desarrolló como una versión originaria de los modelos Boeing 707 y 727, estas aeronaves tendían que salir con menor coste, las ventas llevaron a las siguientes variantes del Boeing 737, ampliando así cada uno de los modelos como es en el Boeing 737-300, que es una de las primeras aeronaves de Boeing realmente exitosos que se conoce hoy en la actualidad, desde entonces, Boeing se dividida en tres generaciones.

Tabla 2

Variantes del Boeing 737-300-400-500

Variante	Aeronaves	Diferencias	Año de vuelo
Primera Generación	737-100	Poca potencia, fuselaje muy pequeño	1967
	737-200	Mayor potencia, alargado el fuselaje	
Segunda Generación o CLASSIC	737-300	dotado de winglets es designado como -300SP (Special Performance)	1984
	737-400	4 mts más largo que un 737-300, incluye rueda de cola	1988
	737-500	Más pequeño que un 737-300, ahorro de combustible del 25%	1989
Tercera Generación o Next Generation	737-600	Este modelo no incluía winglets, compite con el Airbus A318	1998
	737-700	Fue el primero de la serie Next Generation	1997
	737-800	Sustituye al 737-400	1997
	737-900	Más largo de la historia en 737	2000

Nota. Esta tabla menciona las diferentes variantes que con el tiempo se ha trasformado toda la serie de aeronaves B737

2.2. Tareas de mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento consisten fundamentalmente en una serie de inspecciones periódicas que son requeridas para cada modelo de aeronave. Su especificación de esta manera asegura la operación aérea y la calidad del trabajo para conseguir que una aeronave sea Aero navegable, estas tareas de mantenimiento se deben realizar en todas las aeronaves sean comerciales, civiles o militares, las tareas de mantenimiento se las realiza según sea por el tiempo de vuelo o por ciclos, ya que cada sistema de una aeronave debe cumplir con cada uno de estos requerimientos para su mejor operatividad.

2.2.1. Mantenimiento en línea

a. No programado

El mantenimiento no programado ocurre cuando se ha revelado algún desperfecto o avería. Este tipo de mantenimiento surge al realizar una inspección visual de toda la aeronave en 360° buscando cualquier desperfecto. Al encontrar algún desperfecto se debe solucionar para que la aeronave no falle en vuelo o en tierra. Los problemas van desde neumáticos gastados, fallas en vuelo o el mal estado de un motor que no permiten el mejor funcionamiento de una aeronave.

b. Programado

Este mantenimiento programado dicta cada una de las aeronaves según este su cronograma de actividades. Este programa una vez cumplido debe guardar el certificado de aeronavegabilidad de las aeronaves, está conformado por inspecciones, cambio de componentes y partes, servicios de lubricación, se dan acabo con la documentación dada por el fabricante (motor, célula y

componentes). Este mantenimiento programado se puede divide en 3 categorías.

- El mantenimiento en tránsito: Esta es una de las revisiones que se realizan antes de cada aeronave salga a volar, esto se realiza de manera visualmente rápida en puntos estratégicos de la aeronave donde sea más vulnerable la aeronave, inspeccionando la condición general de la aeronave como daños en los neumáticos del tren de aterrizaje, estructurales, pintura salida, niveles de aceite, fluidos y paneles de acceso.
- Revisión diaria: esta revisión como su título lo indica se la hace diariamente antes de cada primer vuelo del día. Mediante esta revisión se puede comprobar el estado general de la aeronave así genera un tiempo extra para realizar el trabajo correctivo de algún tipo de daño este no debe durar más de cuarenta y ocho horas, Consisten en comprobar el nivel de aceite. Para confirmar el nivel de aceite debe comprobarse antes del primer despegue.
- Revisión S: Esta revisión se lo realiza cada 100 horas de vuelo, donde se logra comprobar exteriormente de la aeronave verificando todos los puntos vulnerables. Se siguen las instrucciones concretas de la tarea de mantenimiento para corregir posibles anomalías de una aeronave según sea su configuración.

2.2.2. Mantenimiento menor

- Revisión A: Se realiza una revisión general por dentro y fuera de los componentes, estructura y sistemas que comprueban su autonomía e integridad esto se lo realiza cada 400-600 horas de vuelo o cada 200-300 ciclos (una despegue y un aterrizaje se considera un ciclo para aeronaves también en el motor de la misma) dependiendo de cada aeronave según sea las horas de vuelo o ciclos se considera las horas hombre que llegan a ser desde 50-70 horas hombre para el trabajo de cada revisión tipo A.
- Revisión B: Esta inspección es mucho más profunda e intensa para lograr comprobar la seguridad de todos los sistemas, estructurales y componentes, se

tiene que realizar la corrección de elementos con algún tipo de falla detectada en la revisión, esta revisión se logra dar cada 6 meses o hasta 8 meses según sea el estado de la aeronave, para ello se lleva a cabo entre 160 a 180 horas hombre ya que es una revisión mucho más minuciosa, pero se lo puede hacer en un hangar del aeropuerto ya que no requiere directamente una OMA (Organización de Mantenimiento Aprobada) para las revisiones.

- Revisión C: Esta inspección se la realiza por secciones, en el interior y exterior de la aeronave, estructura visible y los sistemas de manera completa y profunda, para esta revisión se logra dar cada 20 meses o 24 meses dependiendo de cuantas horas de vuelo tenga la aeronave a realizar esta revisión, para este mantenimiento directamente la dicta el fabricante, para este mantenimiento la aeronave queda fuera de servicio por un tiempo ya que llegan hacer entre 6000 horas hombre. Este mantenimiento se lo debe realizar directamente en una OMA (Organización de Mantenimiento Aprobada).

2.2.3. Mantenimiento mayor

El Programa de Inspección Estructural es un chequeo más extenso y meticuloso que deben ser realizadas a las aeronaves. En general se involucra un número de 275 personas especializadas en la realización de diferentes tareas entre actividad y herramienta alrededor de 6 semanas, este mantenimiento se lo conoce en el hangar como la gran parada ya que la aeronave que entra a este mantenimiento mayor llega a estar mucho tiempo parado dentro del hangar, directamente debe ser realizado en una OMA (Organización de Mantenimiento Aprobada) ya que requiere de herramientas especializadas para cada tipo de tarea de mantenimiento según sea requerida para mantener la aeronavegabilidad de la misma (Vuela sin miedo, 2011).

2.3. Primer inodoro en una aeronave

El primer avión equipado con un inodoro fue el Caproni Ca.60 en 1921. Sin embargo, se estrelló en su segundo vuelo y nunca dio el servicio. El avión

Handley Page HP42, diseñado en 1928, estaba equipado con inodoros cerca del centro del avión. El hidroavión británico Supermarine Stranraer, que voló por primera vez en 1934, estaba equipado con un inodoro abierto al aire. Cuando la tapa se levantó en vuelo, el flujo de aire produjo un silbido que llevó al avión a ser apodado el “Silbido Shithouse”. El hidroavión Short Sunderland, que vio el servicio militar desde 1938 hasta 1967, estaba comparativamente bien equipado, llevando un inodoro de porcelana. Durante la Segunda Guerra Mundial, los aviones bombarderos grandes, como el American Boeing B-17 Flying Fortress y el británico Avro Lancaster, llevaban inodoros químicos (básicamente un cubo con asiento y tapa, vea el inodoro con cubo); en el uso británico, fueron llamados “Elsans” por la compañía que los fabricó. Estos a menudo se desbordaban y eran difíciles de usar. El frío intenso de la alta altitud requería que las tripulaciones usaran muchas capas de ropa pesada, y el piloto podría tener que realizar una acción evasiva violenta con poca advertencia. Eran impopulares con los equipos de bombarderos, que evitarían usarlos si es posible. Los miembros de la tripulación del bombardero a veces preferían orinar en botellas o defecar en cajas de cartón, que luego eran arrojadas desde la aeronave (Lavabo de aviones, 2019).

2.3.1. El principio del baño

En una aeronave, como regla general, hay un sistema de suministro de agua directamente al lavabo como a la tasa del inodoro y un sistema de eliminación de desechos (sistema de alcantarillado) esta eliminación de desechos es presurizada una sea accionado el inodoro pasa directamente a una trituradora de desechos para que todos los sólidos sean molidos y no lleguen a tapar las cañerías o los conductos que están relacionados en el reservorio de desechos, este reservorio esta presurizado para evitar la cavitación dentro del mismo y cause averías internas como fugas de líquidos en todo el sistema higiénico de la aeronave.

2.3.2. Sistema de suministro de agua

El suministro de agua se llena directamente con agua potable antes de pasar a un tanque especialmente para el agua limpia. Directamente el tanque de agua limpia esta presurizado para evitar la cavitación dentro del mismo, la compresión se creada en el tanque por medio de compresores de aire, esto pasa ya directamente a los lavabos cocinas y demás sistemas para la tripulación en la aeronave. Por lo general, el agua se usa para que puedan beber los pasajeros (generalmente después de hervir en calderos especiales), en lavabos y (en algunos tipos de aeronaves) para descargar el inodoro después de cada accionar del botón (Lavabo de aviones, 2019).

2.4. Servicio higiénico en el avión

Una unidad sanitaria que se encuentra a bordo de la aeronave. Se utiliza por lo general, en los aviones de pasajeros, que hacen vuelos largos. La aeronave cuenta con un sistema muy sofisticado de abastecimiento de agua y eliminación de desechos, esto ayuda a todos los pasajeros que se encuentren dentro del avión a mantener un mayor confort y confianza e higiene. Esto permite que todos los pasajeros cuanto estén cursando un viaje demasiado largo puedan ir más de una vez al baño de la aeronave cuidado así también de los niños ya que por tener sus esfínteres más pequeños en un vuelo de más de 3 horas tendrán que unas más veces el baño de la aeronave de esta manera se cuidara el aseo personal de cada individuo que se encuentre viajando (AVIA.PRO, 2015)

2.5. El agua en el avión

El sistema de suministro de agua potable antes de la salida de un tanque de agua limpia. Logra una mezcla entre agua a presión, que se genera como resultado de compresores de aire a gran presión. Típicamente, el agua se utiliza

como una bebida hidratante para los pasajeros y la tripulación en el vuelo. Pero el agua tiene más objetivos que va a sumideros e inodoro del avión. En algunos servicios de la aeronave adaptados para el suministro de agua por separado. La eliminación del agua se utiliza durante el vuelo a través del tubo de drenaje de la parte inferior del fuselaje (AVIA.PRO, 2015), Como se visualiza en la Figura 3.

