

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y TECNOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA**

Unidad Valle de las Palmas

Ingeniería Aeroespacial



**Propuesta de Manual de Mantenimiento Preventivo y Correctivo  
para una Sección de Ala de aeronave Cessna 402.**

**Tesis que presenta:**

Oscar Cervantes Huerta

**Para obtener el grado:**

Ingeniero Aeroespacial

**Director de tesis:**

Mtro. Benjamín González Vizcarra



# Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a todas las personas que de una manera especial han colaborado para que cada semestre cursado pudiera ser un éxito, para que cada paso dado haya sido un peldaño escaldado y una victoria personal, de las cuales se obtuvo experiencia para el siguiente reto así como una nueva visión para saber que siempre hay más de una manera de resolver un problema.

Este trabajo es la culminación de mi estudio como Ingeniero y doy especial agradecimiento a mi papa que además de ser un gran hombre y un gran padre es uno de los mejores maestros que pude tener en mi carrera, quien siempre estaba dispuesto a resolver cualquier duda y sobretodo inspirando a todos sus alumnos a ser apasionados por nuestra carrera. A mi madre quien me alentaba a salir adelante y luchar por lo que quiero, que no solo de ideas se logran las cosas si no de los intentos y de las fallas también.

Dedico mi agradecimiento a mi hermana Leticia quien con su gran ejemplo me muestra que uno puede llegar lejos haciendo aquello que a uno le apasiona, agradezco su ayuda y sus opiniones oportunas que me aclaraban muchas veces mis propias ideas equivocadas y también que en más de un sentido ha sido una maestra para mí. Y agradezco a mi maestro y asesor Benjamín Gonzales Vizcarra a quien ahora puedo considerar un colega y amigo, el cual a pesar de mi ausencia académica no dejo de insistirme y animarme a terminar mi trabajo, siempre sabiendo decirme las palabras correctas para hacerme entrar en razón, gesto que supera cualquier obligación académica y por lo que le estaré agradecido siempre.

Y claramente a Dios pues me puso los medios adecuados para lograr esto, así como a las personas correctas en el tiempo correcto.

## Contenido

1	Resumen.....	1
2	Marco Teórico / Estado del Arte .....	3
2.1	Antecedentes .....	4
2.2	Equipos de Mantenimiento.....	5
2.2.1	Equipos de Mantenimiento Mecánicos .....	5
2.2.2	Equipos de Mantenimiento Neumáticos .....	9
2.3	Talleres de Mantenimiento .....	14
2.3.1	Requisitos para el establecimiento de un taller aeronáutico .....	14
2.3.2	Reglamento de Talleres Aeronáuticos .....	16
2.4	Personal Técnico Autorizado.....	23
2.4.1	Reglamento de la Ley de Aviación Civil.....	23
2.4.2	Requisitos de Licencias para el Personal Técnico Aeronáutico.....	24
3	Información General .....	27
3.1	Dimensiones Principales: .....	28
3.2	Generalidades .....	28
4	Inspecciones.....	29
4.1.1	Requerimientos de Inspección.....	29
4.1.2	Cartas de Inspección .....	29
4.2	Selección del Programa de Inspección.....	30
4.3	Guía de Inspección .....	31
4.4	Frecuencia de Inspección .....	32
4.4.1	Estructura del Avión .....	33
4.4.2	Tren de aterrizaje .....	34
4.4.3	Superficies de Control .....	36
5	Overhaul O Reparación Mayor.....	37
5.1	Estructura del avión .....	38
5.2	Tren de aterrizaje .....	38
5.3	Superficies de Control .....	39
5.4	Grupo de motores .....	39

6	Limpieza, inspección, reparación y mantenimiento .....	40
6.1	Fuselaje.....	40
6.2	Puerta de la cabina, puertas opcionales de carga y tripulación.....	41
6.3	Puertas de equipaje.....	42
6.4	Parabrisas y ventanas.....	43
6.5	Asientos.....	44
6.6	Cinturón de seguridad.....	46
6.7	Tapicería .....	46
6.8	Control Cuadrante.....	47
6.9	Empenaje.....	47
6.10	ALA .....	48
6.10.1	Inspección tipo A.....	50
6.10.2	Inspección tipo B .....	50
7	Chequeo por sobre velocidad .....	60
7.1	Severas turbulencias y / o controles de maniobras .....	60
8	Investigación de Daños. ....	62
8.1	Preparación del área de daño para reparaciones .....	62
8.1.1	Piel de ala .....	63
8.1.2	Costillas de ala.....	64
8.1.3	Aletas y alerones .....	65
8.1.4	Alas .....	66
8.1.5	Estabilizador horizontal.....	67
8.1.6	Ascensores.....	68
8.1.7	Fuselaje.....	68
8.1.8	Mamparos .....	69
8.1.9	Tren de aterrizaje .....	70
8.1.10	Piezas de fibra de vidrio .....	71
8.1.11	Nacelle del motor .....	72
8.1.12	Firewall del motor .....	72
8.2	Objetivo General .....	79
8.3	Objetivo Especifico .....	79
8.4	Justificación .....	79

9	Desarrollo Experimental.....	82
9.1	Tipo de Daño .....	84
9.2	Desarrollo y Metodología para el mantenimiento preventivo y correctivo. ....	89
9.2.1	Materiales .....	90
9.2.2	Extracción de elementos Dañados y de la Periferia .....	91
9.2.3	Fabricación del Refuerzo .....	97
9.2.4	Instalación .....	99
10	Conclusión .....	104
11	Bibliografías .....	105
12	Anexos .....	107

# Capitulo 1

## **1 Resumen**

Una parte fundamental de la aviación en todo el mundo es el servicio de mantenimiento, pues dicho departamento es el responsable de mantener en un funcionamiento adecuado cada equipo cumpliendo con las regulaciones y normativas correspondientes en cada lugar que se ejerce, así también estando atentos a cada boletín emitido por los fabricantes.

Se da un enfoque específico en un programa de mantenimiento preventivo para un equipo determinado, en el cual veremos una propuesta de mantenimiento en una sección de ala, del cual sus especificaciones y detalles se muestran en conjunto con las formas y regulaciones establecidas de antemano por el fabricante para asegurar la continua aeronavegabilidad.

# Capítulo 2

## **2 Marco Teórico / Estado del Arte**

El sector aeronáutico tiene un papel muy importante en México tanto en sus aeropuertos internacionales como en sus talleres de mantenimiento aeronáutico acreditados por la Dirección General de Aeronáutica Civil, la cual rige cada actividad aeroportuaria y de mantenimiento de el país. En la aviación es imperativo la operación correcta en cada aspecto de ella, pues cualquier clase de fallo o falta de atención hacia los protocolos de operación o mantenimiento pueden llegar a ser causa de un grave accidente.

El papel desempeñado por los talleres de mantenimiento es pieza fundamental en la operación aeroportuaria y tránsito aéreo, puesto que cada aeronave cuenta con sus programas de mantenimiento, revisiones y servicios requeridos según su bitácora de horas de vuelo o especificaciones del fabricante , es en este caso en donde se encuentra la importancia de un taller acreditado y personal de servicio con licencia vigente para cumplir con las revisiones y/o reparaciones según sea el caso.

México según la Dirección General de Aeronáutica Civil, Dirección de Aviación, Subdirección de Ingeniería, Departamento de Talleres Aeronáuticos. México cuenta con 259 talleres nacionales no suspendidos ni en proceso de suspensión o revocación. En los cuales se brinda el servicio de mantenimiento tanto para aviación comercial como privada.

Entre los distintos tipos de mantenimientos veremos especialmente una propuesta de mantenimiento de tipo preventivo para un Cessna 402 en una sección de ala, dicha propuesta estará encaminada por algunos de los lineamientos marcados por al fabricante así también a su vez proponiendo nuevos puntos a tomar en cuenta y dando un programa de mantenimiento preventivo específico para una sección determinada de la aeronave.

## 2.1 Antecedentes

La historia de la aviación se remonta al día en el que el hombre prehistórico se paró a observar el vuelo de las aves y de otros animales voladores. El deseo de volar está presente en la humanidad desde hace siglos, y a lo largo de la historia del ser humano hay constancia de intentos de volar que han acabado mal. Algunos intentaron volar imitando a los pájaros, usando un par de alas elaboradas con un esqueleto de madera y plumas, que colocaban en los brazos y las balanceaban sin llegar a lograr el resultado esperado, ver Imagen 1

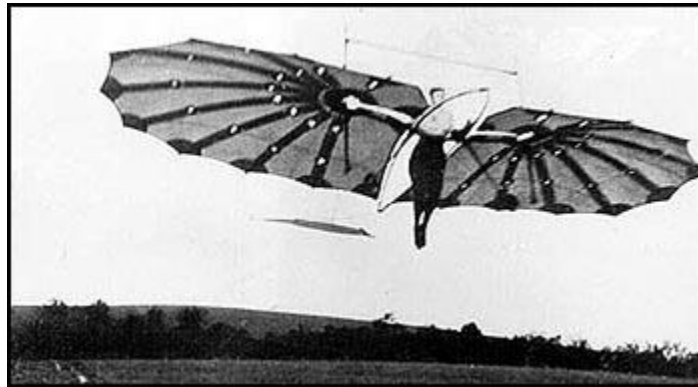


Imagen 1. The Hawk (El halcón) uno de los planeadores de Persi Pilcher.

Muchas personas decían que volar era algo imposible para las capacidades de un ser humano. Pero aun así, el deseo existía y varias civilizaciones contaban historias de personas dotadas de poderes divinos que podían volar. El ejemplo más conocido es la leyenda de Ícaro y Dédalo, que encontrándose prisioneros en la isla de Minos se construyeron unas alas con plumas y cera para poder escapar. Ícaro se aproximó demasiado al Sol y la cera de las alas comenzó a derretirse, haciendo que se precipitara en el mar y muriera. Esta leyenda era un aviso sobre los intentos de alcanzar el cielo, semejante a la historia de la Torre de Babel en la Biblia, y ejemplifica el deseo milenario del hombre de volar.

La historia moderna de la aviación es compleja. Durante siglos se dieron tímidos intentos por alzar el vuelo, fracasando la mayor parte de ellos, pero ya desde el siglo XVIII el ser humano comenzó a experimentar con globos aerostáticos que lograban elevarse en el aire, pero tenían el inconveniente de no poder ser controlados. Ese problema se superó ya en el siglo XIX con la construcción de los primeros dirigibles, que sí permitían su control. A principios de ese mismo siglo, muchos investigaron el vuelo con planeadores, máquinas capaces de sustentar el vuelo controlado durante algún tiempo, y también se comenzaron a construir los primeros aeroplanos equipados con motor, pero que, incluso siendo impulsados por ayudas externas, apenas lograban despegar y recorrer unos metros. No fue hasta principios del siglo XX cuando se produjeron los primeros vuelos con éxito. El 17 de diciembre de 1903 los hermanos Wright se convirtieron en los primeros en realizar un

vuelo en un avión controlado, no obstante algunos afirman que ese honor le corresponde a Alberto Santos Dumont, que realizó su vuelo el 13 de septiembre de 1906.

A partir de entonces, las mejoras se fueron sucediendo, y cada vez se lograban mejoras sustanciales que ayudaron a desarrollar la aviación hasta tal y como la conocemos en la actualidad. Los diseñadores de aviones se siguen esforzando en mejorar continuamente las capacidades y características de estos, tales como su autonomía, velocidad, capacidad de carga, facilidad de maniobra o la seguridad, entre otros detalles. Las aeronaves han pasado a ser construidas de materiales cada vez menos densos y más resistentes. Anteriormente se hacían de madera, en la actualidad la gran mayoría de aeronaves emplea aluminio y materiales compuestos como principales materias primas en su producción.

## 2.2 Equipos de Mantenimiento

Los equipos de mantenimiento o herramientas de mantenimiento son un punto clave pues es con estas herramientas que la realización de distintos servicios es posible, existe gran variedad de equipos actualmente en el mercado desde las primeras herramientas como tijeras, pinzas o martillos así como equipos eléctricos más sofisticados que se han incorporado en los últimas décadas. Es imperativo el estado óptimo de los equipos de mantenimiento pues en la mayoría de las reparaciones o servicios a las aeronaves el utilizar una herramienta en condición de desgaste o en un estado de deterioro puede comprometer la sección en la cual se esté trabajando, de manera que es responsabilidad del Técnico certificado el asegurarse de utilizar un equipo en óptimas condiciones para el aseguramiento de un servicio adecuado y asegurar la continua aeronavegabilidad.

### 2.2.1 Equipos de Mantenimiento Mecánicos

#### a) Para Medir

- **Cinta métrica:** Puedes medir muchos metros, según el modelo, y como mínimo aprecia los milímetros.
- **Regla flexible:** Puedes medir hasta 50 cm. y aprecia los medios milímetros.
- **Vernier :** Puedes medir exteriores, interiores y profundidades.
- **Transportador de ángulos:** Sirve para medir y transportar ángulos
- **Para Trazar**
- **Lápiz:** Para dibujar y que se pueda borrar u ocultar fácilmente
- **Portaminas o Lapicero:** Para dibujar un trazado más fino y preciso
- **Rotulador de tinta permanente:** Para trazar y que no se borre la marca y se puede usar prácticamente en todo tipo de materiales.

- **Granete o Punzón:** Es un cilindro de acero terminado en punta que se emplea con los metales para marcar puntos de apoyo y para el compás y las brocas.
- **Compás:** Se emplea para trazar círculos o arcos. Para los metales se usa un compás con dos puntas de acero.
- **Escuadra:** Se utilizan para trazar perpendiculares.

#### b) Para Sujetar

- **Tornillo de banco:** Va fijado a la mesa de trabajo. La forma de sujetar en él las piezas es muy fácil y cómoda. (Si se sujeta piezas blandas es preferible que se coloque unas piezas de cartón o madera para no dejar las marcas del de las garras del tornillo).
- **Sargentos:** Se suele usar para sujetar piezas grandes a la mesa de trabajo o para mantener unidas dos piezas el tiempo de pegado.
- **Mordazas:** Son utilizadas normalmente para sujetar piezas que se van a taladrar.
- **Entenallas y Pinzas de Presión:** Se usan para sujetar piezas pequeñas o para piezas que no caben en la mordaza cuando se va a taladrar.
- **Pinzas de Mecánico:** Este tipo de pinzas son las que más comúnmente se usan para sujetar cualquier tipo de material y son para manipular, doblar o sujetar cualquier tipo de piezas metálicas de diferentes materiales durante la reparación de un avión.

#### c) Para Doblar

- **Roladora de lamina:** Es una máquina comúnmente usada en los talleres de aviación pues seguidamente es requerido hacer dobleces en hojas de lamina sin crear ángulos de rigidez en las laminas. Le llamamos rolado a un proceso realizado de conformado mecánico hecho por flexión el cual consiste en deformar plásticamente láminas o perfiles metálicos, cuando son pasados por medio de las roladoras de lamina. Los rodillos están hechos uno de ellos superior el cual se desliza verticalmente hasta que procede al roce con el material y con movimiento de los dos rodillos restantes es cuando se hace posible su funcionamiento y a su vez el pre doblado de la pieza de trabajo.
- **Dobladora de lamina:** Las dobladoras son una herramienta ideal para hacer pliegues a las láminas de acero o aluminio generalmente solo se usan con paneles o laminas de gran tamaño o gran espesor para ser doblado con otro método manual. La dobladora está construida en una sólida placa de acero resistente al trabajo pesado, el cuerpo superior se puede ajustar para

diferentes tipos de dobles y calibres de lámina. Además, estas máquinas son de fácil operación y requieren muy poco mantenimiento.

#### d) Para lijar, cortar y remover

- **Limas:** Se usan los distintos tipos de limas pueden ser usadas para la remoción de bordes afilados en los cortes, rebajar material para conseguir un ajuste entre uniones o agrandar un barreno, el uso de cada lima será según la acción que se requiera hacer y la delicadeza de la zona.
- **Lijas:** Sirven para distintas cosas principalmente para dar una acabado angular a las piezas hechas de madera cuando se realizara la fabricación de un elemento metálico y las maderas reviran de apoyo en el tornillo de banco.
- **Tijeras:** Son usadas para cortar las hojas de lamina de aluminio de espesores bajos los cuales puedan ser cortados con la aplicación de fuerza manual, así como laminas de acero con poco grosor.
- **Tijeras de Aviador:** Se utilizan también para cortes de laminas pero el tipo de punta de estas tijeras facilita el corte en accesos complicados y puede hacer cortes más delicados en áreas de menor tamaño.
- **Fibra Scotch brite:** Se usan para la preparación de superficies en las laminas así como también para limpiar las leves curvas y bordes afilados restantes de un corte.

#### e) Diversas herramientas

- **Martillos:** El uso de los martillos es tan variado como tipos de martillos existen pues en las reparaciones pueden ser usados para marcar puntos de referencia con un punzón pueden ayudar a dar un dobles en laminas o ayudar a sacar el vástago de un remache.
- **Destornilladores:** En todas la aeronaves existen registros en distintas secciones del fuselaje y las alas que sirven para poder tener acceso a secciones internas, para poder remover estos registro se tiene que remover tornillos que los sujetan al avión.
- **Pinzas para clecos:** Son pinzas con las que se puede hacer la instalación y remoción de los clecos sujetadores.
- **Clecos:** Son sujetadores que se usan para la unión de dos o más laminas que han sido barrenadas para conservar su alineación y poder terminar el barreando o para poder hacer la instalación en un panel.
- **Berbiquí:** Es un tipo de destornillador que se usa para poder remover tornillos que tengan un apriete mas grande, por lo que su tamaño ayudara a hacer palanca y quitar los tornillos de su posición.
- **Madera:** Se usa para la fabricación de nuevos elementos metálicos sirviendo como apoyo para dar formas y ángulos en tornillos de banco.

- **Espátulas:** Usadas para la remoción de pintura o para la aplicación de adhesivos, según sea la aplicación que será requerida será el tipo de espátula, pues puede ser de metal, vinilo o material compuesto.
- **Adhesivos:** Los adhesivos tienen distintas aplicaciones en la aviación y existe una gran gama muy extensa de ellos, algunas de sus aplicaciones son: fijación de tornillería, empaques y juntas, sellado de tuberías roscadas, uniones y sellado, para cada una de sus aplicaciones se encuentran distintos tipos de adhesivos como: anaeróbicos, cianoacrilatos, epóxicos y acrílicos.
- **Disolventes o Desengrasantes:** Sirven para la limpieza de piezas al realizar un servicio pues en la mayoría de los casos por el ambiente hay una tendencia al acumulamiento de suciedad y también sirven en la preparación para aplicación de anticorrosivo y pintura, se pueden utilizar Stoddard o Tectyl Biocleaner.
- **Cinta adhesiva:** Se usan para la sujeción de elementos que se estén fabricando así como para delimitar áreas cuando se realiza la aplicación de adhesivos selladores y para el empapelado cuando se va a pintar.
- **Brochas:** Las brochas son usadas para la aplicación de anticorrosivos en los elementos fabricados a partir de las hojas de lamina de aluminio.
- **Anticorrosivos:** En aviación uno de los anticorrosivos más comunes y usados en los talleres de mantenimiento es el Alodine que es un recubrimiento que se aplica para evitar la corrosión del material.
- **Magnetos:** Los magnetos o imanes son de ayuda en todos los talleres de mantenimiento pues cuando se trabaja en secciones de espacio muy reducido son de apoyo cuando algún elemento o herramienta queda atrapada dentro de la aeronave y requerimos extraer dicho cuerpo que podría convertirse en FOD. (Foreign Object Damage).
- **Espejos:** Son de ayuda para la visualización de zonas internas en las que a simple vista no es posible notar algún daño o cuando se requiere verificar que el trabajo realizado se está llevando a cabo correctamente, siendo utilizado por algún registro como apoyo visual.
- **Cinzel:** Es utilizado para hacer cortes o para realizar alguna marca en la hoja de lamina.
- **Llaves:** Se utilizar para el desmonte de elementos como trenes de aterrizaje, secciones alares y superficies de control pues las aeronaves tienen muchos elementos con sujeción por tornillos los cuales pueden ser removidos para su inspección y reparación.
- **Remachadoras:** Las remachadoras son el instrumento más común en las reparaciones aeronáuticas pues las estructuras están sujetas con remaches en un 90% aproximadamente en aviones de lamina.

## 2.2.2 Equipos de Mantenimiento Neumáticos

**a) Compresores:** Máquinas diseñadas para comprimir gases a cualquier presión, por encima de la presión atmosférica. Estos equipos son una pieza fundamental en cualquier taller de mantenimiento pues por excelencia las herramientas neumáticas son las que se usan en el sector aeronáutico de manera que tener un compresor es tan importante como tener un taller en sí mismo.

**b) Mangueras Neumáticas:** Para cualquier tipo de taller es necesario contar con diversas mangueras y variedad de medidas en ellas pues ya sea un taller con tuberías de aire instaladas las mangueras son la extensión de las misma hacia el área de trabajo.

**c) Taladros:** Los taladoras son uno de los elementos más usados todos los días en una reparación o servicio pues ya sea para la remoción de remaches o realizar barrenados para la colocación de elementos de refuerzo, el taladro será una herramienta básica en un taller aeronáutico. Existen varios tipos de taladros y cada uno será usado según sea requerido por el tipo de acceso y espacio ver Imagen 2 e Imagen 3.



Imagen 2. Taladro recto



Imagen 3. Taladro de 45°

**d) Amoladoras:** Son herramientas las cuales sirven en gran medida para la fabricación de elementos y en el seccionamiento y corte de pieles, vigas, costillas, largueros, etc. Existe gran variedad de amoladoras y todas son de gran utilidad en cada servicio, depende de qué zona será trabajada o si en el área de reparación se cuenta con acceso para la maniobrabilidad requerida. ver Imagen 4, Imagen 5 e Imagen 6.



Imagen 4. Amoladora de 90°



Imagen 5. Amoladora Recta



Imagen 6. Amoladora de 45°

e) **Discos de corte y lijado:** Los distintos tipos de discos están de la mano con las amoladoras pues son un elemento conjunto, existen diversas medidas y tipos de discos en cada uno de los nombrados y cada uno será usado según sea el tipo de tarea a realizar.

**1. Para Corte:** Existen diferentes tamaños pero la medida de disco para cada trabajo es definida por el técnico.



Imagen 7. Discos de corte

**2. Para Lijado:** Son un tipo de disco hecho de scotch brite y pueden ser utilizados para suavizar bordes después de un corte, o para rebajar levemente material en las esquinas. A estos también se le suman los discos de lija los cuales se usan para lo mismo pero son mas abrasivos y se debe operar con mayor cuidado al usar este tipo de disco.



Grueso



Medio



Fino

Imagen 8. Discos de Scotch Brite

## 2.1 Discos de Scotch Brite

Dentro de la gama de discos de scotch brite tenemos tres tipos principales los cuales son usualmente catalogados por color, pues según el color del disco es el nivel de abrasión que tiene.

## 2.2 Discos de Lija

Para la gama de discos de lija existen más tipos y tamaños para poder elegir y cada uno será utilizado por el técnico según sea el caso requerido ver tabla 1.



Imagen 9. Discos de Lija

Tabla 1. Tipos de lijas y sus usos

Grano	Denominación	Usos
40 - 60	Grueso	Lijado pesado y remoción, desbaste de la superficie
80 - 120	Medio	Suavizado de la superficie, eliminación de pequeñas imperfecciones y marcas
150 - 180	Fino	Pasado final antes del acabado
220 - 240	Muy Fino	Lijado entre capas de tinte o sellador
280 - 320	Extra Fino	Eliminación de manchas de polvo o marcas entre capas de acabado
360 - 600	Super Fino	Lijado fino del acabado para eliminar algo de brillo e imperfecciones o arañazos superficiales

**f) Lijadoras:** Las lijadoras son usadas para la preparación de superficies cuando se realizara un trabajo de pintura, pero también suelen ser usadas para la remoción de



Imagen 10. Lijadora

corrosión en secciones más comúnmente alares y bordes de ataque.

**g) Remachadoras:** La mayoría de las aeronaves existentes están compuestas de lamina de aluminio y acero por lo que las uniones de ellas son con remaches, existen dos tipos de remaches los remaches sólidos que consiste en un tubo cilíndrico (el vástago) que en su fin dispone de una cabeza. Las cabezas tienen un diámetro mayor que el resto del remache, para que así al introducir éste en un agujero pueda ser encajado. Y los remaches ciegos también elementos de unión que están compuestos de mandril, cuerpo del remache y cabeza del mandril.



Imagen 11. Remachadora para remaches sólidos



Imagen 12. Remachadora para remaches pop

**h) Tas de Remachar:** Un tas de remachar es una pieza solidad de acero con geometrías múltiples según el fabricante lo dispone, son utilizados para el remachado de remaches sólidos y el tipo de tas que se usa en cada remachado es elegido por el técnico que realizara el servicio.



Imagen 13. Tas para remachado

**i) Pistola de Pintura:** Como el nombre lo indica sirven para los trabajos de pintura que se realizan en los distintos talleres de mantenimiento pero también son aprovechadas para la aplicación de anticorrosivos para las piezas fabricadas.



