



**ESPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

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

**TEMA: “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE  
REPARACIONES ESTRUCTURALES MENORES PARA  
AERONAVES”**

**AUTOR: SÁNCHEZ VARGAS JESSICA ELIZABETH**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la  
obtención del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
“AVIONES”**

**LATACUNGA, MARZO 2015**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por A/C Srta. SÁNCHEZ VARGAS JESSICA ELIZABETH como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

---

Crnl EMT Avc. Víctor Aguirre  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Marzo 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE****UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, SÁNCHEZ VARGAS JESSICA ELIZABETH

DECLARO:

El proyecto denominado **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE REPARACIONES ESTRUCTURALES MENORES PARA AERONAVES”**, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Marzo 2015

---

Sánchez Vargas Jessica Elizabeth

CC: 050363397-6

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE****UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****AUTORIZACIÓN**

Yo Sánchez Vargas Jessica Elizabeth

Autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE a la publicación en la biblioteca virtual del proyecto de graduación: **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE REPARACIONES ESTRUCTURALES MENORES PARA AERONAVES”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

---

Sánchez Vargas Jessica Elizabeth

CC: 050363397-6

## DEDICATORIA

### **A DIOS**

Por darme la fuerza suficiente para lograr todas mis metas, darme un día nuevo para nuevos logros, a de más de su infinita bondad y amor.

### **A MIS PADRES**

Por ser las personas quienes me dieron la vida y apoyan incondicionalmente, que con su cariño y comprensión supieron guiarme en el sendero de la vida haciendo de mí una persona de bien.

### **A mi hija Judith.**

Razón de mi vida, de quien saco la fuerza y valor para seguir cumpliendo mis objetivos y para quien deseo una vida llena de alegría, amor y éxito.

**JESSICA ELIZABETH SÁNCHEZ VARGAS**

## **AGRADECIMIENTO**

GRACIAS Dios por darme la fuerza necesaria para enfrentar mis adversidades y de manera especial a mis padres quienes son el pilar fundamental de mi vida y por darme su apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos quienes supieron apoyarme moralmente para no dejarme vencer, por cada momento y palabras de aliento que me ayudaron para cumplir con mis sueños.

A Jaime por su paciencia, comprensión y apoyo constante para lograr mis metas y objetivos propuestos y de manera especial a mí hija Judith que es el motor de mi vida y por quien debo seguir superándome.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, donde adquirí todo el conocimiento y enseñanzas que me servirán en mi vida profesional.

**JESSICA ELIZABETH SÁNCHEZ VARGAS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema .....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 General.....	3
1.4.2 Específicos.....	3
1.5 Alcance .....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generalidades del avión Boeing-737 .....	5
2.1.1 Estructura de la aeronave.....	6
2.1.1.1 Miembros estructurales.....	6
2.1.1.2 Fuselaje .....	6
2.1.1.3 Alas.....	8
2.1.1.4 Tren de aterrizaje .....	10

2.1.1.5	Revestimiento .....	11
2.1.1.6	Orientación de los hilos.....	11
2.2	Identificación y características del metal.....	12
2.2.1	Tipos de metales utilizados dentro de la aviación.....	13
2.2.2	Protección del aluminio.....	13
2.2.3	Sistema de identificación del metal.....	14
2.2.4	Aleación de los metales .....	14
2.2.5	Designado del temple (Revenido).....	14
2.3	Propiedades de los metales.....	15
2.3.1	Características químicas de los metales.....	17
2.4	Reparaciones estructurales (DGAC 21.001) .....	18
2.4.1	Clasificación de las reparaciones estructurales (DGAC 21.1410).....	18
2.4.2	Daños estructurales.....	20
2.4.3	Causa de los daños .....	21
2.4.4	Tipos de daños menores .....	22
2.4.5	Límites de daños menores .....	28
2.5	Identificación y reparación del daño .....	31
2.5.1	Procedimiento para una reparación estructural.....	40
2.5.2	Manual técnico .....	43
2.5.2.1	Partes de un manual técnico .....	43
2.5.2.2	Uso de los manuales técnicos.....	48
2.6	Herramientas de dibujo.....	48
2.6.1	Tipos de líneas de dibujo.....	49
2.6.1.1	Trazado en metal.....	50
2.7	Material requerido para reparaciones estructurales menores.....	50
2.7.1	Parches .....	50
2.7.1.1	Tipos de parches .....	51
2.7.2	Elementos de fijación.....	58
2.7.2.1	Tipos de elementos de fijación .....	58
2.7.2.2	Remaches .....	64
2.7.2.3	Identificación de los remaches .....	64
2.7.2.5	Aleaciones de los remaches.....	66



2.7.2.6 Composición y uso del remache.....	68
2.7.3 Sujetadores tipo Cleco.....	69
2.7.4 Lijas .....	70
2.7.5. Resinas y masillas.....	71
CAPÍTULO III.....	73
DESARROLLO DEL TEMA .....	73
3.1 Elaboración del manual de reparaciones estructurales menores para aeronaves. ....	73
3.2 Sellantes.....	74
3.3 Inhibidores de corrosión .....	76
<b>Caso I:</b> Delaminación.....	78
<b>caso I:</b> Delaminación en los bordes.....	91
<b>Caso II:</b> Scratch .....	94
<b>Caso III:</b> Dent.....	100
<b>Caso III:</b> Re- Trabajado de los Dent.....	111
CAPÍTULO IV .....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
4.1 Conclusiones.....	113
4.2 Recomendaciones.....	114
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	115
ABREVIATURAS.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	118
MANUALES .....	118
NETGRAFÍA.....	119
ANEXOS.....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Boeing-737 .....	5
Figura 2. Miembros estructurales .....	6
Figura 3. Partes del fuselaje .....	7
Figura 4. Partes de la estructura.....	8
Figura 5. Orientación de los hilos .....	12
Figura 6. Sistema de identificación.....	14
Figura 7. Dureza del metal.....	15
Figura 8. Fragilidad.....	16
Figura 9. Ductibilidad .....	16
Figura 10. Maleabilidad .....	17
Figura 11. Elasticidad .....	17
Figura 12. Reparación .....	19
Figura 13. Tap Test .....	19
Figura 14. Diagrama de clasificación del daño .....	20
Figura 15. Corrosión .....	22
Figura 16. Crak en la estructura .....	23
Figura 17. Crease .....	23
Figura 18. Delaminación.....	24
Figura 19. Dent.....	24
Figura 20. Hole .....	25
Figura 21. Nick en la estructura.....	25
Figura 22. Scratch .....	26
Figura 23. Matriz.....	27
Figura 24. Panal de abeja.....	27
Figura 25. Detalle I-A.....	28
Figura 26. Hoja reparación de la corrosión.....	29
Figura 27. Hoja detalles II de reparaciones .....	30
Figura 28. Detalle III: Reparación de la corrosión.....	31
Figura 29. Tintes penetrantes.....	33
Figura 30. Accesorios de inspección visual .....	35
Figura 31. Tap test.....	36

Figura 32. Evaluación del daño .....	37
Figura 33. Estaciones de la Aeronave .....	38
Figura 34. Líneas de referencia de la aeronave .....	39
Figura 35. Identificación del daño en el SRM .....	40
Figura 36. Lista de páginas vigentes .....	44
Figura 37. Tabla de contenidos .....	45
Figura 38. Hoja del apéndice .....	46
Figura 39. Suplementarios.....	47
Figura 40. Uso de la escuadra.....	50
Figura 41. Parches .....	51
Figura 42. Patrones de remachado .....	52
Figura 43. Parche cuadrado .....	54
Figura 44. Detalle V .....	55
Figura 45. Procedimientos de reparación .....	56
Figura 46. Daño en la piel del fuselaje .....	57
Figura 47. Diagrama de los remaches.....	59
Figura 48. Taper-lock.....	60
Figura 49. Tornillos y pernos .....	60
Figura 50. Tuercas.....	61
Figura 51. Insertos.....	61
Figura 52. Arandelas .....	62
Figura 53. Lock Box.....	62
Figura 54. Hi-Sheart .....	63
Figura 55. Hi-Lock .....	63
Figura 56. Jo-Bolt .....	63
Figura 57. Tipos de remaches .....	65
Figura 58. Tipos de cabeza .....	66
Figura 59. Remaches de aleación 2117-T4 .....	66
Figura 60. Remaches de aleación 2017-T4 .....	67
Figura 61. Remaches de aleación 2024-T4 .....	67
Figura 62. Clecós.....	69
Figura 63. Pinzas para clecós.....	69

Figura 64. Lija P-80 .....	70
Figura 65. Lija P-120 .....	70
Figura 66. Lija P-400 .....	71
Figura 67. Resina y endurecedor.....	72
Figura 68. Panal de abeja y matriz .....	82
Figura 69. Evaluación del trabajo .....	83
Figura 70. Identificación del daño .....	84
Figura 71. Corte del área dañada .....	85
Figura 72. Extracción del daño .....	86
Figura 73. Retiro de la piel.....	87
Figura 74. Extracción del nucleo dañado.....	87
Figura 75. Pesar la resina y el endurecedor .....	88
Figura 76. Aplicación de la mezcla en el área a ser reparada.....	89
Figura 77. Acabado .....	90
Figura 78. Limpieza de la superficie .....	91
Figura 79. Bruñido del daño.....	92
Figura 80. Mezcla de la masilla .....	93
Figura 81. Scratch .....	98
Figura 82. Eliminación del Scratch .....	98
Figura 83. Eliminación del daño.....	99
Figura 84. I-A.....	104
Figura 85. Dent.....	105
Figura 86. Mezcla de la masilla .....	108
Figura 87. Modo de aplicación de la masilla.....	109
Figura 88. Acabado .....	110
Figura 89. Inspección .....	111
Figura 90. Suabizado del dent.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Reparaciones estructurales menores .....	41
Tabla 2. Marcas sobre las cabezas .....	64
Tabla 3. Características de los remaches .....	68
Tabla 4. Sellantes.....	75
Tabla 5. Sellantes Alternativos .....	75
Tabla 6. Sellantes Sustitutos .....	76

## **RESUMEN**

El marco teórico que presenta el siguiente trabajo se compone de un Manual de Reparaciones Estructurales Menores para Aeronaves, en el cual especifica las características de los daños que podrían existir en el fuselaje de la aeronave, al igual que la correcta manipulación de las herramientas para la reparación, contribuyendo así a mejorar las condiciones de estudio. La información que se presenta en el manual ayudará a mejorar los procesos de aprendizaje teórico-práctico de los alumnos de la UGT, además facilitará el manejo de los equipos mediante la utilización del soporte lógico.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **TAREAS DE MANTENIMIENTO**
- **MANUAL**
- **ESTRUCTURA**
- **DAÑOS ESTRUCTURALES**
- **SOPORTE LÓGICO.**

## **ABSTRACT**

The present manual of minor structural repairs for aircrafts, is intended to help the learning theoretical and practical, for instruction of students who are in the UGT-ESPE, especially being a material support for maintenance in the repair shop. The development of this manual includes the proper justification of the importance of this work for the institution, determine the proposed objectives and evaluate if they have achieved the expected results. The theoretical framework presented in the following work includes a manual of minor structural repairs for aircrafts, which specifies the type of damage that might exist in the aircraft fuselage, as well as the correct handling of tools for repair, helping to improve the study conditions. The information presented in this manual will help the learning processes theoretical and practical of the UGT students, also will facilitate the handling of the equipment by means of the use of software.

### **KEYWORDS:**

- **MAINTENANCE**
- **MANUAL**
- **STRUCTURE**
- **STRUCTURAL DAMAGE**
- **SOFTWARE**

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1. Antecedentes**

EL Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, creado el 8 de noviembre de 1999, es la única escuela de técnicos en Mantenimiento Aeronáutico avalada por la Dirección General de Aviación Civil.

El ITSA se integra con La Escuela Politécnica del Ejercito ESPE y La Universidad Naval Comandante Rafael Moran Valverde UNINAV para conformar la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. El 26 de junio del 2013 el ITSA pasa a ser nombrado Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE “UGT”.

Los diferentes cambios que se han ido dando dentro de la Institución con la finalidad de mejorar y dar una educación de excelencia, requieren los medios necesarios para la enseñanza tanto teórica como práctica, se realizó la investigación al personal estudiantil y técnico del Instituto, mismos que expresan su inquietud y entusiasmo por la utilización de un soporte lógico para las actividades de mantenimiento, por tal razón presento la siguiente propuesta “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE REPARACIONES ESTRUCTURALES MENORES PARA AERONAVES”

Es importante resaltar que el presente trabajo de graduación, tendrá información innovadora y actualizada, con enfoque práctico, que servirá para el perfeccionamiento académico de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones y como material de apoyo para los docentes de la institución.



## **1.2. Definición del problema**

Los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, no poseen el manual requerido para realizar reparaciones menores, al igual que la falta de instrucción en la utilización del equipo para medir hundimientos y accesorios de inspección visual para las tareas de mantenimiento, ya que al no saber identificar un daño, utilizar las herramientas y realizar un correcto mantenimiento podría causar falencias en la vida profesional del futuro tecnólogo.

## **1.3. Justificación**

La investigación nace a partir de la preocupación de la Unidad de Gestión de Tecnologías quien determina que la Elaboración del Manual de Reparaciones Estructurales Menores para Aeronaves, tiene gran valor para tareas de mantenimiento, ya que al trabajar en los talleres se puede dar un mejor entendimiento al estudiante, además de ser un proyecto innovador, reforzará las destrezas y habilidades del futuro tecnólogo.

Las mejoras que se han ido dando dentro de la aviación, en cuanto se refieren a los avances tecnológicos de los materiales y componentes de las aeronaves, es necesario implementar nuevas técnicas de enseñanza y material didáctico así como la utilización de manuales para la instrucción.

Como estudiante de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones de la Unidad de Gestión de Tecnologías vi la importancia de implementar un manual de reparaciones estructurales menores para instrucción de los estudiantes el cual les permita un mejor desarrollo de aprendizaje y facilite la enseñanza a los docentes, en las tareas de mantenimiento en el avión escuela dentro de las prácticas estructurales en los talleres de la Institución.

Por ello es necesario la elaboración de un manual que cumpla con las expectativas que los aspirantes a Tecnólogos y la Unidad requieren, para que el docente imparta un conocimiento teórico-práctico al alumno y a su vez el perfeccionamiento de alto nivel académico, y de esta manera sean profesionales de gran competencia institucional y empresarial en la aviación.

Por todo lo descrito, se siente la necesidad de optimizar el material didáctico a la Institución, basada en técnicas actuales de aprendizaje, para mejorar la capacitación de los alumnos, permitiendo así forjar Técnicos Aeronáuticos virtuosos y competitivos.

#### **1.4. Objetivos:**

##### **1.4.1. General**

Mejorar el equipamiento en los talleres de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE y el conocimiento práctico con la utilización de un Manual de Reparaciones Estructurales Menores para Aeronaves que faciliten la instrucción de los estudiantes y de esta manera contribuir con el proceso de desarrollo académico profesional.

##### **1.4.2. Específicos**

- Recopilar información referente a los tipos de daños que existen en una aeronave.
- Seleccionar la información relevante de los tipos de daños que existen, pueden presentarse en una aeronave y el mantenimiento correctivo que se puede dar, misma que será plasmada en el manual.
- Organizar el Manual de manera que el usuario acceda de forma sencilla y secuencial.

- Elaborar un formato de práctica, mediante el cual los estudiantes plasmen sus conocimientos adquiridos.
- Implementar un equipo de medición de profundidad, set de magnificadores y linterna que ayuden al estudiante en las tareas prácticas de las materias, mismos que servirán para trabajos de mantenimiento en el avión escuela.

### **1.5. Alcance**

El manual, está encaminado a proporcionar la información técnica para capacitar a los alumnos de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES, de la Unidad de Gestión de Tecnologías, mediante el uso del manual para realizar tareas de mantenimiento específicamente en lo que se refiere a los daños menores por hundimientos, delaminación y scratch en el revestimiento del fuselaje, dentro de los talleres de mecánica, a la vez optimizar la calidad y eficiencia de enseñanza y del personal de mantenimiento.

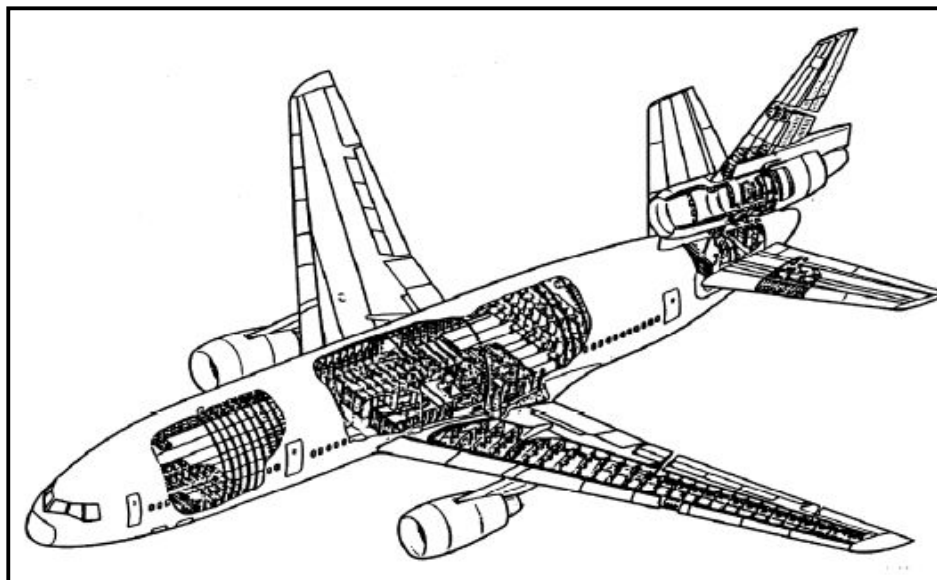
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Generalidades del avión Boeing-737

Para el desarrollo del marco teórico se tomará como referencia al avión Boeing-737, se considerará información relevante del Manual de Mantenimiento del avión concerniente a los tipos de daños y respectivas reparaciones menores de la aeronave especialmente a los hundimientos y delaminaciones en el revestimiento de la aeronave.