Figura 3

Baño de un Boeing 737



Nota. Esta imagen ilustra como es el baño de una aeronave, su interior. Tomada de AVIA.PRO, [fotografía], AVIA.PRO, 2015 https://avia-es.com/plane_toilet.

2.6. Desechos del servicio higiénico

El principio de funcionamiento de la eliminación de residuos sólidos depende de diferentes tipos de aeronaves. En cierta erosión se debe a que el agua, entonces todos los productos caen en el tanque de drenaje. Esta carga se almacena durante todo el vuelo. En algunas aeronaves, la eliminación de los residuos sólidos es debido al vacío que succiona desde el inodoro. Los residuos en este caso, se lavan con un poco de agua. También hay sistema de alcantarillado de tipo cerrado, que operan sobre el principio de reciclaje de líquido. En vuelo, después de tirar los residuos sólidos se filtraron. El líquido resultante se envía de nuevo para volver al tanque. En el tanque de

penetrar químicos para desodorizar y líquidos desinfectantes Cuando el avión aterrizó en un aeropuerto, todas las impurezas, tanto líquidos como filtrados, usando una mezcla del sistema de vacío y transportados (AVIA.PRO, 2015).

2.7. Líquido desodorante en los inodoros

Probablemente el nombre James Kemper no te resulte familiar. Sin embargo, debes saber que cada vez que presionas el botón flush (descarga) del inodoro de un avión, estarás haciéndole una especie de homenaje. Aunque quienes están debajo del avión en ese momento, en tierra, deberían ser los más agradecidos. Porque fue a James Kemper a quien se le ocurrió la idea del moderno sistema de vacío que utilizan hoy los miles de inodoros de los miles de aviones que recorren los cielos del planeta. Una idea que surgió en la década de 1970 -patentó su creación en 1976- y se utilizó por primera vez en 1982, en un avión Boeing. Si alguna vez te has preguntado cómo funciona el sistema, debes saber que tiene tres claves que parecen bastante sencillas: un revestimiento antiadherente en la taza del inodoro, un líquido azul que es desodorante y antibacterial, y una succión provocada por el vacío que generan las diferencias de presión (La Vanguardia, 2019).

Figura 4

Accionamiento del inodoro



Nota. Esta imagen ilustra la palanca de accionamiento del baño de una aeronave

Cuando se presiona el botón de descarga, se abre una válvula en el fondo de la taza y se succiona el contenido del inodoro por el vacío que genera una presión de aire menor a la de la cabina del avión, lo que provoca el sonido fuerte que se escucha al presionar flush (descarga). Luego esa válvula se cierra y el contenido se transporta hasta un tanque que está generalmente en la zona trasera del avión, debajo de la cola. Cuando la aeronave llega a destino, ese tanque se aspira desde un camión cisterna, que luego vacía el contenido junto con el resto de los desechos del aeropuerto. Es decir, es un “sistema de desechos cerrado”, nada sale al exterior (La Vanguardia, 2019).

2.8. Que es el hielo azul

En el contexto de la aviación, es el material congelado de aguas residuales que se ha filtrado a mediados de vuelo de los sistemas de residuos Tocador para aviones comerciales. Es una mezcla de humano residuos biológicos y el líquido desinfectante que se congela a alta altitud . El nombre se debe al color azul del

desinfectante. Las compañías aéreas no se les permiten deshacerse de sus depósitos de residuos en pleno vuelo, y los pilotos no tienen ningún mecanismo por el que hacerlo; Sin embargo, a veces se producen fugas (wiki, 2018).

¿Por qué no puede utilizarse agua, como un inodoro convencional?

Sencillo: si el avión atravesara una zona de turbulencias, el contenido del inodoro se derramaría por todo el baño, y no sería nada agradable. En el pasado las aerolíneas utilizaban bombas eléctricas para hacer circular un desodorante químico que descomponía los desechos sólidos y reducía olores desagradables. Pero ello requería transportar importantes cantidades de líquido, lo que incrementaba el peso del avión y, por lo tanto, el consumo de combustible: más costos (La Vanguardia, 2019).

Figura 5

Hielo azul en aeronave Boeing 737-300



Nota. Esta imagen ilustra la presencia de hielo azul en la aeronave

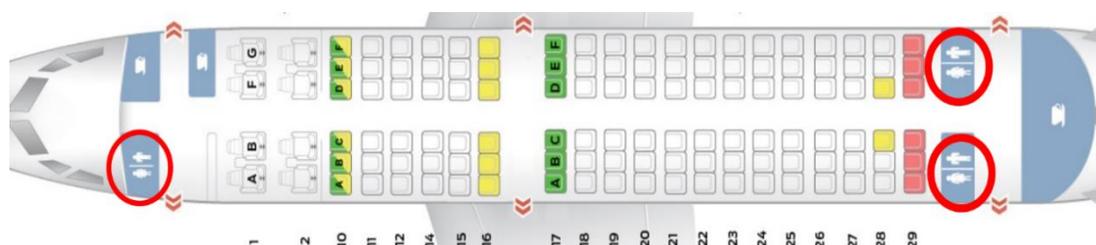
Además, las válvulas internas de aquellos inodoros solían generar filtraciones que más de una vez enviaban aguas residuales al exterior del avión, la que, cuando se congelaba, generaba el famoso “hielo azul”, que además de aumentar aún más el peso de la aeronave, solía desprenderse y caer. En el

camino se iba derritiendo y goteando el contenido a lo largo de la ruta del avión. Por eso, sin dudas, la buena idea de James Kemper benefició a millones de personas (La Vanguardia, 2019).

2.9. Ubicación de los baños en el avión

Figura 6

Ubicación de baño de un Boeing 737-300



Nota. Esta imagen representa con circunferencias rojas la ubicación exacta de los baños en un avión modelo Boeing 737-300. Tomada de AVIA.PRO, [imagen], AVIA.PRO, 2014 <https://avia-es.com>.

2.10. Reglas para usar el baño en el avión

Para mejorar la seguridad en vuelo se crearon algunos pasos a seguir para el uso de los baños abordo de la aeronave que son los siguientes:

- Usar el baño está prohibido durante el despegue y el aterrizaje.
- Antes de pulsar el desagüe, asegúrese de que la tapa del inodoro está cubierta.
- En los baños que está prohibido tirar papel higiénico, pañales y almohadillas. Para este tipo de residuos en cada cabina equipada con cajas especiales.
- La puerta se abre un mango, que está bajo el signo de "Cabeza (retrete)".
- El inodoro no puede crear charcos.
- Ir al baño se puede usar solo por 10 min. antes de tomar las comidas o 15 min. y después.
- Está estrictamente prohibido fumar ya que esto podría activar la alarma.

2.11. Funcionamiento del baño en una aeronave

Cuando pulsas el botón para jalarle al baño se abre una válvula. Esta válvula está conectada a un sistema de vacío que hace que los desechos salgan succionados hacia un tanque de almacenamiento (localizado en el compartimento de carga). Aunque en teoría estos inodoros pueden funcionar sin agua, para evitar que se tapen las tuberías y mantenerlo limpio además se utiliza una solución líquida desinfectante (por eso el color azul del agua).

Este sistema está diseñado principalmente para ahorrar recursos y por lo tanto, disminuir al máximo posible el peso del avión. Incluso el sistema neumático para crear vacío está conectado al sistema de aire presurizado de la aeronave (el mismo que utiliza el aire acondicionado). Otro detalle es que los inodoros están recubiertos con teflón. Esto, además de facilitar la limpieza del avión, hace que se utilice todavía menos agua.

2.11.1. El principio básico de los baños de los aviones

A diferencia de las típicas cañerías caseras que funcionan con la gravedad o sino con presión de agua, todo el baño del avión utiliza el vacío como principio físico fundamental en su funcionamiento: desde el grifo hasta el inodoro. Entre esas soluciones encontraron que el tener un sistema neumático de vacío ayuda en a la cavitación del agua asiendo, si existiera este sistema de vacío todos los reservorios del servicio higiénico comenzaran a agitarse todo su contenido haciendo que comience a chorrear por la tasa y demás sistemas unidos al tanque del servicio higiénico.

- Ahorrar grandes cantidades de agua
- Disminuir el peso ya que se usan tuberías más estrechas
- Evitar olores desagradables

- Distribuir todo el peso en varios tanques repartidos por el avión.

¿Por qué usan ‘vacío’? Es verdad que ‘en tierra’ con la gravedad es más que suficiente para que funcionen bien los inodoros, sin embargo, en el aire –así como en los autobuses y trenes– el movimiento y peso del agua pueden causar problemas de estabilidad. Por esa razón ingenieros desde la década de los 40 han buscado una forma de evitar problemas mayores (ViajeTip, 2016).

2.12. Equipo de mantenimiento

El derecho de un equipo de servicio aeronáutico mantiene funcionando sin problemas aviones y sus pasajeros y empleados de seguridad. El mantenimiento y reparación de aeronaves es un proceso continuo y debe realizarse de forma regular. Cada empresa ofrece una amplia selección de equipos de servicio para satisfacer las necesidades de su hangar, aerolínea o aeropuerto. Esta guía de alto nivel destacará los diversos tipos de equipos de mantenimiento de aeronaves disponibles, desde equipos de sistemas de baños hasta unidades de mantenimiento de oxígeno (Tronair, 2020).