Imagen 14. Pistola de pintura

## 2.3 Talleres de Mantenimiento

### 2.3.1 Requisitos para el establecimiento de un taller aeronáutico

Escrito libre, deberá incluir lo señalado en el artículo 15 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo: [6]

- I. El nombre, denominación o razón social de quién o quiénes promuevan, en su caso de su representante legal.
- II. Domicilio para recibir notificaciones, así como nombre de la persona o personas autorizadas para recibirlas.
- III. La petición que se formula, los hechos o razones que dan motivo a la petición.
- IV. El órgano administrativo a que se dirigen y lugar y fecha de su emisión.
- V. El escrito deberá estar firmado por el interesado o su representante legal, a menos que no sepa o no pueda firmar, caso en el cual, se imprimirá su huella digital.
- VI. El promovente deberá adjuntar a su escrito los documentos que acrediten su personalidad, así como los que en cada caso sean requeridos en los ordenamientos respectivos.
- VII. Domicilio del solicitante y, en su caso, del representante legal.
- VIII. **Relación del personal técnico aeronáutico**  
Relación del personal técnico aeronáutico a emplear en forma directa o a través de terceros, con la calificación técnica que establece las normas oficiales mexicanas correspondientes.
- IX. **Carta de aceptación de responsabilidad técnica**  
Carta de aceptación de responsabilidad técnica de la persona que será el responsable del taller.
- X. **Características del servicio, categorías, marcas y modelos de las aeronaves y sus componentes**  
Características del servicio, categorías, marcas y modelos de las aeronaves y sus componentes a los que el solicitante pretenda dar servicio.
- XI. **Documentación relativa a la ubicación del taller y plano esquemático de la distribución de las áreas**  
Cuando el servicio de mantenimiento, inspección o reparación lo requiera, la documentación relativa a la ubicación del taller y plano esquemático de la

distribución de las áreas respectivas, de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.

**XII. Relación de los manuales, boletines y demás información técnica**

Relación de los manuales, boletines y demás información técnica necesaria para efectuar la fabricación o ensamblaje, en su caso, así como el mantenimiento o reparación de aeronaves o componentes.

**XIII. Manual de procedimientos del taller**

Manual de procedimientos del taller, elaborado conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

### **2.3.2 Reglamento de Talleres Aeronáuticos**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. MIGUEL DE LA MADRID H., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en uso de la facultad que me confiere la Fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 2o., 367 y 368 de la Ley de Vías Generales de Comunicación; 36 y Quinto Transitorio de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y Considerando.

CONSIDERANDO PRIMERO. Que el Reglamento de Talleres Aeronáuticos, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de octubre de 1979, para efectuar trabajos de reparación y mantenimiento de aeronaves.

SEGUNDO. Que de conformidad con la Ley de Vías Generales de Comunicación, se considera de utilidad pública, entre otros, el establecimiento de fábricas de aeronaves, motores, accesorios y de Talleres Aeronáuticos.

TERCERO. Que para la instalación, operación y explotación de Talleres Aeronáuticos se requiere de concesión sujeta a los lineamientos establecidos por la Ley de Vías Generales de Comunicación.

CUARTO. Que una de las prioridades principales de la política del actual gobierno es impulsar el desarrollo del país y uno de los medios para lograrlo es fomentar la inversión extranjera, he tenido a bien expedir el siguiente:

## **REGLAMENTO DE TALLERES AERONAUTICOS**

### **I. DISPOSICIONES GENERALES**

**ARTICULO 1o.** El presente Reglamento consigna las disposiciones administrativas y técnicas para el establecimiento y operación de Talleres Aeronáuticos.

**ARTICULO 2o.** Para los efectos de este Reglamento, los términos y expresiones que figuran a continuación, tendrán el significado que a cada uno se les atribuye:

1. LA SECRETARIA. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
2. LA LEY. La Ley de Vías Generales de Comunicación.
3. EL TALLER. El Taller Aeronáutico.
4. LA AUTORIDAD AERONAUTICA. la Dirección General de Aeronáutica Civil.

**ARTICULO 3o.** El presente Reglamento es aplicable a los propietarios de Talleres y personal técnico que laboren en los mismos.

### **II. CLASIFICACION DE TALLERES AERONAUTICOS**

**ARTICULO 4o.** Los Talleres se dividen en dos categorías:

CATEGORIA 1. Reparación.

CATEGORIA 2. Mantenimiento.

**ARTICULO 5o.** La categoría del Taller será aplicable a:

- a). Planeadores.
- b). Helicópteros.
- c). Motores.
- d). Hélices o rotores.
- e). Radio.
- f). Instrumentos.
- g). Accesorios.
- h). Otros.

**ARTICULO 6o.** Los Talleres en sus diferentes categorías estarán autorizados por marca y modelo de aeronave, componente, accesorio o dispositivo, sobre los cuales puedan realizar los trabajos correspondientes de acuerdo con la clasificación siguiente.

a). PLANEADORES.

CLASE 1. Aeronaves con un peso máximo de despegue hasta 3,000 kgs.

CLASE 2. Aeronaves con un peso máximo de despegue hasta 6,000 kgs.

CLASE 3. Aeronaves con un peso máximo de despegue hasta 12,000 kgs.

CLASE 4. Aeronaves con un peso de despegue superior a 12,000 kgs.

b). HELICOPTEROS.

CLASE 1. Helicópteros hasta 3,000 kgs. inclusive de peso máximo de despegue.

CLASE 2. Helicópteros, con un peso de despegue superior a 3,000 kgs.

e). MOTORES.

CLASE 1. Motores alternativos hasta 450 H. P. (excepto radiales).

CLASE 2. Motores alternativos de 450 H. P. en adelante.

CLASE 3. Motores de Turbina.

d). HELICES.

- CLASE 1. Hélices de paso fijo o ajustable en tierra, de madera, metal o construcción compuesta. CLASE 2. Hélices de paso variable.

c). RADIO. CLASE 1. Equipos de radiocomunicación.

- CLASE 2. Equipos de radionavegación.
- CLASE 3. Equipos de radar.

f). INSTRUMENTOS.

- CLASE 1. Instrumentos mecánicos.
- CLASE 2. Instrumentos giroscópicos.
- CLASE 3. Instrumentos eléctricos.
- CLASE 4. Instrumentos electrónicos.

g). ACCESORIOS

CLASE 1. Clase única. III. FUNCIONAMIENTO DE TALLERES AERONAUTICOS

**ARTICULO 7o.** La instalación, operación y funcionamiento de Talleres requieren de concesión otorgada por la Secretaría, de conformidad con la Ley y los preceptos consignados en el presente Reglamento.

**ARTICULO 8o.** Las concesiones para el establecimiento, operación y explotación de Talleres, sólo se otorgarán a mexicanos o sociedades constituidas conforme a las leyes del país. Cuando se trate de sociedad se establecerá en la escritura respectiva que, para el caso de que tuvieren o llegaren a tener uno o varios socios extranjeros, éstos se considerarán como nacionales respecto de la concesión, obligándose a no invocar, por lo que a ella se refiera, la protección de sus gobiernos, bajo pena de perder si lo hicieren en beneficio de la Nación, todos los bienes que hubieren adquirido para construir, establecer o explotar El Taller Aeronáutico, así como los demás derechos que les otorgue la concesión.

**ARTICULO 9o.** El interesado en obtener concesión para instalar, operar y explotar un Taller, deberá presentar solicitud ante la Secretaría.

La solicitud deberá acompañarse de la siguiente información y documentos:

I. Categoría, clase y equipo específico para el cual el solicitante pretende concesión de acuerdo con los Artículos 4o. y 5o. del presente Reglamento.

II. Relación por duplicado del personal técnico aeronáutico con que cuenta el solicitante indicando su especialidad, número de licencia en vigor, expedida por La Secretaría, experiencia y puesto en la organización.

III. Carta de aceptación individual de la responsabilidad que les corresponde en El Taller.

IV. Relación por duplicado de herramienta y equipo con que le cuenta el solicitante.

V. Dos tantos de los planos o esquemas de la localización del Taller, instalaciones y distribución de equipo.

VI. Relación por duplicado de los Manuales, Boletines y demás información técnica necesaria para efectuar el mantenimiento o reparación según sea aplicable.

VII. Comprobar que el solicitante es persona física o moral de nacionalidad mexicana, mediante acta de nacimiento o acta constitutiva de la sociedad la que, de otorgarse la concesión deberá inscribirse en el Registro Aeronáutico Mexicano.

**ARTICULO 10.** La Secretaría por conducto de la Autoridad Aeronáutica llevará a cabo visitas al domicilio del Taller para constatar la información proporcionada.

**ARTICULO 11.** La Secretaría podrá otorgar la concesión para el funcionamiento del Taller con las condiciones que estime convenientes fijar de acuerdo al interés público.

**ARTICULO 12.** Los derechos que amparen la concesión para el funcionamiento de un Taller no podrán cederse sin autorización previa de La Secretaría.

La cesión de los derechos sólo podrá autorizarse si el adquirente de los mismos, comprueba que es persona física o moral de nacionalidad mexicana, que tiene capacidad para seguir efectuando los trabajos de reparación o mantenimiento a que está autorizado El Taller. El nuevo titular de los derechos objeto de la cesión podrá solicitar se le expida la concesión a su nombre.

**ARTICULO 13.** El concesionario de un Taller no podrá destinar a otro negocio distinto el equipo e instalaciones empleadas en el servicio concesionado.

**ARTICULO 14.** La concesión tendrá una vigencia hasta de 10 años, prorrogable por otro término igual, siempre y cuando el concesionario haya cumplido con las obligaciones impuestas en la concesión.

**ARTICULO 15.** Ningún mecánico deberá trabajar en una aeronave cuando se encuentre bajo la influencia de bebidas alcohólicas, narcóticos o estupefacientes.

**ARTICULO 16.** Son causas de caducidad de la concesión, aparte de las señaladas en el Artículo 29 de La Ley, las siguientes:

a). Si en un término de 180 días El Taller no ha efectuado ningún trabajo para el cual fue autorizado.

b). La falta de cumplimiento por parte del concesionario de cualquiera de las obligaciones y requisitos que se fijaron para obtener la concesión.

c). Cambio de domicilio del Taller, sin previa autorización.

d). Enajenación parcial o total del equipo que sirvió de base para otorgar la concesión. La caducidad será declarada administrativamente por la Secretaría conforme al procedimiento establecido en el Artículo 34 de La Ley.

**ARTICULO 17.** Cuando La Autoridad Aeronáutica tenga conocimiento de la existencia de irregularidades en El Taller, que debido a su gravedad comprometan la seguridad de los

servicios prestados, podrá suspender las actividades del Taller sin más trámite que el aviso correspondiente al concesionario.

**ARTICULO 18.** La suspensión podrá ser levantada por La Autoridad Aeronáutica cuando hayan desaparecido las causas que la motivaron y dentro del plazo fijado por la propia Autoridad. En caso contrario se iniciará el procedimiento de caducidad a que se refiere el Artículo 16 del presente Reglamento.

#### IV. DEL PERSONAL TECNICO AERONAUTICO.

**ARTICULO 19.** El personal técnico de los Talleres se clasificará como sigue:

- a). Responsable arte La Secretaría.
- b). De producción.
- c). De control de calidad

**ARTICULO 20.** El responsable será:

a). Un Ingeniero en Aeronáutica con título registrado en la Dirección General de Profesiones o un mecánico con licencia de la especialidad correspondiente en vigor, y con una experiencia no menor de tres años, que demostrara por medio de trabajos efectuados en su especialidad; para Talleres de:

- Planeadores Clase 1.
- Motores Clase 1 y 2.
- Hélices o rotores.
- Radios.
- Instrumentos.
- Accesorios.
- Otros.

b). Un Ingeniero en Aeronáutica con título registrado en la dirección General de Profesiones, para Talleres de.

Planeadores Clase 2, 3 y 4.

Helicópteros Clase 1 y 2.

Motores Clase 3.

**ARTICULO 21.** El personal de producción será el que dirija o ejecute el trabajo, debiendo el que dirija ser titular de la licencia de mecánico en la especialidad respectiva como mínimo y el que ejecute el trabajo podrá ser un mecánico con licencia de aprendiz de la especialidad correspondiente.

**ARTICULO 22.** El personal de control de calidad estará integrado por mecánicos con licencia de la especialidad en vigor.

**ARTICULO 23.** El concesionario de un Taller Aeronáutico deberá llevar un expediente personal de cada uno de los técnicos que laboren en El Taller. En cada expediente se registrará, el número de cédula profesional o licencia, especialidad, experiencia, puesto actual y anteriores, fechas de ingreso, adiestramientos recibidos y aprovechamientos en cada uno.

**ARTICULO 24.** Cualquier cambio de personal técnico o de puesto asignado deberá ser notificado inmediatamente a la Secretaría.

**ARTICULO 25.** El personal técnico del Taller deberá conocer y cumplir con el contenido del Manual de Procedimientos de Taller a que se refiere el Artículo 31 de este Reglamento.

**ARTICULO 26.** El concesionario deberá impartir los cursos necesarios para mantener o actualizar el nivel técnico de su personal.

#### V. INSTALACIONES Y EQUIPO

**ARTICULO 27.** El concesionario de un Taller Aeronáutico, deberá mantener en buen estado todas las instalaciones, equipo y herramientas que sirvieron de base para concederle la concesión. **ARTICULO 28.** El Taller concesionado deberá contar con las obras de construcción adecuadas y necesarias para:

I. Realizar el trabajo según la clasificación del Taller con la debida protección tanto al personal técnico como al trabajado efectuado.

II. Protección con las instalaciones, equipo y almacenamiento de materiales.

III. El manejo, separación y protección de materiales y partes.

IV. Protección de la información técnica necesaria.

**ARTICULO 29.** El Taller deberá contar con las instalaciones, equipo y herramientas especial que se señale en los Apéndices de este Reglamento que al efecto se expidan.

**ARTICULO 30.** El concesionario deberá mantener el Taller y en forma actualizada todos los Manuales, Directivas de Aeronavegabilidad, Boletines de servicio e información técnica necesarios para la ejecución del trabajo a que está autorizado.

#### VI. OPERACION DEL TALLER

**ARTICULO 31.** El concesionario de Taller, deberá presentar para su aprobación y en el plazo que se le fije " Manual de Procedimientos de Taller", el cual comprenderá, como mínimo lo siguiente: Organización, deberes y responsabilidades, procedimientos de control de producción, de control de calidad, de servicios a terceros, garantías.

**ARTICULO 32.** El taller contará con un Servicio de Control de producción de acuerdo a lo establecido en el "Manual de Procedimientos de taller".

**ARTICULO 33.** El Taller sólo podrá efectuar el trabajo para el cual está autorizado conforme a los términos de su concesión.

**ARTICULO 34.** El concesionario de un Taller tiene obligación de informar de inmediato sobre los defectos graves encontrados al efectuar el trabajo y que puedan constituir un peligro en la operación de otras aeronaves.

**ARTICULO 35.** El concesionario de un Taller deberá llevar registro adecuado de todos los trabajos realizados en el cual se indique el nombre y número de licencia del técnico que efectuó el trabajo, así como el nombre y cédula profesional o licencia del responsable del mismo.

**ARTICULO 36.** El concesionario de un Taller estará obligado a certificar que el trabajo efectuado se llevó a cabo de acuerdo con las normas y técnicas aprobadas por el fabricante y la Secretaría y que el elemento certificado reúne condiciones de aeronavegabilidad.

**ARTICULO 37.** La certificación del trabajo deberá hacerla responsable del Taller ante la Secretaría, en la forma descrita en el anexo correspondiente, misma que en forma específica deberá aparecer en el Manual de Procedimientos.

**ARTICULO 38.** Para llevar a cabo cualquier modificación sobre equipo para el cual está autorizado El Taller, el concesionario deberá obtener previamente la autorización que corresponda ante La Secretaría.

**ARTICULO 39.** El concesionario está obligado a informar del inicio de cualquier trabajo para el cual está autorizado, cuando se trate de equipo accidentado.

**ARTICULO 40.** La Secretaría por conducto de la Autoridad Aeronáutica podrá efectuar inspecciones a los Talleres cuando lo considere pertinente.

**ARTICULO 41.** El concesionario está obligado a proporcionar las facilidades necesarias para la correcta inspección del Taller; así como a rendir todos los informes técnicos-administrativos que se le requieran.

**ARTICULO 42.** La propaganda del Taller indicará con claridad y precisión los trabajos para los cuales está autorizado.

**ARTICULO 43.** El concesionario y el personal técnico del Taller serán solidariamente responsables de las violaciones cometidas a La Ley y sus Reglamentos, las cuales se sancionarán conforme a lo establecido en la propia Ley.

**ARTICULO 44.** La Secretaría expedirá los Apéndices que considere necesarios para la mejor aplicación de este Reglamento.

#### TRANSITORIOS

**ARTICULO PRIMERO.** Este Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**ARTICULO SEGUNDO.** Se abroga el Reglamento de Talleres Aeronáuticos publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de octubre de 1979 y se derogan todas las disposiciones que se opongan al mismo.

ARTICULO TERCERO. Las personas físicas o morales que al entrar en vigor el presente ordenamiento operen talleres aeronáuticos conforme a permisos otorgados por La Secretaría podrán continuar operado hasta la fecha de terminación de sus respectivos permisos; y gestionarán conforme a La Ley y a este Reglamento el otorgamiento de concesión para continuar operando Talleres aeronáuticos.

Los interesados que al entrar en vigor este Reglamento se encuentren gestionando solicitudes de permiso, quedarán sujetos al régimen y condiciones del mismo.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los diecisiete días del mes de marzo de mil novecientos ochenta y ocho. Miguel de la Madrid H. Rúbrica. El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Daniel Díaz Díaz. Rúbrica.

## **2.4 Personal Técnico Autorizado**

Un técnico de mantenimiento de aeronaves es una persona que posee una licencia de mantenimiento de aeronaves. Esta titulación es válida para trabajar en mantenimiento de aeronaves. Es un título regulado por la Dirección General de Aviación Civil y de acuerdo con las normativas europeas, siendo por lo tanto su reconocimiento a nivel europeo.

Los técnicos de mantenimiento de aeronaves son los encargados de inspeccionar y realizar o supervisar el mantenimiento, mantenimiento preventivo, y alteración de los sistemas de las aeronaves y aviones. En los EE. UU., los TMA por lo general se refieren a sí mismos como A & P, por la estructura del avión (Airframe) y la mecánica del motopropulsor (Powerplant Mechanics).

### **2.4.1 Reglamento de la Ley de Aviación Civil**

Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 1998.

Texto vigente.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Presidencia de la República.

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEÓN, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y con fundamento en los artículos 34 y 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y 1, 3, 5 a 7, 9 a 12, 14 a 30, 32 a 36, 38 a 43, 48 a 52, 55 a 72, 74 a 77, 79 a 81, 83, 84, y 89 de la Ley de Aviación Civil, he tenido a bien expedir el siguiente:

## Capítulo VII

### Del mantenimiento de las aeronaves y de los talleres aeronáuticos

#### Sección primera

##### Del mantenimiento de las aeronaves

**ARTÍCULO 136.** El personal técnico aeronáutico de tierra responsable del mantenimiento y reparación de aeronaves y equipo debe contar con la licencia correspondiente en la cual se debe indicar su especialidad y categoría de conformidad con el artículo 87, fracciones I y II de este Reglamento. El personal de mantenimiento, reparación e inspección debe haber tomado previamente los cursos específicos de las aeronaves y equipos a su cargo.

#### 2.4.2 Requisitos de Licencias para el Personal Técnico Aeronáutico

El personal técnico aeronáutico está constituido por el personal de vuelo que interviene directamente en la operación de la aeronave y por el personal de tierra. La licencia de técnico en mantenimiento de clase I confiere a su titular atribuciones para efectuar, anotar y firmar en el libro de bitácora de las aeronaves de ala fija y helicópteros, así como en los formatos correspondientes, los servicios de mantenimiento, cambio de componentes y aplicación de modificaciones en las aeronaves y helicópteros, de acuerdo a su certificado de capacidad correspondiente, y certificar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de la aeronave de ala fija y helicópteros, en el libro de bitácora correspondiente.

La licencia de técnico en mantenimiento clase II confiere a su titular la atribución para efectuar trabajos de reparación parciales y totales a las aeronaves de ala fija y helicópteros, equipos, componentes y sistemas, así como certificar la aeronavegabilidad de los componentes. El técnico en mantenimiento clase II con la capacidad de radioayudas, podrá además efectuar trabajos de certificación, calibración, reparación parciales y totales, a los equipos, componentes y sistemas en tierra para la navegación aérea.

Tabla 2. Requisitos para la licencia clase I

## LICENCIA DE TÉCNICO EN MANTENIMIENTO EXPEDICIÓN CLASE I

REQUISITOS	Expedición
	Clase I
Solicitud por escrito. (escrito libre, relacionando la documentación anexa)	✓
Documento que acredite ser mexicano por nacimiento: Acta de Nacimiento, copia certificada y 1 copia simple.	✓
Formatos de cédulas correspondientes debidamente requisitados. (0, 7)	✓
Constancia de aptitud psicofísica vigente en la cual se establezca que el interesado es apto para llevar a cabo las actividades inherentes al tipo de licencia que pretende obtener, vigente dentro de los 90 días de su expedición. Original y copia	✓
Comprobantes de pago de derechos que correspondan y vigentes	✓
Certificado de educación media superior: (preparatoria, bachillerato o vocacional)	✓
Permiso de de formación. (original y copia)	✓
Autorización de inicio de curso (copia)	✓
Curso de instrucción reconocido con duración de 18 meses en centro de formación aprobado por autoridad aeronáutica. 240 horas cumplidas en un máximo de 3 meses en taller aeronáutico permisionado por la autoridad aeronáutica, bajo supervisión de titular con licencia y certificado de capacidad correspondiente en vigor. Debiendo presentar el certificado por el que acredite que tiene los conocimientos exigidos al titular de una licencia de técnico en mantenimiento clase I expedido en los dos meses anteriores a la solicitud. (Curso y Practicas)	✓
<b>CONVALIDACIÓN</b>	✓
Cuando haya cursado la carrera de Ingeniería Aeronáutica podrá acreditar con el certificado de estudios y con la carta de pasante o título, que cuenta con el nivel exigido para ser titular de este tipo de licencia. Con lo cual se omite el punto anterior pero se agregan 240 horas en prácticas en un máximo de 3 meses en un taller autorizado por la autoridad aeronáutica bajo supervisión de un titular con licencia y certificado de capacidad correspondiente en vigor	✓

Tabla 3. Requisitos para la licencia clase II

### LICENCIA DE TÉCNICO EN MANTENIMIENTO EXPEDICIÓN CLASE II

REQUISITOS	Expedición
	Clase II
Solicitud por escrito. (escrito libre, relacionando la documentación anexa)	✓
Documento que acredite ser mexicano por nacimiento: Acta de Nacimiento, copia certificada y 1 copia simple.	✓
Formatos de cédulas correspondientes debidamente requisitados. (0, 7)	✓
Constancia de aptitud psicofísica vigente en la cual se establezca que el interesado es apto para llevar a cabo las actividades inherentes al tipo de licencia que pretende obtener, vigente dentro de los 90 días de su expedición. Original y copia	✓
Comprobantes de pago de derechos que correspondan y vigentes	✓
Certificado de educación media superior: (preparatoria, bachillerato o vocacional)	✓
Permiso de de formación. (original y copia)	✓
Autorización de inicio de curso (copia)	✓
Curso de instrucción reconocido con duración de 18 meses en centro de formación aprobado por autoridad aeronáutica. 240 horas cumplidas en un máximo de 3 meses en taller aeronáutico permisionado por la autoridad aeronáutica, bajo supervisión de titular con licencia y certificado de capacidad correspondiente en vigor. Debiendo presentar el certificado por el que acredite que tiene los conocimientos exigidos al titular de una licencia de técnico en mantenimiento clase II expedido en los dos meses anteriores a la solicitud. (Curso y Practicas)	✓
<b>CONVALIDACIÓN</b>	✓
· Cuando el interesado haya cursado la carrera de ingeniería en Comunicaciones y Electrónica y pretenda esta licencia; con certificado en sistemas electrónicos de tierra y radioayudas o la carrera de ingeniería aeronáutica para otras especialidades puede acreditar con el certificado de estudios y la carta de pasante o título, que cuenta con el nivel exigido al titular de este tipo de licencia y no debe acreditar el requisito anterior. Adicional debe acreditar 240 horas en un máximo de 3 meses de prácticas en un taller aeronáutico autorizado y para el técnico en mantenimiento clase II con certificado en sistemas electrónicos de tierra y radioayudas serán 3 meses de prácticas en instalaciones del prestador de los servicios a la navegación aérea, bajo supervisión de un titular de la licencia en cuestión y certificado de la capacidad correspondiente.	✓

### 3 Información General

Tabla 4. *Tabla de Relación Modelo y Año*

MODEL NUMBER AND SERIES			
MODEL	YEAR	BEGINNING	THRU
401	1967-1968	401-0001	401-0400
401A	1969	401A0001	401A0200
401B	1970-1971	401B0001	401B0200
401B	1972	401B0201	401B0300
402	1967-1968	402-0001	402-0400
401A	1969	402A0001	402A0200
402B	1970-1971	402B0001	402B0200
402B	1972	402B0201	402B0300
402B	1973	402B0301	402B0500
402B	1974	402B0501	402B0800
402B	1975	402B0801	402B1000
402B	1976	402B1001	402B1200
402B	1977	402B1201	402B1300
402B	1978	402B1301	

El modelo 401 es de seis a ocho-plazas, todo de metal, ala baja, motores gemelos construidos por Cessna Aircraft Company, Wichita, Kansas. El modelo 402 es una versión de nueve-plazas del avión 401 con varios cambios de configuración.