El Boeing-737 es una aeronave monoplano, bimotor de ala alta, fuselaje semi-monocasco y tren triciclo retráctil. El Boeing-737 es una aeronave creada principalmente para uso comercial con capacidad para 39 pasajeros, cuya tripulación conforman de piloto, copiloto y un auxiliar de vuelo.



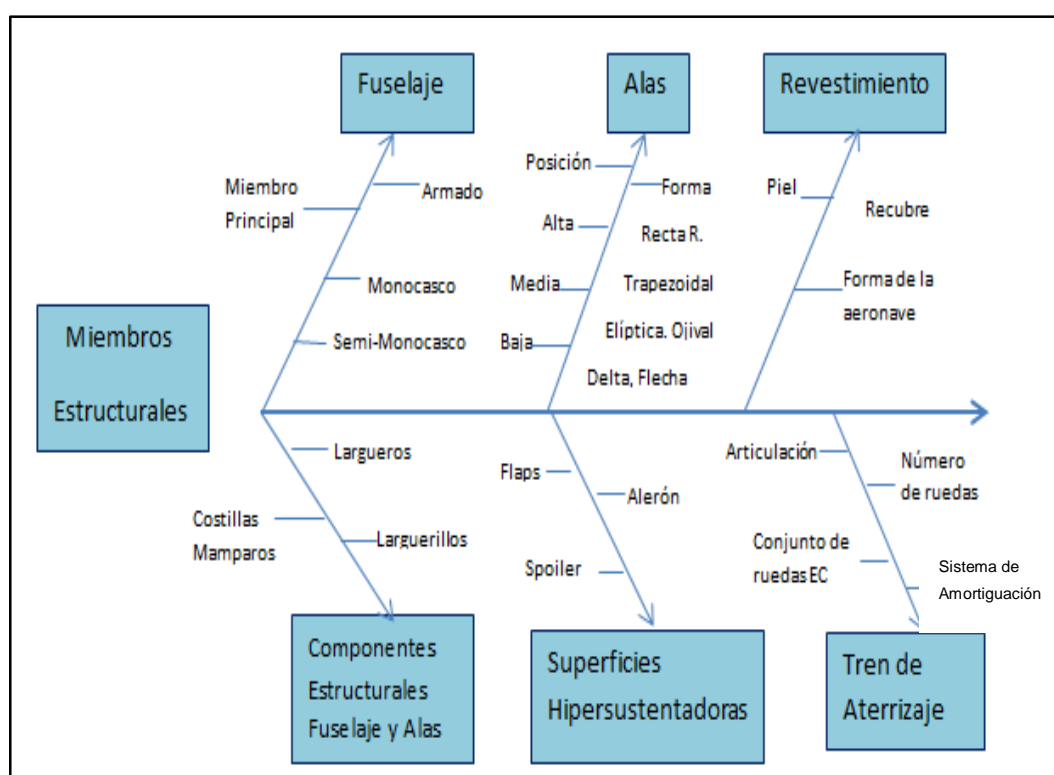
**Figura 1.** Boeing-737

**Fuente:** SRM Boeing -737

### 2.1.1. Estructura de la aeronave

La estructura de una aeronave está construida por muchas partes remachadas, atornilladas o soldadas que forman grupos llamados miembros estructurales. El fuselaje, alas, estabilizadores, superficies de control y tren de aterrizaje son las principales unidades estructurales de una aeronave.

#### 2.1.1.1. Miembros estructurales



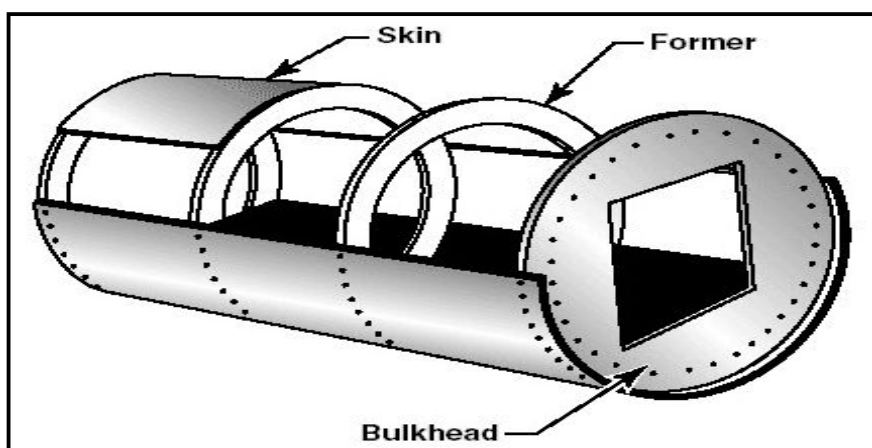
**Figura 2.** Miembros estructurales

#### 2.1.1.2. Fuselaje

En un avión la principal unidad estructural es el fuselaje ya que sus demás unidades van directa o indirectamente unidas a él, la función principal es definir la forma aerodinámica de la aeronave.

### Tipos de fuselaje

- **Armado o Reticulado:** Es una combinación al tipo de fuselaje monocasco es empleado en aviones de vuelo lento.
- **Monocasco:** Estructuras formadas por solo el revestimiento, es de forma cilíndrica producida por los anillos, cuadernas y mamparos que van colocados de forma vertical, este tipo de construcción es demasiado pesado, también llamada monocoque.



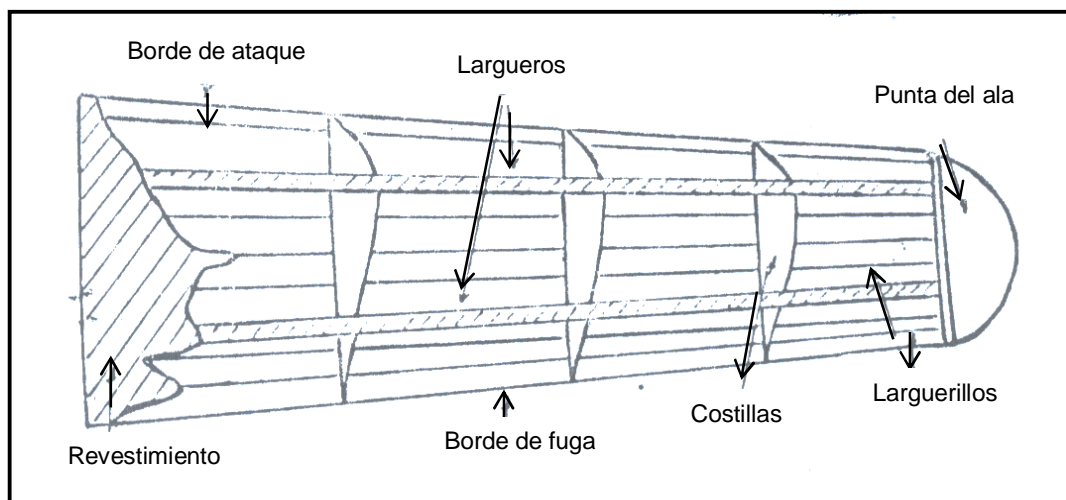
**Figura 3.** Partes del fuselaje

**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

- **Semi-monocasco:** Es similar al monocoque, pero está contiene elementos adicionales como los largueros y larguerillos, soportes longitudinales que atraviesan los mamparos y distribuyen el estrés uniformemente sobre toda la estructura.

### Componentes estructurales del fuselaje.

Los anillos, cuadernas y mamparos tienen como propósito dar forma, rigidez y resistencia al fuselaje. El diseño y tamaño de los mismos varía de acuerdo a la función y posición en la aeronave.



**Figura 4.** Partes de la estructura  
**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

### 2.1.1.3. Alas

Dentro de la aeronáutica se define ala a un cuerpo de perfil aerodinámico capaz de generar una diferencia de presiones entre el intradós y extradós durante el vuelo. La función principal de las alas es sustentar a la aeronave, en un 80% constituyen la parte estructural que presenta al aire una superficie plana.

#### Clasificación de las alas:

##### ➤ Por la forma del ala

- **Recta rectangular:** Fácil construcción y poco costo.
- **Trapezoidal:** Se reduce su ancho de la raíz a la punta.
- **Elíptica:** Trabajan todas las secciones de igual forma.
- **Flecha:** Forma un ángulo no recto con el fuselaje.
- **Delta:** Se emplea en vuelos súper sónicos.
- **Ojival:** Es una versión del tipo de ala delta.

➤ **Posición del ala en el avión**

- **Alta:** Es muy estable.
- **Media:** Se utiliza en aeronaves acrobáticas.
- **Baja:** Su centro de gravedad está más abajo que los anteriores por lo que le permite mayor acrobacia.

**Componentes estructurales de las alas**

Al igual que el fuselaje las alas tienen los mismos componentes estructurales:

- Anillos:** Son los más ligeros, se usan para conformar y rellenar los espacios entre los mamparos y cuadernas.
- Cuadernas:** Son las más usadas en el fuselaje, para separar un área con otra.
- Mamparos:** Soportan las cargas, dan forma a la estructura es similar a una cuaderna.
- Largueros (spars):** Son vigas, es el miembro principal de la estructura, soportan la carga principal y se extiende por todo el largo de la misma.
- Larguerillos (stringers, stiffeners):** Se emplean para reforzar la estructura, se sitúan en sentido longitudinal a través de las costillas, es el que da la superficie necesaria para unir el revestimiento con los remaches.



- f. **Costillas:** Estas forman el contorno estructural y añaden rigidez y resistencia al conjunto.

### **Partes del ala**

- **Punta del ala.**
- **Alerones:** Este se encarga de los movimientos longitudinales de manera asimétrica un alerón arriba y el otro abajo.
- **Dispositivos hipersustentadores del ala:** Su función es aumentar la superficie alar o el coeficiente de sustentación a bajas velocidades, el desplazamiento de estos incrementa la resistencia del avión. Estos dispositivos son utilizados durante el despegue o aterrizaje de la aeronave.
- **Flaps:** Es un dispositivo hipersustentador ubicado en el borde de salida del ala, diseñados para aumentar la sustentación, son de movimientos simétricos.
- **Spoilers de vuelo:** También llamados aerofrenos estos lo que hacen es romper la sustentación de la aeronave mientras está en vuelo.
- **Spoilers de tierra:** Sirven como elementos de reducción de velocidad durante el aterrizaje de la aeronave.

#### **2.1.1.4. Tren de aterrizaje**

Conjunto de ruedas encargadas de absorber la energía cinética y amortiguar el impacto al momento de topar pista al aterrizar la aeronave y para su desplazamiento en tierra, estos se clasifican en:

- **Fijos:** Se encuentran unidos al fuselaje y aumentan la resistencia en vuelo.
- **Retráctil:** Estos se retraen al momento del despegue y reduce la resistencia en vuelo.

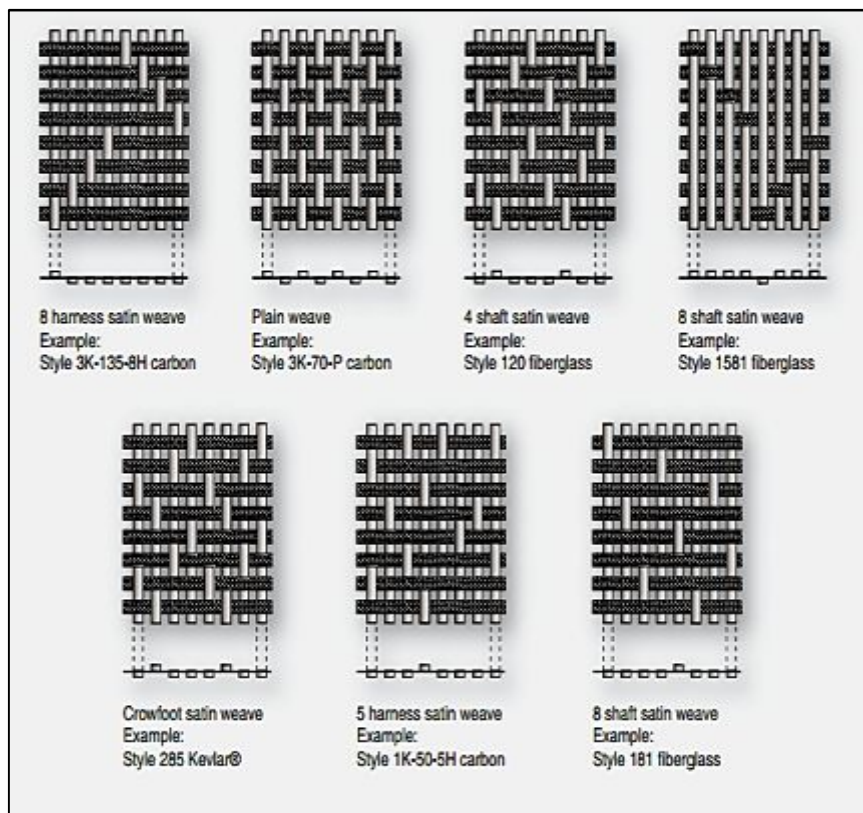
#### **2.1.1.5. Revestimiento**

Son láminas de metal que van unidas a la estructura de la aeronave cuya función es cubrir, dar y mantener la forma de la aeronave, también se lo conoce como piel.

#### **2.1.1.6. Orientación de los hilos**

Durante la fase de preparación para la reparación de un componente, se deberá determinar la orientación de las fibras antes de empezar la reparación, esta debe ser instalada de acuerdo a la orientación de la parte original a ser reparada. Si la orientación de la fibra no es aplicada correctamente, la fuerza es dramáticamente reducida, incrementando la posibilidad de ruptura.

La orientación de los hilos de las láminas de metal siempre van de forma vertical, por lo que al trabajar con ellas estas deberán ser dobladas o cortadas de forma transversal.



**Figura 5.** Orientación de los hilos

**Fuente:** Manual de la Boeing

## 2.2. Identificación y características del metal

Un técnico de aviones pasa la gran mayoría del tiempo fabricando y reparando partes de metal, para cumplir con su labor y garantizar la seguridad de la tripulación de vuelo, por ello el técnico de mantenimiento deberá contar con un conocimiento práctico de varios metales y sus capacidades de rendimiento bajo ciertas condiciones, el reemplazar o reparar un componente de la aeronave, con un metal que no está especificado en el manual técnico, puede concluir en un desastre.

### 2.2.1. Tipos de metales utilizados dentro de la aviación

**Titanio:** Es uno de los metales más utilizados en la construcción de aeronaves, tiene gran fortaleza, es liviano, termo-resistente y anticorrosivo, es de aspecto similar al acero inoxidable y de no estar etiquetado, es difícil diferenciarlos.

**Magnesio:** Es más liviano que el aluminio este tipo de metal casi no se lo utiliza en la fabricación de aeronaves modernas ya que se corroe rápidamente.

**Aluminio:** Es el metal más utilizado dentro de la construcción de aeronaves por su gran resistencia, peso y facilidad de fabricación, además de ser uno de los metales más comunes de la tierra, no es recomendable utilizarlo en áreas que sobrepasen los 350°F (Fahrenheit) porque a ésta temperatura el metal se debilita.

#### Tipos de aluminio

Existen varios tipos de aluminio los cuales están divididos en:

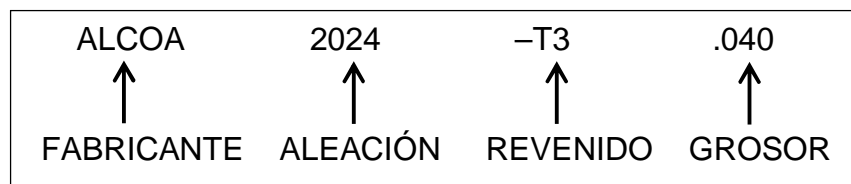
- **Aleaciones de aluminio fundido:** Son ideales para la fundición en arena, moldes fijos y troquelados (o fundidos a presión).
- **Aleaciones de aluminio forjado:** Estos son moldeados por medio del laminado, estirado y forjado.

### 2.2.2. Protección del aluminio

**Enchapado:** Es un método utilizado para proteger las aleaciones de aluminio de la corrosión mediante el laminado de una capa de aluminio puro.

### 2.2.3. Sistema de identificación del metal

Todos los materiales de las láminas metálicas, barras y tubos están marcados para su fácil identificación como: la composición, temple (revenido), espesor y especificación federal, se indica por medio de marcas que se encuentran en el metal.



**Figura 6.** Sistema de identificación

**Fuente:** Manual de mantenimiento FAA

### 2.2.4. Aleación de los metales

Aleación o también llamada mezcla de metales, es una combinación, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal, esto compensa la deficiencia de las propiedades del elemento metálico principal. El aluminio puro es muy débil pero cuando se le añade otro metal, su fortaleza puede aumentarse significativamente.

### 2.2.5. Designado del temple (Revenido)

El temple se refiere a la firmeza de un metal, para esto se realiza uno de los tres métodos:

- a.- Trabajado en frío.
- b.- Termo-tratamiento.

c.- La combinación de estos dos produce el temple de las aleaciones de aluminio.

**Espesor.-** Se mide en milésimas de pulgadas.

### 2.3. Propiedades de los metales

Los metales poseen ciertas propiedades físicas, su principal característica es que son brillantes y maleables, además son excelentes conductores de calor y electricidad, la aleación de los metales es una forma de obtener las propiedades deseadas como:

**Blandura.-** El metal blando es fácil de cortar, trabajar y tiene una resistencia baja a la penetración, usualmente tiene un grado superior de ductilidad y maleabilidad.

**Dureza.-** Esta propiedad permite que el metal resista la penetración, el desgaste o la cortadura.



**Figura 7.** Dureza del metal

**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

**Tenacidad.-** Este tipo de metal puede resistir al esfuerzo del desgarre y puede estirarse, o más bien deformarse sin romperse. Este tipo de propiedad es muy deseada en la construcción de aeronaves.