Los carros y equipos de mantenimiento de aeronaves son tipos de equipos portátiles de apoyo en tierra que hacen que el mantenimiento y el mantenimiento de las aeronaves sean rápidos y sencillos. Mantener la aeronave en óptimas condiciones es un proceso continuo, y los carros de servicio ayudan a asegurarse de que tiene todo lo que necesita para hacer bien el trabajo. Los siguientes son algunos de los tipos clave de equipos de mantenimiento de aeronaves que debe tener en su hangar para el uso diario (Tronair, 2020).

2.12.1. Carros de transportación Skydrol

El fluido hidráulico Skydrol se utiliza para prevenir la corrosión y otros daños a las servo válvulas de un avión. Si bien es útil para el mantenimiento general de sus

aviones, Skydrol es increíblemente corrosivo para la piel humana. Debido a esto, se deben tomar medidas de seguridad para almacenar y transportar de manera segura este fluido hidráulico alrededor de su aeródromo. Un carro de recuperación Skydrol está diseñado para almacenar y transportar de manera segura fluido hidráulico limpio a base de éster de fosfato (Tronair, 2020)

Figura 7

Carro de transportación de skydrol



Nota. La imagen representa el carro de transportación de fluido skydrol. Tomada de TRONAIR [imagen], TRONAIR, 20120 www.tronair.com.

2.12.2. Carros de nitrógeno

El nitrógeno se utiliza para inflar los neumáticos de las aeronaves porque es mayoritariamente inerte, a diferencia del oxígeno, que puede reaccionar con el caucho a gran altura. Las herramientas de servicio de nitrógeno para aviones incluyen carros de transporte con un perfil bajo y paneles de instrumentos fáciles de usar que están disponibles con y sin impulsores. El interruptor de límite de seguridad apaga automáticamente la unidad cuando la aeronave alcanza la presión establecida. Con estos carros, las botellas son fáciles de cargar y descargar. (Tronair, 2020).

Figura 8*Carro de nitrógeno*

Nota. La imagen representa el carro de transportación de con nitrógeno. Tomada de *TRONAIR* [imagen], TRONAIR, 20120 www.tronair.com.

2.12.3. Carros de mantenimiento de oxígeno

Es importante mantener los sistemas de oxígeno, así que asegúrese de tener el equipo de servicio de oxígeno para aviones adecuado para su aeródromo. Todos los carros de servicio de oxígeno para aviones son de bajo perfil e incluyen un panel de instrumentos fácil de usar y están disponibles con o sin propulsores. Estos carros cuentan con un interruptor de límite de seguridad para apagar automáticamente la unidad cuando la aeronave alcanza una presión establecida y las botellas son fáciles de cargar / descargar (Tronair, 2020).

Figura 9*Carro de oxígeno*

Nota. La imagen representa el carro de transportación de oxígeno. Tomada de TRONAIR [imagen], TRONAIR, 20120 www.tronair.com.

2.12.4. Carros de agua potable

Si bien algunos aeropuertos usan agua potable de los suministros domésticos de agua a través de una manguera, los camiones de agua potable a menudo todavía se usan para dar servicio a los aviones. Para mantener adecuadamente su sistema de agua potable, necesitará un tanque de agua de avión y un carrito de agua potable. Este tipo de carro de servicio para aeronaves le permite cumplir con las regulaciones de agua potable mientras transporta agua con facilidad. Asegúrese de limpiar y probar regularmente sus camiones de agua potable, verificando el estado de las mangueras, conectores y puertos. (Tronair, 2020).

Figura 10*Carro de agua potable*

Nota. La imagen representa el carro de transportación de agua potable. Tomada de TRONAIR [imagen], TRONAIR, 20120 www.tronair.com.

2.12.5. Equipo de servicio higiénico (Toilet Servicing)

El equipo de servicio de baños se utiliza para vaciar y rellenar los baños a bordo de un avión. En un avión, los desechos se almacenan en tanques. Cuando la aeronave aterrice, se utilizará un carro de baño, tirado por un remolcador sin barra de remolque o un camión Bobtail, para vaciar los tanques y eliminar los desechos. Una vez que esté completamente vacío, el tanque se volverá a llenar con una mezcla de concentrado desinfectante y agua.

Figura 11

Equipo de servicio higiénico



Nota. La imagen representa el carro de servicio higiénico. Tomada de *TRONAIR* [imagen], TRONAIR, 20120 www.tronair.com.

2.13. Diseño estructural en acero

El diseño estructural en la época XIX era estimado más como una habilidad que una ciencia, gracias al progreso tecnológico las estructuras de acero se han afianzado como las más segura y utilizadas en el lugar de la construcción de edificaciones, maquinarias y estructuras industriales. La ligereza de este metal se debe en gran medida a su resistencia, poco peso y sin complicaciones en su construcción.

2.13.1. Alta resistencia

Es la factibilidad de resistencia mecánica en favor de su propio peso dado que accede a la construcción de estructuras menos pasadas como puentes, edificios de gran altura y en sitios con cimientos.

2.13.2. Elasticidad

El acero él es metal que más se aproxima a una conducta linealmente maleable hasta conseguir estilos formidables.

2.13.3. Durabilidad

El acero puede ser de manera indeterminada si se aplica un correcto mantenimiento apropiado para cada superficie expuesta a diferentes cambios del medio ambiente o de operación.

2.13.4. Ductilidad

El acero es la participación para resistir con cantidades excesivas de peso sin llegar a romperse expuestos en altos esfuerzos de tensión.

2.14. Uso del hierro con el acero

El hierro es un mineral que se efectúa en abundancia en la corteza terrestre, estuvo en uso por nuestros antepasados en menor escala y ha tenido una muy buena influencia en el progreso de la humanidad a lo largo de los tiempos. La formación del acero se dio de la alianza del hierro y el carbón, la elaboración de estos materiales a nivel universal fue en el año 1955. La fabricación de estos metales simboliza el 95% de volumen de todas las aleaciones fabricadas en el mundo. Los avances tecnológicos que ha permitido que sean más durables, maleables y den paso a la fabricación de estructuras de hierro, maquinarias, vehículos, barcos y sus anclajes.

2.14.1. Definición de acero

Es una combinación del hierro con un porcentaje de carbono, usado materia prima en las diferentes construcciones por su resistencia, maleabilidad, adaptabilidad y a precios muy bajos, mediante tratamientos térmicos, aleaciones y manipulación mecánica sus propiedades son manipuladas (CONSTRUMÁTICA, 2016).

2.15. Perfiles de acero

Los perfiles de acero se clasifican de acuerdo al proceso de producción:

- Perfiles laminados. - Tienen uniformidad estructural ya que no muestran soldadura su laminado ocurre en caliente hasta formación deseada.
- Perfiles conformados en frío. - Se los realiza con una perfiladora sin calor, las planchas planas son dobladas en forma de U o C.
- Perfiles tubulares con costura. - Son fabricados en procesos de moldeo de planchas, dependiendo de la dimensión y espesor se usan para el transporte de líquidos, gases y estructuras.

2.16. Aceros estructurales modernos

El acero puede cambiar sus propiedades debido a la adición de carbono y otros elementos como el níquel, manganeso, silicio y cobre, el porcentaje exacto de estos lo especifica la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ATMS), la presencia de una cantidad de estos materiales se considera acero aleado. La constitución química del acero es de gran importancia sobre sus propiedades de soldabilidad, resistencia a la corrosión y fisura. (McCorman, 2013, págs. 15-30)

Los aceros estructurales se agrupan en varias clasificaciones según ASTM:

- Aceros al carbono: A36, A53, A500, A501 y A529.

Estos aceros tienen como principales elementos de resistencia al carbono y al manganeso.

- Aceros de baja aleación y de alta resistencia: A572, A618, A913 y A992.

Los aceros de baja aleación y alta resistencia obtienen su resistencia aparte del carbono y manganeso de la adición de columbio cromo, vanadio, silicio, cobre y níquel.

- Aceros de baja aleación, alta resistencia y resistentes a la corrosión: A242, A588 Y A847.

En estos aceros se emplea un pequeño porcentaje de cobre para que sea resistente a la corrosión.

2.17. Responsabilidades del diseño

Las estructuras deben tener el suficiente aguante, esto se lo debe planificar con el ingeniero a cargo de todo el diseño, además este debe tomar en cuenta la funcionalidad adecuada de cada una de las partes de la estructura para que lleguen a ser ensambladas correctamente sin presentar ninguna anomalía en ese proceso, además del material que debe ser utilizado sin dejar a un lado la parte monetaria y sobre todo la seguridad que va a brindar el uso de esa herramienta, material o estructura.

2.17.1. Seguridad

La estructura además de soportar grandes cargas impuestas debe cubrir vibraciones, deflexiones que puedan presentarse en cualquier momento y no cause grietas y perturbación a los ocupantes.

2.17.2. Costos

La resistencia de la estructura es importante ya que brindan seguridad, pero también el constructor debe tener en cuenta de reducir costos de construcción, tomando en cuenta materiales de tamaño estándar, simple que no necesiten un mantenimiento enorme.

2.17.3. Factibilidad

Las estructuras deben diseñarse sin mucha complejidad ya que al momento de montarse no hay mayores problemas. Es por eso que el diseñador tiene la necesidad de conocer sobre los métodos de construcción como tolerancia, resistencia y aplicarlos en su diseño.