El modelo 402A y 402B son versiones de diez-plazas del avión 402. Ambos aviones el 401 y 402 están equipados con dos Continental Turbocharged . TSIO-52E, seis cilindros, inyección de combustible, motores de 300 caballos de fuerza, cada uno maneja tres palas, velocidad constante, hélice de llenado completo. La aeronave tiene un tren de aterrizaje triciclo retráctil operado eléctricamente. Los controles de vuelo tienen guías mecánicamente operadas situadas en el elevador derecho, alerón izquierdo y timón. Los flaps de las alas son operados eléctricamente diseño tipo-split.

### 3.1 Dimensiones Principales:

#### Peso de la Rampa

402B1301 y en ..... 6335 libras

#### Peso Bruto

401 ..... 6300 libras

401A ..... 6300 libras

401B ..... 6300 libras

402 ..... 6300 libras

402A ..... 6300 libras

402B ..... 6300 libras

#### Peso de Aterrizaje

401 ..... 6200 libras

401A ..... 6200 libras

401B ..... 6200 libras

402 ..... 6200 libras

402A ..... 6200 libras

402B ..... 6200 libras

**Motores:** Continental TSIO-520E, 6-Cilindros, Opuesto. Inyección de Combustible, Turbocargador, sumidero humedo

Bujías (Champion) ..... RHB-32B

Bujias (AC) ..... AC273

Magnetos (Bendix) ..... S6RN-201

(Bendix) ..... S6RN-205

### 3.2 Generalidades

#### TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Los 401/402 son todos los aviones de metal es tipo construcción con la piel llevando una porción de todas las cargas estructurales. El fuselaje se compone de una sección de nariz, sección de cabina y tailcone. Se construye de anillos bulkinhean formados, de largueros, y de stiffeners todos de los cuales son remachados a la piel externa.

El ala, el estabilizador horizontal y la aleta vertical se construyen alrededor de dos eslabones principales, con las costillas, los formadores y la piel que forman la estructura básica. Los rigidiza dores de torsión de esta estructura son proporcionados por el cierre de la piel de áreas entre los largueros que forman cajas cerradas. Cada superficie móvil consta de un larguero de soporte de bisagra con nervios, formadores y cubierta externa.

## **4 Inspecciones**

### **4.1.1 Requerimientos de Inspección**

Como requerimiento para Federal Aviation Regulations, todos los aviones civiles de U.S. registrado debe someterse a una completa inspección anual cada dos meses en el calendario. En adición para el requerimiento de inspección anual, aviones operados comercialmente (para alquilar) debe también tener una completa inspección cada 100 horas de operación.

En lugar de los requerimientos anteriores, una aeronave podrá ser inspeccionada de acuerdo con el programa de inspección progresivo, Que permite dividir la carga de trabajo en operaciones más pequeñas que se pueden realizar en períodos de tiempo más cortos.

CESSNA PROGRESSIVE CARE PROGRAM ha sido desarrollado para proporcionar un moderno programa de inspección progresiva que satisfaga la inspección completa de la aeronave requiere de ambos el de 100 horas y la inspección anual aplicable para Cessna Aircraft.

### **4.1.2 Cartas de Inspección**

Las siguientes cartas de inspección muestran los intervalos recomendados en los que se van a inspeccionar los artículos.

Como se muestra en las cartas, esos artículos serán checados cada 50 horas, cada 100 horas, cada 200 horas, y también Inspección Especial en artículos los cuales requieran mantenimiento o inspección en intervalos distintos de 50, 100 o 200 horas.

a. Cuando realice una inspección de 50 horas, todos los artículos marcados debajo de 50 horas podrán ser inspeccionados, asistidos o de otra manera completados como sea necesario para asegurar la continua aeronavegabilidad.

b. En cada 100 horas, los artículos de 50 horas podrán ser completados junto con los artículos marcados debajo de cada 200 horas como es necesario para asegurar la continua aeronavegabilidad.

c. En cada 200 horas, los artículos de 50 y de 100 horas podrán ser completados junto con los marcados debajo de cada 200 horas como es necesario para asegurar la continua aeronavegabilidad.

d. Los números que aparecen en el SPECIAL INSPECTION ITEMS en la columna se refiere a los datos listados al final de las cartas de inspección. Esas partes deberán ser revisadas en

cada intervalo de inspección para asegurar que los servicios aplicables e inspección requieran ser completados en los intervalos específicos.

e. Una inspección completa de la aeronave incluye todas las 50 horas, 100 y 200 horas más a esas partes de inspección especial las cuales se den en el momento de la inspección.

## **4.2 Selección del Programa de Inspección**

Como una guía para la selección del programa de inspección que mejor que se apege a la operación de la aeronave, se proporcionara lo siguiente.

### **1. Si la aeronave a volado menos de 200 horas anualmente**

#### a) Si ha volado por alquiler

Una aeronave operada en esa categoría debe tener una inspección completa cada 100 horas de operación y cada 12 meses de operación (anual). Una completa inspección de la aeronave consiste de 50 horas, 100, 200 y partes de inspección especial mostrado en las cartas de inspección.

#### b) Si no ha volado por alquiler

Una aeronave operada en esta categoría debe tener una inspección completa cada 12 meses en el calendario de operación (anual). Una inspección completa de la aeronave consiste en 50 horas, 100, 200 y partes de inspección especial como se muestra en las cartas de inspección. En adición, se recomienda que entre inspecciones anuales, todas las partes sean inspeccionadas en el intervalo especificado en las cartas de inspección.

### **2. Si la aeronave estuvo volando más de 200 horas anualmente**

Si voló por alquiler o no, se recomienda que aeronaves que operan en esta categoría sean metidas en el Programa de Cuidado Progresivo de Cessna. Sin embargo, si no se metió en cuidado progresivo, los requerimientos de inspección para la aeronave en esta categoría son los mismos que los definidos abajo del párrafo III, 1., a. y b.

El cuidado progresivo de Cessna puede ser utilizado como un programa de concepto total que asegura que los intervalos de inspección en las cartas de inspección no están excedidas. Manuales y formas que son requeridos para llevar a cabo la inspección de cuidado progresivo están disponibles en el Centro de Partes de Servicio de Cessna.

### 4.3 Guía de Inspección

- a. PIEZAS MOBIBLES para: lubricación, servicio, accesorios de seguridad, uniones, deterioro excesivo, seguridad, operaciones apropiadas, ajustes apropiados, rutas correcta, piezas agrietadas, seguridad en bisagras, aspectos defectuosos, líneas limpias, corrosión, deformación, sellado y tensión.
- b. FLUIDO DE LÍNEAS Y MANGUERAS para: derrames, grietas, abolladuras, torceduras, excoiraciones, radios adecuados, seguridad, corrosión, deterioración, obstrucción y materia externa.
- c. PIEZAS METALICAS para: accesorios de seguridad, grietas, distorsiones metálicas, soldaduras por puntos rotas, corrosión, condiciones de la pintura y cualquier otro daño aparente.
- d. CABLEADO para: seguridad, excoiraciones, quemaduras, aislamiento defectuoso, terminales perdidas o rotas, terminales corroídas o deterioradas por calor.
- e. FILTROS PANTALLA Y FLUIDOS para: línea limpias, contaminación y/o remplazo de intervalos específicos.
- f. ARCHIVO DE AERONAVE  
Diversos datos, información y licencias son parte del archivo de aeronave. Revisar que los siguientes documentos estén al día, acorde a las regulaciones federales de aviación. La mayoría de los artículos enumerados son necesarios para la United States Federal Aviation Regulations. Desde las regulaciones que otras naciones puedan requerir otros documentos y datos, propietarios de aeronaves exportadas deben de revisar con su propias oficialías de aviación para determinar los requerimientos individuales.

Para ser presentado en la aeronave todo el tiempo:

1. Aircraft Airworthiness Certificate (FAA Forma 8100-2)
2. Aircraft Registration Certificate (FAA FORMA 8050-3)
3. Aircraft Radio Station License. Si el transmisor está instalado (FCC Forma 556)

Para ser transportado en la aeronave todo el tiempo:

1. Pero y balance, y papeles asociados (Copia mas reciente del Repair and Alteration Form, FAA forma 337, si es aplicable).

2. Lista de equipo de la aeronave.

Para volverlo disponible cuando se requiera:

1, Libro de registro de la aeronave y libro de registro del motor.

#### 4.4 Frecuencia de Inspección

1. A las 11,000 horas y a cada 1000 horas después de eso.
2. Cada 50 horas o pronto cuando se presenten condiciones locales de ventisca.
3. Cada 500 horas.
4. Diario
5. Las primeras 100 horas y 200 horas después de eso.
6. Cada 1200 horas.
7. Revisar torsión cada 100 horas, después cada 100 horas revisar por seguridad el trabajo y la soldadura, pero NO HAGA TORSIÓN.
8. Cada 3 años
9. Cada 5 años
10. Cada 50 horas y en el remplazo de llantas.
11. 1500 horas.
12. 400 horas
13. Cada 14 horas
14. 100 horas para aeronaves que cumplan el ME77-1 (Referir la letra de servicio ME77-1 para información detallada).
15. Aviones con más de 6500 horas y cada 800 horas después de eso para el área A y B, y cada 400 horas después de eso para el área C.
16. Aviones con más de 6500 horas y cada 800 horas después de eso para el área A y B.
17. Cada 250 horas de operación del calentador.
18. Cada 6 años. Después de 6 años el uretano se vuelve duro y frágil, y la unión debe de ser remplazada con un kit de unión aéreo adecuado como viene marcado en la carta de servicios aéreo número 17 con fecha del 26 de octubre de 1976.

## 4.4.1 Estructura del Avión

Tabla 5. Frecuencia de inspección estructura del avión

	50	100	200	Spl Insp
1. Fuselaje			*	
2. Parabrisas y ventanas- revisar condiciones.		*		
3. Puesta de cabina- revisar condición, operación y asegurar ajustes.		*		
4. Puesta de salidas de emergencia- revisar condición y seguridad.		*		
5. Puestas de equipaje- revisar para condición y operación		*		
6. Aire de la nariz- revisar abrazadera y mangueras para calentar y sistema.			*	
7. Calentador- revisar condiciones y operación. Inspeccionar el sistema de combustible del calentador para derrames. Revisar todas las líneas, conexiones, empaques y sellos para condiciones y seguridad.				18
8. Asientos y cinturones- revisar condición, seguridad y operación.			*	
9. Tope del asiento- verificar que este correctamente instalado y en posición correcta. Tapicería y alfombra- limpias.			*	
10. Instrumentos- revisar condición y calificación.		*		
11. Control del cuadrante- revisar condición y seguridad.			*	
12. Pancartas y calcomanías- revisar para presencia y legibilidad.			*	
13. Empenaje			*	
14. Estabilizadores verticales y horizontales- referir párrafo extendido.		*		
15. Ala- revisar si hay remaches suelto, grietas, pernos de montaje sueltos y seguridad.			*	
Revisión de remaches perdidos	*			
16. Pozo del rueda del ala- revisar daños y sellos.		*		
17. Herrajes de alas- revisar pernos para torsión y seguridad.				7

18. Mástil de ala delantera inferior- aviones no modificados por la SK 402-36; inspeccionar después del ME 79-16, áreas A,B, y C. Aviones modificados por la SK402-36; inspeccionar después del ME79-16, áreas A y B.				16
---	--	--	--	----

	50	100	200	Spl Insp
19. Seguros de puertas de alas- revisar condiciones y operación.			*	
20. Accesorios de tanque de punta- revisar pernos y seguridad.			*	
21. Estructura del firewall de Nacelle- revisar condición y seguridad-			*	
22. Ala y ala corta (inspección tipo A)		*		
23. Ala y ala corta (inspección tipo B)				12
24. Anti congelante del parabrisas- revisar boquillas para seguridad y obstrucciones.		*		
25. Área del ala- (técnica actual de Eddy)				1
26. Topes de asientos- verificar los topes de los asientos que se encuentre instalados apropiadamente y en su lugar correcto.				5

#### 4.4.2 Tren de aterrizaje

Tabla 6. Frecuencia de inspección tren de aterrizaje

	50	100	200	Spl Insp
1. Actuador del tren de aterrizaje principal - verifique la condición, seguridad y cumplimiento de especificaciones	*			
2. Sistema de extensión de emergencia - verifique la condición, Operación y cumplimiento de especificaciones			*	
3. Ensamble del tren de aterrizaje principal y de la nariz - verifique la condición	*			
4. Aparejo - realice la inspección del aparejo del tren de aterrizaje de acuerdo con la figura 2-7			*	

<b>5.</b> Acoplamientos de par - comprobar el desgaste y la condición			*	
<b>6.</b> Nariz y engranaje de limpieza engranaje de retracción - comprobar la condición			*	
<b>7.</b> Sellos del tubo impulsor - verifique la seguridad, la posición y el desgaste			*	
<b>8.</b> Servicio del amortiguador de choque - compruebe para el servicio apropiado			*	

	50	100	200	Spl Insp
<b>9.</b> Neumático - Comprobar el líquido y la condición	*			
<b>10.</b> Sistema de dirección de la rueda delantera - comprobar la tensión del cable, El recorrido y el cardán para la condición y los pernos de montaje para el par apropiado			*	
<b>11.</b> Nariz y ruedas principales y neumáticos - comprobar el desgaste, Condición y presión de los neumáticos				11
<b>12.</b> Rodamientos de ruedas - revisar y volver a embalar				5
<b>13.</b> Sistema de frenos de plomería verificación de fugas, mangueras para abultamientos y deterioro, freno de estacionamiento para la operación			*	
<b>14.</b> Los conjuntos de frenos comprueban el desgaste del revestimiento y los cilindros maestros de la deformación del disco - compruebe el nivel del líquido			*	
<b>15.</b> Cilindros maestros - comprobar el nivel del fluido		*		

### 4.4.3 Superficies de Control

Tabla 7. Frecuencia de inspección superficies de control

	50	100	200	Spl Insp
<b>1.</b> Columna de control - comprobar la seguridad, la holgura, el desgaste y la plataforma adecuada			*	
<b>2.</b> Alerón - revise las pieles y la bisagra para detectar grietas y remaches sueltos; timbre y perno de detención para la holgura y/o la seguridad de tuercas y perno para la condición. Comprobar los alerones para la operación, la seguridad y los viajes			*	

	50	100	200	Spl Insp
<b>3.</b> Pestaña de alerón - revise las pieles y la bisagra para detectar grietas y remaches sueltos; acoplamiento para grietas y desgaste, pernos para la seguridad y la lengüeta para el juego libre y el recorrido		*		
<b>4.</b> Actuador de la aleta de alerón - comprobar estado y seguridad		*		
<b>5.</b> Cables de alerón y alerón - comprobar la tensión, desgaste y tensores para la seguridad - verifique las poleas para la condición y la seguridad		*		
<b>6.</b> Elevador - revise las pieles de los remaches agrietados y sueltos; bridas y pernos de fijación para la seguridad de la instalación y estructura de la punta para las grietas. compruebe la operación del elevador o del dorso, seguridad y viajes. Revisar las bisagras para detectar posibles grietas y la seguridad			*	
<b>7.</b> Pestaña del elevador - revise la piel y la bisagra para detectar grietas y remaches sueltos, acoplamiento para grietas y desgaste, pernos para la seguridad y la lengüeta para el juego libre y el recorrido		*		
<b>8.</b> Actuador de pestaña de elevador - verifique la condición y la seguridad - Revise las poleas para conocer su estado y seguridad		*		

9. Cables de elevación y elevación - comprobar el desgaste de la tensión y los tensores para la seguridad - controlar las poleas de la condición y la seguridad		*		
10. Ajuste eléctrico del elevador - compruebe para la seguridad, la condición y el tiempo del recorrido		*		
11. Timón - revise la piel de los remaches agrietados y sueltos; Tubo de torsión y conexiones de conector para seguridad y seguridad - controlar el timón para el funcionamiento, seguridad y viajes. Comprobar los pernos de tope para la contratuerca, la seguridad y la seguridad. Comprobar el peso del contrapeso para la seguridad de la instalación y fijar la costilla para las grietas			*	
12. Grietas Lengüeta del timón del timón - revise las pieles y la bisagra para detectar grietas y remaches sueltos, acoplamiento para grietas y desgaste; pernos para la seguridad; y pestaña para jugar y viajar gratis		*		
13. Actuador de la lengüeta del timón del timón - verifique la condición y la seguridad		*		

## 5 Overhaul O Reparación Mayor

### Itinerarios de Revisión y Reemplazo

**A** - Cada 500 horas

**B** - Cada 24 años o 4380 ciclos

**C** - Cada 1400 horas

**D** - Referir al McCauley accesorio división boletín de servicios más reciente.

**E** - En condición

**F** - Cada 2800 horas

**G** - 1400 horas o 5 años cualesquiera que ocurra primero.

**H** - 1000 horas o 3 años cualesquiera que ocurra primero.

**K** - Cada 1000 horas del calentador de operación.

**L** - Cada 2000 horas

**M** - Cada 5000 horas

**P** - Cada 400 horas

**Q**. Consulte el último boletín de servicio de los motores continentales

**R**. En la revisión del motor o cada 4 años, lo que ocurra primero

**S**. En la revisión del motor

**T**. Gobernador de woodard, refiérase al gobernador de woodward, refiérase al último boletín de servicio de división de accesorios

## 5.1 Estructura del avión

Tabla 8. Revisión y remplazo estructura del avión

	Overhaul	Replace
1. Botella de oxígeno (ICC-3HT/DOT-3HT)		B
2. Calentador (véase la revisión de CESSNA / manual de piezas)	K	
3. Filtro de piloto automático (P/N AMA201442) , (consulte el manual de servicio navomatic 800 / piezas)		A
4. Filtro del sistema de vacío		A

## 5.2 Tren de aterrizaje

Tabla 9. Revisión y remplazo de tren de aterrizaje

	Overhaul	Replace
1. Actuador del tren de aterrizaje (véase la revisión general de los componentes del tren de aterrizaje y los componentes del sistema de la aleta)	E	
2. Motor del actuador (véase la revisión general de los accesorios de los trenes de aterrizaje y de los componentes del sistema de la aleta)	E	

	Overhaul	Replace
3. Unidad reductora del actuador (véase la revisión general de los componentes del tren de aterrizaje y los componentes del sistema de la aleta)	E	
4. Amortiguador shimmy (Ver sección 4)	E	
5. Desbloquear ganchos (401-0001 a 401ª123 y 402-0001 a 402-0108)		M
6. Perno de horquilla de tren de aterrizaje P/N 5241052-1, 0.750 de diámetro		M
7. Perno de horquilla de tren de aterrizaje P/N 5243518-3, 0.530 de diámetro		L

### 5.3 Superficies de Control

Tabla 10. Revisión y remplazo superficies de control

	Overhaul	Replace
1. Caja de engranajes del actuador de la aleta (ver sección 8) (Vea la revisión de los componentes del sistema de tren de aterrizaje de CESSNA y el manual de piezas)	E	
2. Motor del actuador de la aleta (Consulte la revisión general de los componentes del sistema de tren de aterrizaje y de la solapa)	E	
3. Cortar actuadores	H	

### 5.4 Grupo de motores

Tabla 11. Revisión y remplazo grupo de motores

	Overhaul	Replace
1. Motor (Consulte el manual de revisión general del motor de los motores continentales)	Q	
2. Magneto (véase el manual de revisión general del bendix magneto)	R	
3. Alternador (consulte el servicio de alternador de pretensado / manual de piezas)	S	
4. Turbocompresor (ver el turbocompresor CESSNA y revisión de los controles / manual de piezas)	S	
5. Controladores, absolutos y relación de presión (ver el turboalimentador CESSNA y la revisión de los controles / manual de piezas)	S	

	Overhaul	Replace
<b>6.</b> Válvula de alivio de presión del colector (vea el turbocharger de CESSNA y revisión de los controles / manual de las piezas)	S	
<b>7.</b> Accionado de la puerta de desecho y de la puerta de servicio (vea el turbina del CESSNA y la revisión de los controles / el manual de las piezas)	S	
<b>8.</b> Bomba de vacío (húmedo) (ver fabricantes)	E	
<b>9.</b> Bomba de vacío (seco ) (ver fabricantes)	E	
<b>10.</b> Bomba de combustible (consulte el manual de revisión del fabricante)	S	

## 6 Limpieza, inspección, reparación y mantenimiento

### ESTRUCTURA DE AVIÓN

#### 6.1 Fuselaje

##### a) Limpieza

1. Limpiar el fuselaje con agua y jabón suave. Utilice disolvente stoddard para eliminar la grasa y el alquitrán, luego lavar con agua y jabón y dejar secar.
2. El fuselaje puede limpiarse con cualquier limpiador y cera de avión.

##### b) Inspección

1. Inspeccionar la superficie exterior por daños y grietas remaches sueltos y tuercas.
2. Inspeccione los tornillos de fijación, las placas de acceso, la pintura exterior, los puntos de bisagra de la puerta del engranaje de la nariz, para detectar daños y exceso de desgaste.

3. Inspección de los refuerzos, largueros, dobladores, mamparo y larguero para tornillos sueltos, remaches, grietas o daños.
4. Inspeccione las mangueras y las abrazaderas de aire de la boquilla para calentar y ventilar el sistema para detectar desgaste y seguridad y fugas.
5. Inspeccione la instalación del calentador para ver si hay fugas de combustible, fugas de escape, fugas de aire de combustión, cableado suelto y seguridad a la estructura.
6. Inspeccione los instrumentos para una correcta señalización, vidrio roto, accesorios sueltos y cableado eléctrico, y para la calibración adecuada.
7. Comprobar todas las pancartas y calcomanías de seguridad y legibilidad.
8. Inspeccione todas las tuberías y mangueras de fluidos para ver si hay fugas, grietas, abolladuras, decoloración, radiación adecuada, seguridad, corrosión, obstrucciones de deterioro y materiales extraños.
9. Asientos - compruebe que los topes del asiento estén correctamente instalados y en el lugar correcto.

#### **c) Reparación y mantenimiento**

1. Si se encuentran fisuras en el larguero, o área del fuselaje, refiérase a la sección 7 & 8 y repare.
2. Los remaches sueltos o de trabajo deben ser reemplazados. Consulte la sección 7 & 8.

## **6.2 Puerta de la cabina, puertas opcionales de carga y tripulación**

### **a) Limpieza**

1. Limpie la puerta de la cabina y las puertas opcionales y las puertas de la tripulación y los mecanismos de enganche frotando con un paño adecuado.
2. Eliminar las acumulaciones de grasa utilizando un disolvente adecuado y limpiar con un paño.

**b) Inspección**

1. Hacer una inspección visual de las partes componentes por desgaste excesivo, roturas de metal e hilos inadecuados.
2. Operar la puerta y observar el correcto funcionamiento de los componentes.
3. Inspeccionar para asegurar que los pasadores del pestillo se extiendan a través de la colada por 0,80 pulgadas como mínimo.
4. Inspeccionar para asegurar que el espacio entre las placas de percusión y la colada no exceda de 0,80 pulgadas.

**c) Reparación y mantenimiento**

1. Consulte la sección 8, reemplace los componentes que muestren evidencia de desgaste excesivo.
2. Consulte el diagrama de lubricación del manual de servicio de Cessna para modelos 401-402. Para los componentes de servicio como se muestra.
3. Lubricar la puerta de la cabina, la puerta de carga y los sellos de la puerta de la tripulación con compuesto DC4, o equivalente, para ayudar a sellar.

### **6.3 Puertas de equipaje**

El procedimiento de limpieza, inspección, reparación y mantenimiento se aplica a las puertas de equipaje de nariz y puertas de equipaje de vaina.

**a) Limpieza**

1. Limpie la tapicería con un limpiador de tapicería comercial adecuado.
2. Limpiar el ensamble del cilindro de bloqueo del ensamblaje con disolvente adecuado y secar con un paño.

**b) Inspección**

1. Hacer una inspección visual de los conjuntos de cilindro de bloqueo y cierre para desgaste excesivo o encuadernación.

2. Inspeccione los pestillos para un ajuste adecuado. Consulte la sección 5 para el ajuste.

### **C) Reparación y Mantenimiento**

1. Consulte la sección 5, reemplace los componentes que muestren evidencia de desgaste excesivo.
2. Lubricar el mecanismo de cierre de la puerta con lubricante de cierre de puerta del tipo automotriz. Consulte el diagrama de lubricación del manual de servicio de Cessna para modelos 401-402.

## **6.4 Parabrisas y ventanas**

### **a) Limpieza**

1. Quite el polvo y la suciedad de los paneles lavando una solución de jabón suave y agua tibia.
2. Disolver los depósitos de grasa y aceite con queroseno o nafta alifática, especificación TT-N-95 (Tipo ii solamente).<sup>i</sup> Aplique este disolvente con un paño suave, sin grano, gamuza, esponja o con las manos desnudas. Las manos desnudas son los aplicadores más satisfactorios, ya que son menos propensos a producir arañazos.