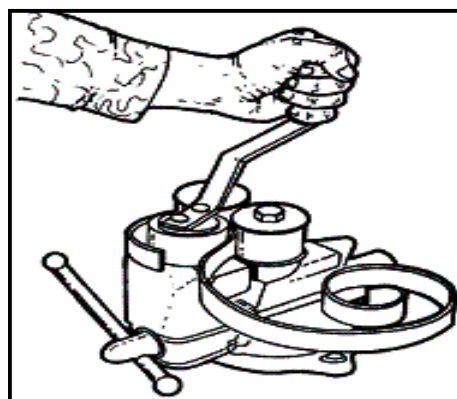
**Fragilidad.-** Este metal se quebrará o se hará añicos al doblarse, deformarse o martillarse. El aluminio fundido es un ejemplo de un metal frágil.



**Figura 8.** Fragilidad

**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

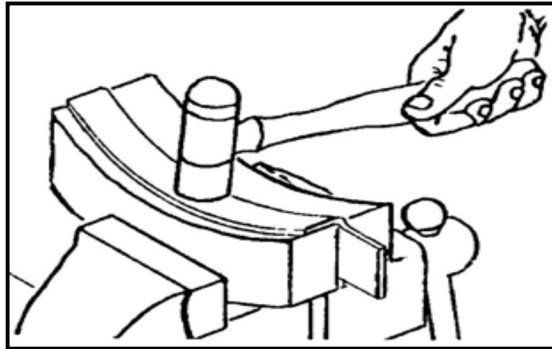
**Ductibilidad.-** Este tipo de propiedad permite al metal doblarse, torcerse, estirarse permanentemente en varias formas sin correr el riesgo de fractura.



**Figura 9.** Ductibilidad

**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

**Maleabilidad.-** Esta propiedad es lo contrario a la fragilidad, a este tipo de propiedad permite darle la forma al metal, ya sea martillándolo o laminándolo sin agrietarlo, es perfecto para realizar formas helicoidales.



**Figura 10.** Maleabilidad

**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

**Elasticidad.-** Permite al metal estirarse y recobrar su forma después de deformarse.



**Figura 11.** Elasticidad

**Fuente:** Manual de Mantenimiento FAA

### 2.3.1. Características químicas de los metales

**Temperatura de fusión.-** Es la temperatura en la que un sólido se convierte en líquido.

**Conductividad térmica.-** Es la capacidad que tiene un metal para conducir calor, transfiere el calor muy rápido de una parte a otra.



**Expansión térmica.-** Se produce cuando un material está sometido a altas temperaturas comienza a expandirse, ocasionando deformaciones considerables en los mismos.

**Conductividad eléctrica.-** Estos metales que poseen este tipo de propiedad son los mejores conductores de electricidad, como el cobre, aluminio y oro.

**Nota:** Una vez familiarizados con las propiedades y características de los metales bajo ciertas circunstancias. La piel de la aeronave resiste y soporta los esfuerzos de tracción, flexión y corte por ello es la parte más propensa a sufrir daños sea durante el vuelo, aterrizaje o remolque, es necesario conocer los tipos de daños y límites de los mismos para dar un correcto mantenimiento.

## **2.4. Reparaciones estructurales (DGAC 21.001)**

Es la restauración de una aeronave o componente de aeronave a su condición de aeronavegabilidad, para asegurar que la aeronave siga satisfaciendo los aspectos de diseño que corresponde a los requisitos adecuados de aeronavegabilidad para expandir el Certificado Tipo, para el tipo de aeronave cuando esta haya sufrido daños o desgaste por el uso.

### **2.4.1. Clasificación de las reparaciones estructurales (DGAC 21.1410)**

- **Reparación Mayor:** Toda reparación de una aeronave o componente de aeronave, que puede afectar de manera apreciable la resistencia estructural, u otras condiciones que influyan las características de aeronavegabilidad.



**Figura 12.** Reparación

- **Reparaciones Menores:** Se entiende por reparaciones menores aquellas operaciones de reparaciones elementales efectuadas de acuerdo con las prácticas estándar.



**Figura 13.** Tap Test

- **Modificación:** Es cualquier cambio en el diseño de la estructura de una aeronave, motor de aeronave, hélice, componente o accesorio, de acuerdo a un estándar aprobado.

### 2.4.2. Daños estructurales

Se define a cualquier tipo de deformación permanente o alteración producida en la estructura de una aeronave, que pueda alterar su aeronavegabilidad y diseño original de la misma.



**Figura 14.** Diagrama de clasificación del daño

#### ➤ Daño admisible

Es un daño superficial puede ser, un arañazo, un hundimiento, corrosión, entre otros. Una vez que se ha identificado el tipo de daño, se comprueba que esté dentro de los límites determinados, que han sido establecidos tras comprobar que la estructura puede funcionar sin afectar la seguridad de la aeronave con ese daño.

Entonces se le hace una reparación superficial, de acuerdo con el manual de reparaciones estructurales menores de la aeronave que se esté trabajando.

➤ **Daño no admisible**

Cuando se detecta un daño no admisible, hay que hacer una reparación estructural. Consiste en sanear la zona afectada y reparar la estructura, reponiendo la rigidez estructural, así como la resistencia.

### **2.4.3 Causa de los daños**

#### **a -. Daños por impacto**

Los daños ocasionados generalmente por impactos pueden ocurrir en cualquier momento ya sea en vuelo o en tierra, los daños resultantes de impacto deben ser inspeccionados en busca de arañazos, abolladuras, entre otros que afecten el diseño original de la estructura de la aeronave o comprometa su aeronavegabilidad.

#### **b-. Daños por fatiga**

Estos daños generalmente se presentan con más frecuencia a medida que el tiempo se acumula en el servicio de la aeronave y por lo general se descubre durante inspecciones de rutina. Las zonas más propensas a daños por fatiga son los que están sometidos a la vibración, la flexión, piezas particularmente ligeras y accesorios de la aeronave.

**Nota:** Es necesario realizar una inspección cuidadosa para localizar la grieta cuando todavía es pequeña, y antes de que se produzca el fallo.

#### 2.4.4. Tipos de daños menores

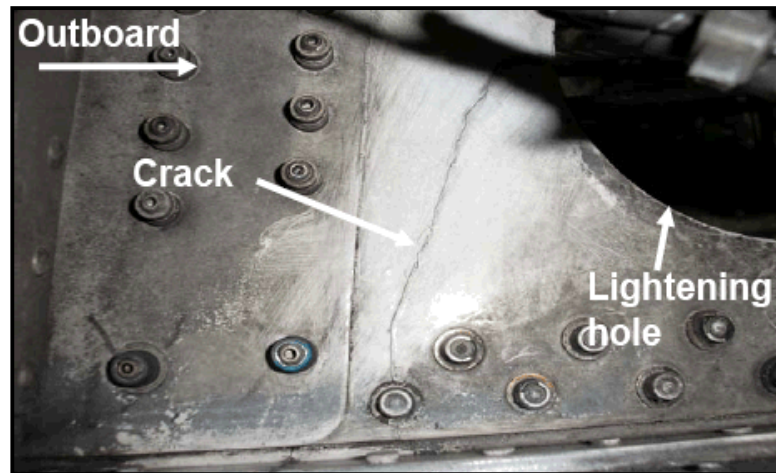
Debe decidir qué tipo de daño se ha producido en un miembro estructural o de una estructura, las definiciones de los diferentes tipos de daño que puede ocurrir son:

- a. **Corrosión:** Daño que es el resultado del deterioro de un material a consecuencia de una acción electro-química, este tipo de daño ocurre en las superficies, agujeros, bordes de los elementos estructurales, la profundidad de este daño debe determinarse por una limpieza o una operación de eliminación.



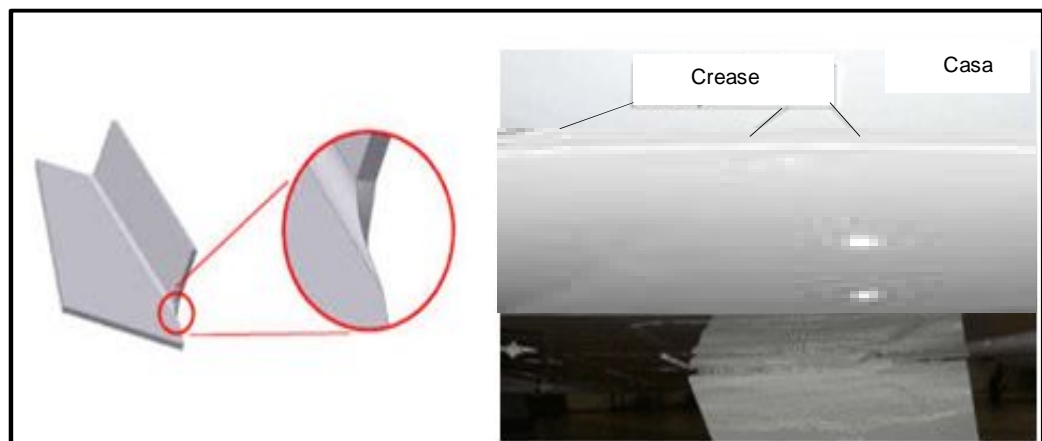
**Figura 15.** Corrosión

- 
- b. **Crack (Grieta):** Fisura o fractura lineal profunda en el material sin desplazamiento de los dos bloques que se separa, este daño es generalmente una línea irregular y es a menudo el resultado de la fatiga en los materiales en un área transversal determinada, que será cambiada.



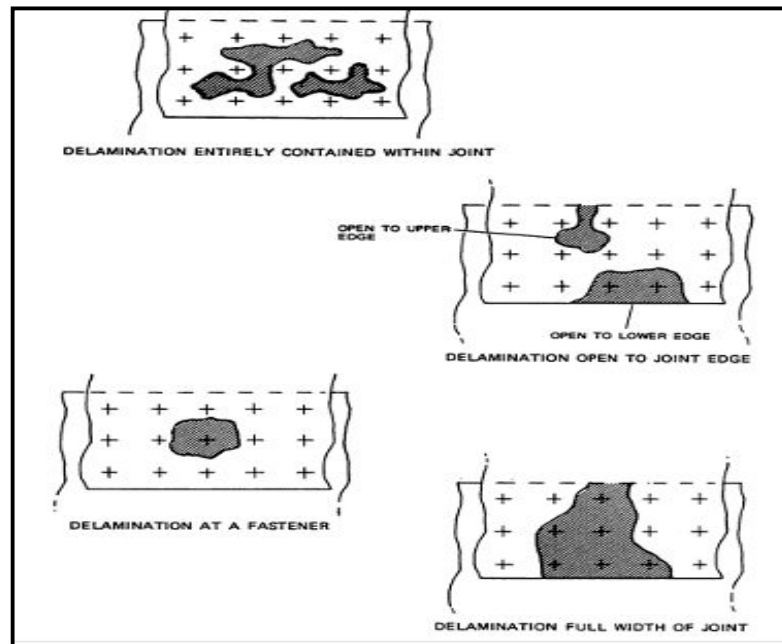
**Figura 16.** Crak en la estructura

**c. Crease (Pliegue o Arruga):** Área dañada que está deprimida o plegada hacia atrás en forma definida o líneas crestas, estas pueden ser similares a una grieta.



**Figura 17.** Crease

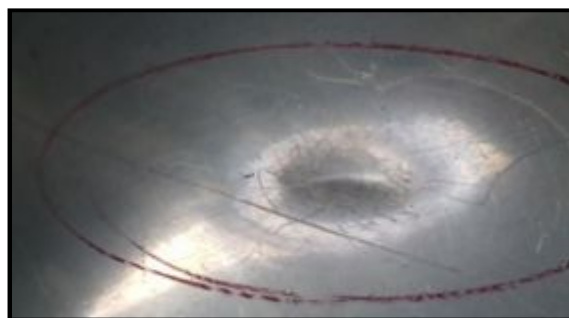
**d. Disbonding (Delaminación):** Un tipo de abertura que se produce entre capas adyacentes de material, se la considera cuando una sección del daño permisible o sección de reparación no se encuentra dentro de los límites de la falta de adherencia a la estructura.



**Figura 18.** Delaminación

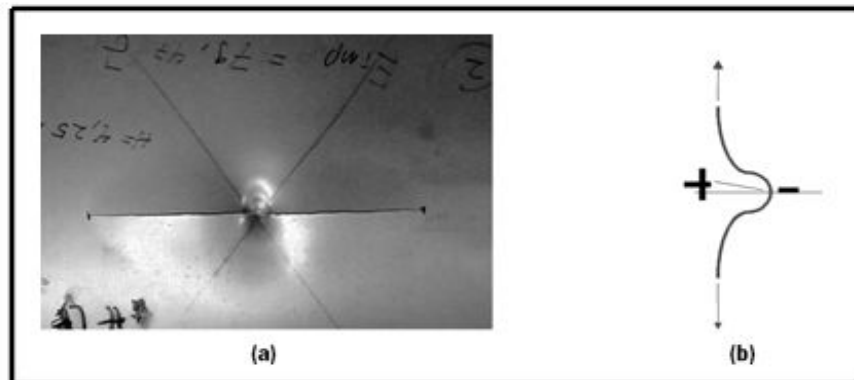
**Fuente:** Manual de Mantenimiento Boeing 737.

**e. Dent (Hundimiento):** Es un área dañada que es empujado desde su contorno normal sin ningún cambio en la sección transversal área del material, los bordes de la zona dañada son lisos, este daño es causado generalmente por un golpe.



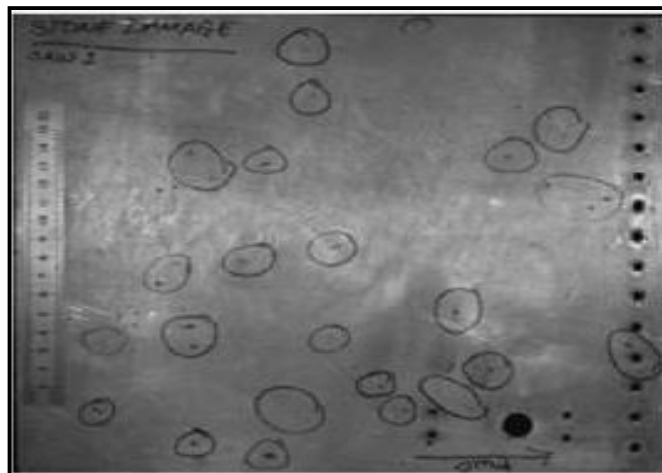
**Figura 19.** Dent

**f.- Hole (Agujero):** Es totalmente rodeada por daños del material, estos tipos de daños se pueden quitar haciendo un orificio de gran tamaño o un agujero que tiene una forma irregular, si este agujero se mantiene dentro de los límites permitidos, puede ser reparado con un procedimiento aprobado.



**Figura 20.** Hole

**g.- Nick (Picadura):** Se puede considerar una serie de muescas en un patrón de línea para que sea igual a una serie de picaduras.



**Figura 21.** Nick en la estructura



**h.- Scratch (Rayadura):** Una línea de daño, en donde se forma una pequeña grieta no profunda, este tipo de daño es causado generalmente por contacto con un objeto muy afilado.



**Figura 22.** Scratch

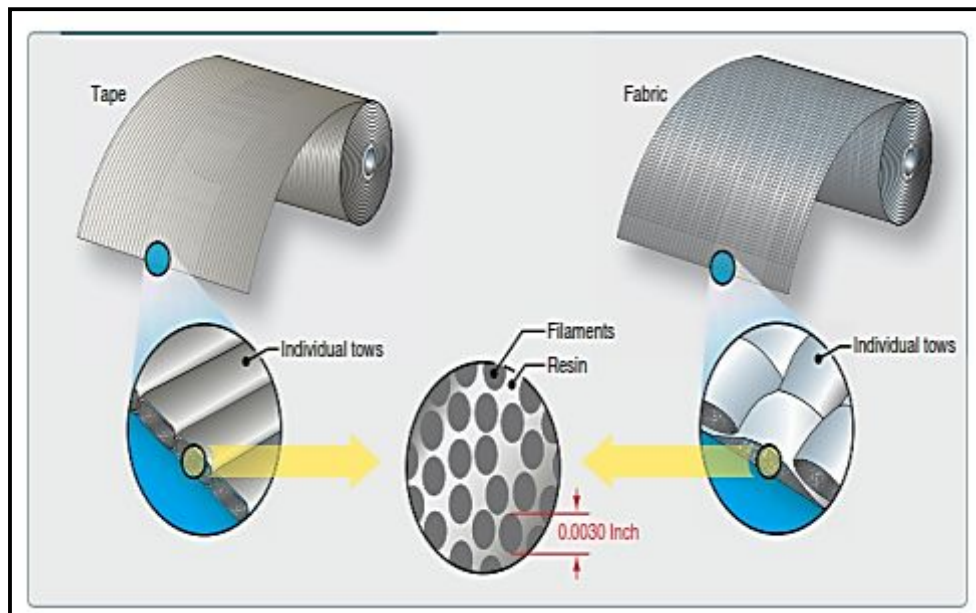
#### **i.- Daños en los materiales compuestos.**

Los materiales compuestos ayudan a mejorar las características de las aeronaves dándoles mayor resistencia y menos peso, la fibra de vidrio, carbono y bromo son fibras de gran resistencia.

Una gran proporción de compuestos aeroespaciales actualmente son las estructuras de emparedado, sándwich o panal de abeja este tipo de material son susceptibles a los daños y se dañan fácilmente.

**La rotura de la fibra:** La rotura de la fibra puede ser crítica porque las estructuras son típicamente diseñadas para ser fibra dominante (es decir, las fibras llevan la mayor parte de las cargas).

**Grietas o Micro-fisuras en la matriz:** La micro-fisuración puede tener un efecto muy negativo sobre las propiedades de las resinas. Imperfecciones en la matriz puede desarrollar delaminaciones, que es un tipo de daño más crítico "Reparación mayor".