2.18. Soldadura

La soldadura es la forma de unir diferentes materiales que son metales como acero, acero inoxidable, etc. Para este proceso de soldadura se puede realizar con algunas máquinas dependiendo de su función tipo y calidad que se requiera suelda para unión de materiales que se requiera, la industria sigue mejorando la tecnología en soldaduras para cada vez hacerla con una gran perfección y resistencia de la unión echa, esta unión de materiales implica la fusión de los materiales para lograr realizar esta fusión, es posible requerir a un láser, una llama generada con gas ,ultrasonido, al arco eléctrico, o hasta un proceso de fricción son los más conocidos para la fusión de los materiales con similares características (AREATECNOLOGIA, 2019)

2.19. Líquidos penetrantes

Los Ensayos mediante Líquidos Penetrantes es uno de los Ensayos no Destructivo con el que se puede detectar cualquier tipo de imperfecciones

superficiales en materiales no porosos como pueden ser materiales metálicos como también los materiales no metálicos. Este tipo de ensayo consiste básicamente en la concentración de un líquido de gran potencia humectante sobre una superficie del material a ser analizado por este método de líquidos penetrantes. Por este efecto de la capilaridad que tiene el líquido expuesto sobre el material, éste realiza una penetración en todas las discontinuidades existentes sobre y internamente del material expuesto. Una vez terminado el tiempo requerido, el sobrante que resta sobre la superficie se comenzara a retirar mediante con una franela de algodón como un sistema de limpieza adecuado y a continuación se da una aplicación de un líquido revelador que será capaz de volver a extraer el líquido que antes quedó atrapado en las discontinuidades, revelando la localización de las fisuras hundimiento o rupturas que no son visibles al ojo humano (SCI CONTROL & INSPECCIÓN, 2018).

Figura 12

Ensayo por líquidos penetrantes



Nota. La imagen representa como se realiza una inspección de líquidos penetrantes. Tomada de SCI CONTROL & INSPECCIÓN, [Imagen], SCI CONTROL & INSPECCIÓN, 2018, <https://scisa.es>

2.20. Partículas magnéticas

El ensayo no destructivo de partículas magnéticas se las realiza con la finalidad de detectar deformaciones superficiales y debajo de la superficie del material que se va a realizar la prueba, se lo realiza mediante una atracción de polvo metálico hacia las

deformaciones, rupturas, fisuras, agrietamientos existente en la superficie a ser examinado en el material bajo la influencia generada de un campo magnético, el proceso comienza cuando el polvo se acumula en la discontinuidad para comenzar a revelar el daño causado sobre el mismo, se ubica las fallas directamente. (SCI CONTROL & INSPECCIÓN, 2018)

Figura 13

Ensayo por partículas magnéticas



Nota. La imagen representa como se realiza una inspección con partículas magnéticas. Tomada de SCI CONTROL & INSPECCIÓN, [Imagen], SCI CONTROL & INSPECCIÓN, 2018, <https://scisa.es>

2.21. Precauciones de seguridad

2.21.1. Precauciones de seguridad en el talleres

- Para labores en láminas metálicas, hay algunos peligros que se está expuesto determinados en el uso de moladoras esmeriles, taladros neumáticos, remachadora.
- Al soldar puede causas unos problemas para la salud y riesgos de incendios. Siempre se deben tomar ciertas precauciones en la máquina, también utilizar equipo de protección personal, la ventilación adecuada es uno de los requisitos primordiales ya que es una medida de seguridad contra incendios.
- El área de pintura al aplicar las primeras capas de barniz de recubrimiento, deben regirse con las normas exactas dando un orden y limpieza a toda el área donde se comenzara a realizar los trabajos.

- No se considera recomendable el llevar destornilladores largos o limas en los bolsillos del overol ya que puede llegar a causar un accidente a la persona que lo lleva.
- Las llaves están hechas para alar de ellas, pero no para aplicar presión sobre ellas, causando su ruptura o fisura.
- Las limas ayudaran de cierta manera que estén dotadas de mango antes de que se las pueda utilizarlas y nunca se lanzaran herramientas con puntas en la caja de herramientas causando daños a otras herramientas.
- Es un buen hábito del orden, es una técnica que ayuda a la prevención de accidentes como incendios, derrames, rupturas, etc.

2.21.2. Equipos y dispositivos de protección personal

a. Equipos respiratorios

Es de vital importancia que todo el equipo respiratorio sea seleccionado rigurosamente y usado directamente para protegerse contra residuos tóxicos, uso echo para el propósito que han sido creadas.

- Máscara de oxígeno: la función de estas mascarillas o mascararas don directamente para vapores tóxicos, ambiente con gases nocivos y ausencia de oxígeno en la zona de trabajo.
- Máscara de filtro metálico: netamente se utiliza para bloquear los polvos irritantes y tóxicos en los cuales la persona está expuesto, esta macara protegerá directamente a todos los conductos nasales y orales que son vías por las cuales la persona se puede llegar a intoxicar.

b. Equipos visuales

En el mercado industrial se puede ver una gran variedad que se puede seleccionar en gafas para dar la protección contra cualquier peligro que está expuesta la zona ocular.

- Gafas industriales: la funciones de estas gafas son para casi todas los trabajos requeridos que no sean suelda.

- Gafas de acetato: se las usa directamente en trabajos con circuitos eléctricos, ambientes explosivos e inflamables, brindando así la protección requerida para estos trabajos.
- Gafas para soldadores: estas gafas son para una sola actividad netamente la suelda son usadas en contra de las chispas que saltan en todas las direcciones, salpicaduras de metal y rayos luminosos creados por la suelda, estos rayos luminosos son muy dañinos así a la vista del trabajador.

c. Equipos para pies y piernas

- Zapatos con puntera de acero: la función de este calzado es proteger los pies contra golpes contundentes o caída de objetos pesados sobre los pies.
- Zapatos conductores. Estos zapatos son capaces de aislar por medio de las plantas de los zapatos todas las ondas eléctricas que cusa el ser humano que esta trabajados así previniendo cualquier tipo de descarga eléctrica sobre el trabajador.
- Zapatos con instalaciones eléctricas. Se los usa para la protección de cables eléctricos.

d. Equipos para brazos y manos

- Guantes de soldador. Este tipo de guantes ayudan a no quemarse al estar en contacto con piezas calientes después de ser soldadas, estos guantes son fabricados de cuerpo, ya que es un material que soporta parcialmente al estar expuesto al calor.
- Guantes de electricista. El material que son fabricados estos guantes son de caucho, estos protegen contra las descargas eléctricas y químicos nocivos.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.2. Introducción

Este trabajo de titulación pretende servir de apoyo a todo el personal de la Organización de Mantenimiento Aprobado DIAF. Lo cual beneficiara el proceso de abastecimiento de agua hacia los tanques de las baterías sanitarias de sus diferentes aeronaves como es el Boeing 737-300, siendo este un medio práctico y seguro para este tipo de trabajos, realizados por todo el personal encargado del área de mantenimiento. La empresa está ubicada en la ciudad de Latacunga cerca del aeropuerto, por consiguiente, se implementará la herramienta Toilet Servicing, brindado así el apoyo necesario en cada uno de sus labores.

3.3. Preliminares

Estos procedimientos de servicio se aplican a cada uno del sistema de inodoro que se encuentran dentro de la aeronave. El drenaje y abastecimiento hacia las baterías sanitarias con una herramienta, puerto de descarga y entrada de agua con manija de la válvula de drenaje son accesibles abriendo el puerto de servicio. Cada vez que se realiza el mantenimiento del tanque del inodoro, de la aeronave Boeing 737-300 que se encuentran en el procesos de mantenimiento en la Organización de Mantenimiento Aprobada OMA-DIAF, necesitan ser drenados y abastecidos de agua, es necesario realizar trabajos de mantenimiento en los empaques de entrada de dichos puertos , es por ello la necesidad de contar con una herramienta (Toilet Servicing) que ayudara de gran manera al personal técnico que realizan estos tipos de trabajos más frecuentemente en las aeronaves, brindando una reducción de tiempo en cada uno de sus trabajos al realizar este tipo de mantenimientos en la aeronave a ser evaluada y esta su respectiva revisión.

En este capítulo se puede presentar información detallada por cada uno de los procedimientos para lograr un trabajo de abastecimiento y drene de las aguas servidas, mediante la implementación de la herramienta propuesta por la empresa DIAF, se detalla cada uno de los estudios de factibilidad y planeamiento de propuestas tomadas en cuenta para una mejor implementación del proyecto de titulación.

3.3.1. Factor técnico

La Organización de Mantenimiento Aprobado OMA-DIAF, el personal de técnicos que trabajan son los beneficiados de este proyecto que está dirigido a la implementación de una herramienta (Toilet Servicing), que brindara un soporte practico, para realizar las tareas de mantenimiento de la aeronave que necesita una limpieza directa de las baterías sanitarias de cada uno de los baños, tomando en cuenta toda la información técnica del fabricante de la aeronave BOEING 737-300

3.3.2. Factor económico

Para lograra el trabajo de mantenimiento como la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio previamente dichos y la implementación de una herramienta (Toilet Servicing), fue de mayor precisión considerar los costos que se obtuvo luego de una comparación de todos los materiales para lograr la elaboración de la estructura principalmente y complementos generados para la finalización del proyecto.

3.4. Planteamiento y estudio de Alternativas

Tomando en cuenta cada uno de los procedimientos a seguir de la Organización de Mantenimiento Aprobado OMA-DIAF para los parámetros

necesarios de la herramienta, para los trabajos de prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio. Para el trabajo, se tiene conveniente tomar los tomar los parámetros del área de ingeniería y control de calidad basándose en el ATA 38 y ATA 12 del AMM del BOEING 737-300

Figura 14

Diseño de la herramienta Toilet Servicing

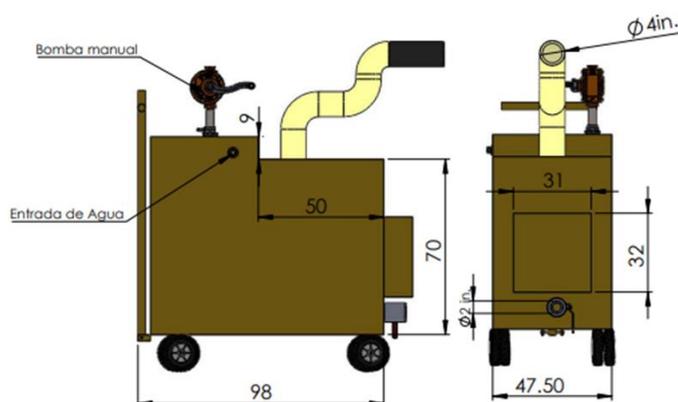


Tabla 3

Características de la herramienta Toilet Servicing

Tipo de herramientas	Características
Toilet Servicing	<ul style="list-style-type: none"> - Reservorios agua tiene con una capacidad de 10 galones. - Reservorio de aguas negras tiene una capacidad de 17.5 galones. - Acoples directos a la aeronave de 4 pulgadas para el drene de aguas negras. - Acople directo a la aeronave de 1 pulgada para abastecimiento de agua. - Bomba manual para una autonomía sustentable de la herramienta.