### **PRECAUCIÓN**

No utilice ningún disolvente excepto los especificados en el paso 2 anterior, ya que muchos disolventes químicos suavizan o manchan la superficie del plástico. Los aerosoles de limpieza y otras soluciones de limpieza preparadas para su uso en plásticos de base de nitrato de celulosa y acetato de celulosa a menudo contienen ingredientes nocivos para el plástico de acrilato, que es el material utilizado en este avión.

Incluso una capa ligera de sal o de polvo no debe ser eliminado cuando está seco, ya que los rayones pequeños rayos de tiempo se producen cuando las partículas de grano se frotan sobre la superficie, siempre enjuague la superficie. Limpie siempre la superficie con agua limpia o solución de jabón. Por último, enjuague abundantemente con agua limpia.

### **b) Inspección**

1. Consulte la sección 5 e inspeccione todas las ventanas y el parabrisas de acuerdo con los criterios de inspección de las ventanas de plástico.

### c) Reparación y mantenimiento

1. Después de limpiar las superficies de las ventanas de plástico, dejar secar, luego cera para conducir la superficie de máxima transparencia.
2. Los rasguños minúsculos se pueden quitar a menudo frotando con el limpiador comercial del cuerpo del automóvil. Aplique el limpiador con un paño suave, seco, más limpio o imitación de gamuza o franela.
3. Si la reparación a las ventanas de plástico se hace necesaria, consulte la sección 7 & 8 y reparar de acuerdo con la reparación de plástico.

## 6.5 Asientos

### a) Limpieza

**NOTA :** Consulte la sección 7 & 8 y reparar de acuerdo con la reparación de plástico.

**PRECAUCIÓN** Nunca utilice nada excepto una solución de jabón suave en cuero y los asientos cubiertos de vinilo 1. Solventes y limpiadores dañarán, descolorarán y acortarán la vida de los asientos.

1. Cubra los asientos cubiertos de la siguiente manera:
  - I. Cepille con cuidado y vacíe todas las partículas sueltas de suciedad.
  - II. Humedezca un paño pequeño y limpio con una solución de limpieza y exprima a fondo. Luego abra el paño y permita que una pequeña parte del fluido se evapore.
  - III. Acaricia ligeramente el punto con el paño, pero no lo frotes. Repetir este procedimiento varias veces, utilizando una parte limpia de la tela cada vez.

**NOTA:** Acariciar ligeramente el lugar evitará su propagación y es menos probable que deje un anillo

- IV. Humedecer otra pieza de tela y dejar evaporar hasta que esté apenas húmeda. Ahora Incluso el punto ligeramente.

## **PRECAUCIÓN**

No use demasiado líquido. Los cojines del asiento se rellenan con caucho de espuma, y puesto que los productos de limpieza volátiles atacan el caucho, estos cojines pueden ser dañados si el material consigue empapado con el limpiador.

De nuevo para eliminar más partículas que se han aflojado

2. Limpie los asientos del vinilo o del cuero como se especifica a continuación:

### **a) Limpieza**

Limpie los asientos de vinilo o cuero, utilice una solución de jabón suave y una esponja para eliminar la suciedad de los asientos; Limpie con un paño húmedo limpio.

### **b) Inspección**

1. Inspeccionar los asientos delanteros para sujetar los rieles de los asientos.
2. Inspeccione el funcionamiento correcto de las manijas de ajuste y del mecanismo de inclinación.
3. Inspeccionar los cinturones de seguridad para una seguridad adecuada.
4. Si se instalan asientos eléctricos (equipo opcional), accione los interruptores y observe para un funcionamiento suave.
5. Inspeccione las paradas del asiento para instalarlas y ubicarlas adecuadamente.

### **c) Reparación y mantenimiento**

1. Consulte la sección 5, reemplace los componentes que muestren evidencia de desgaste excesivo o de unión.
2. Lubricar los rodillos de la base del asiento con aceite según sea necesario.
3. Cera con cera de automoción para reducir la fricción entre los rodillos de asiento y los rieles de los asientos.

## **6.6 Cinturón de seguridad.**

### **a) Limpieza**

**NOTA :** Los cinturones de seguridad deben retirarse del avión para limpiarlos.

1. Limpie los cinturones de seguridad utilizando un disolvente adecuado o una solución de jabón suave.

### **PRECAUCIÓN**

Nunca use soluciones más delgadas o fuertes en los cinturones de seguridad. Consulte el procedimiento de inspección del cinturón de seguridad antes de volver a instalar los cinturones de seguridad en el avión.

### **b) Inspección**

1. Inspeccionar el material de la correa para deshilacharse.
2. Inspeccionar la instalación del cinturón de seguridad para la seguridad.

## **6.7 Tapicería**

### **a) Limpieza**

1. Use una pequeña escoba para aflojar la suciedad; Entonces la aspiradora la alfombra. Los puntos más difíciles o las manchas se pueden quitar usando un líquido de limpieza en seco no inflamable. El cuidado general de las alfombras en su hogar.

### **b) Inspección**

1. Inspeccionar la alfombra para el uso excesivo y la seguridad de la tabla de piso.

Calentador.

Refiérase al calentador de CESSNA ya la revisión de los componentes / manual de piezas para la limpieza e inspección del calentador.

## **6.8 Control Cuadrante**

### **a) Limpieza**

- 1.** Limpie todas las piezas metálicas en un disolvente adecuado y deje secar al aire.

### **b) Inspección**

- 1.** Inspeccione todas las piezas para ver si hay grietas y desgaste excesivo.
- 2.** Inspeccionar los estantes y los topes de trinquete en las palancas de la mezcla para los dientes rotos y el desgaste excesivo.

### **c) Reparación y mantenimiento**

- 1.** Reemplazar los bastidores, los topes de trinquete y los resortes de trinquete si están desgastados o demasiado débiles para asegurar el bloqueo positivo.
- 2.** No se recomienda la lubricación del cuadrante de control; Sin embargo, el pedestal del cuadrante de control requiere lubricación (consulte el diagrama de lubricación).

## **6.9 Empenaje**

### **a) Limpieza**

- 1.** Limpiar el empenaje con jabón suave y agua. Se puede usar un disolvente de stoddard para eliminar la grasa y el alquitrán, luego se lava con agua y jabón y se deja secar.
- 2.** El empenaje se puede limpiar con cualquier limpiador de avión y cera buena.

### **b) Inspección**

- 1.** Inspeccionar las superficies exteriores por daños y grietas, remaches sueltos y tuercas sueltas.
- 2.** Inspeccionar los pernos de fijación y los puntos de fijación de la bisagra para la seguridad.

3. Inspeccione el área que rodea los pernos de fijación del larguero delantero para los remaches cortados y / o el pandeo de la malla del larguero.
4. Consulte la carta de servicio de CESSNA ME75-22. En la esfera del espectro / interferencia de la piel del tailcone.

## 6.10 ALA

### 1. Limpieza

- a) Limpie el ala de la siguiente manera:
  - I. Utilice un disolvente adecuado para eliminar toda la grasa y la suciedad del área de la góndola y del área del tren de aterrizaje.

### PRECAUCIÓN

Nunca utilice gasolina, diluyentes de pintura o cetona para eliminar la grasa. Estos son altamente inflamables y el fuego puede resultar.

- I. Después del área de lavado con un disolvente adecuado, lavar el resto del disolvente con jabón y dejar que se seque al aire.
- II. El ala se puede limpiar con cualquier limpiador de avión y cera buena.

### 2. Inspección

1. Inspeccionar los materiales de prueba de humo de ala como sigue:
  - a. Se han incorporado materiales de impermeabilización de humos en las zonas de ala con el fin de contener humos de monóxido de carbono. Contención de los humos de monóxido de carbono se logra por varios selladores, botas y parches estratégicamente situado dentro del área de la ala. Los selladores se utilizan en todo el área de la góndola del motor para la prueba de fuego y la prueba de humo. Se usan botas para sellar las bisagras de la puerta del tren de aterrizaje principal y los tubos de torsión del tren de aterrizaje principal. Se utilizan parches pequeños en las esquinas del pozo de la rueda de engranaje principal, sobre los agujeros de aligeramiento en el borde posterior del ala en la nervadura de la raíz, a lo largo de los bordes de los accesorios de ala en el lado externo de la nervadura de la raíz, Los orificios de iluminación justo delante de las

solapas. El aislamiento de caucho esponjoso se coloca entre la banda corrugada y las aletas de ala en el área del pozo de rueda.

## **PRECAUCIÓN**

Son reemplazados cuando los materiales de protección contra el humo, como se describió anteriormente, han sido dañados o eliminados, se requiere reemplazo inmediato.

- b.** Inspeccione los tornillos en las cubiertas de acceso al cortafuegos de acuerdo con la carta de servicio ME72-11 (asegúrese de que los tornillos tengan la longitud y el tipo adecuados para evitar que la línea de combustible se enfríe).
- 2.** Inspeccionar los revestimientos de las alas, los accesorios de fijación del ala, el accesorio del tanque de la punta, la aleta y el alerón fijar los accesorios para las grietas y los daños visibles.
- 3.** Inspeccione el pozo de la rueda, las tuberías de líquido y las mangueras para ver si hay fugas, grietas, abolladuras, torceduras, rozaduras, decoloración o blanqueo, radio adecuado, seguridad, corrosión, deterioro y materiales extraños.
- 4.** Inspeccionar los pernos de aleta de ala para la seguridad y asegurar que no están funcionando. Par de apriete 60 = 5 pies - libras y pernos de larguero trasero 175 = 15 pulgadas – libras.

**NOTA:** Al comprobar el par de torsión en los pernos de los largueros, aflojar siempre la tuerca primero, luego comprobar el par de apriete. Los pernos de los largueros se instalan en posición de corte. No sobre torque. Es posible que los pernos de aleta de ala giren si se aplica un par de torsión a la cabeza del perno.

### **c. Inspección del área del ala y del tope.**

- 1.** Se requieren dos tipos de inspecciones para las alas y el área del alerón. Estas inspecciones, tipo A y tipo B, se describen en los siguientes párrafos. Los intervalos horarios de la aeronave y el tipo de inspección a realizar se muestran en las tablas del tema 5.4.1 y 5.4.2.

### **6.10.1 Inspección tipo A**

La inspección de tipo A es una inspección visual limitada del ala y de la estructura del ala del tope.

Utilice los siguientes procedimientos:

- a. Inspeccione toda la estructura del ala exterior para detectar grietas y áreas dañadas.
- b. Inspeccione los sujetadores estructurales flojos y fallidos.
- c. Inspeccionar la piel del ala y los empalmes de las grietas, arrugas, tensiones anormales, abolladuras, etc.
- d. Inspeccionar los remaches, especialmente los comunes al larguero delantero y la piel, para remaches sueltos o de trabajo, remaches estirados y grietas alrededor de hoyuelos.
- e. Inspeccione los accesorios de fijación del engranaje y la estructura de soporte para los pernos sueltos, los agujeros alargados de los pernos y el daño del miembro estructural, resultando en daños secundarios tales como los remaches de alto esfuerzo cortante o estirado. Consulte la carta de servicio de CESSNA ME76-2 para localizar posibles grietas y procedimientos de reparación.

### **6.10.2 Inspección tipo B**

La inspección de tipo B es una inspección visual completa del ala y el ala del tope utilizando todos los orificios de acceso disponibles, agujeros de alivio, etc. Para llevar a cabo esta inspección, las carcasas del motor, el carenado del tanque de la punta, la tapa de la espiga del tope del ala, el acumulador de la pila de la batería y el accesorio de desembrague y todas las puertas y paneles de acceso deben ser removidos. Las aletas deben estar completamente extendidas y los alerones libres para moverse para facilitar la inspección. Las áreas sombreadas en cada figura son las áreas críticas a inspeccionar.

Si se detecta una fisura, se debe reparar la estructura utilizando la reparación estructural estándar definida en la sección 7&8, con las siguientes excepciones:

Los accesorios de los largueros de las alas, los accesorios de los tanques de punta, el tren de aterrizaje y los accesorios de fijación, los tubos de empuje y tracción, los aros, las bisagras, los pernos, los remaches, los pasadores y los cojinetes. Cualquier fisura o falla de estos artículos requerirá reemplazo.

## PRECAUCIÓN

Al inspeccionar las áreas críticas (sombreadas) puede ser necesario eliminar el cebador y el colorante.

- a. Inspeccione todas las alas y la estructura del ala del talón para las grietas y las áreas del daño.
- b. Inspeccione los sujetadores estructurales flojos y fallidos.
- c. Vea la Imagen 15. Inspeccionar la piel del ala y los empalmes.
- d. Inspeccionar los remaches, especialmente los comunes al larguero delantero y la piel.
- e. Vea la Imagen 16. Inspeccionar el larguero delantero y el conjunto del borde de ataque.
- f. Vea la Imagen 17. Inspeccionar la estructura de carga del larguero delantero.
- g. Vea la Imagen 18. Inspeccione el ensamblaje del larguero trasero y del borde trasero.
- h. Consulte la Imagen 19. Inspeccionar la estructura de transporte de larguero trasero.
- i. Inspeccionar el pozo de la rueda, especialmente los accesorios de engranajes, las costillas y los largueros.
- j. Vea la Imagen 20. Inspeccione la góndola del motor, especialmente los montajes del motor, los orificios de montaje del acumulador de la clavija y los espacios sombreados.
- k. Ver Imagen 21. Inspeccionar el ala del tope.
- l. Inspeccionar las aletas, especialmente la bisagra, las tijeras, sus accesorios y la barra de empuje y tracción que conecta el conjunto de tijera a la palanca.
- m. Ver Imagen 22. Inspeccionar los alerones

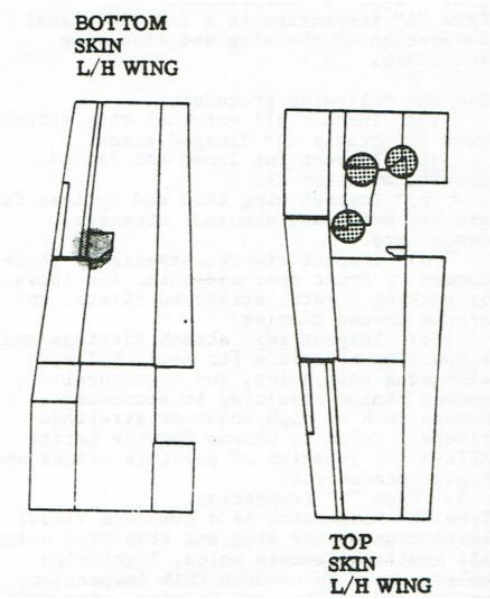


Imagen 15. Piel del ala y Empalmes

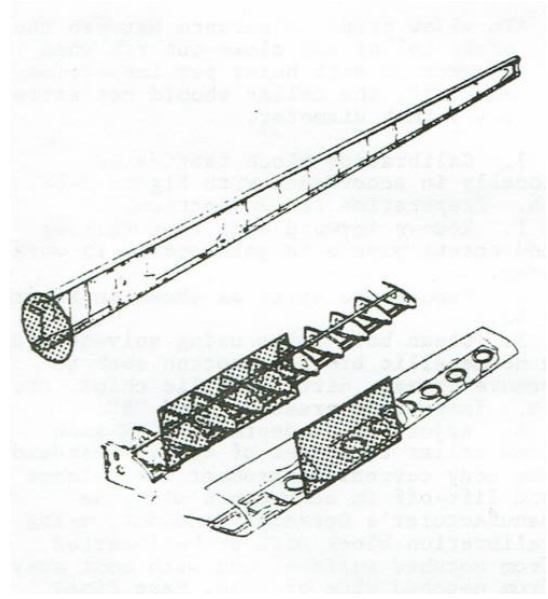


Imagen 16. Montaje del Larguero Delantero y Borde de Ataque

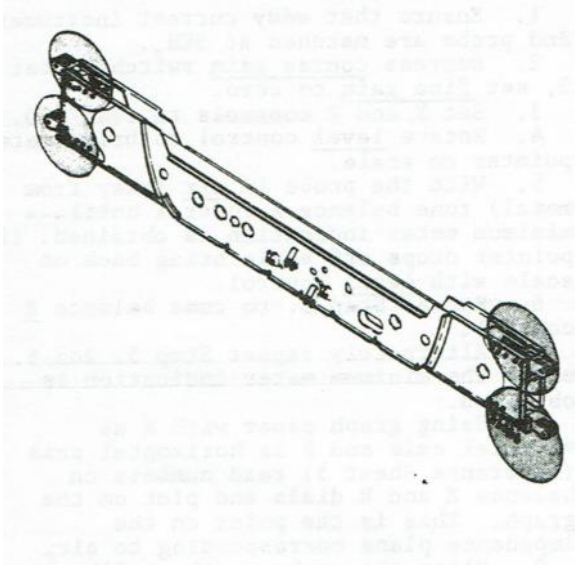


Imagen 17. Estructura de Transporte del Larguero delantero

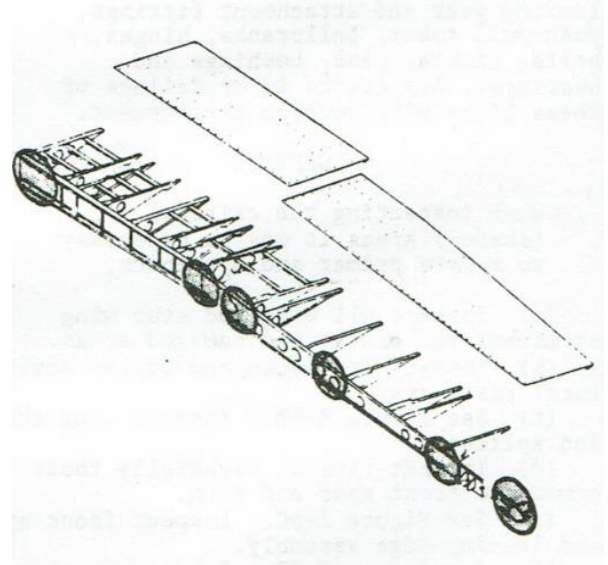


Imagen 18. Larguero Trasero

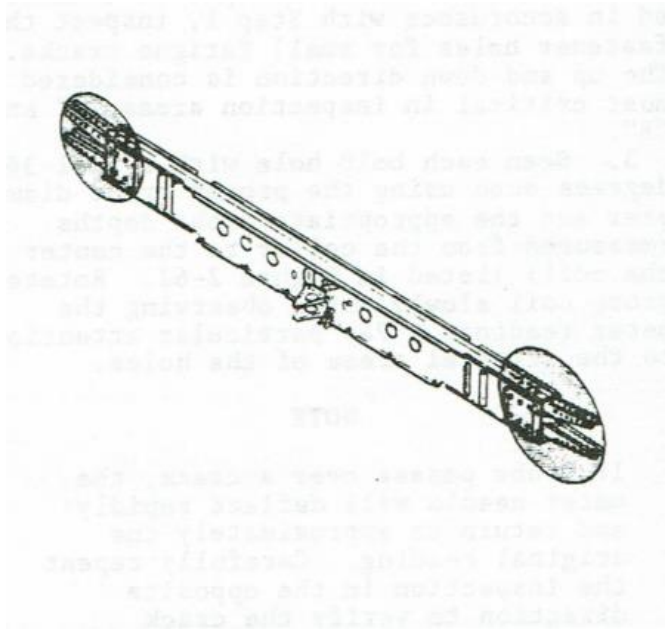


Imagen 19. Estructura de Transporte de Larguero Trasero

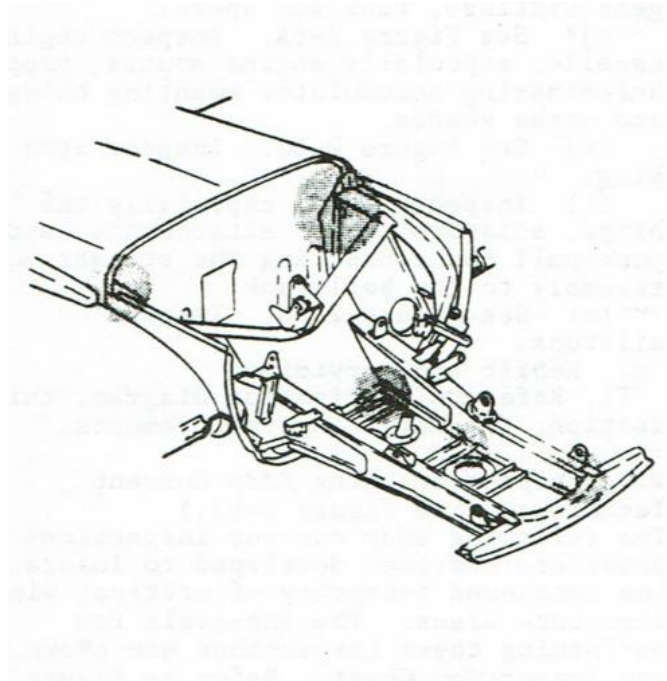


Imagen 20. Góndola del Motor

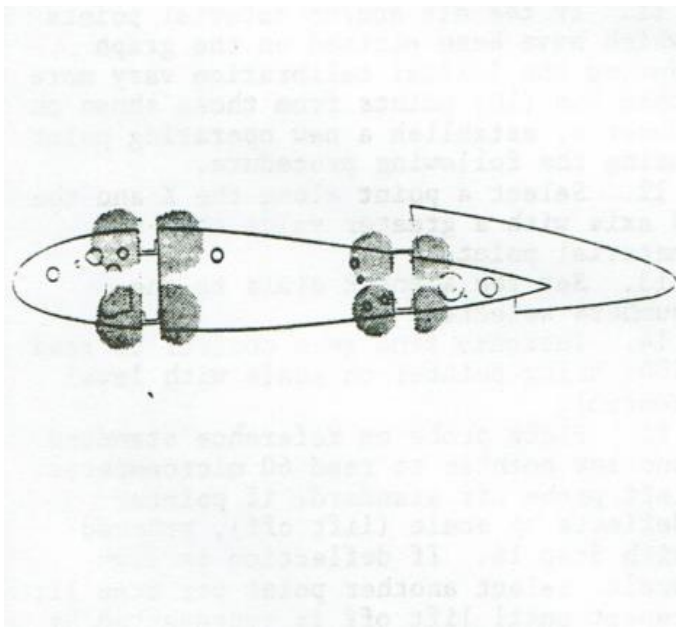


Imagen 21. Ala Corta

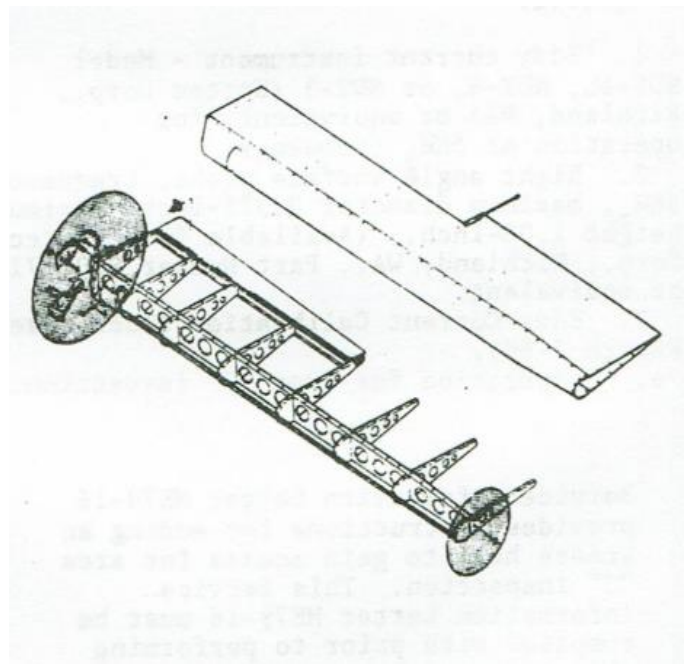


Imagen 22. Alerones

#### **d. Reparación y mantenimiento**

1. Consulte el diagrama de lubricación, esta sección, para los requisitos de mantenimiento.

Inspección de ala usando técnica de corriente de eddy. (Véase la Imagen 23) se ha desarrollado el siguiente procedimiento de inspección por corriente de Foucault para asegurar la integridad continua de las áreas críticas de la estructura del ala. Los intervalos para realizar estas inspecciones se muestran en la tabla de inspección del Imagen 26.

Esta inspección se divide en cuatro partes como sigue:

#### **a) Equipo requerido para realizar inspecciones en las áreas A y B**

1. Detección de grietas - unidad de corriente de Foucault modelo ED-520 magnaflux o equivalente.
2. Sondas:
  - a. 1/4 de pulgada de diámetro con vástago dividido para un ajuste perfecto.
  - b. Diámetro de 3/16 de pulgada con el vástago de la raja para el ajuste cercano.

Para permitir una suspensión adecuada entre el collar de la sonda y la costilla de cierre cuando los agujeros de los pernos de inspección por área de inspección A, el collar no debe exceder los 0,475 pulgadas de diámetro.

3. Bloque de calibración fabricado localmente de acuerdo con la Imagen 27

#### **b) Preparación para la inspección**

1. Retire el carenado de la raíz del ala delantera y los paneles de acceso para acceder al área de trabajo.

Quite los dos pernos como se muestra en la Imagen 24
2. Limpie los orificios de los pernos usando solvente con un cepillo o un bastoncillo de algodón no metálico para quitar grasa, suciedad, virutas metálicas, etc.