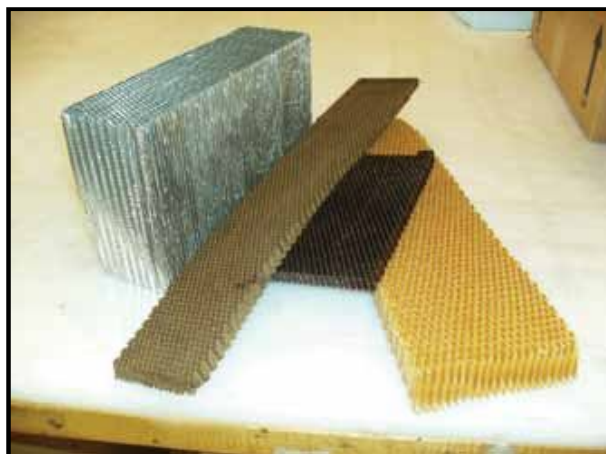


**Figura 23. Matriz**

### **Sándwich o panel de abeja reparaciones típicas.**

Las reparaciones son para todos los componentes de nido de abeja las reparaciones se dividen en dos categorías:

- **Curado:** Se aplican a los bordes de ataque de las alas y empenaje.
- **Plana:** Se aplican a los pisos, puertas y mamparas.

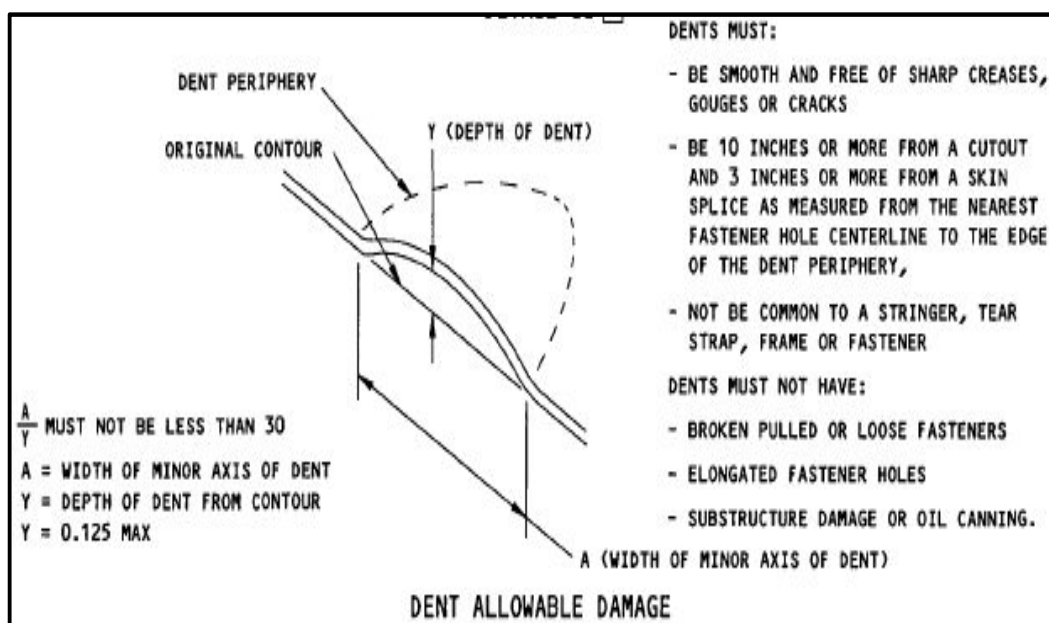


**Figura 24. Panel de abeja**

### 2.4.5. Límites de daños menores

Siempre que una aeronave ha recibido un reporte de daños, está debe ser revisada he inspeccionada para evaluar el mismo y determinar la aeronavegabilidad de la aeronave y el proceso a seguir para la reparación.

- **Límites de daños por hundimientos.** Las abolladuras en las superficies de control no deberán pasar del 1.5 del espesor de la lámina y mayor que el resultado total 30.

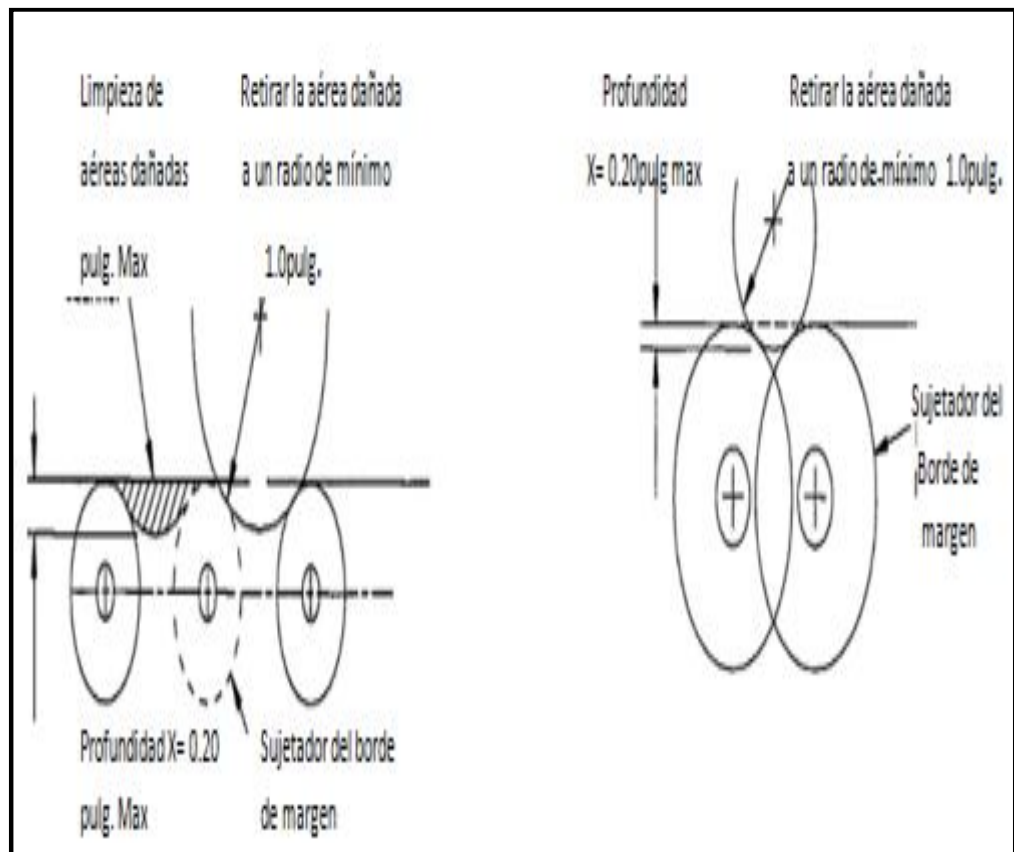


**Figura 25.** Detalle I-A

**Fuente:** SRM del Boeing -737.

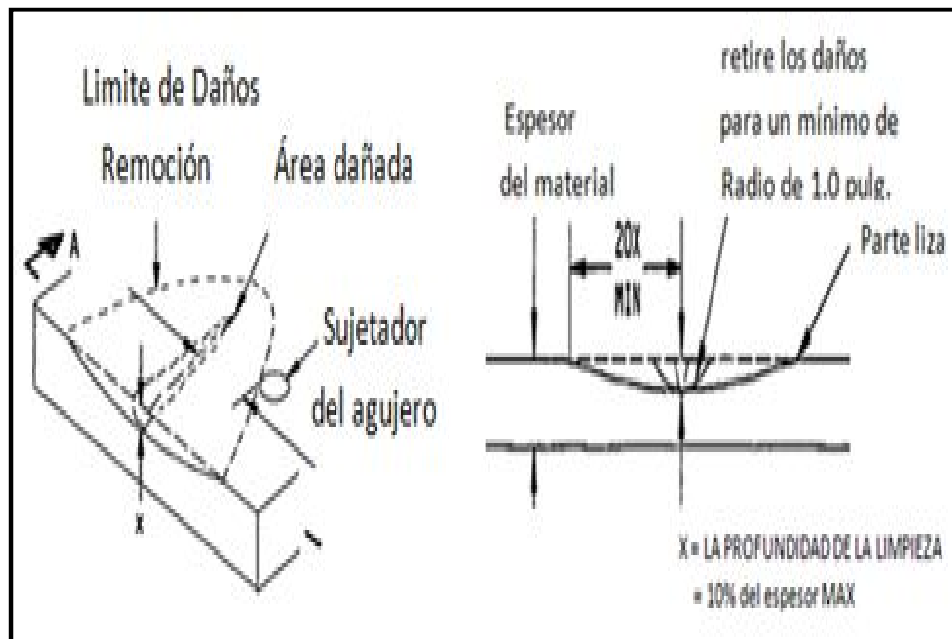
- **Daño insignificante:** Arañazos que no penetran en el recubrimiento una abolladura menos de 0.125" de profundidad, se pueden considerar como daño insignificante para superficies tanto curvo y plano. Los arañazos generalmente no se extienden a través del recubrimiento, pueden ser suavizadas por el pulido o bruñido.

- **Límites de daños por grietas, agujeros y scratch.** Grietas o agujeros, no están permitidos, el máximo de profundidad de scratches, gubia, abrasión o daño por corrosión (después de la limpieza de corrosión) no debe superar el 10% del espesor de la lámina. Retire los daños de acuerdo con el **Detalle I**.



**Figura 26.** Hoja reparación de la corrosión

**Fuente:** SRM del Boeing -737



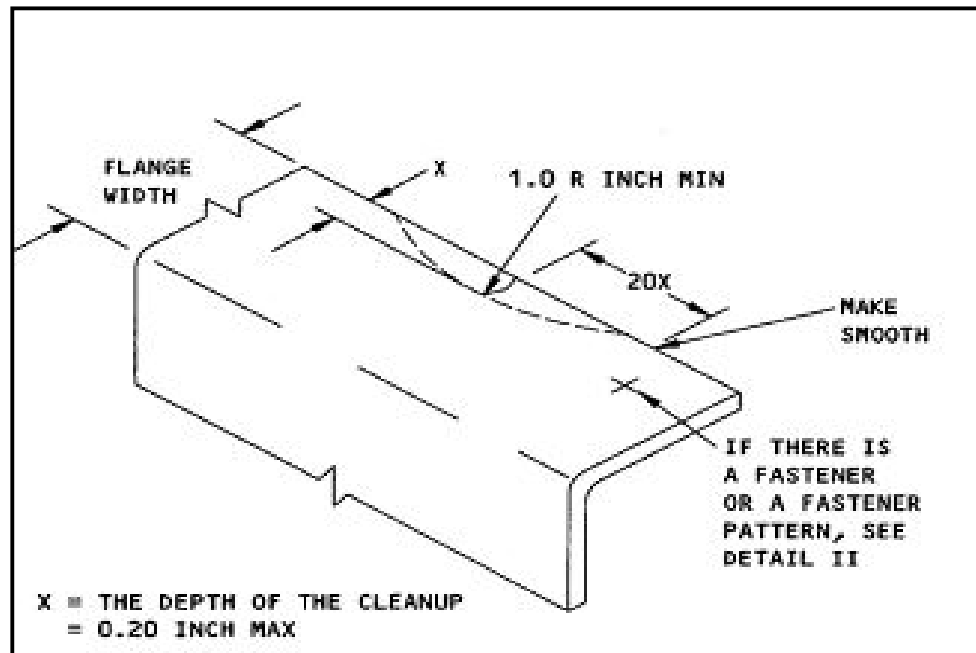
**Figura 27.** Hoja detalles II de reparaciones

**Fuente:** SRM del Boeing -737

- **Límites de daños por corrosión.** La corrosión puede ser removida mediante procesos químicos o mecánicos dependiendo de los materiales, el grado de corrosión y otras consideraciones.

Mediante el proceso químico se puede dar el tratamiento anticorrosivo para volverlos a condiciones operativas aceptables, siempre que no pasen el 20% del espesor del material, la limpieza de este tipo de daño es mediante solventes que indique el manual de la aeronave en la que se está trabajando.

El método de desbastado mecánico implica el uso de lijas acorde al material, teniendo la precaución de no efectuar la remoción excesiva del mismo, este proceso es recomendado cuando el daño es severo y profundo.



**Figura 28.** Detalle III: Reparación de la corrosión

**Fuente:** SRM del Boeing -737

- **Límites de estructuras sandwich.** Una reparación menor en este material, es inferior a 0,5 pulgadas, en algunos casos este material podría ser eliminado y se llena con un material de relleno (resina) para restaurar la resistencia en el material.

## 2.5. Identificación y reparación del daño

Siempre que una aeronave está con un reporte de daño, éste se evalúa según su tamaño, tipo de daño y ubicación. Para ello se deberá seguir los siguientes pasos:

### a. Inspección del área dañada

Las inspecciones deben ser rutinarias como parte de un programa normal de mantenimiento, ya que permiten una detección temprana del daño, por lo general este tipo de inspecciones son visuales, por lo que es necesario una

buena visibilidad del mecánico, accesos adecuados o excelente iluminación del área a inspeccionar.

### **Ensayos No Destructivos (NDI) - Nont Destructive Testing (NDT)**

El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en los materiales, las discontinuidades son:

#### **Discontinuidades superficiales**

- Ensayo de líquidos penetrantes.
- Ensayo de partículas magnéticas.

#### **Discontinuidades internas.**

- Ensayo rayos X.
- Ensayo ultrasónico.

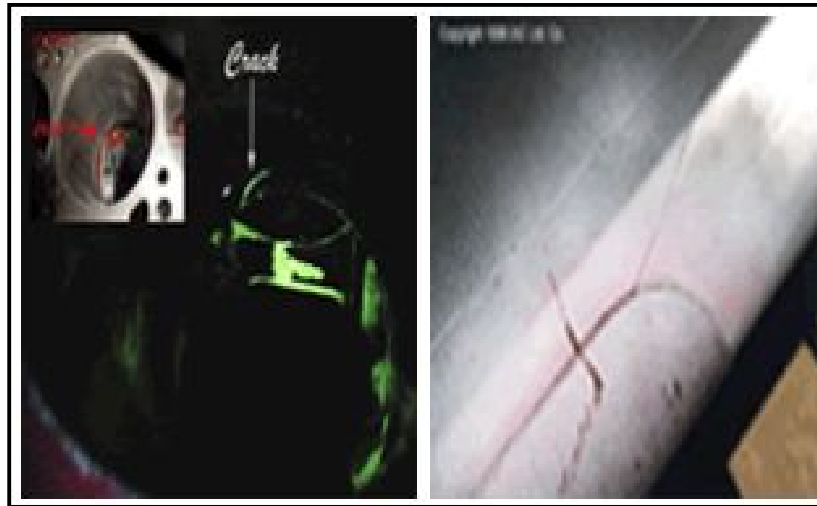
Estos ensayos son aplicables para la detección de discontinuidades del material o de los procesos de soldaduras superficiales abiertos al exterior y para la detección de discontinuidades internas del material, abiertas o no al exterior.

**Ensayo por partículas magnéticas MT:** Método mediante el cual permite localizar discontinuidades superficiales y sub-superficiales en los materiales ferromagnéticos.

**Líquidos penetrantes PT:** Existen dos tipos básicos de líquidos penetrantes, fluorescentes y no fluorescentes.

- Los líquidos penetrantes fluorescentes contienen un colorante que fluoresce bajo la luz negra o ultravioleta.

- Los líquidos penetrantes no fluorescentes contienen un colorante de alto contraste bajo luz blanca.



**Figura 29.** Tintes penetrantes

**Fuente:** [http://www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo\\_06.doc](http://www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo_06.doc).

Para el método de inspección por líquidos penetrantes, el líquido penetrante tiene la propiedad de penetrar en cualquier abertura u orificio en el que se le aplique. El penetrante ideal para fines de inspección deberá reunir las siguientes características:

- Habilidad para penetrar orificios y aberturas muy pequeñas y estrechas.
- Habilidad para permanecer en aberturas amplias.
- Habilidad de mantener color o la fluorescencia.
- Habilidad de extenderse en capas muy finas.
- Fácil remoción de la superficie.
- Difícil eliminación una vez dentro de la discontinuidad.
- Fácil absorción de la discontinuidad.



**Rayos-X RT:** Se trata de una radiación electromagnética penetrante, con una longitud de onda menor que la luz visible, producida bombardeando un blanco, con electrones de alta velocidad.

**Ultrasonido UT:** Se considera ultrasonido aquellas oscilaciones de presión que poseen frecuencias por encima de la gama audible (ésto es, superior a 20000 Hz). El ensayo por ultrasonido es un método no destructivo, en el cual un haz sónico de alta frecuencia (125 KHz a 20 MHz) es introducido en el material a ser inspeccionado con el objetivo de detectar discontinuidades internas y superficiales.

Pero uno de los NDI o PND más utilizados y menos costoso es el método de inspección visual.

#### ➤ **Inspección visual**

El método visual, en el cual tanto la vista como el tacto tienen un importante papel, una buena inspección requiere paciencia y sobre todo las herramientas adecuadas para realizarla, al igual que una buena iluminación del área que se va a inspeccionar, el método de inspección visual es uno de los más sencillos y económicos de todos los ensayos de métodos no destructivos, hay dos niveles de la inspección visual.

**Nivel I:** Inspección visual general es un examen visual de un espejo interior o exterior, esté método se hace en una longitud de un brazo o en pequeños segmentos a menos que se especifique lo contrario. La inspección se realiza bajo condiciones de iluminación normales tales como la luz del día, la iluminación del hangar o una linterna principalmente.



**Figura 30.** Accesorios de inspección visual

**Nivel II:** Inspección visual detallada es un examen intencivo de un elemento específico o un conjunto para detectar daños, fallas o irregularidades. La iluminación disponible es complementado con una fuente directa de buena iluminación de intensidad considerada. Inspección de ayuda tales como espejos, lentes de aumento de baja potencia para grandes superficies y de alta potencia para pequeñas superficies y los procedimientos específicos dados por el SRM de la aeronave para el acceso de algunas zonas.

En caso de no estar disponible los equipos de NDI existen otros métodos utilizados para la detección de los daños.

#### ➤ **Tap Test**

Es un método simple utilizado para la detección de daños en las partes unidas con aluminio, en las partes laminadas se darán golpes con un objeto pequeño metálico, para detectar si hay delaminación.

El tap test es un test acústico, debido al cambio de sonido, este método detecta delaminaciones encerradas en sitios de diferentes estructuras internas.