Nota. Esta tabla muestra los implementos que lleva la implementación de la herramienta Toilet Servicing.

3.4.1. Análisis de las opciones establecidas

Tomando en cuenta todas las especificaciones para la implementación de la herramienta Toilet Servicing. A continuación, se logra detallar cada uno de los factores.

a. Factor de tiempo de construcción

Tabla 4

Factores de tiempo de fabricación

Herramienta	Tiempo de desarrollo
Toilet Servicing	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de fabricación mucho más rápido y sencillo. - Acota el tiempo de mantenimiento.

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de desarrollo de la herramienta Toilet Servicing.

- Análisis del factor planteado:

Por medio del factor de implementación de los parámetros dados del área de ingeniería y control de calidad basándose en el ATA 38 y ATA 12 del AMM del BOEING 737-300, es la herramienta apropiada (Toilet Servicing) con un tiempo muy corto según los estudios realizados.

b. Factor seguridad del soporte

Tabla 5*Factor de seguridad en Toilet Servicing*

Factor de seguridad	
Toilet Servicing	<ul style="list-style-type: none"> - Carece de inconvenientes de transporte. - El tamaño y su forma de contricción lo hace seguro en su uso. - Para seguridad hay frenos en sus ruedas.

Nota. Esta tabla muestra las capacidades de la herramienta Toilet Servicing.

- Análisis del factor propuesto:

Este factor indicado por el área de ingeniería y control de calidad basándose en el ATA 38 y ATA 12 del AMM del Boeing 737-300. La herramienta Toilet Servicing, posee la seguridad requerida para realizar la tarea de mantenimiento que es la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio, por ende ayuda a la movilización de todos los desechos en aguas negras y agua pura en este tipo de tarea de mantenimiento.

c. Factor de construcción

Tabla 6*Factores construcción*

Factores de construcción	
Toilet Servicing	<ul style="list-style-type: none"> - Resulta menos complicada la realización de su estructura. - Facilidad de los materiales, no son difícil es de adquirirlos.

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de desarrollo de la herramienta Toilet Servicing.

- Análisis del factor planteado:

El factor de construcción ayudara a la elección de posibles mejoras alternativas así ayudando a la facilidad de una herramienta Toilet Servicing así ayudando para acortar el tiempo de construcción de la misma.

d. Factor costo

- Análisis del factor planteado:

Con el análisis efectuado se logra determinar que la herramienta Toilet Servicing es una de las herramientas más factible de realizar para tener una mayor facilidad en el área de mantenimiento, siendo una gran ventada para tener una mayor autonomía de sus trabajos reduciendo el tiempo de realizar los mimos.

3.4.2. Selección de la herramienta a implementar

Después de haber realizado todos los estudios correspondientes de los diferentes departamentos encargados en la aprobación de la herramienta Toilet

Servicing se llega a realizar conforme lo establecido ya que es una herramienta que ayudara a todo su departamento de mantenimiento y servicio de la Organización de Mantenimiento Aprobado OMA-DIAF para las diferentes tareas encargadas de su departamento como es la prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio, incluyendo muchas más tareas sustentables en el ámbito aeronáutico dependiendo de la herramienta implementada en uso de las diferentes ATAs como son ATA38 y ATA 12 para la realización de todos sus Ordenes de Mantenimiento que las especifican.

3.5. Desarrollo

Para la implementación de esta herramienta Toilet Servicing, siguiendo el diseño dado por el cuerpo de ingenieros en el programa SolidWorks facilitando la obtención de planos con mayor precisión ya se toma en cuenta la seguridad de la herramienta y todos sus componentes que se necesitan para dejar la herramienta en condiciones operativas para realizar los mantenimientos correspondientes la observación de planos detallados en el Anexo 1.

3.5.1. Ensamblaje de la herramienta Toilet Servicing

el primer paso para dar inicio al trabajo de mantenimiento, prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio, es necesario la implementación de la herramienta correspondiente que es (Toilet Servicing) con el fruto de la investigación en el Manual de Mantenimiento, Manuales de Equipas de Apoyo y todos los departamentos involucrados en la implementación de la herramienta (Toilet Servicing) como es el diseño, control de calidad, supervisor de mantenimiento encargado, para lograr este objetivo se debe contar con todos los equipos de protección personal, materiales específicos a la descripción del diseño de capacidad y abastecimiento de la herramienta.

Comenzando con la adquisición de todos los materiales que se requieren para la elaboración de la herramienta (Toilet Servicing), cabe recalcar que todos los materiales fueron conseguidos de manera local excepto los acoples directos de abastecimiento de agua que van al panel de servicio higiénico, este acople fue adquirido de otro país ya que en la localidad no exista este acople directamente para comprarlo. Ya que se ha conseguido todos los elementos a usar a continuación se muestra el proceso a seguir.

a. Medición y corte de piezas metálicas

Para la confección del proyecto de selección de materiales que llegan al control de calidad necesario, este soporte es el que nos dirige para cumplir como deben de ser los parámetros requeridos de cada material para que sean anticorrosivos para alargar su vida útil conforme sea el material que se utilizara como es láminas de acero inoxidable con algunos de acero seguidos de un tratamiento anticorrosivo, las medidas que debe cumplir con el abastecimiento de agua es con un reservorio de 10 galones de abastecimiento de agua potable y una bomba manual para suministrar el agua directamente a la aeronave.

Los materiales seleccionados fue una mezcla de metales como es el acero, acero galvanizado y acero inoxidable, combinando estos tipos de aceros, se pretende llaga a una resistencia mejor y durabilidad de la herramienta a implementar (Toilet Servicing), tal es el caso de los ángulos de acero, pernos de acero, láminas de acero inoxidable, láminas de acero galvánico, materiales excelentes para la construcción de estructuras y maquinaria industrial, todos estos materiales en cuanto al uso sé que lo va a dar. Con ayuda de diversas herramientas de mediación y trazado industrial.

Comenzamos a trazar todas las medidas en cada uno de los materiales conseguidos para la elaboración de la herramienta (toilet servicing) tomando en cuenta los tipos de materiales que se utilizaran y sin confundir donde colocarlos. Para toda la estructura se usara un aluminio de acero con medidas de 98 cm x 79 cm, ahora con las cubiertas que son de acero inoxidable estas se las utilizara para la cubierta superior e inferior ya que son las partes más expuestas a tener presencia de corrosión por ellos se utiliza este material ya que es resistente para a la corrosión, para las cubiertas laterales se usara láminas de acero galvanizado ya que no tiene mucha exposición a fluidos sin comprometer su autonomía. Para formar toda la estructura de la herramienta a mayor información de las medidas tomadas dirigirse al Anexo 1.

Figura 15

Corte de ángulos y láminas para la estructura de la herramienta



Nota. La fotografía representa el proceso que se dio en el corte de ángulos y láminas para la estructura de la herramienta

Como se puede apreciar en la imagen se utilizara con precaución las herramientas de corte y siempre usando los equipos de protección personal para ocasionar algún accidente comprometiendo la vida del que trabajo y los de su alrededor. Se logra correctamente todos los cortes para el previo armado de toda la estructura y las cubiertas para continuar con el ensamble de toda la estructura.

b. Soldadura de la herramienta Toilet Servicing

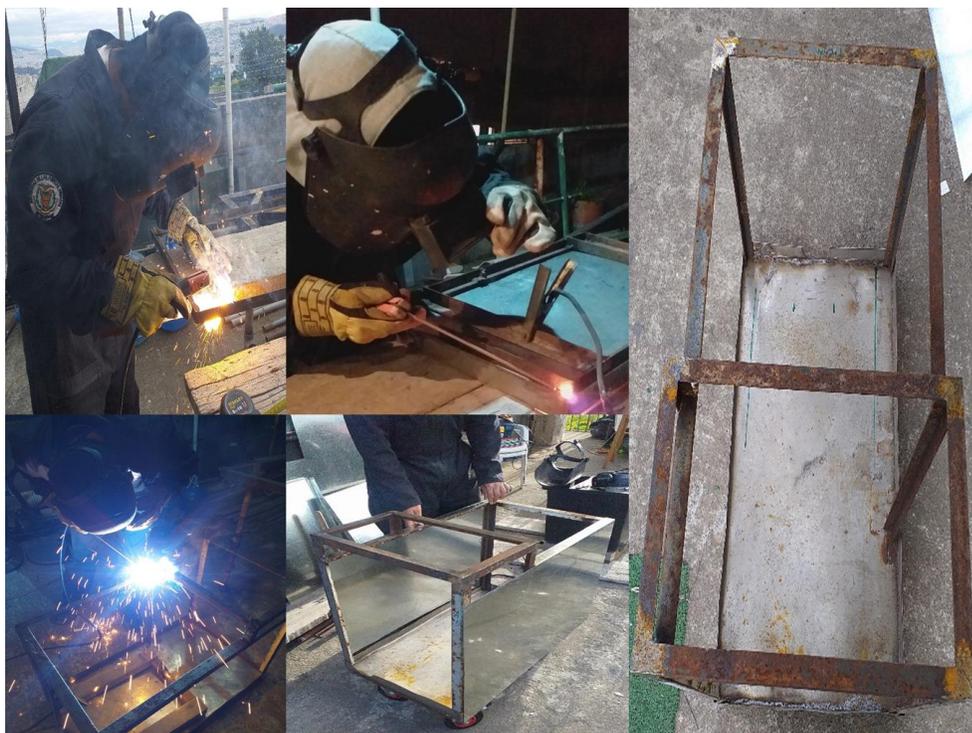
Una vez se haya terminado los trazos y los cortes en los materiales seleccionados para la estructura de la herramienta, por consiguiente, se comienza a soldar cada ángulo cortado, los algunos que fueron cortados a 45° para que su unión sea directa, sin que se sobre monten entre ellos, por lo que se procede primero a soldar la base inferior de la estructura luego pasando a los parantes correspondientes y su base superior así consiguiendo ya formar toda la estructura que se requiere.