#### **c) Áreas de inspección A y B**

1. Ajuste la profundidad de la sonda a 0,07 pulgadas desde el collar hasta el centro de la bobina. Estandarizar el instrumento de corriente de Foucault para equilibrar y despegar de acuerdo con el manual del operador del fabricante, utilizando un bloque de calibración con una sonda insertada desde la superficie con muescas y con la bobina alejada del lado ranura do del orificio. Haga el ajuste final de elevación - apagado empujando la bobina lejos del lado del agujero del sujetador.

El medidor debe leer lo mismo cuando la bobina está en contacto o lejos del lado del agujero. Ajustar la sensibilidad para inducir 100 = 10 micro amperios.

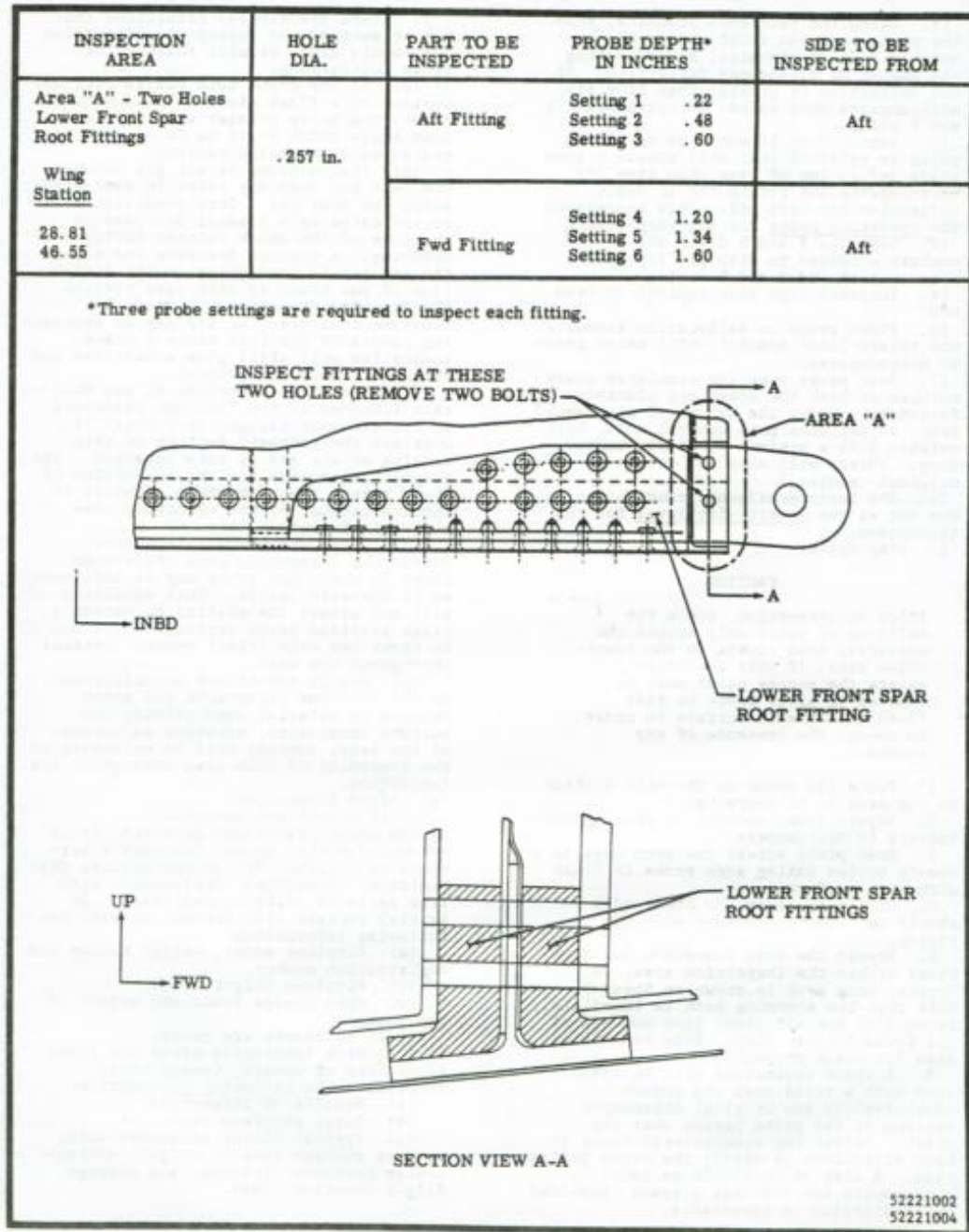
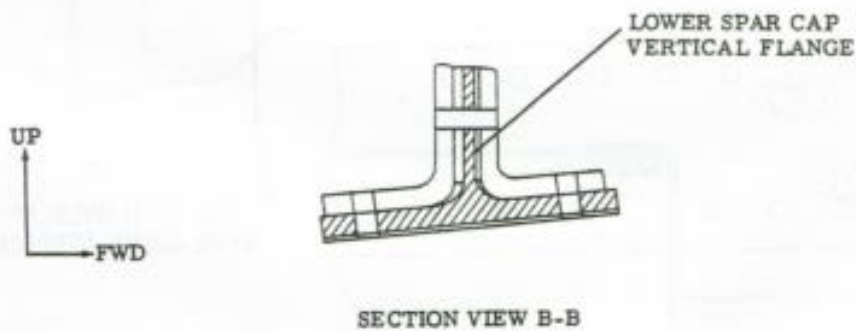
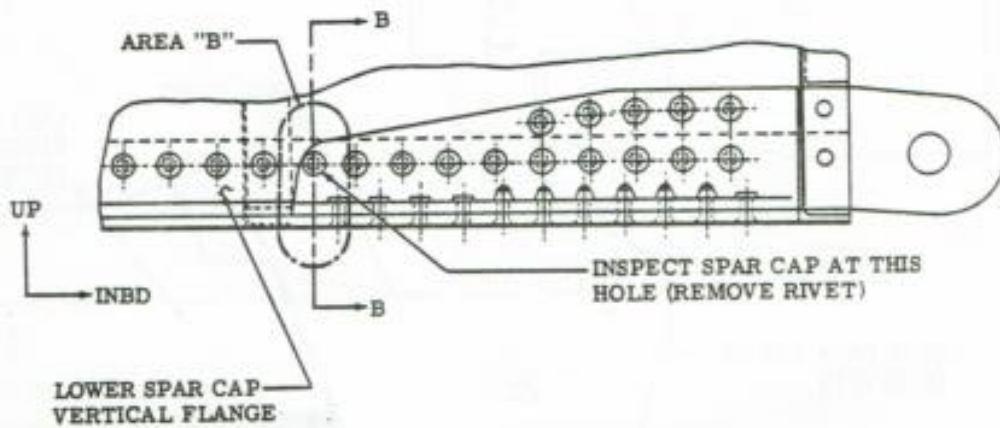


Imagen 23. Área de Inspección del Ala (Hoja 1)

INSPECTION AREA	HOLE DIA.	PART TO BE INSPECTED	PROBE DEPTH IN INCHES	SIDE TO BE INSPECTED FROM
Area "B" - One Hole in the Vertical Flange of Spar Cap  Wing Station 36.88 54.62	.193 in.	Lower Spar Cap - Vertical Flange	.30	Aft



52221002  
52221003

Imagen 24. Área de Inspección del Ala (Hoja 2)

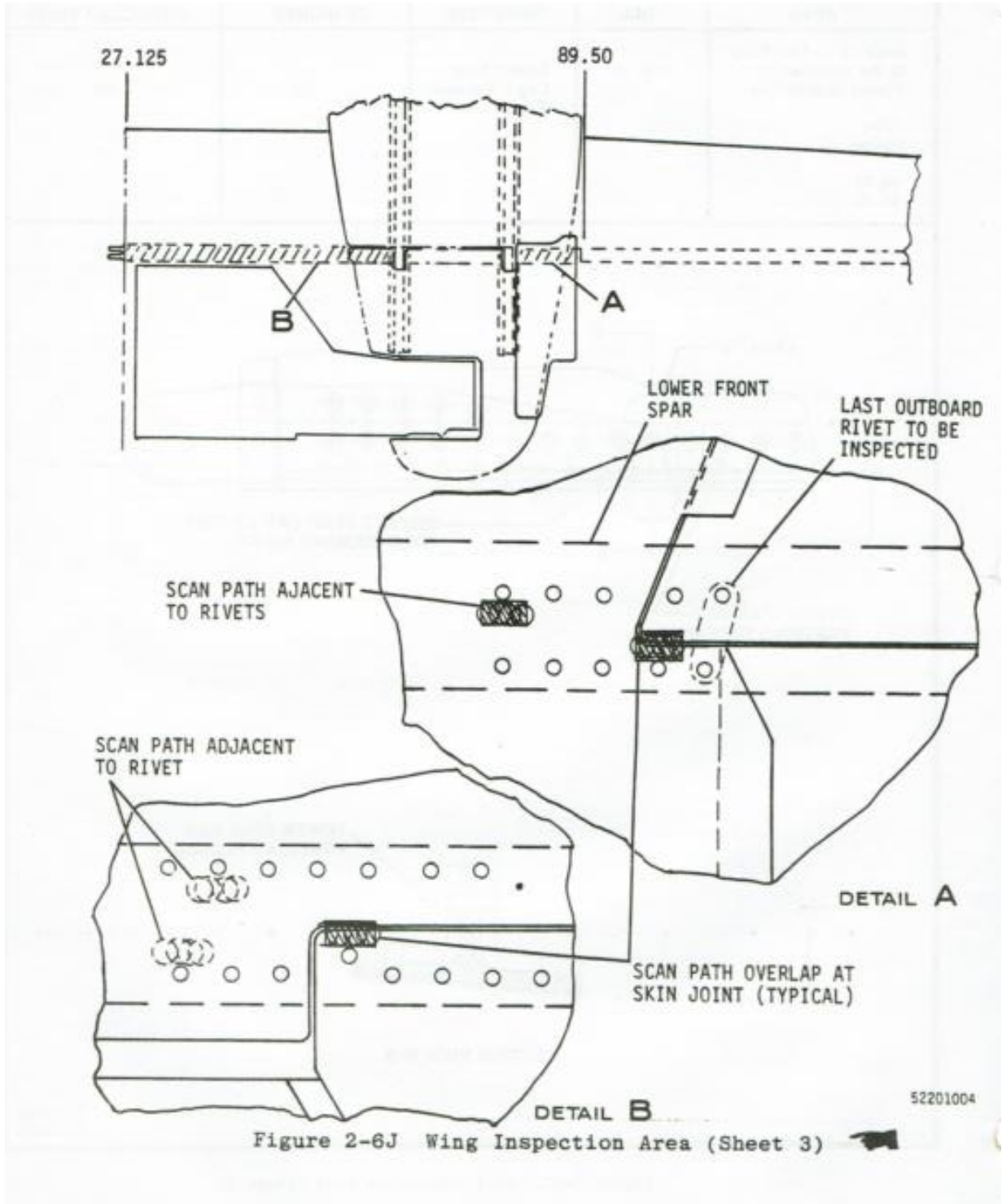


Imagen 25. Área de Inspección del Ala (Hoja 3)

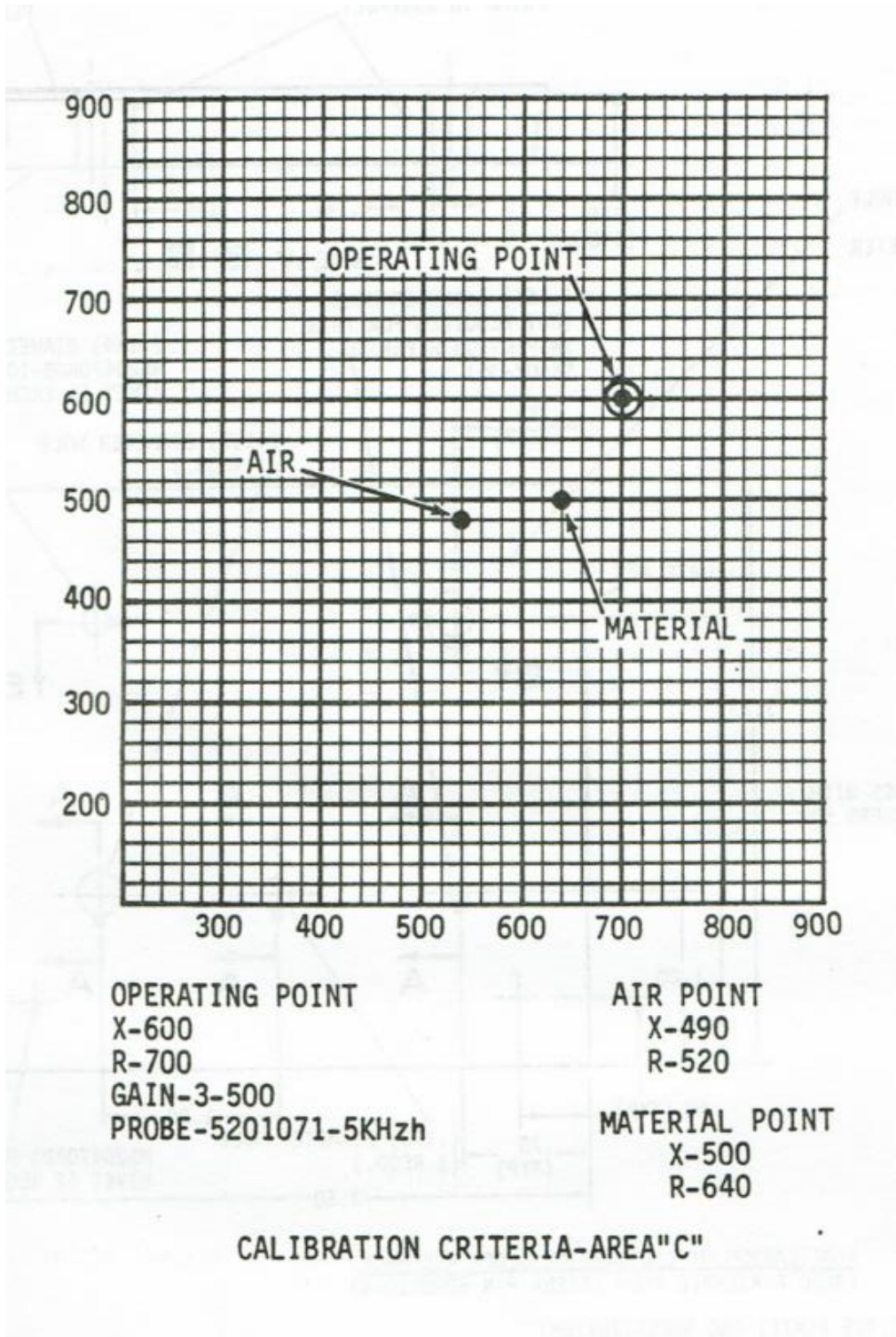


Imagen 26. Área de Inspección del Ala (Hoja 4)

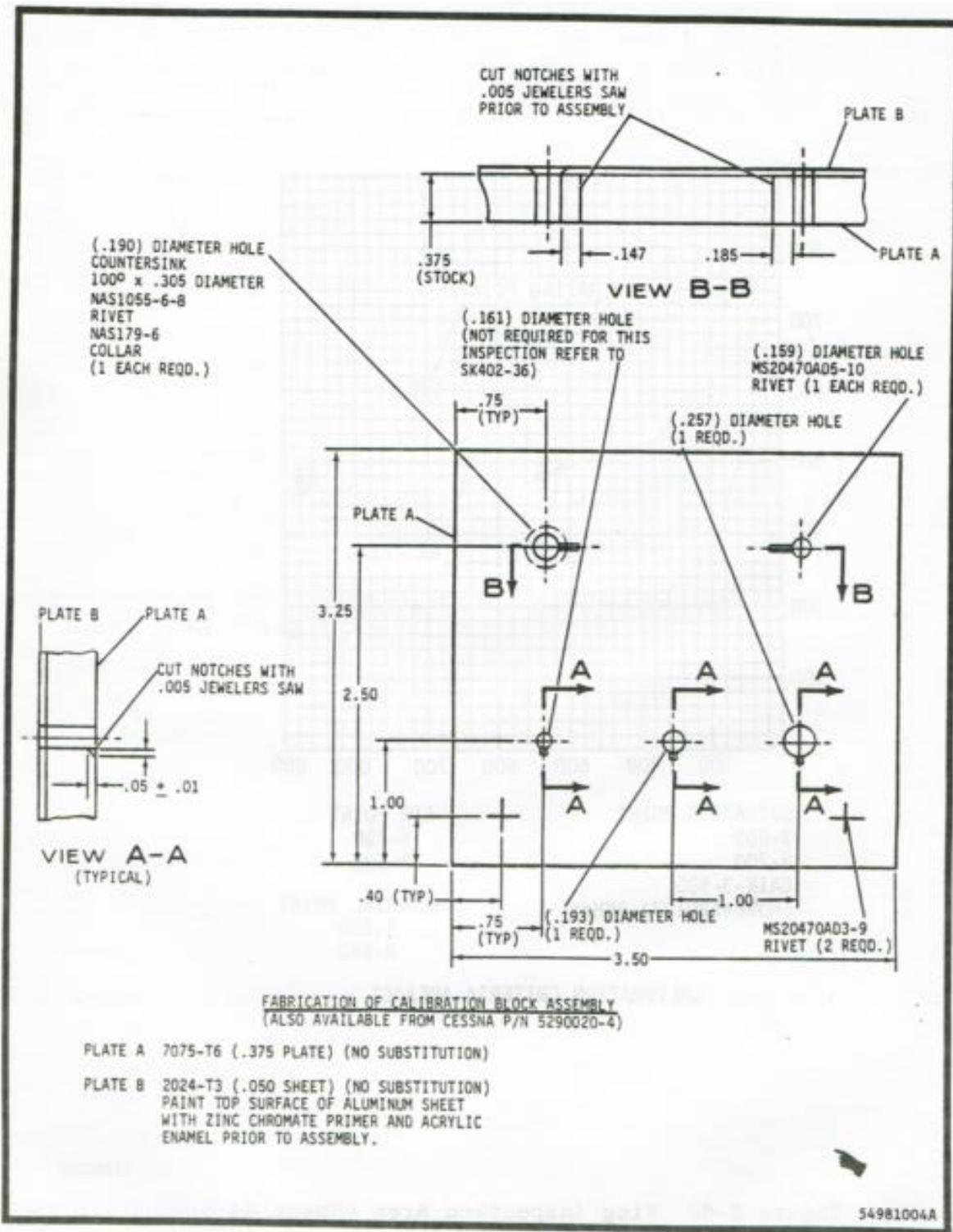


Imagen 27. Fabricación de Bloques de Calibración de Corrientes (Eddy Current).

## 7 Chequeo por sobre velocidad

- a. tren de aterrizaje
  - 1. Muñón y soportes - inspección de grietas, seguridad y evidencia de daños estructurales
  - 2. Puerta y accesorios - inspeccionar si hay sujetadores sueltos o fallidos, grietas, bucles y evidencia de daños estructurales
  - 3. Verificar la libertad de movimiento y realizar un control operacional
  
- b. Fuselaje
  - 1. Radomo - inspeccionar el pandeo, abolladuras sueltas o fallas en los sujetadores y cualquier evidencia o daño estructural
  - 2. Todas las puertas de acceso con bisagras - inspeccionar las bisagras, los puntos de fijación de las bisagras, los cierres y las pruebas de daños estructurales
  
- c. Nacelles
  - 1. Pielés - inspección para pandeo, grietas, sujetadores flojos o fallidos e indicaciones de daño estructural
  - 2. Filetes y carenados - inspeccionar el pandeo, abolladuras, grietas y sujetadores flojos o fallidos
  
- d. Estabilizadores
  - 1. Estabilizadores - inspeccionar las pieles, las bisagras y los accesorios, los pesos móviles de la masa superficial y la estructura de fijación para grietas, abolladuras, pandeo, sujetadores flojos o fallidos y evidencia de daños estructurales
  
- e. Alas
  - 1. Solapas - inspeccionar el pandeo de la piel, grietas, sujetadores sueltos o fallidos, accesorios y estructura para daños
  - 2. Comprobar la libertad de movimiento

### 7.1 Severas turbulencias y / o controles de maniobras

- a. Estabilizadores
  - 1. Estabilizadores horizontales accesorios de bisagra accesorios del actuador y sección central del estabilizador - inspeccionar la seguridad, sujetadores sueltos o fallidos y cualquier evidencia de daño estructural

2. Estabilizador vertical - inspeccionar la presencia de daños estructurales, hebillas de la piel y la seguridad en los accesorios primarios en tailcone. Pernos sueltos o fallidos, daños en las bisagras y accesorios del actuador
3. Elevador y estructura del soporte del peso del equilibrio del timón - inspección para la seguridad, sujetadores flojos o fallados y evidencia del daño estructural

b. Alas

1. Accesorios de ala a carrocería y estructura de soporte - inspección de seguridad, fijaciones sueltas o fallidas y evidencia de daños estructurales
2. Borde de arista - inspeccione cualquier deformación que afecte el funcionamiento normal de la aleta y el alerón

## **8 Investigación de Daños.**

Después de una limpieza a fondo del área dañada, todas las partes estructurales deben ser examinadas cuidadosamente para determinar la extensión del daño. Con frecuencia, la fuerza que causa el daño inicial se transmite de un miembro a otro, causando tensiones y distorsión.

Se pueden transmitir a la extremidad del miembro estructural tensiones anormales incurridas por fuerzas de choque o de impacto sobre una nervadura, mamparo o estructura similar, dando como resultado daños secundarios tales como flujos cortados o estirados, orificios de perno alargados, placa de piel enlatada o mamparos. Los puntos de fijación deben ser examinados especialmente para la distorsión y la seguridad de los cierres en las áreas de daño primario y secundario

### **Definición de Daño**

El daño estructural a la aeronave se divide en las siguientes clasificaciones:

- a) Se considerarán daños insignificantes los daños que no afecten a la aeronavegabilidad de la aeronave y se pueden permitir reparaciones sencillas tales como la eliminación de abolladuras, grietas en partes no estructurales.
- b) Los daños reparables mediante parches serán considerados daños que pueden ser reparados cubriendo o reforzando una parte de la aeronave
- c) los daños reparables por inserción se considerarán daños que requieran la sustitución de una sección por el material de reparación correcto
- d) el daño que requiera el reemplazo de piezas será considerado como un daño no reparable por parche o inserción, pero el puede ser reparado instalando una pieza nueva o reacondicionada. si una pieza o área de un ensamblaje está dañada en la medida en que requiere reemplazo no puede ser hecha debido a los requisitos de la herramienta y de la plantilla, el conjunto entero debe ser substituido.

### **8.1 Preparación del área de daño para reparaciones**

Preparar un área para la reparación, examinar y clasificar el daño. Realice un control minucioso antes de comenzar las reparaciones. En algunos casos, un reemplazo cuando después de la extracción, una inspección más cercana indica que la pieza puede ser reparada.

Tomar más tiempo para la estimación de daños y ahorrar horas hombre en las reparaciones. Preparar un área de daño para parche o insertar reparaciones:

## **Ala**

Las alas son de metal, completamente voladizo completo, construcción de tipo semimonocasco utilizando dos escapes principales. Cada ala consta de un panel de alerón, alerón, aletas, góndola de motor, tren de aterrizaje. El tren de aterrizaje se fija y vuelve a encajar en el ala.

### **Aberturas de acceso**

Las aberturas de acceso con placas de cubierta extraíbles están situadas en la parte inferior del ala entre la costilla de la raíz y la sección de la punta. Estas aberturas permiten el acceso a los alerones de alerones, alas de aleta, cableado eléctrico, poleas, cables e inspección de la estructura interna. Hecho en la estructura del ala del borde de arrastre en el área de la aleta, el acceso parcial se puede poner disponible para la reparación quitando el alerón.

### **8.1.1 Piel de ala**

Toda el ala, el alerón y el espesor y el temperamento de la piel de la aleta se enumeran en la Imagen 28

#### **A. Daño insignificante**

Cualquier arruga lisa en la piel del ala que esté libres de grietas, abrasiones y esquinas afiladas que no sean arrugas de estrés y no interfieran con ninguna estructura interna o mecanismo, pueden considerarse daños insignificantes. En áreas de baja deformación, se pueden inclinar los bordes afilados que después de recortar o detener la perforación pueden ser considerados insignificantes si el área de daño es al menos un diámetro del círculo cerrado lejos de todas las líneas de remaches existentes. La parada de perforación se considera una reparación temporal.

#### **B. Daño reparable**

El daño de la piel por delante del larguero delantero y también donde el aspecto óptimo se desea debe ser reparado por el método de inserción. Las reparaciones típicas de inserción son ilustradas en la Imagen 29. El daño de la piel a popa del larguero delantero que excede el límite de daños insignificante pero no es lo

suficientemente extenso como para requerir el reemplazo de un panel de piel se puede reparar mediante parches. Las reparaciones típicas del ala se ilustran en la parte posterior de la sección.