**Figura 31.** Tap test

### **b. Identificación del daño**

Se debe realizar una inspección minuciosa del daño (revestimiento, subestructura y partes internas; como tuberías, cables, etc.), esto permitirá clasificarlo, escogiendo los procedimientos correctos de un manual técnico, posiblemente información adicional y solicitando que se le realice un NDI (Inspecciones No Destructivas), para ver si existen fisuras internas que a simple vista no se puedan divisar, se determinarán en este paso.

Una vez realizada la inspección y desechados posibles daños, se procede a la inspección del daño reportado, que consiste en:

- Limpiar el área dañada.
  
- Se evalúa el daño según su ubicación, es decir que esté en lugares que indique el manual como daño admisible y no pase de los límites establecidos.

### c. Evaluación del trabajo

Es el primer paso y uno de los más importantes para la reparación de una aeronave, se lleva a cabo para determinar con exactitud qué debe hacerse y que necesitará para llevar a cabo la reparación.

- Examine al área visualmente para encontrar el rango de daño.
- Debe determinar la magnitud del daño.
- Lo que es obvio y lo que no se ve a simple vista.
- Además del daño oculto, también puede haber corrosión como consecuencia del daño, o por acumulación de corrosión.

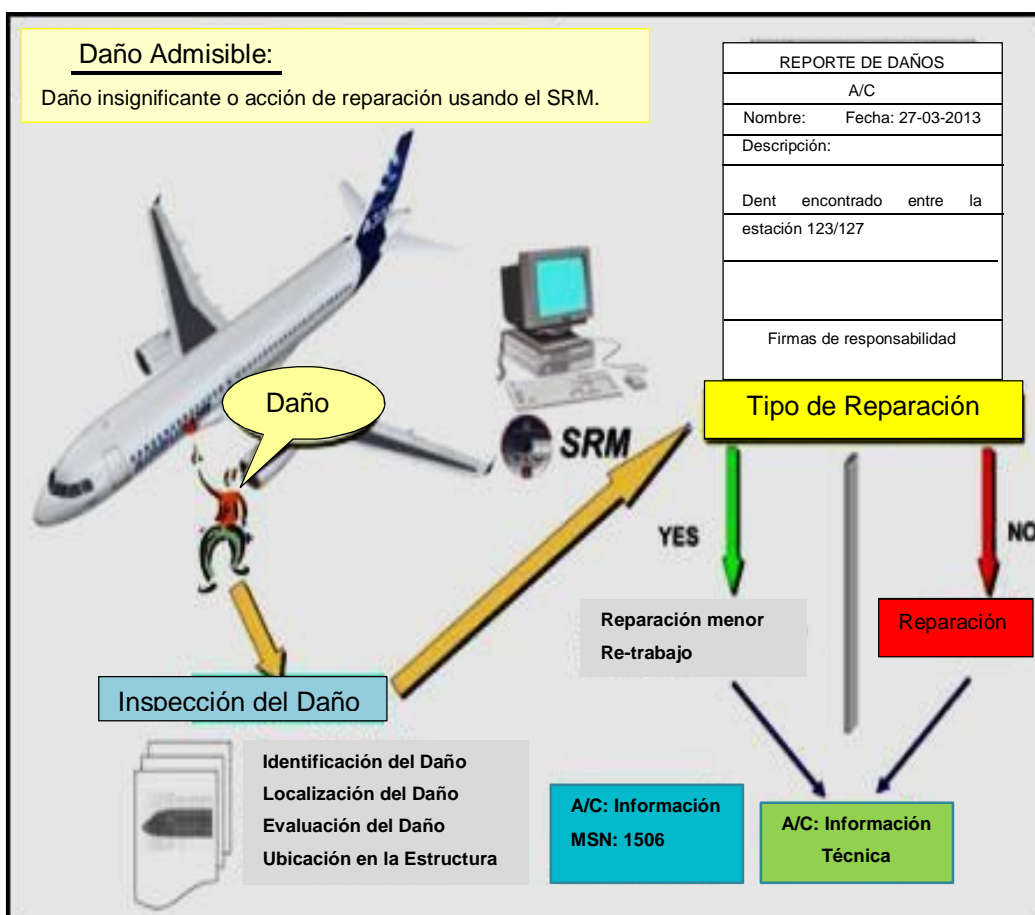
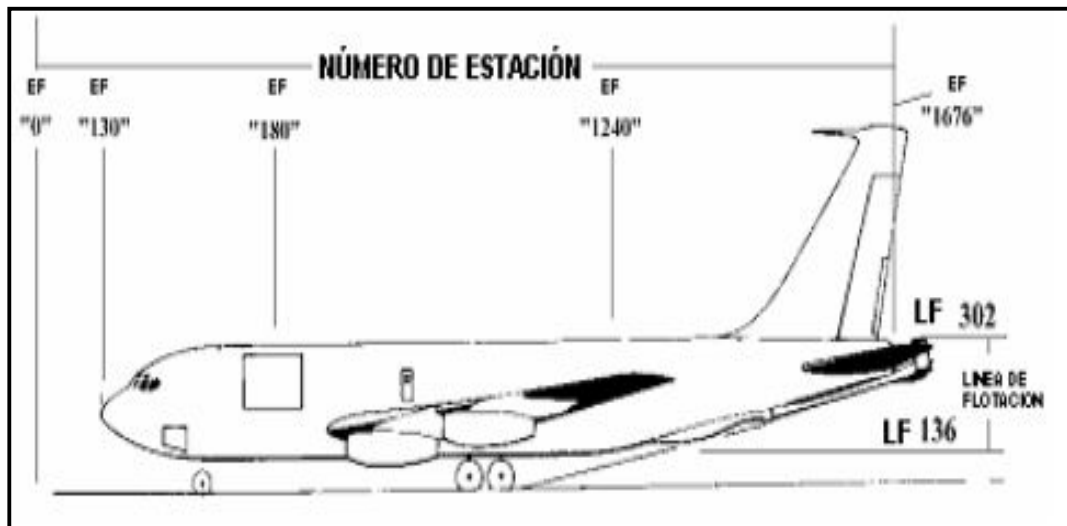


Figura 32. Evaluación del daño

La presencia de daños ocultos o de corrosión podría impedir el cumplimiento de una reparación exitosa.

#### d. Localización de la parte dañada

Antes de hacer una reparación en un avión, primero debe localizar el daño, esto se logra usando las líneas de referencia, que consisten en números de estaciones, líneas de flotación y secciones longitudinales. Los números de estaciones son las principales líneas de referencia.



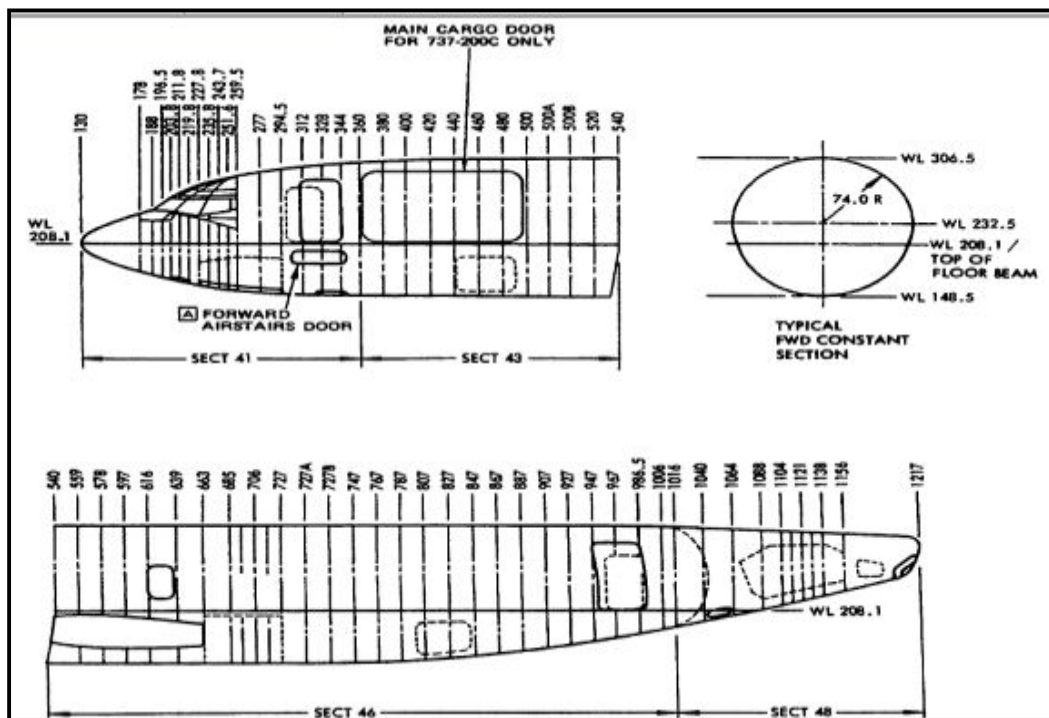
**Figura 33.** Estaciones de la Aeronave

**Fuente:** SRM del Boeing -737

**Estaciones del Fuselaje (FUSELAGE STATION):** Se utilizan para encontrar ubicaciones a lo largo del fuselaje. Estos se miden en pulgadas desde un punto "0" de referencia.

**Líneas de Flotación del Fuselaje (WATER LINE):** Estas señalan los planos horizontales paralelos al suelo, se identifican por distancias en pulgadas desde un plano de referencia horizontal.

**Línea Longitudinal del Fuselaje (BOTTOCK LINE):** Es una línea en un plano vertical paralelo al plano de la línea central vertical del fuselaje, esta se identifica por la distancia en pulgadas a la derecha o izquierda de la línea central del avión.

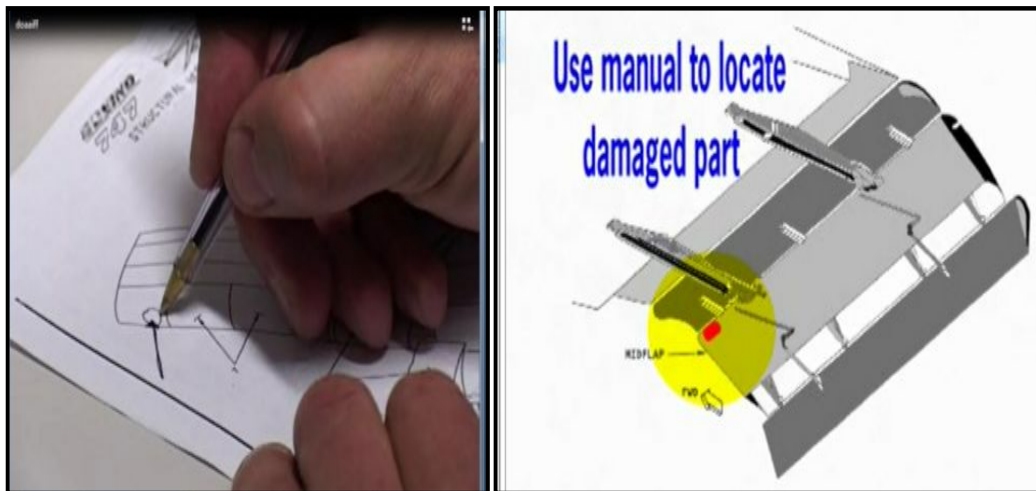


**Figura 34.** Líneas de referencia de la aeronave

**Fuente:** SRM del Boeing -737

#### e. Utilización de diagramas

Después de localizada la parte o sección del daño se procede a diagramar la sección dañada, el cual facilita la ubicación y procedimientos de reparación del daño.



**Figura 35.** Identificación del daño en el SRM

**Fuente:** Manual de la IAFA

### 2.5.1. Procedimiento para una reparación estructural

Después de la inspección y la evaluación, se realizan las reparaciones correspondientes al tipo de daño. Para realizar una reparación se necesita el Manual de Reparaciones Estructurales (SRM) específico del avión, en el cual especifica y da los parámetros con los que se debe trabajar.

En la tabla 1. págs. 41-42 se da un ejemplo de un procedimiento de reparación menor tomado del SRM del avión Boeing 737.

**Tabla 1**  
**Reparaciones estructurales menores.**

DESCRIPTION	CRACKS	NICKS, GOUGES, CORROSION, AND SCRATCHES EXCLUDING LONGITUDINAL SCRATCHES WITHIN ZONE C (SEE DETAIL XI)	DENTS	HOLES AND PUNCTURES	WRINKLES OR BUCKLES	SCRIBE LINES Z	LONGITUDINAL SCRATCHES WITHIN ZONE C (SEE DETAIL XI)
PRESSURIZED FUSELAGE CROWN AREA EXCLUDING LAP AND BUTT SPLICE AREAS (S-10L TO S-10R)	C	D I J W U X	SEE DETAIL III K L V	NOT PERMITTED	O	D J AB AC X	NOT APPLICABLE
PRESSURIZED FUSELAGE CAVITY EXCLUDING CROWN AREA, AND EXCLUDING LAP AND BUTT SPLICE AREAS B	C	D I J U N X	SEE DETAIL III K L V	NOT PERMITTED	G H	D J AB AC X	NOT APPLICABLE
PRESSURIZED FUSELAGE LAP SPLICE AND BUTT JOINT AREAS	NOT PERMITTED	AA	NOT PERMITTED	NOT PERMITTED	NOT PERMITTED	X Y	X Y
UNPRESSURIZED FUSELAGE FROM BS 1016.00 TO BS 1217.00	C	D I J U N	SEE DETAIL III K L	E	O	D J U	D J U

Continúa →



NOTES	TABLE I
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DAMAGE, SUCH AS BLENDOUTS, TRIMOUTS, OR DENTS:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- THAT OCCUR TO A STRUCTURALLY SIGNIFICANT ITEM (SSI) GIVEN IN SRM 51-00-4, FIG. 3 AND,</li> <li>- THAT ARE WITHIN THE ALLOWABLE DAMAGE LIMITS OF THE BOEING SRM,</li> </ul> </li> </ul> <p>DO NOT HAVE AN EFFECT ON THE DAMAGE TOLERANCE PROPERTIES OF THE SSI. THEREFORE, EXISTING SUPPLEMENTAL STRUCTURAL INSPECTION DOCUMENT (SSID) INSPECTION PROGRAMS REMAIN EFFECTIVE.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REFER TO SRM 51-10-1 FOR INSPECTION AND REMOVAL OF DAMAGE.</li> <li>• APPLY A CHEMICAL CONVERSION COATING TO REWORKED ALUMINUM SURFACES AS GIVEN IN SRM 51-10-2.</li> <li>• REFER TO SRM 51-70 FOR AERODYNAMIC SMOOTHNESS REQUIREMENTS.</li> <li>• APPLY THE FINISH TO THE REWORKED AREAS AS GIVEN IN AMM 51-20.</li> </ul> <p>[A] IF YOU BLEND OUT DAMAGE LARGER THAN THE ALLOWABLE DAMAGE LIMITS, THEN OPERATING LIMITS ARE NECESSARY. REFER TO FIGURE 2.</p> <p>[B] REFER TO SRM 51-70 FOR DAMAGE LIMITATIONS IN THE VICINITY OF PITOT STATIC PROBES AND STATIC PORTS.</p>	<p>[C] CLEAN UP EDGE CRACKS AS SHOWN IN DETAIL I. OTHER CRACKS ARE NOT PERMITTED.</p> <p>[D] CLEAN UP EDGE DAMAGE AS SHOWN IN DETAIL I. FOR OTHER DAMAGE REFER TO DETAILS II,IV,V, AND VI.</p> <p>[E] CLEAN OUT PUNCTURE OR HOLE UP TO 0.25 INCH MAXIMUM DIAMETER, PROVIDED DAMAGE IS 4D FROM ANY OTHER HOLE, FASTENER OR PART EDGE. FILL HOLE WITH A 2017-T3 OR T4 ALUMINUM RIVET INSTALLED WET WITH BMS 5-95 SEALANT. ALL OTHER HOLES TO BE REPAIRED.</p> <p>[F] EDGE GAPS MUST BE FILLED WITH AERODYNAMIC SMOOTHER PER 51-70 IN AREAS FORWARD OF BS 663.75. THIS DOES NOT APPLY TO LAP JOINTS AND LONGITUDINAL EDGES OF REPAIRS.</p> <p>[G] SKIN WRINKLES MUST NOT BE MORE THAN 0.15 INCH IN DEPTH EXCEPT FOR THE AREAS NOTED IN [H].</p> <p>[H] SKIN WRINKLES MUST NOT BE MORE THAN 0.18 INCH IN DEPTH BETWEEN BS 540 AND BS 727, LBBL 6.5 AND RBBL 6.5, IN THE VICINITY OF THE KEEL BEAM.</p> <p>[I] WHERE CORROSION CLEANUP GOES OVER COUNTERSUNK RIVET HEADS, NOT MORE THAN 0.006 INCH CAN BE REMOVED FROM THE HEAD THICKNESS.</p>
Fuselage Skin Allowable Damage	

Fuente: Boeing 737

## 2.5.2. Manual técnico

Cuando una persona compra o adquiere algún tipo de dispositivo mecánico esté siempre vendrá acompañado con toda la documentación técnica o instructiva para facilitar el uso del mismo y mantenerlo en condiciones aceptables de operación.

En la aviación es igual, se han diseñado muchos tipos de instrucciones publicadas para realizar y facilitar las operaciones de mantenimiento. Cada modelo de avión cuenta con su propio manual, con instrucciones que corresponden solamente a dicho modelo de aeronave.

### 2.5.2.1. Partes de un manual técnico

Para poder utilizar un manual se debe familiarizarse con las partes básicas o secciones y los tipos de información que pueden encontrarse en dichas partes o secciones, ya que el formato es básicamente igual en todos los manuales técnicos.

- a. **Página titular:** Siempre debe ver la página titular de cualquier manual que vaya a utilizar para asegurarse que tiene el manual correcto para la marca, modelo y serie del avión que está reparando.
  
- b. **Lista de páginas vigentes:** También llamada la lista de páginas “EFFECTIVAS” los manuales se cambian y actualizan constantemente, la lista de páginas vigentes es el método que se utiliza para mantener un registro de las páginas cambiadas en cada manual.