El proceso de soldado con acero se debe soldar con un electrodo AGA 611 para llegar al punto de fusión a 1540° C y un amperaje de entre 100-120 para llegar a una perfecta unión de los materiales de acero que son los ángulos, ahora para soldar el acero inoxidable se debe tomar en cuenta que el punto de fusión es menor al del acero con un porcentaje de 1400° a 1450° C para llegar a ese punto de fusión se debe regular la soldadora a un amperaje de 60 a 80, el acero inoxidable al ser un material diferente al acero normal se debe utilizar un electrodo con numeración A120E308-16 con este electrodo el material llega a su punto de fusión y queda uniforme entre sus partes soldadas.

Se continua con los cortes del tol en este caso se cortara para la base inferior y superior una lámina de acero inoxidable mientras que para las paredes laterales de la herramienta se colocara una lámina de tol galvánico ya que así tanto la superficie inferior como superior serán mucho más resistentes porque allí se aplica la fuerza también estará expuesto a la corrosión directa si hubiera algún tipo de fuga de agua y como las paredes laterales de la herramienta solo deberán cumplir el recubrimiento de los componentes internos se colocara de una lámina de tol galvánica que será suficiente refuerzo para la herramienta requerida.

Figura 16

Soldado de ángulos y corte de láminas para la estructura de la herramienta



Nota. La fotografía representa el proceso que se dio en el proceso de suelda de ángulos y cortes de láminas para la estructura de la herramienta.

c. Pintura de la herramienta Toilet Servicing

Una vez finalizado todo el proceso de construcción de la estructura de la herramienta se procede al proceso de limpieza para proceder al tratamiento anticorrosivo de la herramienta Toilet Servicing, tomando en cuenta la descripción y operación de las herramientas se tomó el color amarillo como dicta las diferentes regulaciones y ser más utilizado en apoyo en tierra de la Organización de Mantenimiento Aprobado OMA-DIAF. Tomar en cuenta de antes de comenzar a pintar se debe de utilizar todas las protecciones correspondientes para ayudar a una mejor ergonomía de la persona a pintar y su alrededor siempre también tomando en cuenta que se limpió correctamente toda la superficie a pintar lo cual a una mayor adherencia de la pintura hacia la superficie a pintar.

El trabajo que se ejecutó comenzó con un ligero cepillado de la estructura para sacar cualquier impureza que se haya dejado al momento de soldar para proceder a limpiar con franelas toda la superficie así dejándola sumamente lista para la adherencia de la pintura eso se consigue limpiando con un guaípe empapado de thinner industrial para remover todos los residuos de polvo, situado en la superficie de la estructura a pintar, comenzando con una capa fina de pintura anticorrosiva (primer) con el único objetivo de brindar una mayor protección a toda la estructura y así también alargar la vida útil de la herramienta a implementar, una vez que se deje secar la capa fina de pintura anticorrosiva se comienza a poner una capa de pintura amarilla así dejando secar, consiguiendo un buen terminado en la herramienta.

Figura 17

Proceso de pintado de la herramienta Toilet Servicing



Nota. La fotografía representa el proceso que se realizó en el proceso de pintado de la herramienta Toilet Servicing.

d. Colocación de accesorios en la herramienta Toilet Servicing

Una vez que termino de secar la pintura de la herramienta Toilet Servicing se procedió a colocar los siguientes accesorios: un reservorio de abastecimiento de agua con una capacidad de 10 galones, un filtro de purificación de agua, una bomba manual, la cual enviará el líquido directamente a la aeronave, una tubería plástica de agua, así como un nivel de agua, dos mangueras, una de $\frac{1}{2}$ y 1 pulgada respectivamente para el abastecimiento, tanto en el reservorio de la herramienta y de la aeronave.

Los demás accesorios correspondientes para la movilidad de la herramienta Toilet Servicing, son las llantas, las dos delanteras son fijas y las dos traseras móviles, en las que está incorporado el freno para lograr una mayor seguridad de traslado. La herramienta fue provista de una T de acero metálico, la que permite dar dirección en la movilidad de la misma.

Figura 18

Colocación de accesorios de la herramienta Toilet Servicing



Nota. La fotografía representa el proceso que se realizó colocando todos los accesorios de la herramienta Toilet Servicing.

3.5.2. Pruebas de funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing

Una vez terminado se lleva a cabo las pruebas de funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing estas pruebas se realizan con la supervisión del personal técnico de mantenimiento, para verificar un trabajo adecuado antes de pasar al proceso de pintura y después se procederá con la tarea de mantenimiento prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio:

- Para realizar la prueba de funcionamiento se comienza a verificar que la herramienta esté operativa llevándole al área de llenado de agua verificando que no tenga ninguna fuga de agua

- Transportarla a la aeronave que se realizara las pruebas de funcionamiento, esto una vez colocada la herramienta cerca de la aeronave se abre la tapa de servicio higiénico de la aeronave más que todo para probar que no se detecte fugas tanto en el abastecimiento como en el drene de los puertos de servicio higiénico

Figura 19

Prueba del funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing



Nota. La fotografía representa el proceso que se realizó en la prueba de funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing.

- Una vez realizada la prueba se determina que no existe ninguna fuga y se procede a pasar al departamento de NDI para realizar la inspección visual y una inspección de líquidos penetrantes en los puntos de suelda que unen la estructura de la herramienta Toilet Servicing. Para verificación diríjase al Anexo 2

Figura 20

Prueba de líquidos penetrantes de la herramienta Toilet Servicing

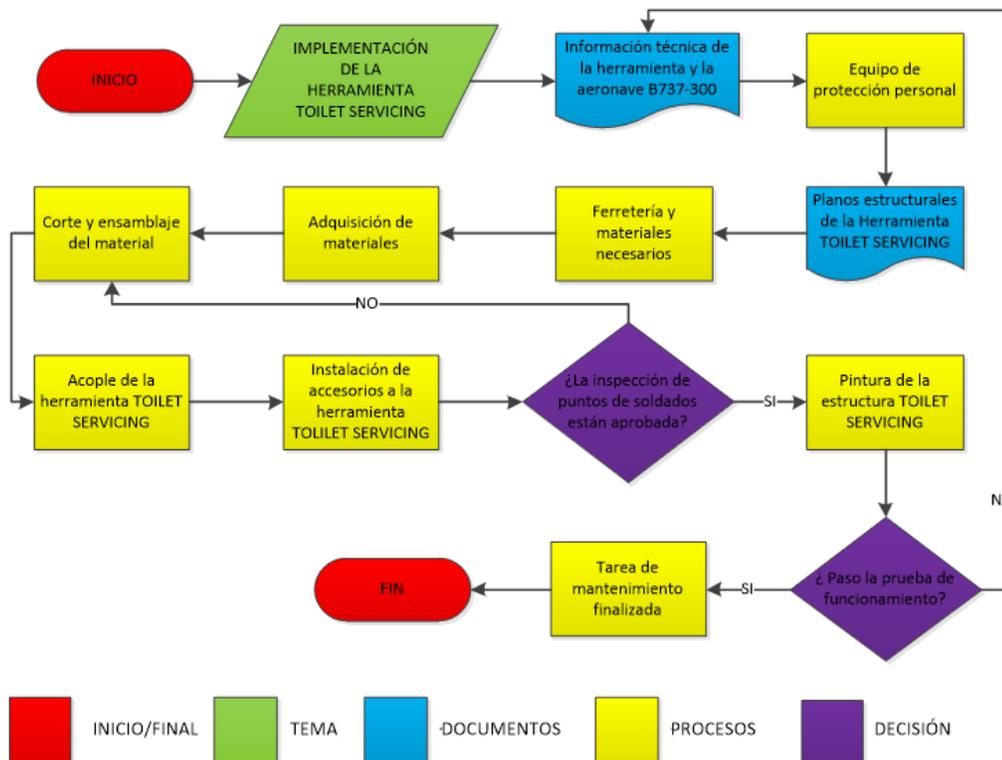


Nota. La fotografía representa el proceso que se realizó en la prueba de líquidos penetrantes de la herramienta Toilet Servicing.

- Una vez aprobado todas las inspecciones necesarias para la certificación de la herramienta Toilet Servicing se puede comenzar con la tarea de mantenimiento, prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio. A continuación, en el diagrama de flujo se describe el proceso de implementación de la herramienta Toilet Servicing.