### **C. Daños que requieran el reemplazo de piezas**

Si la piel es extensamente dañada, las reparaciones deben ser hechas substituyendo un panel entero de la hoja de un miembro estructural al siguiente. Las costuras de reparación deben estar situadas a lo largo de miembros de refuerzo o mamparos, y cada costura debe hacerse exactamente igual con respecto al tamaño del remache, espaciamiento y patrón de remache como la costura fabricada en los bordes de la hoja original. Si las dos costuras fabricadas son diferentes, la más fuerte debe ser copiada

## **8.1.2 Costillas de ala**

Todas las tribus, excepto las que están expuestas a la rueda, contienen agujeros de iluminación con bridas. Los bordes superiores e inferiores de todas las nervaduras sirven como tiras de tapón además de proporcionar rigidez a la nervadura. La piel remachada directamente a cada reborde de nervadura proporciona la resistencia celular para cada bahía de costilla sucesiva. Los segmentos de nervio de la nariz, del centro y del borde de arrastre se rigen juntos a través de los largueros delantero y trasero para formar las secciones básicas del perfil aerodinámico. Los largueros extruidos en espuma refuerzan la piel entre las costillas.

### **A. Daño insignificante**

Cualquier abolladura lisa en la costilla del ala que esté libre de grietas, abrasión y esquinas afiladas que no sean arrugas de estrés y no interfieran con ninguna estructura interna o mecanismo, puede considerarse como un daño insignificante. En áreas de baja intensidad de tensión, grietas, rasguños profundos o abolladuras afiladas profundas, que después de cortar o detener la perforación pueden ser encerrados por un círculo de dos pulgadas, puede considerarse insignificante si el área de daño es al menos un diámetro del círculo envolvente de distancia de todas las líneas de remaches existentes. La parada de perforación se considera una reparación temporal.

## **Daño reparable**

Las reparaciones de las bridas de los nervios de las alas se muestran en las Imagen 30 y Imagen 31. Antes de reparar cualquier intento, todas las grietas o rasguños profundos deben ser taladrados con un taladro de 3/32 pulgadas, y todas las esquinas afiladas y los bordes irregulares deben recortarse y desbastarse.

## **Daños que requieran la sustitución de piezas**

Partes tales como refuerzos, costillas pequeñas, clips y soportes deben ser reemplazados si su daño excede el especificado como despreciable. Estas partes debido a su tamaño, por lo general son poco prácticos para la reparación. En muchos casos puede ser considerable menos que el dañado para repararlo. Esto se debe considerar cuidadosamente antes de hacer cualquier reparación si es solamente una pequeña parte o un componente completo.

### **8.1.3 Aletas y alerones**

#### **A. Daño insignificante**

Las abolladuras y melladuras de piel menores se consideran insignificantes y se pueden elaborar mediante bruñido.

#### **B. Daño reparable**

El daño de la piel que excede el daño considerado insignificante puede ser reparado mediante parches. Las reparaciones cutáneas típicas se ilustran en la parte posterior de la sección

#### **C. Daños que requieran la sustitución de piezas**

La piel deformada y agrietada, las costillas, los soportes de bisagra y los tubos de torsión son elementos reemplazables. Cualquier daño que cubra más de la mitad de la unidad requerirá el reemplazo de toda la unidad.

## 8.1.4 Alas

La reparación del daño del eslabón que afecta al alineamiento del ala del ala no se debe intentar en el campo. Las reparaciones de largueros autorizadas se ilustran en la parte posterior de la sección.

### **Grupo de colas**

El grupo de la cola del todo-metal es un diseño lleno del voladizo, consistiendo en la disposición convencional de la aleta y del timón vertical, del estabilizador horizontal y de los elevadores. El elevador y el timón derechos ambos contienen las lengüetas regulables de vuelo, accionadas por un sistema de cables y poleas controlados de las ruedas de control de la pestaña del piloto.

### **Aleta vertical y grupo dorsal**

La aleta vertical y el área dorsal construidos conjuntamente para formar una sola unidad. Básicamente, la unidad consiste en espigas de metal de hoja formadas y nervios a los que se une la piel exterior. El larguero delantero está reforzado en su extremo de raíz perforado para facilitar la instalación de dos pernos de fijación. La rigidez a la totalidad de la aleta y el conjunto dorsal se proporciona por la unión de las pieles y la piel del borde delantero

#### **A. Daño insignificante**

Se consideran insignificantes las abolladuras y melladuras de piel menores y se elaborarán mediante bruñido

#### **B. Daño reparable**

El daño de la piel, que excede el daño considerado insignificante, puede ser reparado mediante parches. Las reparaciones cutáneas típicas se ilustran en la parte posterior de la sección.

#### **C. Daños que requieran el reemplazo de piezas**

La piel deformada y agrietada, las costillas, los soportes de bisagra y los tubos de torsión son elementos reemplazables. Cualquier daño que convierta más de la mitad del timón requerirá la sustitución del timón.

## 8.1.5 Estabilizador horizontal

### A. Daño insignificante

Las abolladuras lisas en la piel del estabilizador horizontal que estén libres de grietas, abrasiones y esquinas afiladas, que no sean arrugas por estrés y no interfieran con ninguna estructura o mecanismo interno, pueden considerarse daños insignificantes

En zonas de baja intensidad de tensión, grietas, arañazos profundos o abolladuras profundas y profundas, que después de recortar o detener la perforación pueden encerrarse en un círculo de dos pulgadas, puede considerarse insignificante si el área dañada es al menos un diámetro del círculo envolvente lejos de todas las líneas de remaches existentes. La parada de perforación se considera una reparación temporal

### B. Daño reparable

El daño de la piel, que excede el daño considerado insignificante, puede ser reparado mediante parches. Las reparaciones típicas de la piel se ilustran en la sección de la sección. No se recomienda la reparación o empalme de los estabilizadores de los estabilizadores horizontales. Se puede obtener acceso a la estructura estabilizadora interna retirando una parte de los remaches a lo largo del larguero trasero y las costillas y retrocediendo la piel. Mediante el uso de las barras de tronzado adecuadas a través de los agujeros en la banda de larguero, las pieles pueden estar cerradas con un mínimo de remaches ciegos.

### C. Daños que requieran el reemplazo de piezas

Las extrusiones, los soportes de higiene, la lengüeta del estabilizador, el larguero y las costillas deben reemplazarse en lugar de repararse. En general, cuando las partes están disponibles, las reparaciones más fáciles y más satisfactorias se pueden lograr reemplazando las partes de daños

## 8.1.6 Ascensores

### A. Daño insignificante

Las depresiones suaves en la piel del ascensor que estén libres de grietas, abrasiones y esquinas afiladas, que no sean arrugas por estrés y no interfieran con ninguna estructura o mecanismo interno, pueden considerarse daños insignificantes. En áreas de baja intensidad de presión, grietas, rasguños profundos o abolladuras profundas y profundas, que después de recortar o detener la perforación pueden ser encerrados por un círculo de dos pulgadas, se puede considerar que el área de daño es insignificante es al menos un diámetro del círculo envolvente alejado de todas las líneas de remaches existentes. La parada de perforación se considera una reparación temporal. La excepción al daño insignificante en la tela en los accesorios de la bisagra o en el nervio de la punta, en la zona, tampoco puede ser considerada insignificante.

### B. Daño reparable

El daño de la piel, que excede el daño considerado insignificante, puede ser reparado mediante parches. Las reparaciones cutáneas típicas se ilustran en la parte posterior de la sección.

### C. Daños que requieran el reemplazo de piezas

La piel deformada y agrietada, los soportes de las bisagras de las costillas y los tubos de par son artículos reemplazables. Cualquier daño que cubra más de la mitad del ascensor requerirá el reemplazo de los ascensores.

## 8.1.7 Fuselaje

El fuselaje es de construcción semi-monocasco que consiste en mamparo formado, largueros longitudinales, canales de refuerzo y chapados de piel. La sección delantera del fuselaje consiste en la estructura del fuselaje desde la nariz hasta la estación 100.00 del fuselaje. Los mamparos, canales y extrusiones formados constituyen los elementos de bastidor del área de cabina.

### A. Daño insignificante

Cualquier abolladura lisa en la piel del fuselaje que esté libre de grietas, abrasiones y esquinas afiladas, que no sean arrugas de estrés y no interfieran con ninguna estructura o mecanismo interno, pueden considerarse daños insignificantes. En áreas de baja intensidad de tensión, grietas, rasguños profundos o abolladuras profundas y profundas, que después de recortar o detener la perforación pueden encerrarse en un círculo de dos pulgadas, puede considerarse negligente si el área de daño está en un diámetro del círculo envolvente lejos de todas las líneas existentes del remache. La identificación de la perforación de la tapa consideró una reparación temporal.

#### **B. Daño reparable**

Las arrugas suaves que se producen en los paneles de piel superior o inferior en la formación de bahía de los estabilizadores horizontales y que se extienden a través de las esquinas (zonas de los hombros) pueden repararse mediante la adición de un larguero. Una arruga, que es desmontable a mano, debe ser reforzada por un ángulo de extrusión de 1/2 x 0,050 pulgadas 2 05 \ 024-T42. El ángulo debe ser insertado a proa ya popa a través del centro de la arruga y debe extenderse hasta dentro de 1/6 a 1/8 de pulgada de los mamparos del fuselaje que comprenden los extremos de la bahía. Si las arrugas no se pueden quitar a mano, el área de daño debe ser reparado.

#### **C. Daños que requieran la sustitución de piezas**

Todas las piezas forjadas y fundidas de cualquier material y partes estructurales hechas de acero deben ser reemplazadas. Los miembros estructurales de naturaleza complicada que han sido distorsionados o arrancados deben ser reemplazados. Los daños mayores a la piel deben ser reparados reemplazando toda la hoja de daño.

**NOTA:** Cuando se reemplazan paneles enteros de piel, se requiere la duplicación del borde delantero en la hoja original. En efecto, este cambio es un miembro estructural, que lleva cargas específicas a través de las áreas abiertas.

### **8.1.8 Mamparos**

Los mamparos se componen de secciones de canal "U" formadas. El principal material de construcción es la aleación de aluminio 2 024-O, que después de la conformación es tratada térmicamente a una condición 2 024-T42. Todas las cabezas de proa del fuselaje son de chapa o de metal reforzado.

#### **A. Bandas y bridas de mamparo agrietadas**

Se muestran en la parte posterior de la sección métodos aceptables de reparación de diversos tipos de grietas que se producen en servicio. Se debe perforar un agujero pequeño (3/32 pulgadas) en los extremos de las grietas para evitar que se extienda más. El refuerzo debe ser añadido para transportar el rasgado a través de la porción de daño y rigidizar las articulaciones. La condición que permite que tales grietas se desarrollen en un punto particular puede ser la concentración del esfuerzo en ese punto, junto con una repetición de la tensión (tal como proceder por vibración de la estructura)

**NOTA** :Un aumento en el grosor de la hoja solo es usualmente beneficioso, pero no remedia necesariamente las condiciones que conducen al craqueo. Generalmente se emplean reparaciones tipo parche y generalmente son satisfactorias para restaurar las características de resistencia del material original.

**D. Varios canales doblados, doblados o rotos**

Si es posible, se deben quitar las porciones de tabique herméticamente dobladas, dobladas o rasgadas y se debe instalar una sección de reemplazo en la junta de empalme original. Si esto no está justificado, el corte de la parte dañada y la inserción de una parte recortada de la sección original, reforzadas por placas de empalme o dobladores, resultarán satisfactorias. Esto se conoce como reparación de tipo de inserción.

### **8.1.9 Tren de aterrizaje**

Los engranajes principales son llevados por las alas y se alojan dentro de los pozos de rueda de ala cuando se retraen. Esos engranajes se retraen en el pozo de la rueda delantera del fuselaje. Las puertas que cubren los pozos se consideran partes de los conjuntos de tren de aterrizaje, pero los pozos son características estructurales de las alas y el fuselaje.

**A. Reparaciones del tren de aterrizaje**

Los accesorios del tren de aterrizaje están compuestos de partes que no se consideran reparables. Las reparaciones menores son permitidas en las puertas, pero cuando se reinstalan no debe haber distorsión que impida el funcionamiento perfecto.

### **8.1.10 Piezas de fibra de vidrio**

El cono de la nariz, las puntas de empenaje, carenados, conductos de calor y otras partes de la aeronave están hechos de fibra de vidrio.

**NOTA** :No se recomienda reparar el radomo. Debido al diseño ya las propiedades físicas, un radomo tendrá cierto espesor eléctrico para un cierto rango estrecho de frecuencias de operación. Esta es la razón por la cual los radones de banda C no darán un rendimiento óptimo con el radar de banda X y viceversa.

#### **A. Daño reparable**

Las piezas de fibra de vidrio dañadas pueden ser reparadas por los métodos ya conocidos. Si las piezas están pintadas, quite la pintura y limpie con arena un área por lo menos dos pulgadas más allá del borde del recorte. Prepare el tamaño necesario y el número de parches de tela de vidrio. Mezcle una cantidad suficiente de resina de acuerdo con las instrucciones del fabricante

#### **Advertencia**

Siempre siga las instrucciones de mezcla del fabricante con cuidado, ya que la mezcla de peróxido y cobalto juntos resultará en fuego espontáneo.

Asegúrese de que sus manos estén libres de aceite, grasa y suciedad. Aplique una capa uniforme de resina en el área sombreada. Impregnar todos los parches de tela de vidrio, poniéndolos en un papel claro y trabajar la resina a través de la tela con un cepillo pequeño. Coloque el parche más grande sobre el área del recorte, el trabajo de todas las burbujas de aire y las arrugas. Si el corte es lo suficientemente grande como para causar que el parche se caiga, coloque un soporte adecuado detrás del área de reparación. Cubra el soporte con cera de automóvil o papel encerado para evitar que la resina se adhiera al soporte. Aplique el segundo parche sobre el primer parche, etc., elaborando todas las arrugas y burbujas. Después de que todos los remiendos se han aplicado, cepille el área con una capa uniforme de la resina y permita curar. Suavice el área del parche con papel de lija fina hasta que se obtenga el acabado deseado. Repintar el área terminada con la pintura correspondiente.

#### **B. Daños que requieran la sustitución de piezas**

Cuando las partes de fibra de vidrio están rotas o agrietadas sobre una gran área o muestran signos de rigidez mediante el uso de demasiada presión sobre la superficie, las partes deben ser removidas y reemplazadas.

### **8.1.11 Nacelle del motor**

El grupo de la góndola del motor, situado en cada ala, se compone del montaje semi-cantilever del tipo de del cortafuego del acero inoxidable y del grupo del carenado. El aluminio y acero 4130 cad-plated. El carenado se compone de tres secciones, la inferior que incluye las puertas de acceso izquierda y derecha, y la sección de la nariz de dos piezas que se fija en el centro de la capota. Todas las secciones se fijan en el centro del carenado. Todas las secciones se fijan con los sujetadores rápidos Camloc. El cortafuego de la góndola se compone de la hoja de acero inoxidable con un ángulo revestido del aluminio remachado alrededor de su contorno.

#### **A. Daño insignificante**

Las abolladuras menores en los cortafuegos y el carenado, si se enderezan, pueden clasificarse como daños insignificantes. Los arañazos y abolladuras deben ser pulidos

### **8.1.12 Firewall del motor**

#### **A. Reparación de cortafuegos de acero inoxidable**

El cortafuego puede ser reparado usando el parche tipo estructura transparente, de esta sección, lo que proviene que el parche tiene el mismo grosor que el cortafuego y los remaches. Diámetro máximo en los orificios que se pueden enrutar y reparar, las grietas deben ser taladradas y retocadas. Deben sustituirse los parches que tienen grietas que se extienden hasta el borde de la pieza. Máxima longitud permisible de las grietas a ser reparado es de 3 pulgadas.

#### **Sellado del firewall del motor**

El cortafuego del motor debe sellarse con el pro-sello # 700 (compañía de sellado de la costa) usando los siguientes procedimientos:

#### **A. Limpiar el área de la superficie a sellar con disolvente**

- B.** Mezcle 1 parte del agente de curado Pro-seal # 700 con 100 partes de sellante Pro-seal # 700

**NOTA:** Si el sellado se realiza antes de que las partes estén acopladas, utilice suficiente compuesto de sellado para llenar completamente la junta y limpie el exceso después de que las piezas estén acopladas

- C.** Usando una espátula, una pistola de calafateo o una pistola de flujo, aplique un filete de sellador a lo largo de grietas, juntas de costura y filas de remaches.

**NOTA:** Si el sellado se realiza antes de que las piezas estén acopladas, utilice suficiente compuesto de sellado para llenar completamente la junta y limpie el exceso después de que las piezas estén acopladas.

**NOTA:** Si el sellador se aplica con un cepillo o una escobilla, se necesitará más de una capa de sellador sobre material muy poroso. El sellador se debe dejar secar al aire 10 minutos entre capas.

- D.** Pro-seal # 700 es el único sellador autorizado para cortafuegos de acero inoxidable. Si se ha usado otro sellador de sellado # 700, debe retirarse del cortafuegos y volver a sellar con el sellador recomendado