LIST OF EFFECTIVE PAGES		INSERT LATEST CHANGED PAGES. DESTROY SUPERSEDED PAGES.					
		NOTE: The portion of the text affected by the changes is indicated by a vertical line in the outer margins of the page. Changes to illustrations are indicated by miniature pointing hands. Changes to wiring diagrams are indicated by shaded areas.					
Dates of issue for original and changed pages are:							
Original ... 0 ... 30 Jan 87	Change ... 17 ... 8 Aug 89	Change ... 34 ... 14 Jan 92	Change ... 51 ... 15 Jun 94	Change ... 52 ... 6 Jul 94	Change ... 53 ... 27 Dec 94		
Change ... 1 ... 19 Mar 87	Change ... 18 ... 5 Oct 89	Change ... 35 ... 5 Mar 92	Change ... 54 ... 22 Feb 95	Change ... 55 ... 18 May 95	Change ... 56 ... 30 Jun 95		
Change ... 2 ... 1 Jan 87	Change ... 19 ... 22 Dec 89	Change ... 36 ... 30 Apr 92	Change ... 57 ... 28 Aug 95	Change ... 58 ... 30 Sep 95	Change ... 59 ... 8 Nov 95		
Change ... 3 ... 20 Jul 87	Change ... 20 ... 19 Jan 90	Change ... 37 ... 1 Jun 92	Change ... 60 ... 26 Feb 96	Change ... 61 ... 10 Apr 96	Change ... 62 ... 12 Jun 96		
Change ... 4 ... 7 Oct 87	Change ... 21 ... 15 Feb 90	Change ... 38 ... 3 Aug 92	Change ... 63 ... 28 Aug 96	Change ... 64 ... 25 Oct 96	Change ... 65 ... 3 Nov 96		
Change ... 5 ... 2 Nov 87	Change ... 22 ... 5 Apr 90	Change ... 39 ... 14 Sep 92	Change ... 66 ... 15 Feb 97				
Change ... 6 ... 9 Jan 88	Change ... 23 ... 14 May 90	Change ... 40 ... 16 Nov 92					
Change ... 7 ... 13 Feb 88	Change ... 24 ... 20 Jul 90	Change ... 41 ... 5 Jan 93					
Change ... 8 ... 22 Apr 88	Change ... 25 ... 14 Sep 90	Change ... 42 ... 1 Feb 93					
Change ... 9 ... 17 Jun 88	Change ... 26 ... 26 Oct 90	Change ... 43 ... 15 Mar 93					
Change ... 10 ... 22 Aug 88	Change ... 27 ... 28 Feb 91	Change ... 44 ... 15 May 93					
Change ... 11 ... 23 Sep 88	Change ... 28 ... 3 Apr 91	Change ... 45 ... 18 Jun 93					
Change ... 12 ... 9 Nov 88	Change ... 29 ... 1 May 91	Change ... 46 ... 31 Aug 93					
Change ... 13 ... 6 Jan 89	Change ... 30 ... 7 Jun 91	Change ... 47 ... 15 Nov 93					
Change ... 14 ... 24 Feb 89	Change ... 31 ... 19 Jul 91	Change ... 48 ... 1 Feb 94					
Change ... 15 ... 20 Apr 89	Change ... 32 ... 27 Sep 91	Change ... 49 ... 1 Apr 94					
Change ... 16 ... 6 Jan 89	Change ... 33 ... 22 Nov 91	Change ... 50 ... 9 Jun 94					
TOTAL NUMBER OF PAGES IN THIS PUBLICATION IS 2184 CONSISTING OF THE FOLLOWING:							
Page No.	*Change No.	Page No.	*Change No.	Page No.	*Change No.	Page No.	*Change No.
Title	66	1-1	64	1-60	13	1-69 - 1-70	41
A - B	66	1-2	44	1-61	50	1-71	0
C	64	1-3 - 1-4	51	1-62 Blank	13	1-72	62
D - F	65	1-4-1	61	1-63	31	1-72-1	67
G - H	0	1-4-2 - 1-4-8	63	1-44 - 1-45	63	1-72-2 Blank Added	14
I	55	1-4-9 Added	63	1-46 - 1-48	44	1-73	14
J	21	1-4-10 Blank Added	65	1-48-1 Added	44	1-74	24
K	44	1-5 - 1-6	44	1-48-2 Blank Added	44	1-75 - 1-79	0
L	65	1-7 - 1-8	51	1-49	44	1-80	7
M-2 Blank Added	50	1-9	0	1-50	45	1-81	6
N	50	1-10	21	1-51	21	1-82 - 1-86	0
O	67	1-11 - 1-15	0	1-52	50	1-87	7
P	62	1-16	64	1-53 - 1-54	0	1-88 - 1-89	0
Q	63	1-17	63	1-54-1 Added	44	1-90	17
R	63	1-18	44	1-54-2 Blank Added	44	1-91	7
R-1	63	1-18-1	63	1-55	44	1-92	0
R-2 Blank Added	53	1-18-2 Blank Added	26	1-56	0	1-93	7
S	65	1-19	64	1-57	63	1-94 - 1-99	0
T	63	1-20 - 1-21	0	1-58 - 1-59	0	1-100	24
U	58	1-22	64	1-60	21	1-101	41
V	52	1-23	0	1-61	0	1-102	0
V-1	53	1-24 - 1-25	15	1-62 - 1-64	21	1-103	20
V-2 Blank Added	59	1-26	34	1-64-1 - 1-64-2	62	1-104	25
W	63	1-26-1 Added	34	1-64-2-1 Added	62	1-105 - 1-108	0
X	0	1-26-2 Blank Added	34	1-64-2-2 Blank Added	62	1-109	21
Y - Z	4	1-27	0	1-64-3 Added	4	1-110	63
AA - AA4	0	1-28	65	1-64-4	51	1-110-1 Added	21
AA5 - AA10	51	1-29	0	1-64-5	53	1-110-2 Blank Added	21
AA11 Added	51	1-30 - 1-31	15	1-64-6	51	1-111	0
AA12-1 Blank Added	51	1-32 - 1-33	0	1-64-7 Added	4	1-112	21
AA13	51	1-34	18	1-64-8	55	1-113	0
AA14	21	1-35 - 1-37	0	1-65	44	1-114 - 1-116	21
AA15	64	1-38	13	1-66	32	1-117	0
AA16	43	1-39	33	1-67 - 1-68	0	1-118 - 1-127	21
*Zero in this column indicates an original page.							
<b>A Change 66</b>						<b>USAF</b>	

Figura 36. Lista de páginas vigentes

Fuente: Manual de Mantenimiento del Boeing-737

- c. **Tabla de contenido:** La tabla de contenido esboza la información que se encuentra en el manual.

TABLE OF CONTENTS			
Section	Page	Section	Page
Foreword .....	i	V LANDING GEAR .....	5-1
How to Use Manual .....	ii	5-1 Landing Gear Description .....	5-1
Table of Contents .....	iv	5-2 Main Landing Gear Support Structure Description .....	5-1
List of Illustrations .....	vi	5-3 Main Landing Gear Installation Description .....	5-1
List of Tables .....	xvi	5-4 Main Landing Gear Track Description .....	5-6
Safety Summary .....	xviii	5-5 Landing Gear Doors .....	5-6
Related Technical Orders .....	xxii	5-6 Main Landing Gear Maintenance ..	5-6
Time Compliance Technical Orders .....	xxviii	5-7 Nose Gear Installation Repair and Replacement .....	5-14
I GENERAL .....	1-1	5-8 Landing Gear Door Repair .....	5-14
1-1 Aircraft Description .....	1-1	VI NACELLE GROUP – J57 ENGINES .....	6-1
1-2 Airframe Cleaning and Finishing ..	1-17	6-1 Nacelle Structure Description .....	6-1
1-3 Airframe Sealing .....	1-17	6-2 Strut Structure Assembly .....	6-1
1-4 Pressure Testing .....	1-64.1	6-3 General Maintenance Practices .....	6-2
1-5 Control Surface Rebalancing .....	1-65	6-4 Nacelle Repair General Notes .....	6-4
1-6 General Shop Practices .....	1-109	VII NACELLE GROUP – TF33 ENGINES .....	7-1
1-7 Crash Handling and Shipping .....	1-173	7-1 Nacelle Structure Description .....	7-1
1-8 Damage Evaluation .....	1-203	7-2 Strut Structure Assembly .....	7-1
1-9 Structure Support .....	1-219	7-3 General Maintenance Practices .....	7-2
1-10 In-Service Use Criteria .....	1-246	7-4 Nacelle Repair General Notes .....	7-13
II WING GROUP .....	2-1	VIII NACELLE GROUP – F108-CF-100 ENGINES .....	8-1
2-1 Wing Description .....	2-1	8-1 Nacelle Structure Description .....	8-1
2-2 One Time Flight Temporary Repairs .....	2-1	8-2 Strut Structure Assembly .....	8-1
2-3 Wing Repair General Notes .....	2-3	8-3 General Maintenance Practices .....	8-1
III TAIL GROUP .....	3-1	8-4 Nacelle Repair General Notes .....	8-2
3-1 Empennage Description .....	3-1	IX DUCT AND TUBE REPAIR .....	9-1
3-2 One Time Flight Temporary Repairs .....	3-2	9-1 Duct and Tube Description .....	9-1
3-3 Tail Repair General Notes .....	3-2.1	9-2 Duct Repair .....	9-1
3-4 General Maintenance Practices .....	3-2.1	9-3 Tube Repair .....	9-16
IV BODY GROUP .....	4-1		
4-1 Body Structure Description .....	4-1		
4-2 One Time Flight Temporary Repairs .....	4-2		
4-3 Repair Procedures .....	4-2		
4-4 Body Repair General Notes .....	4-2.1		

**Figura 37.** Tabla de contenidos

**Fuente:** Manual de Mantenimiento del Boeing-737

- d. **Lista de figuras:** Es una lista de todas las figuras en el manual técnico, columna izquierda número de la figura, centro de la columna

título de la figura y la columna derecha página donde se encuentra la figura.

**e. Índice alfabético:** Es simplemente un listado de temas en orden alfabético.

**f. El cuerpo:** Es la sección del manual que contiene el texto.

**g. Apéndice:** Un apéndice se utiliza para incluir material en un manual técnico, que no es parte de una secuencia normal delineada en la tabla de contenido, gráfico, etc.

<b>APÉNDICE A</b>	
<p><b>A-1. PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN DEL DAÑO DE LA SUPERFICIE</b></p> <p>Lo siguiente es un procedimiento genérico que puede utilizarse para reparar cosméticamente en una superficie abollada o rallada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remueva el revestimiento de la superficie y fusione el daño lijando el área ligeramente con un papel de lija de 150 a 180 granos. Use un papel de lija de 240 granos para la terminación y prepárela para la unión.</li> <li>2. Limpie la ralladura y la abolladura con una estopilla de algodón, Q-tips y solvente. Limpie el área meticulosamente restregando repetidamente hasta que no quede residuo en los Qtips o en la estopilla de algodón.</li> <li>3. Seque el área de reparación por un mínimo de una hora, o como lo indique la orden técnica del sistema de armamento, a 150° + 10°F utilizando una lámpara calorífica u otra fuente calorífica adecuada.</li> </ol> <p><b>ADVERTENCIA</b></p> <p>Las resinas, los catalizadores y los materiales de relleno son nocivos para la piel, los ojos y las vías respiratorias. Evite el contacto con los ojos y la piel usando gafas y guantes. Haga toda mezcla en un área bien ventilada.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Prepare el adhesivo mezclando una cantidad adecuada de resina y fibra observando las instrucciones del fabricante.</li> </ol> <p>Cuando no tenga instrucciones específicas del fabricante, use esta proporción de mezcla: 1,5 gramos de fibra molida por 48 gramos de resina.</p> <p><b>Nota.</b></p> <p>Las mezclas fibrosas son opcionales y no necesitan ser usadas para Rayones abolladuras.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Llene la raya o abolladura con la mezcla de resina y la de fibra. Aplique el adhesivo en capas para evitar atrapar aire.</li> <li>6. Coloque material poroso sobre la reparación. Alise el adhesivo con una espátula y limpie el exceso con una estopilla de algodón limpia y seca.</li> <li>7. Cure el adhesivo ya sea con una lámpara calorífica o una manta calorífica de acuerdo con la orden técnica específica del armamento o según las especificaciones del fabricante. Coloque un termopar junto al área de reparación.</li> <li>8. Lije el área reparada a una condición dulce con un papel de lija de 240 granos, teniendo cuidado de no lijar el laminado.</li> </ol>

**Figura 38.** Hoja del apéndice

**Fuente:** Manual de Mantenimiento del Boeing-737

**Suplementos:** Los suplementos se publican como un manual técnico aparte para suplementar o añadir información al manual básico. Dichos

suplementos se archivan directamente en la parte anterior del manual básico para que el usuario la vea primero al empezar a usar mencionado manual.

T.O. 1B-52D-23TP-1	
<b>TECHNICAL ORDER PAGE SUPPLEMENT</b> <b>TECHNICAL MANUAL</b>	
<b>SYSTEM PECULIAR CORROSION CONTROL:</b> <b>PREVENTION, DETECTION, TREATMENT,</b> <b>AND REPAIR INSTRUCTIONS</b>	
<b>USAF SERIES</b> <b>B-52D, B-52G, AND</b> <b>B-52H AIRCRAFT</b>	
F34601-83-D-1298	
<p>THIS PUBLICATION SUPPLEMENTS T.O. 1B-52D-23, DATED 31 JANUARY 1983,          CHANGED 20 FEBRUARY 1984.</p>	
<p><i>Distribution Statement</i> – This publication is required for official use or for administrative or operational purposes only. Distribution is limited to US Government agencies. Other requests for this document must be referred to Oklahoma City ALC/MMEDT, Tinker AFB OK 73145.</p>	
PUBLISHED UNDER AUTHORITY OF THE SECRETARY OF THE AIR FORCE	
15 OCTOBER 1984	
<b>LIST OF EFFECTIVE PAGES</b>	
<p>Note: This TOPS contains supplementary information. Text pages do not supersede pages of basic TO but will be inserted facing the amended page. Total number of effective TOPS pages is 5.</p>	
<b>Page No.</b>	<b>TOPS No.</b>
3-6	TP-1
3-14	TP-1
11-52	TP-1
11-52.1	TP-1
11-61	TP-1

**Figura 39.** Suplementarios

**Fuente:** Manual de Mantenimiento del Boeing-737

**Cambios:** Serán publicados en los manuales básicos, cuando las páginas necesiten ser cambiadas a causa de adiciones o anulaciones.

**Revisiones:** Cuando es necesario cambiar completamente un manual técnico, se publica una revisión. Es una edición totalmente nueva del manual ya existente.

#### 2.5.2.2. Uso de los manuales técnicos

Los manuales, son los únicos medios oficiales para proveer información técnica sobre los procedimientos de seguridad, mantenimiento, inspección, manejo y servicio del equipo. Como mecánico de mantenimiento, debe utilizar las publicaciones técnicas en cada paso del mantenimiento que se está realizando.

### 2.6. Herramientas de dibujo

Parte de un técnico de mantenimiento es realizar dibujos técnicos, planos en papel y metal, para ello es de vital importancia que tenga todos los materiales necesarios al igual que el conocimiento para la realización de tareas de mantenimiento.

- **Regla:** Es un instrumento de medición con forma de plancha delgada y rectangular que incluye una escala graduada dividida en unidades de longitud.
- **Lápices de dibujo:** Los lápices 3H o 4H de grafito, son perfectos para realizar diagramas en papel porque el crayón del lápiz es muy duro y traza una línea muy fina en el papel, estos lápices se utilizarán solamente para diagramas en papel.
- **Lápiz marcador de aviones:** Dicho lápiz se utiliza solamente en metal, es suave y deja una línea oscura fácil de ver y no contiene grafito, cuando

se utilizan lápices de mina de grafito en metal, estos tienden a promover la corrosión.

### 2.6.1. Tipos de líneas de dibujo

#### Líneas de objetivo.

Estas muestran los bordes visibles del objeto. Son las líneas más gruesas en el dibujo.

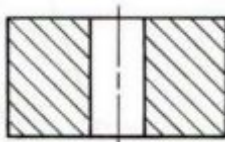
#### Líneas ocultas.

Son líneas de trazo con interrupción que demarcan los bordes ocultos.

#### Líneas centrales.

Las líneas centrales se utilizan en muchos diagramas mecánicos y de dibujos técnicos. Hay varios lugares donde las líneas centrales son útiles se denominan ejes longitudinales (C/L), y son líneas de rayas alternas largas y cortas.

#### Líneas de sección.



Se utiliza para indicar la superficie en la vista de un tramo.

#### Línea guía.



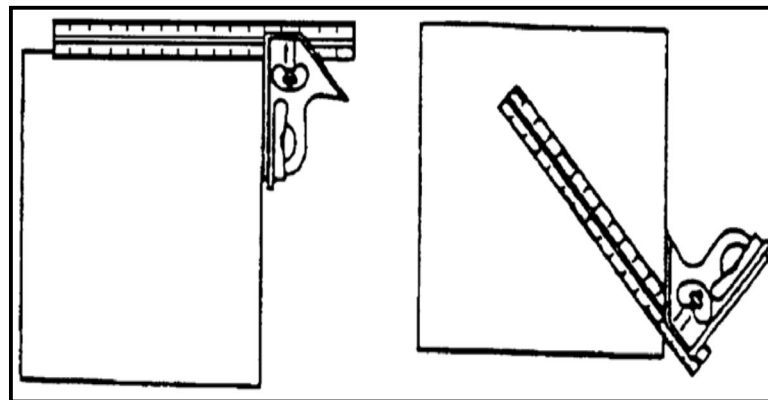
Indica la parte de un dibujo a la que hace referencia una nota. La punta de la flecha toca las líneas de un objeto y el punto indica una superficie.



### 2.6.1.1. Trazado en metal

Para el trazado en metal además de la utilización de dibujos técnicos, se realiza el siguiente paso:

**Cuadrar el metal para el trazado:** Es importante que el metal con el que está trabajando tenga bordes rectos y esquinas cuadradas, de otra forma sus medidas serán erróneas, para evitar este contratiempo utilice la escuadra.