Figura 21

Implementación de la herramienta Toilet Servicing



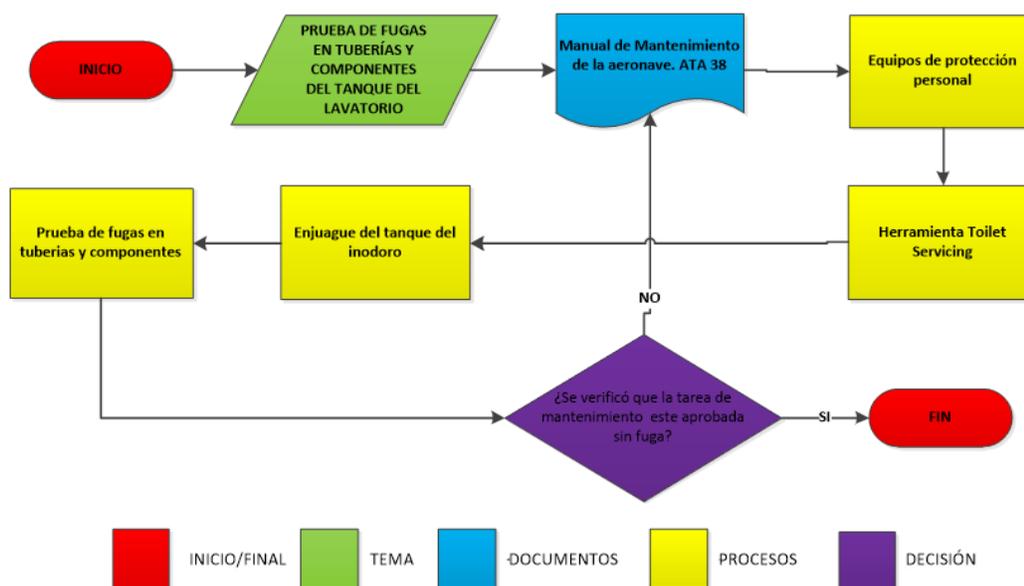
Nota. La imagen representa el proceso dado para la implementación de la herramienta Toilet Servicing.

3.6. Prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio

La documentación técnica es necesaria para el uso de la materiales y la herramienta Toilet Servicing, así como una guía que permite saber cuáles son las precauciones y procedimientos correctos para realizar la tarea de mantenimiento (TASK 38-32-00-785-122) Prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio de la aeronave Boeing 737-300.

Figura 22

Implementación de la herramienta Toilet Servicing



Nota. La imagen representa el proceso dado para la implementación de la herramienta Toilet Servicing.

Tabla 7

Herramientas utilizadas en la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122

N°	Descripción	Medida
1	Impreso de la tarea 38-32-00-785-122	
2	Manguera de agua	1/2 pulgadas
3	Manguera de agua	1 pulgadas
4	Guantes quirúrgicos	
5	Herramienta Toilet Servicing	

Nota. Esta tabla muestra los materiales a utilizar para la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122

3.6.1. Preparación de la herramienta Toilet Servicing

En el proceso para comenzar a realizar la tarea de mantenimiento se debe comprobar la información requerida escrita en el manual una vez leído se debe alistar la herramienta Toilet Servicing, como dicta el procedimiento del manual en la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122, dirigirse al Anexo 3 para más información.

Revisando que el reservorio de drenaje este completamente vacío y que todos los demás accesorios se encuentre en óptimas condiciones sin ninguna ruptura rayón o fisura que exponga un fallo en el proceso de mantenimiento para el uso de la herramienta.

Figura 23

Verificación de la herramienta Toilet Servicing



Nota. La fotografía representa la revisión previa al uso de la herramienta Toilet Servicing.

3.6.2. Preparación de la aeronave Boeing 737-300

Para la preparación de la aeronave es necesario estar con una persona del área de mantenimiento para que nos pueda guiar en los pasos que requiere la tarea de mantenimiento: se debe comenzar con la presurización de la aeronave, para lograr la presurización de la aeronave se puede realizar con el suministro de energía del APU esto ayuda a activar la protección de sobrellenado, ya que la energía no está disponible para el sensor de sobrellenado.

Por motivos de mantenimiento este paso se puede pasar por alto ya que la aeronave está cumpliendo otras tareas, sin embargo todo el proceso de la tarea de mantenimiento se puede realizar de forma manual consiguiendo el mismo resultado, ya con esos parámetros se prepara la aeronave primero colocando las escaleras correspondientes tanto en la puerta de la aeronave como el puerto de servicio higiénico y compuerta de inferior eléctrica.

Figura 24

Apertura de puerta de servicio higiénico de la aeronave



Nota. La fotografía representa la apertura de los accesos de servicio higiénico de la aeronave.

3.6.3. Servicio para el tanque del inodoro

Alistando de manera adecuada la herramienta Toilet Servicing para el uso en el panel de servicio higiénico de la aeronave, se procede:

- Se comienza una vez que se haya revisado que el reservorio de residuos de aguas negras este completamente básico, se procede a lleva la herramienta Toilet Servicing al área de llenado de agua para proceder a abastecer de líquido al reservorio con 10 galones esto se dará con la conexión directa de una manguera a la llave de agua potable teniendo en cuenta que los acoples estén

bien conectados para evitar alguna fuga en los acoples, precaución verificar visualmente el nivel del tanque para no sobrellenarlo y causar una avería en el sistema de llenado para el reservorio el nivel dará la medida exacta de la cantidad dentro del reservorio.

- Una vez lleno el reservorio de 10 galones, se transporta la herramienta Toilet Servicing cerca del panel de servicio higiénico teniendo cuidado con los desniveles que hay en el suelo para que no se dañen las ruedas del equipo de apoyo ya que al estar lleno el reservorio de agua la herramienta se torna mucho más pesada. Ubicar correctamente cerca de la aeronave verificando que no sea difícil la colocación de los acoples hacia la aeronave una vez verificado todo ese proceso se comenzara con los pasos de enjuague del tanque del inodoro.

Figura 25

Llenado y traslado de la herramienta hacia la aeronave



Nota. La fotografía se ilustra el proceso de llenado en el reservorio de 10 galones verificando su llenado en el nivel de la herramienta y el traslado de la herramienta hacia la aeronave.

- Ya colocado correctamente la herramienta Toilet Servicing se conecta la manguera de 1 pulgada con su respectivo acople al puerto de abastecimiento de agua del panel de servicio higiénico.
- Verificando que este bien conectado el acople de abastecimiento de agua se comienza a girar la manivela de la bomba manual en sentido horario para el llenado del tanque del inodoro, el agua ingresa a una presión de 50 PSI para que se logre el enjuague del tanque del inodoro.

Figura 26

Abastecimiento de agua para el enjuague en el tanque del inodoro



Nota. La fotografía ilustra el proceso de abastecimiento de agua, también el bombeo de agua a 50 PSI para el enjuague del tanque del inodoro. Y la extracción del acople de llenado.

- Terminado ese proceso se retira la manguera de 1 pulgada del acople de abastecimiento para ahora proceder a conectar el acople de drene que es de 4 pulgadas, esto se logra abriendo la tapa del puerto de drene, colocando el acople directamente verificando que este bien colocado para que no haya

ninguna fuga, se quita el seguro de la tapa interna del puerto de drene, ya que está abierta la tapa interna se gira y se jala la manilla de drene para que comience a salir todas las aguas grises en el tanque del inodoro, con un reloj se comienza a tomar el tiempo de 5 minutos para que se termine de vaciar completamente el tanque del inodoro, ya pasando los 5 minutos se procede a desconectar el acople de drene para colocar todos los accesorios en la maquina Toilet Servicing.

Figura 27

Drene al tanque del inodoro



Nota. La fotografía ilustra el drene del tanque del inodoro, colocación del acople, apertura de la puerta interna del drene.

3.6.4. Prueba de fugas en inodoro y tuberías

Una vez terminado el enjuague del tanque del inodoro, se continuara realizando

la prueba de fugas en tuberías de abastecimiento y drene del servicio higiénico, se comienza con:

- Nos dirigimos a la parte interna del baño en la aeronave para proceder a llenar con agua la tasa del inodoro hasta llegar a la mitad de la tasa, evitando que se derrame líquido, se jala la palanca del inodoro para que evacue toda el agua depositada, pasando por un triturador llegando al tanque el inodoro.

Figura 28

Llenado de agua en el tanque del inodoro



Nota. La fotografía ilustra el llenado de agua en la tasa del inodoro para la prueba de fugas.

- Con sumo cuidado se saca la cubierta del tanque del inodoro para llegar a abrir la válvula de descarga del tanque del inodoro.

Figura 29*Tasa del inodoro sin cubierta*

Nota. La fotografía ilustra cómo son los componentes del inodoro sin la cubierta que los protege.

- Una vez retirada toda la cubierta del baño se comienza a examinar la línea de drenaje bajo el tanque del inodoro y en el panel de servicio en busca de cualquier fuga, al inspeccionar la línea de drene se encuentra cualquier abrazadera zafada se apretara directamente, mediante una inspección visual se determinara si la tubería de drene está muy desgastada como para remplazarla, pero en este caso todo lo revisado está en óptimas condiciones.

Figura 30

Tubería de drene bajo el tanque del inodoro



Nota. La fotografía ilustra cómo no existe ninguna fuga así mismo todo está en buenas condiciones.

- Una vez se haya finalizado la prueba de fugas en el tanque del inodoro, también de la tubería, se logra una tarea de mantenimiento exitosa, ya terminada la tarea se comienza a colocar todo lo removido de la batería sanitaria como es la cubierta del inodoro y cerrar las compuertas de acceso a la tubería de drenaje.

Figura 31

Batería sanitaria



Nota. La fotografía ilustra cómo queda una vez colocado todas las cubiertas del inodoro.

3.7. Presupuesto

3.7.1. Análisis de costo

Para realizar la tarea de mantenimiento, prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122 a la aeronave Boeing 737-300, con la implementación de la herramienta Toilet Servicing, se contó con la ayuda de técnicos que trabajan en la Organización de Mantenimiento OMA-DIAF. Además de toda su infraestructura, equipos, herramientas y documentación técnica, mismos que fueron una pieza fundamental para la realización del presente proyecto de graduación, contando con gastos para la ejecución de la tarea de mantenimiento con la implementación de la herramienta Toilet Servicing que a continuación se presentan.

a. Costos primarios

- Costo de materiales

El costo comprende a todo el material utilizado para la implementación de la herramienta Toilet Servicing que se la ocupara como equipo de apoyo para los trabajos de mantenimiento prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio según la tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122 a la aeronave Boeing 737- 300.