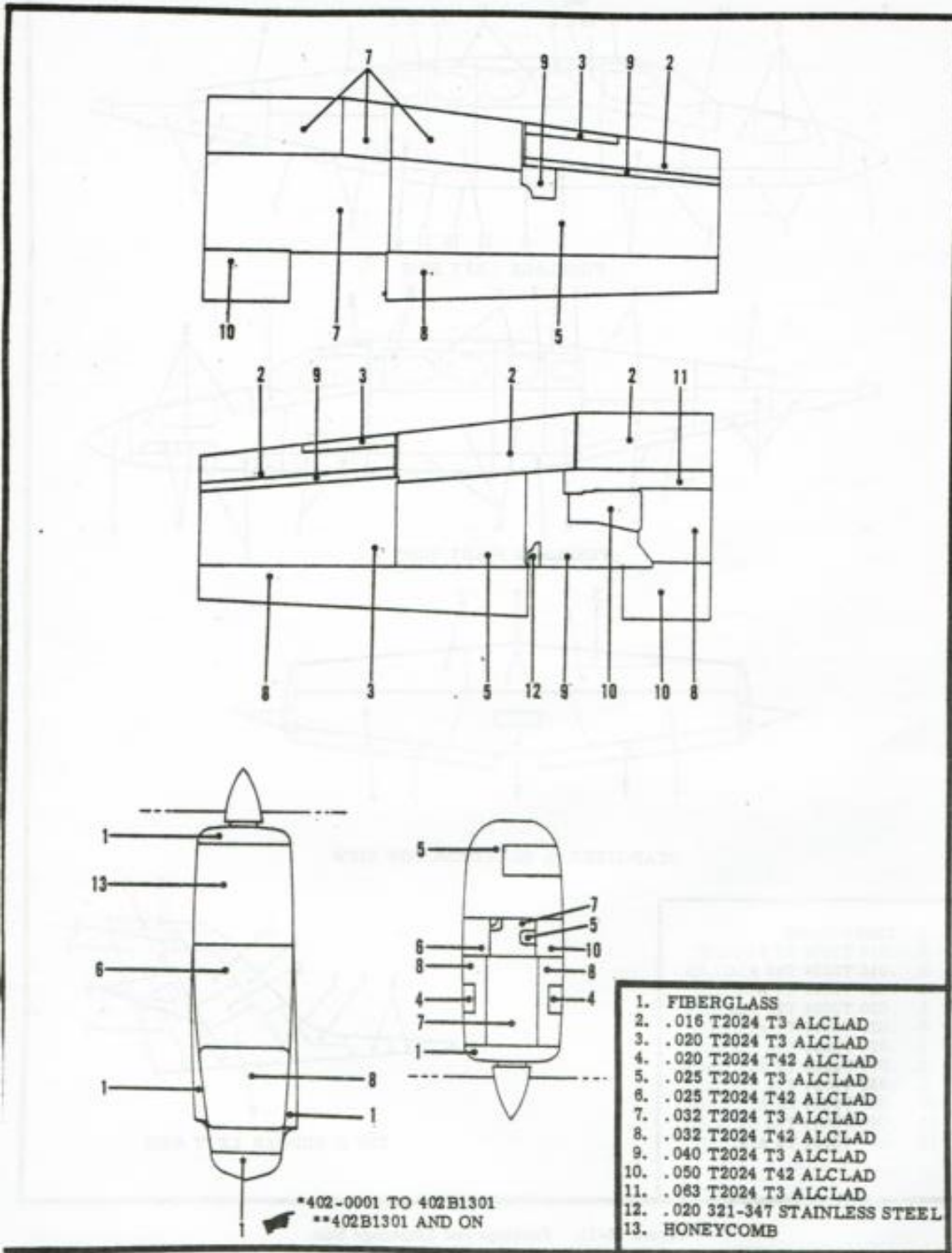


Imagen 28. Piel del Ala

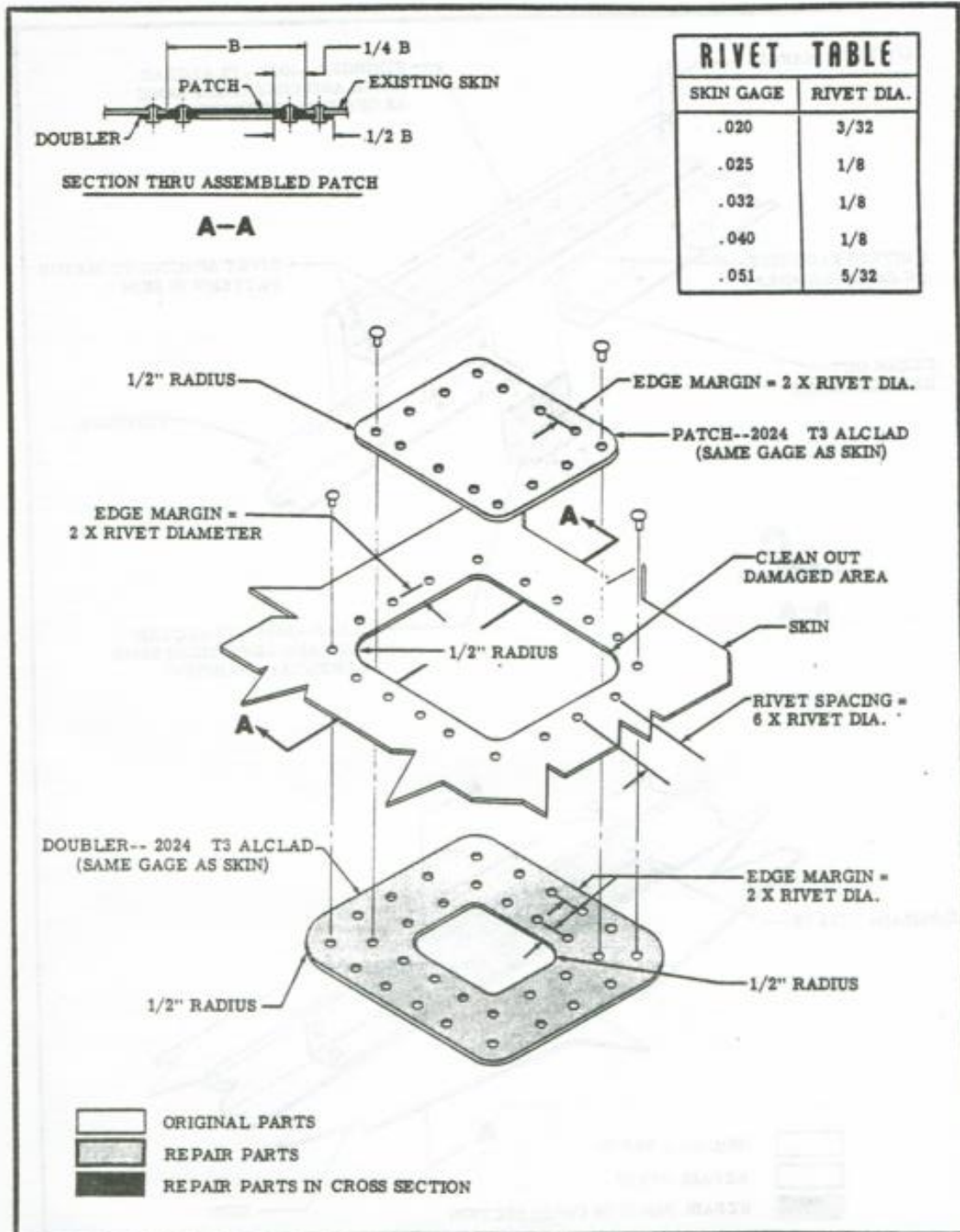


Imagen 29. Parche de Inserción Típico

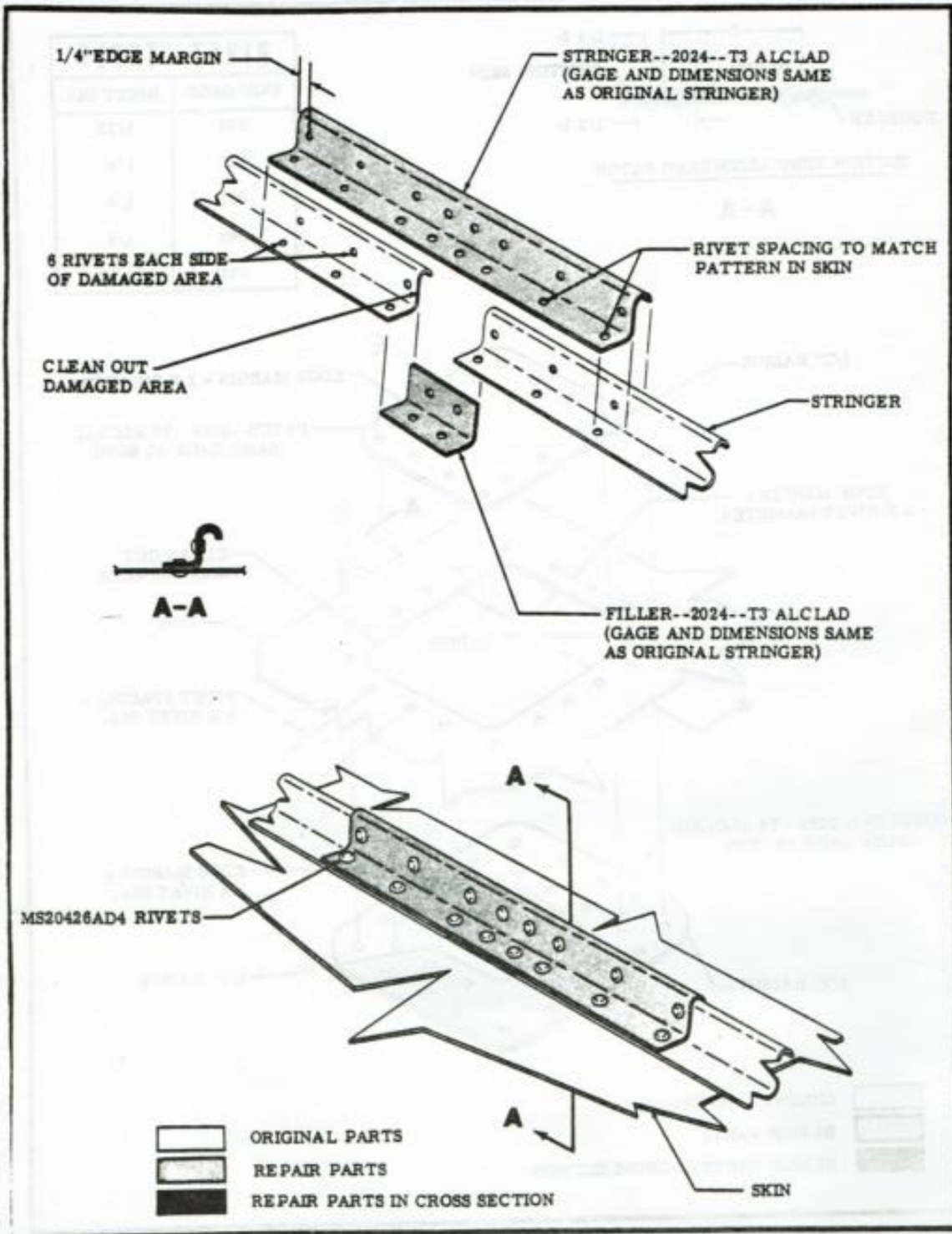


Imagen 30. Ala Típica L.E Reparación de Largueros

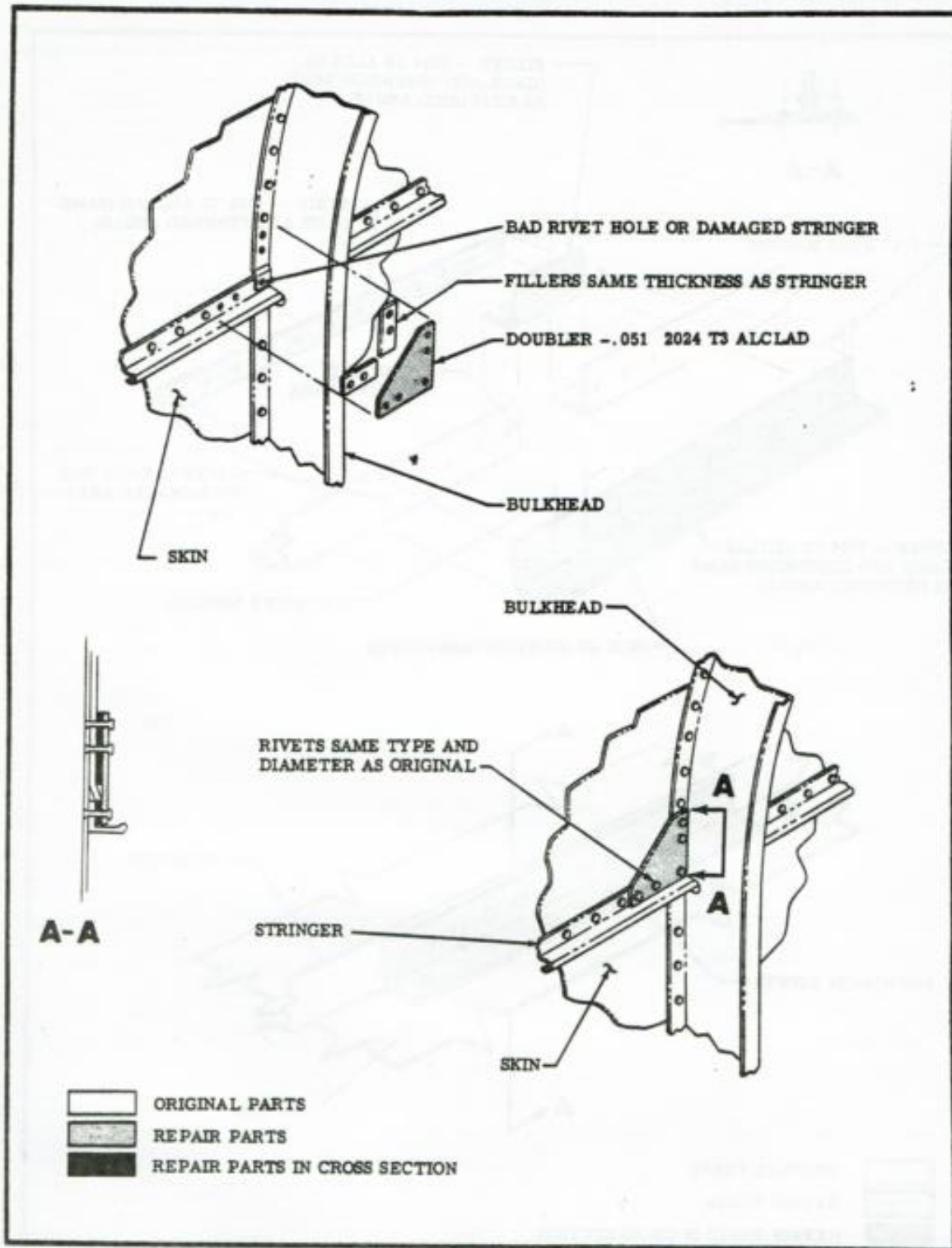


Imagen 31. Reparación Típica de Largueros a Mamparos

# Capítulo 3

## **8.2 Objetivo General**

Elaborar una propuesta de mantenimiento preventivo para una sección de ala de un avión Cessna 402. Tener una herramienta que pueda identificar, analizar y corregir los defectos que se presenten en la sección ala. Reducir el riesgo de un incidente causado por la sección propuesta, tomando las medidas correctas de prevención en el mantenimiento de la aeronave. Eliminar la posibilidad de un servicio de emergencia en la aeronave, por descuido en la sección propuesta. Evitar un potencial gasto por un posible accidente causado por la falta de información y atención del operador.

## **8.3 Objetivo Especifico**

- Recopilar información pertinente al mantenimiento estructural de un Cessna 402B
- Sistematizar la información relacionada con el mantenimiento estructural del modelo Cessna 402B.
- Desarrollar un manual de mantenimiento estructural capaz de predecir los posibles fallos en la sección de ala a revisar.
- Recomendar los cambios necesarios en las tareas de mantenimiento para mejorar la aeronavegabilidad del equipo.
- Documentar el tipo de reparación realizada en la sección de ala

## **8.4 Justificación**

Cada aeronave cuenta con su manual de partes y su manual de mantenimiento en los manuales de partes se encuentra el numero de parte o componente del avión, de modo que es útil para localizar alguna pieza y si es el caso brindar mantenimiento u ordenar una nueva al fabricante según se requiera.

El manual de mantenimiento contiene la información necesaria del servicio, reparación, sustitución, ajuste, inspección, verificación de equipos y sistemas del avión. La información necesaria para el mantenimiento de los quipos del avión está contenida en el manual de mantenimiento.

El manual también contiene información sobre las inspecciones y el mantenimiento de la estructura de la aeronave, sin embargo puede existir algún fallo o necesidad de reparación que no esté contenida en el manual es cuando puede el fabricante emitir un boletín de servicio, que actuara como sugerencia de mantenimiento añadida, de este modo queda una ventana de oportunidad a la falla pues no se emite un boletín si no hasta que ya hay falla existente o accidente.

De manera que es necesario tener una herramienta que pueda identificar, analizar y corregir los defectos que se presenten en la sección alar

1. Porque en el tiempo que preste mis servicios en mantenimiento se observo una falla recurrente en este modelo.
2. No hay una propuesta preventiva para esta sección.
3. Evitaría accidentes.
4. Con esta propuesta se evitara servicio de mantenimiento en estructura dañada.
5. Evitaría gastos innecesarios provocados por fracturas y fallas .
6. Mantendría el aseguramiento de la continua aeronavegabilidad.

# Capítulo 4

## 9 Desarrollo Experimental

El diagrama de flujo de la Tabla 12 muestra el protocolo a seguir para la reparación de una sección alar de un avión CESSNA 402, en ella se describe el paso a paso de la inspección hasta la reparación total.

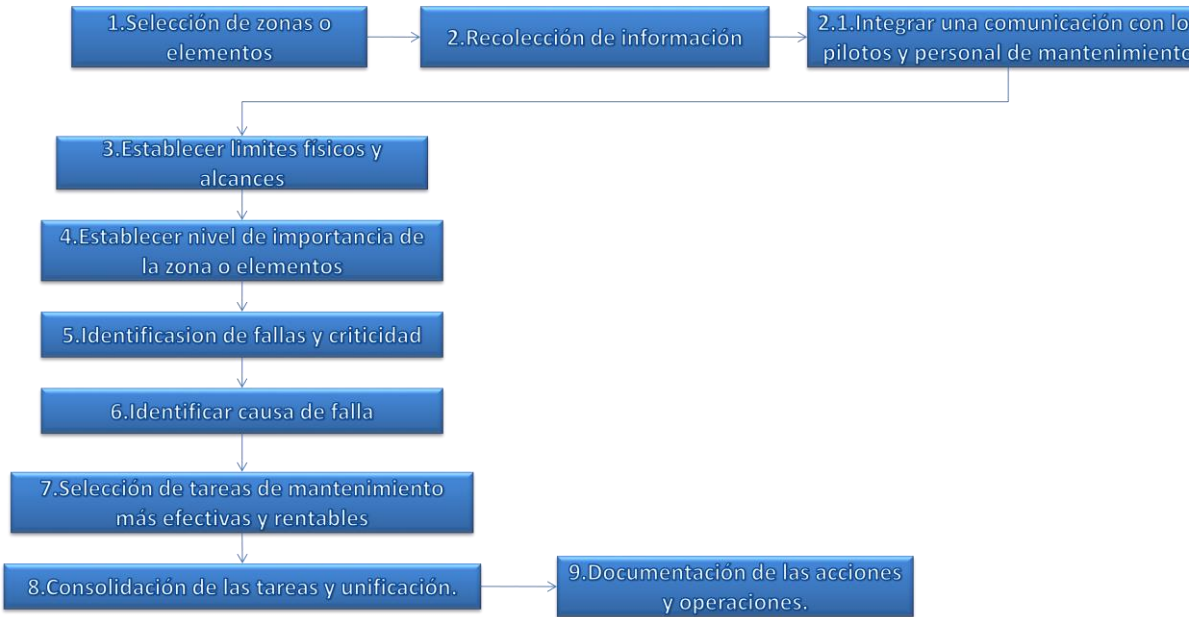


Tabla 12. Diagrama de Flujo del Protocolo

1. Se realiza una investigación de aquellas zonas circundantes las cuales tienen un mantenimiento y revisiones periódicas establecidas. Así como identificar en los manuales y planos la zona completa propuesta para este mantenimiento, identificándolo por zona y/o elementos.
2. Aquí se obtendrá toda la información disponible de los manuales del fabricante para tener disponible la información ya pre-establecida y de igual forma será importante obtener el recuento histórico de fallas y mantenimiento en lo que de ser posible será provechoso obtener planos y ubicación de elementos que rodean. De igual forma será de gran utilidad la información proporcionada por los pilotos y personal de mantenimiento, en cuanto a la movilidad de la aeronave y su comportamiento.
3. En esta sección se establecen los límites físicos, fronteras, interfaces y componentes pues para la selección de fronteras se debe definir de forma explícita los límites físicos de la zona. Las interfaces están constituidas por todo los elementos que son entradas al equipo y con los cuales funciona, pero no forman parte de él. Los componentes son las partes del equipo como tal que serán parte del mantenimiento a realizar.

4. Se debe identificar las funciones básicas y las funciones más importantes realizadas por cada elemento. Se debe evaluar el nivel de criticidad que presenta cada función o conjuntos de partes, en esta sección se debe determinar el impacto que tendría si el equipo saliese de operación por falla.
5. Se lista aquellas formas o maneras en las que el equipo pueda fallar, esto se hace para cada función y es importante la evaluación de la zona completa y/o elemento. Se determina cuáles formas de fallas son críticas para la aeronave.
6. Se describe el por qué la falla ocurre, se deben identificar las razones principales que producen cada modo de falla.
7. Para cada causa de falla se examina qué tarea de mantenimiento debe aplicarse, pues según sea el caso para cada uno deberá en pasos anteriores examinarse y en base a eso se determinara si es necesario realizar una reparación o un reemplazo de elementos.
8. Se realiza como manera de simplificación de tareas redundantes y anexar tareas no consideradas en los programas actuales. En esto se busca unificar criterios para conseguir un solo plan de mantenimiento.
9. En este punto se realizara la documentación de todas las acciones y operaciones que fueron realizadas en el proceso del mantenimiento preventivo y correctivo, se pretende anexar imágenes, planos de referencia y información relevante del fabricante.

De acuerdo con los artículos y normas decretadas por cada uno de los organismos que regulan el sector aeronáutico en el mundo se conoce que para cada departamento y sector en el campo de la aviación se es requerido cumplir con cada uno de los puntos mandatorios por cada organismo regulatorio, para la correcta operación y para el aseguramiento de la continua aeronavegabilidad.

En acuerdo a los capítulos pasados se conoce la mínima información requerida para poder realizar un servicio de mantenimiento en un taller de mantenimiento aeronáutico autorizado, según las normas y artículos de los organismos que regulan en México la aviación civil como lo es DGAC (Dirección General de Aeronáutica Civil) en conjunto con la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) han establecido estas normas para el control y ordenamiento de este sector, así como para poder establecer un estándar de calidad para las operaciones que en el país se realizan.

Siendo el apartado de mantenimiento el punto focal de este trabajo y con base a la información antes descrita, se procederá a realizar una Propuesta de Manual de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para una Sección de Ala de una aeronave Cessna 402B.

En el manual de mantenimiento de Cessna 402 se describen las partes a las que se le tiene que dar servicio de limpieza, inspección y mantenimiento así como los lapsos de tiempo a los que cada parte o área está sujeto. De acuerdo con los trabajos realizados en talleres certificados en este tipo de aeronave surgió la idea de realizar la propuesta para un manual de mantenimiento para una sección alar, pues en ningún apartado del manual existente se hace referencia en la zona que a continuación se presenta.

## 9.1 Tipo de Daño

La sección propuesta para este manual es la sección alar ubicada aproximadamente a 1/3 de la raíz del ala para ambos lados.

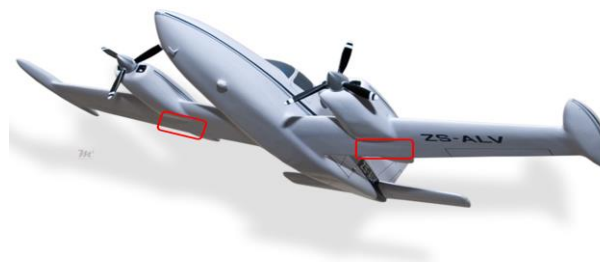


Imagen 32. Sección alar para propuesta de mantenimiento preventivo

Esta sección está justamente debajo de la zona del motor y a su vez es la sección donde el tren de aterrizaje se coloca cuando el avión está en vuelo en ambos lados, por lo que es una zona a tomar en cuenta por su gran importancia y criticidad estructural. Siendo una sección que soporta una carga considerable en el uso de la aeronave pues la zona marcada en rojo en la imagen anterior es la que recibirá la completa distribución de esfuerzo e impacto al realizar un aterrizaje.

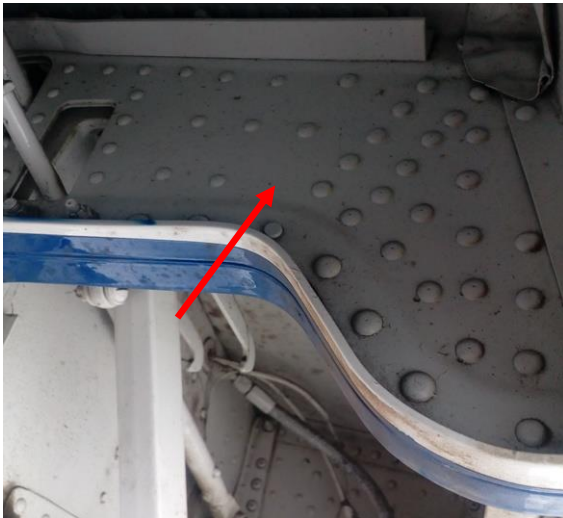


**Imagen 33. Tren de aterrizaje sujetado a la Web**



**Imagen 34. Herraje del tren de aterrizaje sujetado a la Web**

Dicho esto, por diseño el avión en esta sección tiene dos laminas de aluminio que conforman una "Web" de la cual se trata el mantenimiento preventivo propuesto.



**Imagen 35. Primera placa de aluminio que conforma la Web**



**Imagen 36. Segunda placa de aluminio que conforma la Web**

Debido a la falta de indicaciones en el manual de mantenimiento de Cessna 402 para la realización de inspecciones o mantenimientos pre establecidos por un margen de horas de vuelo o tiempo fijado es que este tipo de reparaciones es realizado, siendo en gran manera una medida que pudo ser en su momento evitada con un procedimiento

establecido de mantenimiento preventivo y correctivo en esta zona, para el aseguramiento de la continua aeronavegabilidad.

Como se comento anteriormente el tren de aterrizaje está fijado a la Web justo debajo del motor y este elemento (Web) está soportando todo el esfuerzo generado por el taxeo y el aterrizaje. Y dado que para esta sección no se cuenta con documentación de inspección o mantenimiento es una zona que puede ser descuidada pese a su gran importancia lo que a su vez con el tiempo puede y provocara un accidente en mayor o menor medida en el transcurso de la vida útil de la aeronave.

A viendo comentado lo anterior se muestran las imágenes de lo ocurrido a causa de esta falta de documentación, para una zona estructural con gran criticidad e impacto para la integridad de la aeronave los pasajeros y tripulación.



**Imagen 37. Estructura alar inferior dañada por falla**

Esta imagen muestra como el patín del tren de aterrizaje al recibir el esfuerzo se desplazo de su lugar establecido y logro dañar la estructura del ala.



**Imagen 38. Ruptura total de la Web de soporte para el tren de aterrizaje**



**Imagen 39. Vista aumentada y marcada con rojo en la sección de ruptura.**



**Imagen 40. Estructura alar alrededor del patín**



**Imagen 41. Parte de la compuerta del tren de aterrizaje y piel del ala dañadas por la ruptura de la Web y el desplazamiento del patín hacia esta zona**

Dado lo anterior encontramos la importancia de tener una documentación de mantenimiento para esta sección alar, pues es evidente el nivel de criticidad que este elemento tiene en toda la aeronave siendo el responsable de sostener gran parte del peso avión, llevarlo en taxeo y de mantener la integridad en un aterrizaje.

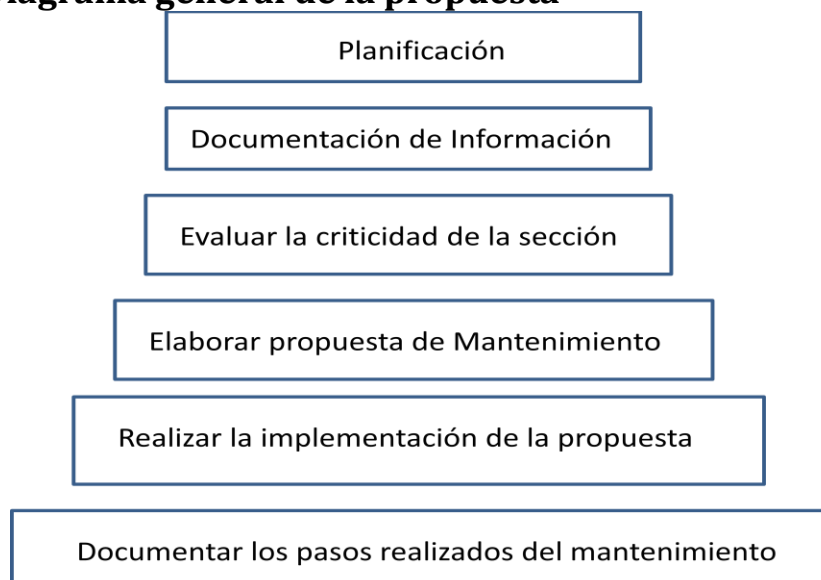
Y en el caso de falla de este elemento, el daño ocasionado al resto de la aeronave puede ser extendido a secciones diversas, siendo la estructura alar y soportes bajos del motor las secciones más propensas a ser afectadas por la falla de la Web por lo que veremos cómo se puede evitar este tipo de falla.

## 9.2 Desarrollo y Metodología para el mantenimiento preventivo y correctivo.

Se propone un método estándar que sea lo suficientemente robusto para minimizar los posibles riesgos de un accidente causados por una falla en la sección alar arriba descrita, se busca que sea un método que además de minimizar los riesgos de la integridad de la aeronave pueda brindar mayor seguridad de transporte y proporcionar condiciones óptimas de vuelo.

Otro factor directamente beneficiado será el factor costo - beneficio pues el costo generado por una reparación de la Web en esta sección alar o una fabricación de elementos estructurales será mucho más elevado que realizar una revisión para un mantenimiento preventivo - correctivo.

**Tabla 13. Diagrama general de la propuesta**



### 9.2.1 Materiales

El conocer los usos, propiedades y limitaciones de los materiales usados en estructuras, es de gran importancia para lograr una buena reparación de las mismas y más aun si se desea construir las eventualmente en los talleres de reparaciones aeronáuticas.

Se tiene especial cuidado en controlar el uso del material indicado en las especificaciones del fabricante durante las reparaciones, o usar materiales acordes a la resistencia a los distintos esfuerzos según las cargas aplicadas para cada parte, en el caso de construcciones estructurales, pueden ocurrir accidentes graves por fallas de material, lo que conducirá a la rotura de las uniones, fracturas en reparaciones o peor aún, a la pérdida de vidas humanas.

Los materiales propuestos para este manual de mantenimiento preventivo y correctivo serán las aleaciones de aluminio 2024-T3 y 7075-T6 pues son los materiales más utilizados en estructuras aeroespaciales aluminios, titanio, aceros resistentes a la corrosión y aceros de baja aleación. A continuación se enumeran las propiedades generales de las aleaciones más utilizadas y disponibles.

#### AL 2024-T3

- Buena resistencia a la fractura
- Baja tasa de crecimiento de grieta
- Buena resistencia a la fatiga
- Resistencia moderada
- Propiedades moderadas
- Resistencia moderada a la corrosión

2024-T3 es una aleación de Al-Cu disponible en una amplia variedad de formas, y se utiliza generalmente en las áreas críticas de fatiga. Las hojas pueden ser adquiridas en una condición CLAD para la resistencia a la corrosión mejorada. Uso-T42 carácter final, cuando las operaciones de conformado se requieren y T3 no satisface los requisitos de diseño.

## AL 7075-T6

- Alta resistencia a la fractura
- Bajas propiedades en la dirección del grano
- Baja resistencia a la corrosión

7075-T6 es una aleación de Al-Zn-Mg-Cu disponible en una amplia variedad de formas. Se utiliza en aplicaciones estructurales sometido a grandes esfuerzos, donde la fatiga no es crítica. Las hojas pueden ser adquiridas en una condición CLAD para la resistencia a la corrosión mejorada. Las propiedades de compresión (pandeo, estabilidad, etc.) son mejores que los productos de 2024.

## AL 2024

La aleación 2024 cuyos elementos son Al-Cu es termo tratable y está disponible en una amplia variedad de formas y tratamientos térmicos. Las propiedades varían considerablemente con el tratamiento térmico, los de tipo T3 y T4 se caracterizan por su alta dureza, mientras que los T6 y T8 tienen muy alta resistencia a la corrosión. Esta aleación tiene propiedades excelentes y resistencia a la fluencia a temperaturas elevadas.