**Figura 40.** Uso de la escuadra

**Fuente:** Manual de Mantenimiento del Boeing-737

## 2.7. Material requerido para reparaciones estructurales menores.

Daños menores en la piel de la aeronave pueden ser reparados mediante la aplicación de un parche sobre el daño. Hacer la placa del parche del mismo material que el original de la piel y un espesor mayor.

### 2.7.1. Parches

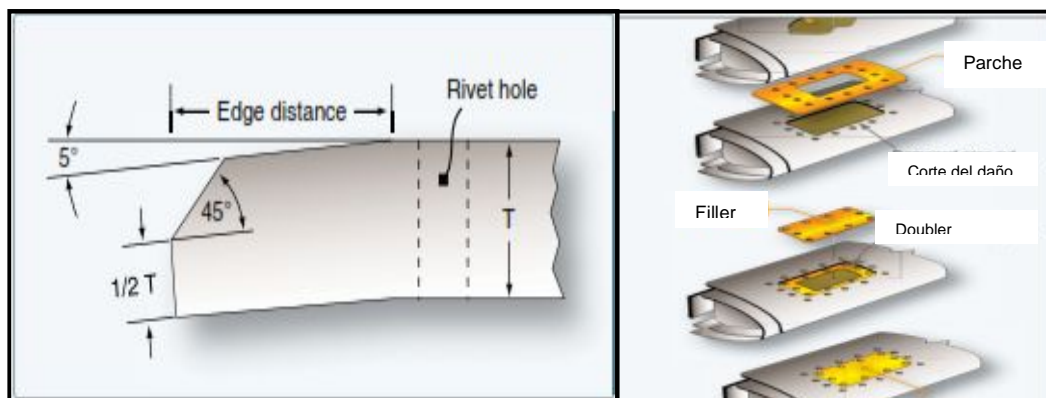
La utilización de parches en la estructura son ideales cuando la lámina de aluminio está debilitada debido al daño y vida útil de servicio.

### 2.7.1.1. Tipos de parches:

#### ➤ Parche Lap o sobrepuesto.

Parche externo donde los bordes del parche y la piel se solapan entre sí. La parte de traslape del parche es remachado a la piel, estos se pueden usar en la mayoría de las áreas donde el perfil aerodinámico no es muy importante.

El parche debe ser lo suficientemente grande como para instalar el número requerido de remaches.



**Figura 41.** Parches

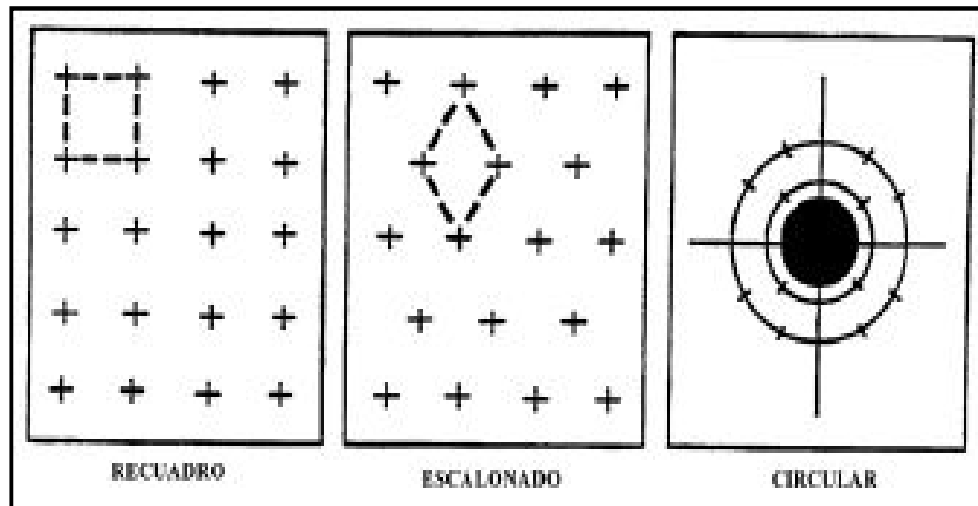
**Fuente:** Manual de la IAFA

#### ➤ Parche Flush

Este parche es un parche de relleno que está al ras de la piel, deja una superficie lisa en el revestimiento del avión. El área cortada se rellena con una capa de relleno, que es del mismo espesor de la lámina original. Una capa de refuerzo, se coloca dentro del revestimiento del avión, esta se usa como una unión para la capa de relleno y es un refuerzo para la sección reparada.

### a. Patrones de remachado

Hay varios patrones de remachado que se utilizan en el trabajo con aviones.



**Figura 42.** Patrones de remachado

**Fuente:** SRM del Boeing -737

#### ➤ Cuadrado, rectangular

Cuando la reparación es mediante un parche, sea este cuadrado o rectangular, al cortar el área dañada las esquinas deben ser redondas a un radio no menor de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Los bordes deben ser achaflanados a un ángulo de  $45^\circ$ , y una inclinación de  $5^\circ$  sobre la distancia al borde para sellarlos. Esto reduce la posibilidad de que la reparación sea afectada por el flujo de aire sobre ella.

#### ➤ Escalonado

El patrón de remachado en el centro de la figura 42 de la pág. 52, muestra el patrón escalonado. Cada hilera de remaches se mueve  $\frac{1}{2}$  espacio de remache a la derecha o izquierda de tal manera que los

remaches recaigan entre los remaches de la hilera anterior. El patrón escalonado de remaches se identifica por el patrón con forma de diamante.

➤ **Circular**

Este patrón tiene la forma de un círculo. Los remaches del patrón circular pueden alinearse o escalonarse. Este es el patrón que se utiliza para reparar agujeros redondos o para instalar objetos circulares.

**b. Diseño del parche**

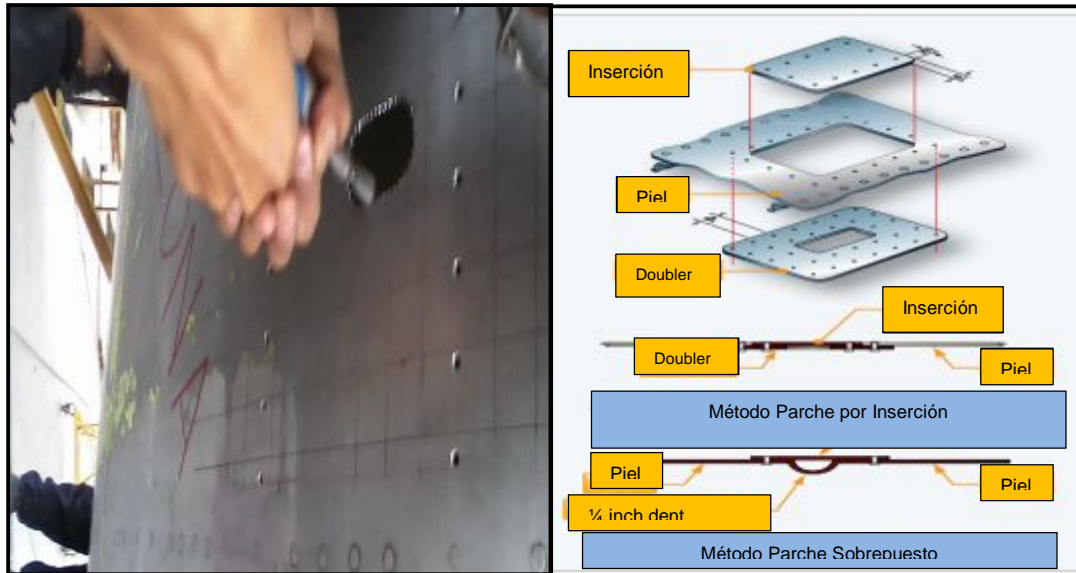
Para realizar una reparación en las estructuras dañadas es necesario saber los procedimientos adecuados para un patrón de remachado. Si el patrón está bien realizado esto asegura que todos los remaches participen por igual en la distribución de la carga requerida. La incorrecta ubicación o espaciamiento de los remaches causaría la deficiencia de la reparación o la estructura por la excesiva carga que llevarían.

**Distancia de borde (DB):** Es la distancia desde el centro de un remache hasta el borde más cercano del metal.

**Paso del remache (PR):** Es la distancia entre los centros de dos remaches en la misma hilera, la distancia mínima entre dos remaches es 4 veces el diámetro del remache, la distancia máxima es 10 veces el diámetro del remache y el paso de remache recomendado es entre 6 y 8 veces el diámetro del remache.

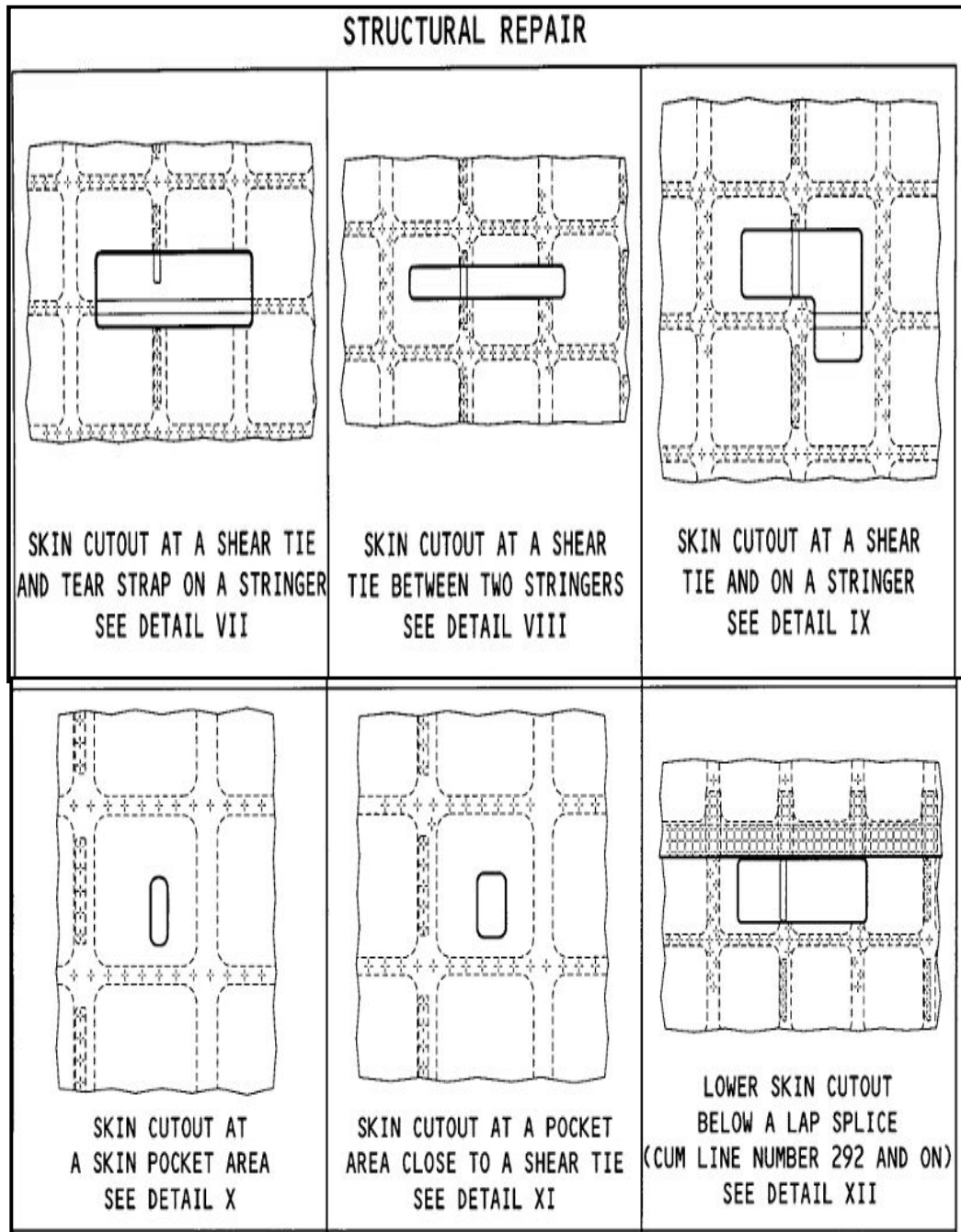
**Paso transversal (entre hileras):** Es la distancia entre las hileras paralelas de los remaches, el paso de las hileras es el 75% o  $\frac{3}{4}$ " del paso del remache.

La primera etapa es eliminar el daño para lo cual se debe cortar el daño de forma ovalada o rectangular de acuerdo a la forma del daño encontrado. Redondee las esquinas del parche con un radio mínimo de 0,5 pulgadas.



**Figura 43.** Parche cuadrado

De acuerdo con la forma del daño se deberá elegir el modelo del parche que más se parezca. **Ver fig. 44.**



**Figura 44.** Detalle V

**Fuente:** SRM Boeing-737

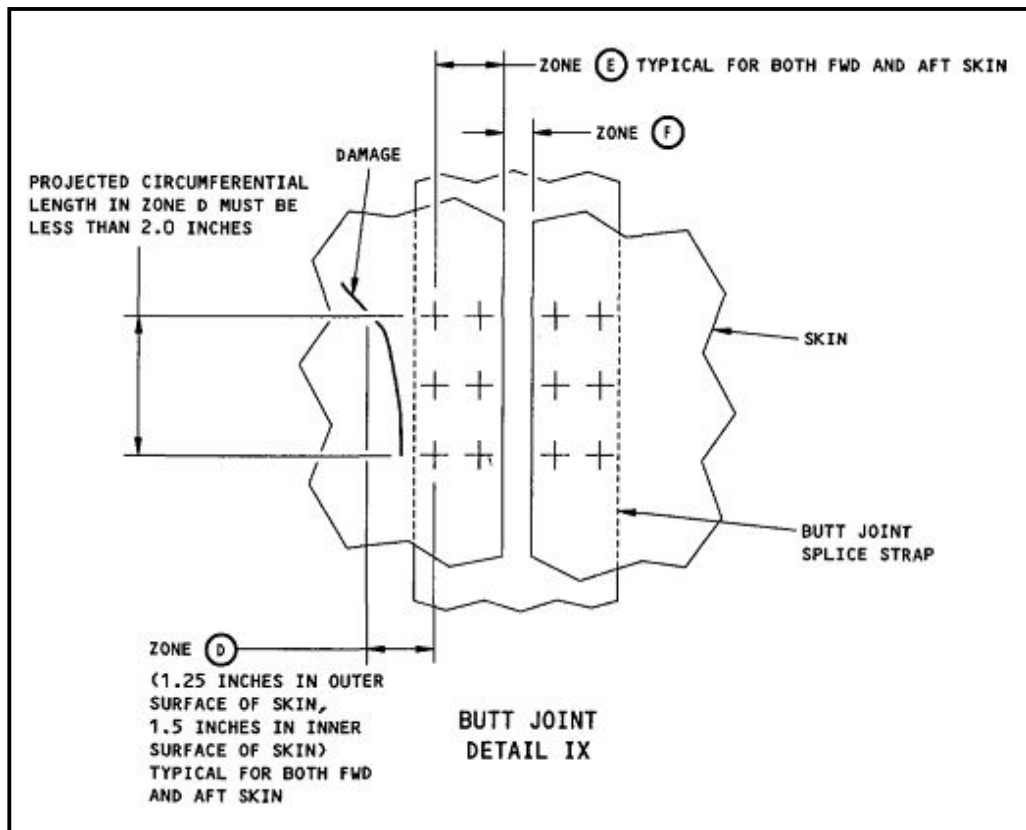
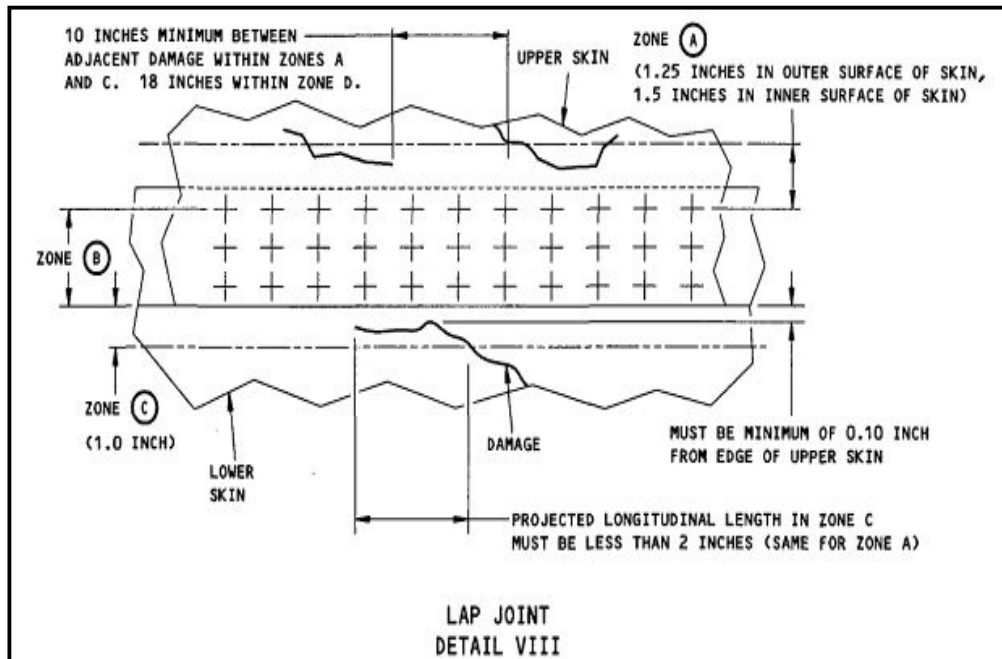