Tabla 8

Materiales de la implementación de la herramienta Toilet Servicing

Nº	MATERIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Perno carosiera	1 1/2" x 1/4"	17	\$ 0.20	\$ 3.40
2	Adaptado felx	3/4"	1	\$ 3.00	\$ 3.00
3	Adaptador p/tanque	3/4"	2	\$ 5.52	\$ 11.04
4	Adaptador p/tanque	1"	1	\$ 7.00	\$ 7.00
5	Codo roscable HH	1 x 9	1	\$ 4.00	\$ 4.00
6	Neplo corrido rosca	3/4"	2	\$ 2.00	\$ 4.00
7	Unión red polipr	1" x 3/4"	1	\$ 3.00	\$ 3.00
8	Hierro Angulo	L 70 X 70 X 6 Mm	4	\$ 20.00	\$ 80.00
9	Lamina inoxidable	2.35 m X 1.05 m	1	\$ 80.00	\$ 80.00
10	Lamina H/Galvánica	2.35 m X 1.05 m	1	\$ 40.00	\$ 40.00
11	Filtro de agua	25 x 14 x 34.5cm	1	\$ 50.00	\$ 50.00
12	Bomba manual, agua	Altura 123cm	1	\$ 50.00	\$ 50.00
13	Ruedas locales	Soporte 300kg	4	\$ 16.50	\$ 66.00
14	Pintura	1 gal	1	\$ 30.00	\$ 30.00
15	Tinner	3 lt	3	\$ 3.00	\$ 9.00
16	Manguera	1/2"	2	\$ 4.00	\$ 8.00
17	Manguera	1"	2	\$ 8.40	\$ 16.80
18	Reservorio De Agua	10 galones	1	\$ 50.00	\$ 50.00
19	Acople del abastecimiento de agua	1"	1	\$ 100.00	\$ 100.00
TOTAL					\$ 615.24

Nota. Esta tabla muestra los materiales adquiridos

- Costo por mano de obra

El costo de mano de obra y asesoría técnica recibida respecto a varios procesos de la elaboración de la herramienta Toilet Servicing, comenzando por el diseño mediante el programa SolidWorks obteniendo así los planos correspondientes. También presentando costos de mano de obra para su elaboración.

Tabla 9

Mano de obra

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS EMPLEADAS	VALOR TOTAL
1	Asesoría de ingeniería (planos-software)	1	17	\$ 180
2	Construcción de la estructura	1	24	\$ 300
TOTAL				\$ 480

Nota. Esta tabla lo invertido en mano de obra

- **Total costo primario**

Tabla 10

Total de costos primarios

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS EMPLEADAS	VALOR TOTAL
1	Costo de materiales	1	17	\$ 615.24
2	Mano de obre	1	24	\$ 480
TOTAL				\$ 1095.24

Nota. Esta tabla muestra el total de costo.

b. Costo secundario

En la siguiente

Tabla 11

Costos secundarios

N°	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	Elaboración de textos y Cd del proyecto	\$ 30.00
2	Trámites de solicitudes de graduación	\$ 10.00
3	Varios (transporte y alimentación)	\$ 50.00
TOTAL		\$ 90.00

Nota. Esta tabla muestra todos los costos secundarios.

a. **Costo total**

En la siguiente tabla se puntualiza el costo total que se manejó para efectuar este proyecto de graduación.

Tabla 12

Costos del proyecto

N°	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	Gastos primeros	\$ 1095.24
2	Gastos secundarios	\$ 90.00
TOTAL		\$ 1185.24

Nota. Esta tabla muestra el total del costo en el proyecto.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.2. Conclusiones

- Acorde a la información técnica recopilada para el mantenimiento 38-32-00-785-122, en su aplicación esta permite identificación de los elementos requeridos para cumplir a cabalidad la tarea de prueba de fugas en tuberías y componentes del tanque del lavatorio, de la aeronave BOEING 737-300 con matrícula N424-US.
- La herramienta Toilet Servicing que se implementó en la Empresa DIAF, aportó sustancialmente en la optimización y mejora del proceso de mantenimiento 38-32-00-785-122, requerida para la prueba de fugas en tuberías y componentes en el tanque del lavatorio de la aeronave Boeing 737-300, matrícula N424-US.
- En la prueba de funcionamiento de la herramienta Toilet Servicing, realizada en las instalaciones de la empresa DIAF, ejecutada con el apoyo del equipo técnico encargado del mantenimiento 38-32-00-785-122, prueba de fugas en tuberías y componentes en el tanque del lavatorio, se evidencio que la herramienta aporta en la reducción del tiempo en cual se realiza este proceso, verificando que no haya ninguna fuga o discrepancia en el mismo, manteniendo así el performance del servicio higiénico de la aeronave Boeing 737-300, matrícula N424-US, además aporta un valor añadido al precautelar la salud del personal de esta área.

4.3. Recomendaciones

- La comprensión de la documentación que se va a emplear para el mantenimiento 38-32-00-785-122 es de vital importancia, debido a que esta se encuentra regularmente en inglés técnico, lo que puede dar lugar a traducciones confusas, provocando una mala praxis en el proceso a seguir, que en el peor escenario puede dar lugar a una avería del sistema.
- El mantenimiento idóneo de la herramienta Toilet Servicing, se lo debe realizar de forma periódica, garantizando así su operatividad para el mantenimiento 38-32-00-785-122.
- Dado que los Manuales de las aeronaves se encuentran en constante actualización, se debe contar la última versión del mismo, para no cometer ningún tipo de error en la ejecución de la tarea de mantenimiento de la aeronave Boeing 737-300.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREATECNOLOGIA. (15 de Agosto de 2019). *TECNOLOGÍA*. Recuperado el 06 de Noviembre de 2019, de Tipos de soldadura: <https://www.areatecnologia.com/tipos-de-soldadura.html>
- AREATECNOLOGIA. (s.f.). *AREATECNOLOGIA*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2019, de Torno: <https://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html>
- AVIA.PRO. (13 de Diciembre de 2013). *dimendiones de b737-300*. Obtenido de avia-es.com: <https://avia-es.com/blog/boeing-737-300-foto-video-shema-salona-harakteristiki-otzyvy>
- AVIA.PRO. (19 de Abril de 2014). *AVIA.PRO*. Obtenido de <https://avia-es.com/blog/luchshie-mesta-salona-samoleta-boeing-737-300-transaero>
- AVIA.PRO. (04 de Diciembre de 2015). *avia.pro*. Obtenido de https://avia-es.com/plane_toilet
- buckerbook. (09 de Abril de 2019). *buckerbook*. Recuperado el 28 de Octubre de 2019, de buckerbook blog boeing-737: <https://www.buckerbook.es/blog/la-historia-del-boeing-737-el-avion-mas-vendido-del-mundo/>
- CONSTRUMÁTICA. (17 de Enero de 2016). Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de Acero: <https://www.construmatica.com/construpedia/Acero>
- De máquinas y herramientas*. (2014). Recuperado el 04 de Noviembre de 2019, de ¿Cuáles son los difetentes tipos de soldadura?: <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-soldadura>
- FERREACEROS LA PAZ. (03 de Mayo de 2017). *FERREACEROS LA PAZ*. Recuperado el 02 de Enero de 2020, de TIPOS DE MOVIMIENTO DE ELECTRODOS EN LA SOLDADURA: <http://www.ferrepaz.com.mx/tipos-de-movimiento-de-electrodos-en-la-soldadura/>
- La Vanguardia. (01 de Diciembre de 2019). *Esto es lo que sucede cuando descargas el inodoro del avión*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/ocio/viajes/20191201/471949540151/que-sucedecuando-descargas-inodoro-avion.html>
- Lavabo de aviones. (10 de Mayo de 2019). *Lavabo de aviones*. Obtenido de <https://www.hisour.com/es/aircraft-lavatory-37893/>
- Máquinas - herramientas. (s.f.). *Máquinas - herramientas*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2019, de Que es fresadora?: <https://sites.google.com/site/ffpf92005/que-es-la-fresadora>
- McCorman, J. y. (2013). *Diseño de estructuras de acero*. México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.

- SCI CONTROL & INSPECCIÓN. (12 de Febrero de 2018). *SCI CONTROL & INSPECCIÓN*. Recuperado el 01 de Febrero de 2020, de ENSAYOS POR LÍQUIDOS PENETRANTES: <https://scisa.es/ensayos-no-destructivos-y-laboratorio-metalurgico/ensayos-no-destructivos/inspeccion-por-liquidos-penetrantes/>
- SION HERRAMIENTAS. (03 de Agosto de 2016). Recuperado el 07 de Noviembre de 2019, de Herramientas para el Mantenimiento de Aeronaves: <https://sionherramientas.wordpress.com/2016/08/03/herramientas-para-el-mantenimiento-de-aeronaves/>
- TECNOLOGÍA. (s.f.). Recuperado el 07 de Noviembre de 2019, de Tipos de soldadura: <https://www.areatecnologia.com/tipos-de-soldadura.html>
- Tronair. (16 de enero de 2020). *Aircraft Servicing Equipment: A Guide to Keeping Your Airfield Running Smoothly | Tronair | Tronair - Aircraft Ground Support Equipment*. Obtenido de <https://www.tronair.com/resources/aircraft-servicing-equipment-guide/>
- ViajeTip. (03 de Agosto de 2016). *ViajeTip*. Obtenido de <https://viajetip.com/como-funciona-inodoro-avion/>
- Vuela sin miedo. (21 de abril de 2011). *Vuela sin Miedo*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2019, de Mantenimiento de Aviones: <https://vuelasinmiedo.es/aviacion/mantenimiento-de-aviones/>
- wiki. (18 de Julio de 2018). *azul hielo (aviación) - Blue ice (aviation)*. Obtenido de [https://es.qwe.wiki/wiki/Blue_ice_\(aviation\)](https://es.qwe.wiki/wiki/Blue_ice_(aviation))

ANEXOS

Anexo 1. Planos de la Herramienta Toilet Servicing.

(Archivo de PDF adjunto en el CD)

Anexo 2. Inspección visual y líquidos penetrantes.

(Archivo de PDF adjunto en el CD)

Anexo 3. Tarea de mantenimiento 38-32-00-785-122

(Archivo de PDF adjunto en el CD)