Las propiedades de las extrusiones se deben basar en el espesor en el momento del enfriamiento antes del mecanizado. La selección de las propiedades mecánicas sobre la base de su espesor mecanizado final puede ser poco conservador, por lo tanto, el espesor al momento del enfriamiento es un factor importante para conseguir las propiedades en la selección de la columna de espesor apropiado. Para extrusiones que tienen secciones con diferentes espesores, se debería considerar las propiedades como una función del espesor.

### 9.2.2 Extracción de elementos Dañados y de la Periferia

Lo primero que se debe realizar en una reparación estructural es identificar la zona dañada y los elementos involucrados en la misma, así como clasificar el tipo de falla sea una dobladura, fractura, golpe, corrosión, etc. Una vez identificado el tipo de problema que presenta la aeronave se debe enumerar e identificar los elementos estructurales involucrados y las zonas a las que pertenecen pues posteriormente serán removidas y es fundamental conocer el lugar del que fueron retirados y la orientación en la que estaban.

#### 1. Identificación de la zona dañada.

En esta primera etapa se observa lo acontecido se delimita la zona dañada lo que a su vez será el área de trabajo, puede ser desde la zona inferior, superior o (ambos lados del ala.) los laterales del ala.



**Imagen 42. Área circundante del daño (zona de operación)**

En este caso específico el área circundante es la zona superior del ala justo detrás del motor y frente a las superficies de control, esta área se delimita como la zona de operación pues será el espacio requerido para la remoción de elementos y creación de accesos para las operaciones y maniobras requeridas para la reparación.

## **2. Clasificación del daño.**

Una vez nuestra zona de operación haya sido identificada y delimitada procederemos a inspeccionar la falla e identificar qué clase de daño es.



**Imagen 43. Fractura de la Web**

En este caso el tipo de daño fue una fatiga del material pues tenemos una Web la cual está soportando la presión de los aterrizajes como los esfuerzos en el taxeo

(desplazamiento en tierra). Esta fatiga del material desencadenó en una fractura de la Web y debido a eso una ruptura total de la misma y daño en la zona circundante.

### 3. Selección de elementos involucrados.

En este punto se identifican los elementos o partes que están ligados a la parte o zona dañada, ya sea directa o indirectamente o de igual forma si son elementos que requieren ser removidos para la correcta operación de mantenimiento.



Imagen 44. Refuerzos diagonales



Imagen 45. Registros. (Tapas de acceso)



**Imagen 46. Registros. (Tapas de acceso)**



**Imagen 47. Herrajes del tren de aterrizaje**



**Imagen 48. Uniones del tren de aterrizaje**

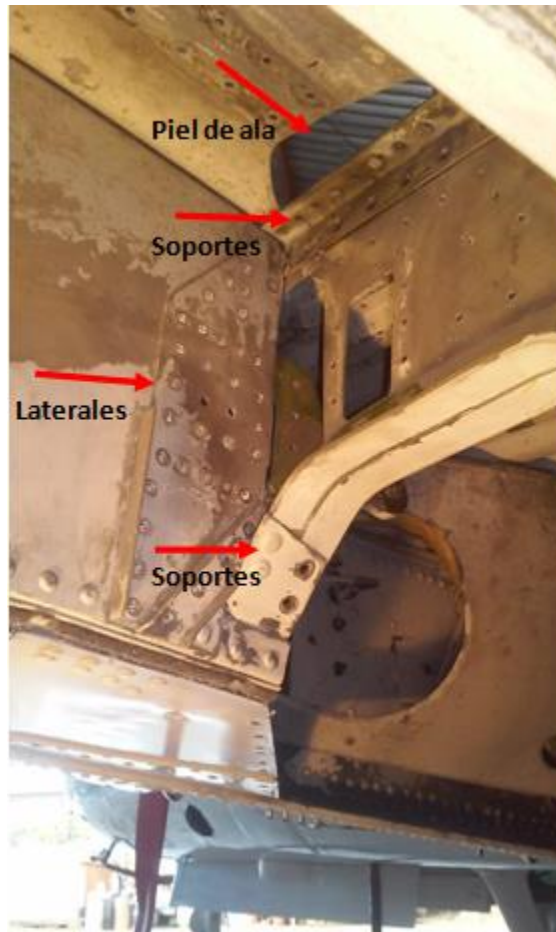


Imagen 49. Refuerzos laterales, piel del ala y soportes

**4. Identificación los elementos con numero, letra o a través de fotografías para saber el lugar del que son y su orientación.**

Es importante la identificación de los componentes que se retiran de la zona pues será vital para el rearmado de la sección completa, algunos componentes pueden parecerse y una vez retirándolos y limpiando la zona de donde fueron retirados será complicado saber dónde y cómo estaban ubicados.

En este caso como se puede apreciar el método que se uso fue a través de fotografías, pues de este modo se sabrá la orientación y el lugar exacto del que fueron removidos, si se usa algún otro método como números o letras se debe marcar la pieza y el lugar del que se retiro con la misma marca para de este modo relacionarlos entre sí.

## 5. Extracción de elementos dañados.

Para este caso en particular antes de remover la web se deben retirar otros elementos estructurales que están sobre la web y a los lados, los cuales son: refuerzos laterales, soportes, errajes, uniones de tren, piel del ala y refuerzos transversales.

Una vez identificados los elementos con las fotografías de la zona procederemos a realizar la extracción de piezas.

- a) Se retira la cabeza de los remaches usando un taladro, el tamaño de la broca a usar será más pequeña que el remache, se tiene que tener cuidado de orientar la punta de la broca en una línea perpendicular de 90 grados al centro del remache pues si se inclina se dañara la superficie del barreno y no será posible la instalación de otro remache. Empiece a perforar a baja velocidad apretando el gatillo con cuidado, de esta forma es mucho más fácil controlar y se reduce el riesgo de que se resbale.



Imagen 50. Alineación de la broca

- b) Use un botador que quepa en el orificio y retírelo del vástago, también se puede usar un cincel pequeño, pero hay que tener mucho cuidado para no hacerse daño en la piel.

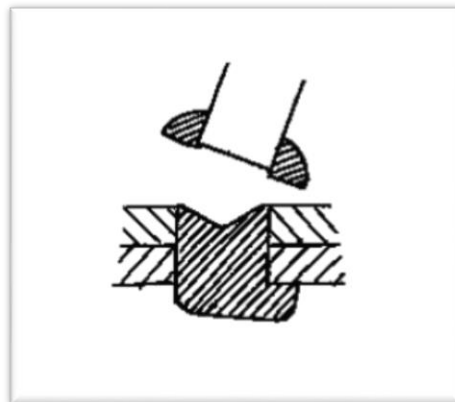


Imagen 51. Remoción de la cabeza del remache

- c) Una vez retirada la cabeza del remache se removerá el vástago del remache con un punzón y un martillo. Se coloca el punzón sobre el vástago y se golpea levemente con un martillo cuidando no abollar la superficie.

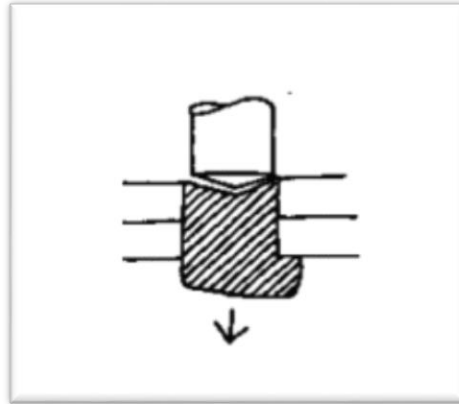


Imagen 52. Remoción del vástago

- d) Retirar el elemento de la superficie.  
Utilizando una espátula no metálica remover el elemento de la superficie, introduciendo la espátula entre la superficie y el elemento ejercer una ligera presión en dirección opuesta a la superficie. Este proceso de remoción de remaches se realizara para todos los remaches de cada elemento.

### 9.2.3 Fabricación del Refuerzo

Para la fabricación del refuerzo se utilizara la información proporcionada por el manual de mantenimiento emitido por la empresa Cessna para la aeronave 402-B, dicha información indica los procedimientos estándares utilizados en el diseño de reparaciones estructurales, de igual manera se utilizara el doubler de la costilla dañada ( refuerzo original) como base debido a que está ubicado en la zona critica a reforzar y porque es uno de los elementos por los que se propuso este manual de mantenimiento preventivo.

#### 1. Fabricación del Shim. ( Lamina de ajuste)

Debido a la geometría del doubler (con dobleces ascendentes), se fabricara un Shim el cual hace que el refuerzo quede a la altura de los extremos superior e inferior del doubler y a su vez este shim también brindara un soporte a la zona.

a) Toma de Medidas

Se tomaran las medidas únicamente de la zona plana del doubler (antes de los dobleces), como se muestra en la Imagen 53

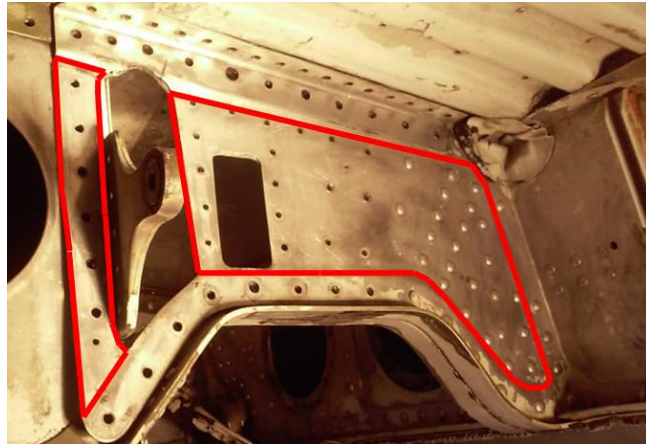


Imagen 53. Sección del Chim

b) Corte del Shim

Una vez obtenidas las medidas del shim se dibujaran sobre la lamina de aluminio para así poder realizar el corte, puede ser mediante una cortadora neumática con disco.

- I. Sujete la lamina de aluminio a la mesa de trabajo o bien a una prensa de banco.
- II. Con extrema precaución corte el shim guiándose por el contorno dibujado anteriormente.

c) Barrenado

Una vez teniendo ambos elementos a la medida se realizaran los barrenos.

- I. Marque con un punto donde será el centro del barreno ya sea con un punzón o con tinta.
- II. Barrenar con una broca de diámetro menor al del diámetro que queremos hacer, de esta manera aseguramos la dimensión y el correcto posicionamiento del barreno.
- III. Una vez realizados los barrenos en el shim se quitaran todas las rebabas de los barrenos y se eliminaran todos los bordes filosos, esto puede ser con un disco de lija o de scotch, ver seccion 2.2.2, párrafo e y Tabla 1. Tipos de lijas y sus usos.

## 2. Fabricación de la parte de Refuerzo.

El refuerzo será fabricado a partir del doubler tomando sus medidas totales así

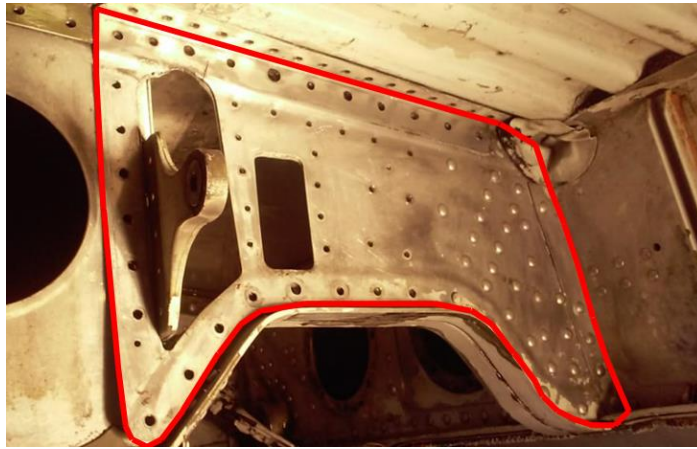


Imagen 54. Sección del refuerzo

como las medidas de los barrenos, exceptuando la pestaña superior ver Imagen 54.

- a) Una vez teniendo las medidas del refuerzo realice los pasos de la sección 9.2.3 párrafo b y c.

**NOTA:** El espesor de la lamina usada para hacer un refuerzo siempre es mayor que el espesor de la sección o elemento a reforzar. En este caso el espesor de la web es de 40 milésimas y el refuerzo de 50. ( de acuerdo al manual de mantenimiento del avión).

### 9.2.4 Instalación

Una vez teniendo el refuerzo de la web fabricado procederemos a la instalación del mismo y la reinstalación de los elementos removidos anteriormente, cuidando que cada elemento sea colocado nuevamente en la posición y orientación en la que se encontraba antes de ser removido, guiándose con las fotografías o marcas que se hicieron el paso 4 de la sección 9.2.2.

## 1. Preparación de los elementos.

Cada uno de los elementos que fueron removidos de la zona afectada, tanto por las horas de vuelo como por los años de vida de la aeronave requerirán una limpieza y preparación previa a su instalación.

### a) Limpieza de corrosiones

Se procederá a realizar la limpieza de los elementos con una amoladora y cardas o discos de Scotch, según sea la severidad de la corrosión presente. (Se tomara en cuenta el grado abrasión de los discos de Scotch). ver sección 2.2.2.

### b) Preparación de superficie (piezas).

- i. Ya teniendo los elementos sin corrosión, serán lavados con agua y jabón una vez limpios deberán ser secados con toallas libres de pelusa (cualquier marca), después serán limpiados con Metil Etil Cetona (solventes desengrasantes) una vez limpio se aplicara alodine ( compuesto anticorrosivo).
- ii. El alodine se aplicara en toda la superficie con un rociador o bien los elementos pueden ser sumergidos en un contenedor con alodine.

Después de la aplicación del alodine se dejara pasar 3 minutos y se podrá observar una coloración dorada en todo el elemento, esto indicara que la aplicación de alodine fue correcta.

**NOTA:** (Si el elemento después de la aplicación de alodine presenta manchas o coloración azul significa que el elemento está contaminado y requiere repetir desde el paso b. párrafo i.).

- iii. Pasados los 3 minutos de la aplicación de alodine cada elemento será recubierto con cromato de zinc ( Primer).

## 2. Preparación de zona .

La zona de operación deberá ser preparada antes de la instalación de los elementos estructurales.

- a) Se deberá remover la corrosión de todas las zonas donde está se encuentre presente con carda o disco de Scotch.
- b) Eliminar todos los bordes afilados y suavizar todas las rebabas o asperezas de las zonas con barrenos.

- c) Limpiar con agua y jabón toda el área de operación y secar con toallas libres de pelusa, después utilizar Etil Metil Cetona y dejar secar unos minutos.
- d) Se aplicara cromato de zinc en toda el área de operación.

### 3. Unión por remachado.

Teniendo los elementos listos y el área de operación preparada se realizara el ensamble de los elementos estructurales y el refuerzo.

#### a) Alineación

De acuerdo a la previa identificación de los elementos estructurales y la zona a la que corresponde, ver sección 9.2.2 punto 4. Cada pieza será ubicada en la zona correspondiente y serán sujetadas con clecos, (sujetadores de lamina) tantos como sea necesario.

El shim estará colocado sobre el doubler de la web y el refuerzo estará sobre el shim.

#### b) Remachado

Estando alineados con clecos los elementos se realizara el remachado, según el calibre correspondiente en cada sección.

- i. Se colocara el remache en el barreno dentro de la zona de unión.
- ii. Seleccionar la buterola ( adaptador para golpear) según la medida del remache y colocarla en la remachadora.
- iii. Colocar la buterola sobre la cabeza del remache y sobre el otro extremo del remache colocar un tas (barra de acero).
- iv. Ejercer presión sobre el gatillo de la remachadora y al mismo tiempo ejercer presión sobre el otro extremo del remache con el tas, ( ejercer tanta presión como sea necesario para deformar el extremo donde empuja el tas.

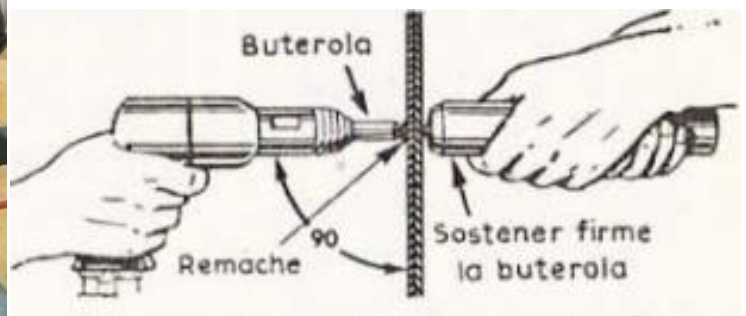


Imagen 55. Remachado con buterola y tas

v. Repetir el paso iv. para cada remache.

#### 4. Inspección

Cuando se hallan remachado todos los puntos de unión realizar un inspección visual de cada uno de los remaches verificando que se encuentren en optimas condiciones y del área de operación, también será necesario realizar un conteo de las herramientas e insumos utilizados para evitar que objetos extraños (FOD) queden dentro de la aeronave.

**NOTA:** Cuidar que la deformación del vástago sea uniforme y que la cabeza del remache no sea dañada por la buterola

#### Ejemplos de daños al remache:

Daño en la cabeza del remache "anillos concéntricos" por usar una buterola más pequeña que la requerida.

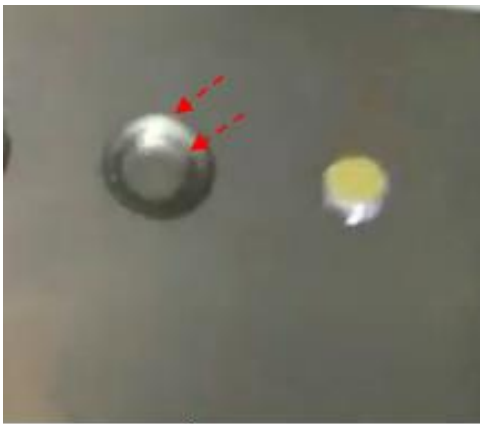


Imagen 56. Daño circular en cabeza



Imagen 57. Buterola mas pequeña

Daño por mal posición de la buterola y una de las posibles razones es la aplicación de fuerzas de empuje demasiado bajas, el rebote de la pistola remachadora o que esta no se coloque a 90 grados de la estructura.



Imagen 58. Cabeza dañada por mal acomodo de la buterola

Cuando se utiliza una buterola de una medida superior a la requerida, se producen daños en la piel o sobre la estructura de la unión.



Imagen 59. Daños en la superficie

## 10 Conclusión

En base a lo anterior se puede apreciar que la información recopilada de la aeronave CESSNA 402B brinda la pauta para los análisis que se pretenden abordar pues se da un enfoque específico en un programa de mantenimiento preventivo para un equipo determinado, en el cual veremos una propuesta de mantenimiento en una sección de ala, del cual sus especificaciones y detalles se muestran en conjunto con las formas y regulaciones establecidas de antemano por el fabricante para asegurar la continua aeronavegabilidad.

Dada la información sistematizada se tienen los puntos para poder tener un taller de mantenimiento en operación así como los requisitos para el personal de operación de mantenimiento clase I y clase II, se cuenta con los lapsos de tiempo para cada inspección los cuales serán los que rijan cada revisión y de no cumplir lapso de tiempo será por horas de vuelo para el CESSNA 402B.

Con la información recopilada se logro realizar un manual de mantenimiento preventivo el cual será capaz evitar incidentes relacionados al tipo de daño que se documenta, siendo este de gran valor para cualquier propietario de un CESSNA 402B. Siendo este manual un documento inexistente hasta ahora se hacen las recomendaciones necesarias en las tareas de mantenimiento para mejorar la aeronavegabilidad del equipo y queda documentada toda la información pertinente a los posibles fallos de la zona así como la documentación de la reparación y cambios estructurales del área propuesta.

De manera que comenzaremos con la selección de zona y elementos, revisaremos la información recolectada tanto de los pilotos como del personal de mantenimiento y estableceremos los límites, una vez hecho esto se identificara el tipo de falla y su causa para poder seleccionar las tareas de mantenimiento más rentables y ya teniendo la información necesaria para establecer un mantenimiento lo suficientemente robusto para reforzar la zona de trabajo se documentara y se realizara dicho mantenimiento preventivo.

Por mi parte esta tesis me deja la experiencia de haber trabajado de manera más completa en mi área en ingeniería pues yo mismo puede hacer las reparaciones y a través de eso crear un documento que ayudara a mas personal de mantenimiento y a propietarios de este equipo, convirtiendo un servicio de mantenimiento estructural en una tesis de mantenimiento preventivo y correctivo.

## 11 Bibliografías

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4731180&fecha=20/04/1988](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4731180&fecha=20/04/1988)

<http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC/marco-juridico-y-regulatorio-normativo/normativo/reglamento-de-talleres-aeronuticos1.pdf>

<https://www.gob.mx/tramites/ficha/establecimiento-de-talleres-aeronauticos/SCT1155>

[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/112\\_180518.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/112_180518.pdf)

<http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC/07-licencias/2014tecnico-en-mantenimiento.pdf>

<http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/regl-ley-aviacion-civil.pdf>

THE CESSNA AIRCRAFT COMPANY.(1969),Manual de Servicio para Modelos CESSNA 401,401A,401B,402,402A,402B.

Alfredo Cárdenas Velarde, (Noviembre 2013), REPARACIONES ESTRUCTURALES POR INGENIERÍA MRB, México. CDMX.

Steif, Paul S.(2011),Mechanics of Materials, Indiana, Person.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (2004), Reglamento para la expedición de permisos, licencias y certificados de capacidad del personal técnico aeronáutico, México.

Gonzales Hernandez Walter, (Marzo 2014), IMPLEMENTAR REPARACIÓN ESTRUCTURAL EN PIEL DAÑADA DEL RADOMO DEL EQUIPO DE VUELO BOEING 727-200 DE ESIME TICOMÁN, México. CDMX.

Dolores Hernández, Leonardo. Reyes Romero, Armando. (2010). SIMULACIÓN EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE REPARACIONES ESTRUCTURALES EN AERONAVES. México D.F.

MBA Marcos Frago Mosqueda. (2010). Fundamentos de Ingeniería y Mantenimiento. México,D.F.

Dirección General de Aeronáutica Civil,(1 Enero 2007), Manual de Reparaciones Típicas, <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgzGlksBLsMGshKbvZppJTvrtDdWQ?projector=1>

Agencia Federal de Aviación Civil, (1 Mayo 2020). Manual de Autoridades Aeronáuticas Aeronavegabilidad Volumen II, México, "SCT".

Rafael Barrera Gutiérrez. (Julio 2015), Como Abordar los daños Estructurales no Contenidos en el Manual de Reparaciones Estructurales, México. DCMX.

Julio Cesar Gómez Sánchez, (Marzo 2011), RESTAURACION DE LAS ALAS DE UNA AERONAVE. PREVENCION Y CONTROL DE LA CORROSION EN AFIANZADORES, México CDMX.

Santiago Poveda Martínez, (1995), Elementos de Fijación en Estructuras Aeroespaciales, España, Fundación General U.P.M.

Metal Improvement Company, (Séptima Edición), Shot Peening, Estados Unidos de América.

Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (2012), Manual de Procedimiento para la Obtención de la Licencia al Personal Técnico Aeronáutico, México.

## 12 Anexos

### **Artículo 15 de : LEY FEDERAL DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO . (18/05/18)**

Artículo 15.- La Administración Pública Federal no podrá exigir más formalidades que las expresamente previstas en la ley.

Las promociones deberán hacerse por escrito en el que se precisará el nombre, denominación o razón social de quién o quiénes promuevan, en su caso de su representante legal, domicilio para recibir notificaciones, así como nombre de la persona o personas autorizadas para recibirlas, la petición que se formula, los hechos o razones que dan motivo a la petición, el órgano administrativo a que se dirigen y lugar y fecha de su emisión. El escrito deberá estar firmado por el interesado o su representante legal, a menos que no sepa o no pueda firmar, caso en el cual, se imprimirá su huella digital.

El promovente deberá adjuntar a su escrito los documentos que acrediten su personalidad, así como los que en cada caso sean requeridos en los ordenamientos respectivos.

Artículo 15-A.- Salvo que en otra disposición legal o administrativa de carácter general se disponga otra cosa respecto de algún trámite:

I. Los trámites deberán presentarse solamente en original, y sus anexos, en copia simple, en un tanto. Si el interesado requiere que se le acuse recibo, deberá adjuntar una copia para ese efecto;

II. Todo documento original puede presentarse en copia certificada y éstos podrán acompañarse de copia simple, para cotejo, caso en el que se regresará al interesado el documento cotejado;

III. En vez de entregar copia de los permisos, registros, licencias y, en general, de cualquier documento expedido por la dependencia u organismo descentralizado de la administración pública federal ante la que realicen el trámite, los interesados podrán señalar los datos de identificación de dichos documentos, y

IV. Excepto cuando un procedimiento se tenga que dar vista a terceros, los interesados no estarán obligados a proporcionar datos o entregar juegos adicionales de documentos entregados previamente a la dependencia u organismo descentralizado de la administración pública federal ante la que realicen el trámite correspondiente, siempre y cuando señalen los datos de identificación del escrito en el que se citaron o con el que se acompañaron y el nuevo trámite lo realicen ante la propia dependencia u organismo descentralizado, aun y cuando lo hagan ante una unidad administrativa diversa, incluso si se trata de un órgano administrativo desconcentrado.