Figura 45. Procedimientos de reparación

Fuente: SRM Boeing-737

ALLOWABLE DAMAGE FOR FUSELAGE SKIN [A] [F]	
NOTES	TABLE I
<ul style="list-style-type: none"> <li>DAMAGE, SUCH AS BLENDOUTS, TRIMOUTS, OR DENTS:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- THAT OCCUR TO A STRUCTURALLY SIGNIFICANT ITEM (SSI) GIVEN IN SRM 51-00-4, FIG. 3 AND,</li> <li>- THAT ARE WITHIN THE ALLOWABLE DAMAGE LIMITS OF THE BOEING SRM,</li> </ul> </li> </ul> <p>DO NOT HAVE AN EFFECT ON THE DAMAGE TOLERANCE PROPERTIES OF THE SSI. THEREFORE, EXISTING SUPPLEMENTAL STRUCTURAL INSPECTION DOCUMENT (SSID) INSPECTION PROGRAMS REMAIN EFFECTIVE.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>REFER TO SRM 51-10-1 FOR INSPECTION AND REMOVAL OF DAMAGE.</li> <li>APPLY A CHEMICAL CONVERSION COATING TO REWORKED ALUMINUM SURFACES AS GIVEN IN SRM 51-10-2.</li> <li>REFER TO SRM 51-70 FOR AERODYNAMIC SMOOTHNESS REQUIREMENTS.</li> <li>APPLY THE FINISH TO THE REWORKED AREAS AS GIVEN IN AMM 51-20.</li> </ul>	<p>[C] CLEAN UP EDGE CRACKS AS SHOWN IN DETAIL I. OTHER CRACKS ARE NOT PERMITTED.</p> <p>[D] CLEAN UP EDGE DAMAGE AS SHOWN IN DETAIL I. FOR OTHER DAMAGE REFER TO DETAILS II, IV, V, AND VI.</p> <p>[E] CLEAN OUT PUNCTURE OR HOLE UP TO 0.25 INCH MAXIMUM DIAMETER, PROVIDED DAMAGE IS 4D FROM ANY OTHER HOLE, FASTENER OR PART EDGE. FILL HOLE WITH A 2017-T3 OR T4 ALUMINUM RIVET INSTALLED WET WITH BMS 5-95 SEALANT. ALL OTHER HOLES TO BE REPAIRED.</p> <p>[F] EDGE GAPS MUST BE FILLED WITH AERODYNAMIC SMOOTHER PER 51-70 IN AREAS FORWARD OF BS 663.75. THIS DOES NOT APPLY TO LAP JOINTS AND LONGITUDINAL EDGES OF REPAIRS.</p> <p>[G] SKIN WRINKLES MUST NOT BE MORE THAN 0.15 INCH IN DEPTH EXCEPT FOR THE AREAS NOTED IN [H].</p> <p>[H] SKIN WRINKLES MUST NOT BE MORE THAN 0.18 INCH IN DEPTH BETWEEN BS 540 AND BS 727, LBBL 6.5 AND RBBL 6.5, IN THE VICINITY OF THE KEEL BEAM.</p>
[A] IF YOU BLEND OUT DAMAGE LARGER THAN THE	

**Figura 46.** Daño en la piel del fuselaje

**Fuente:** SRM Boeing-737



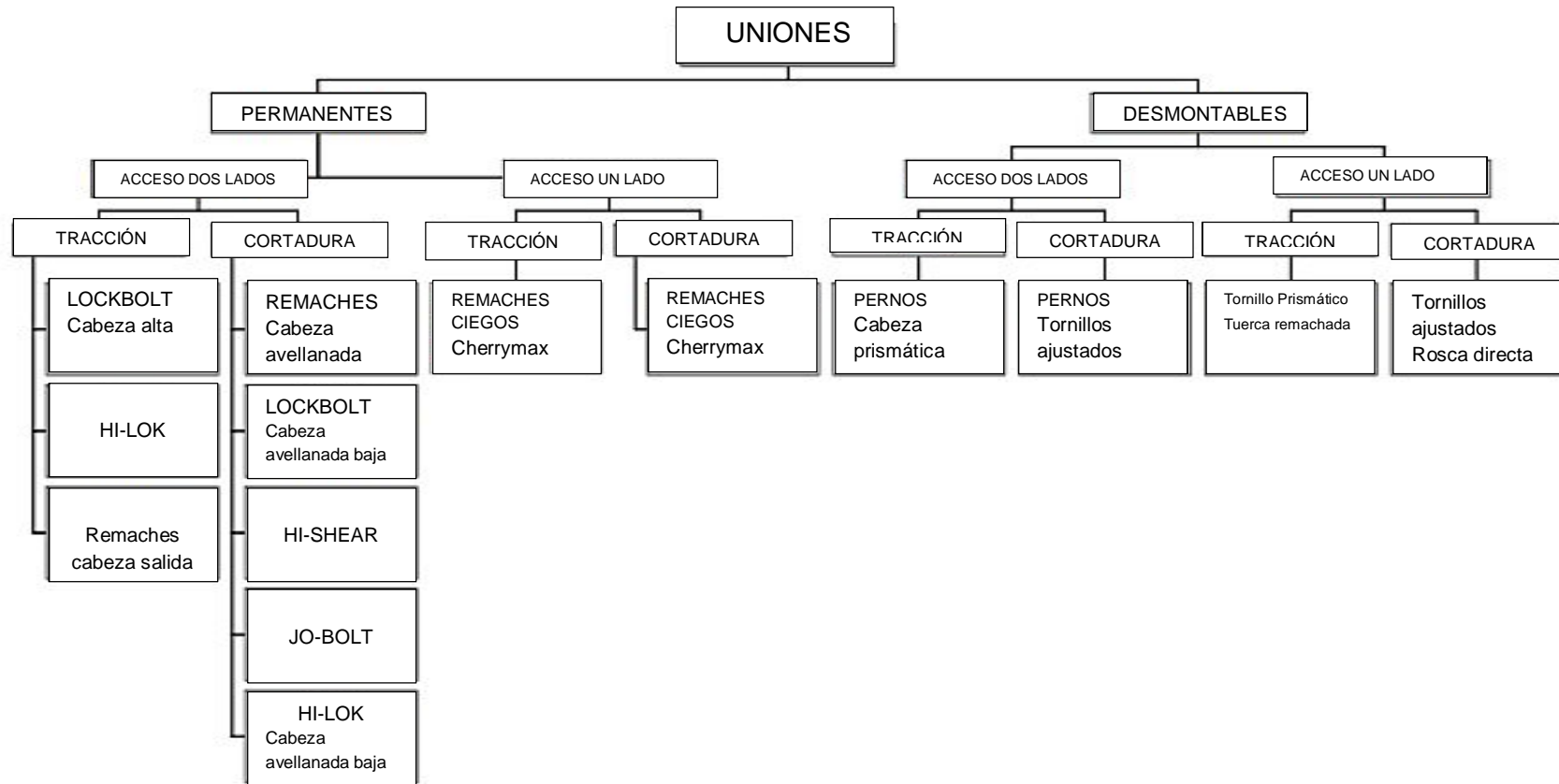
## **2.7.2. Elementos de fijación**

El objeto de este trabajo es familiarizar al lector con los distintos elementos de unión utilizados en la construcción de las estructuras de aeronaves y sus componentes y de esta manera puedan seleccionar el tipo de remache.

Por razones de economía, (en las reparaciones y mantenimiento) debe saber utilizar el menor número posible de elementos de fijación (una cantidad elevada significa mayor costo de adquisición y trabajo de colocación).

### **2.7.2.1. Tipos de elementos de fijación**

Para dar satisfacción a las distintas necesidades que se presentan en la construcción de estructuras, se han desarrollado infinidad de elementos. En el gráfico siguiente se sistematizan las necesidades y se indican los tipos de elementos utilizados con mayor frecuencia dentro de la industria aeronáutica.

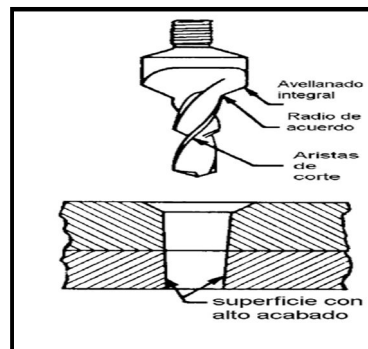


**Figura 47.** Diagrama de los remaches

**Fuente:** Manual de Mantenimiento del Boeing-737

### a.- Uniones desmontables

**Taper-Lock:** Son elementos de gran calidad de acabado, para montaje de características auto sellantes, y alta resistencia a cortadura.



**Figura 48.** Taper-lock

**Fuente:** FAA

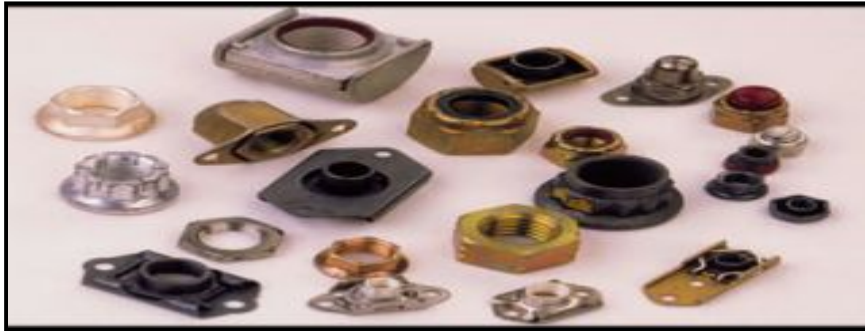
**Pernos (BOLTS) y tornillos (SCREWS):** Son elementos de sujeción para uniones desmontables, por tanto se usan siempre que por motivos de fabricación, mantenimiento u otras razones sea necesario realizar operaciones frecuentes de desmontaje y cuando las solicitaciones a que se ven sometidos son superiores a las de los remaches.



**Figura 49.** Tornillos y pernos

**Fuente:** FAA

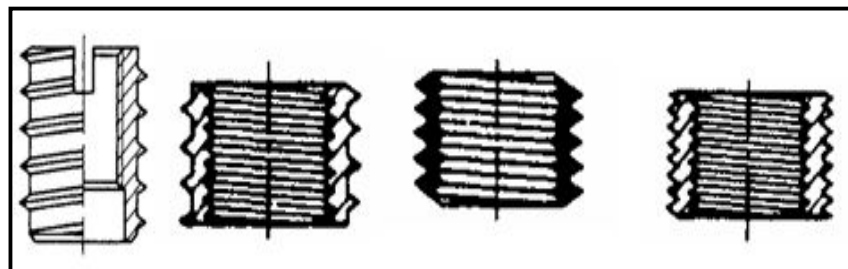
**Tuercas:** Estos se utilizan siempre junto a los tornillos, generalmente se roscan directamente en la última parte de la unión.



**Figura 50.** Tuercas

**Fuente:** FAA

**Insertos:** Elementos que se montan en partes construidas con materiales blandos, en los que no se pueden realizar agujeros roscados o cuando la naturaleza del material es tal que al montar o desmontar repetidamente un tornillo, esta rosca se puede dañar o producirse el gripado del tornillo.

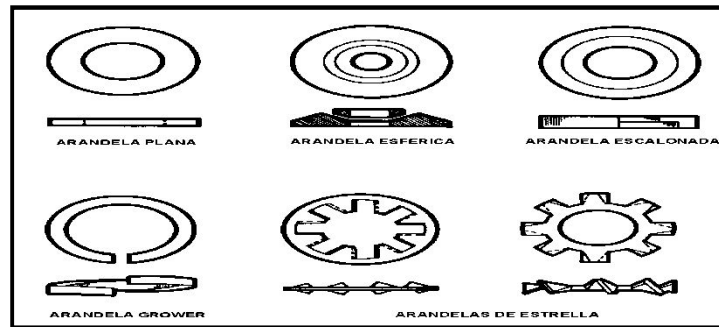


**Figura 51.** Insertos

**Fuente:** FAA

**Arandela:** Las arandelas, son elementos complementarios de los tornillos y tuercas, se utilizan con los siguientes propósitos:

- Facilitar el asiento de las cabezas de los tornillos y las tuercas sobre las partes.
- Actúan como elementos de freno disminuyendo la posibilidad de aflojado.

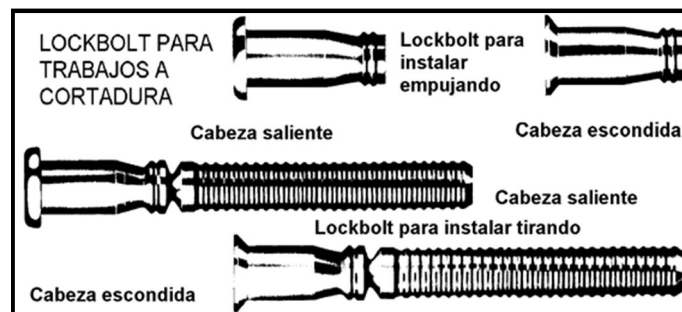


**Figura 52.** Arandelas

Fuente: FAA

### b.- Elementos de fijaciones montables

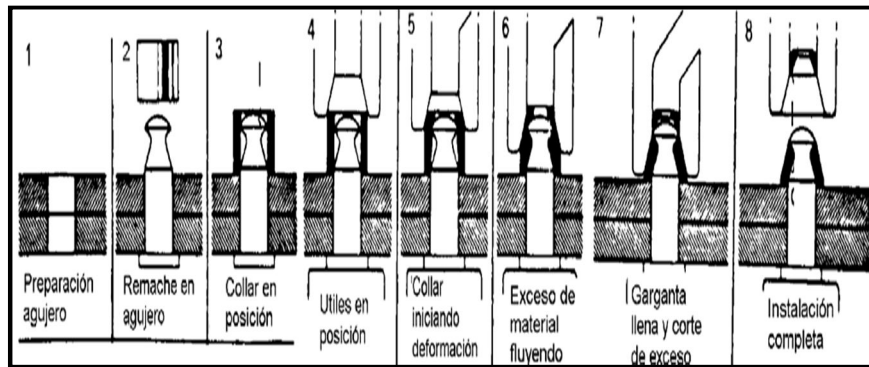
**Lockbolts:** Es un sistema de unión permanente similar al remachado pero de mejores características, ya que pueden trabajar a cortadura y a tracción y en general en todos aquellos casos que se pretenda evitar el aflojado.



**Figura 53.** Lock Box

Fuente: FAA

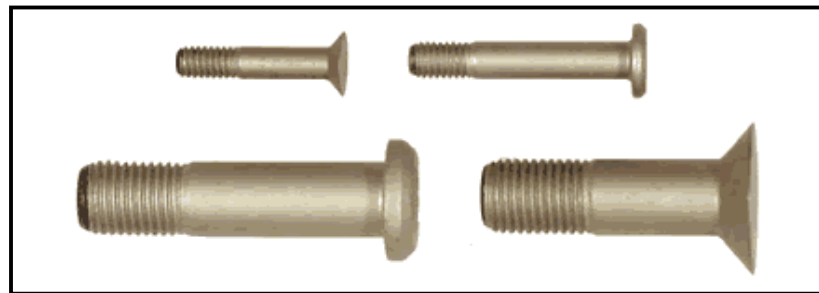
**Hi-Shear:** Se emplean para uniones permanentes en las que se pretende obtener reducción de peso y rapidez de instalación, para su montaje se requiere acceso desde los dos lados y es necesario emplear herramientas especiales.



**Figura 54.** Hi-Sheart

**Fuente:** FAA

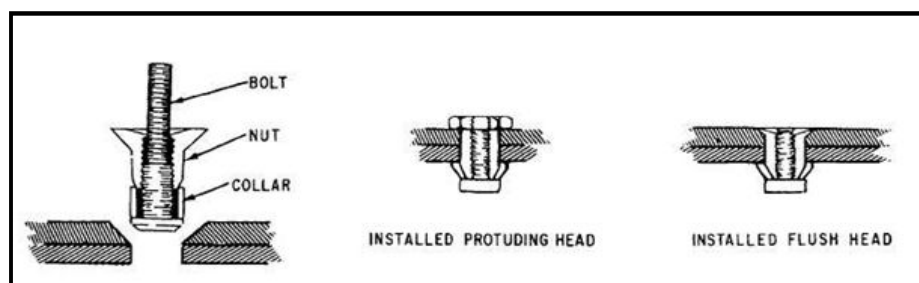
**Hi-lock, Hi-tigue:** Elementos de unión para esfuerzos de cortadura y tracción utilizados en uniones de partes con acceso desde los dos lados, constan de un vástago roscado con cabeza y una tuerca especial.



**Figura 55.** Hi-Lock

**Fuente:** FAA

**Jo-Bolt:** Son elementos estructurales de alta resistencia utilizados cuando el remachado es difícil y solo existe acceso desde un lado.



**Figura 56.** Jo-Bolt

**Fuente:** FAA

Todos estos elementos de fijación son esenciales para la unión de dos o más partes pero nuestro objetivo y enfoque principal son los remaches.

**2.7.2.2. Remaches**

Los remaches son elementos de unión de bajo costo y capaces de colocar en procesos de montaje manuales, semi-automáticos y automáticos. La principal razón para su elección es su bajo costo de fabricación e instalación, en comparación con los elementos roscados.

**2.7.2.3. Identificación de los remaches**

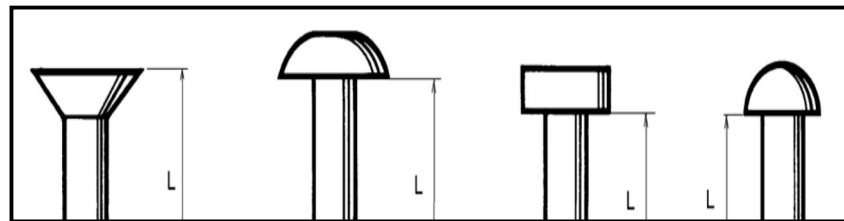
La siguiente información es aplicable a la mayoría de los remaches utilizados en aviación se definen por la forma de la cabeza, material, diámetro y longitud. Para identificar físicamente los remaches se realizan marcas sobre las cabezas, como se muestra en la figura.

**Tabla 2.**  
**Marcas sobre las cabezas de los remaches.**

<b>A</b> 1100 NO MARK	MS20430A  ROUND HEAD	MS20442A  FLAT HEAD	MS20426A  100° C'SUNK	MS20455A  BRAZIER	MS20425A  78° C'SUNK	MS20456A  BRAZIER	MS20470A  UNIVERSAL
<b>AD</b> 2117T DIMPLE	MS20430AD  ROUND HEAD	MS20442AD  FLAT HEAD	MS20426AD  100° C'SUNK	MS20455AD  BRAZIER	MS20425AD  78° C'SUNK	MS20456AD  BRAZIER	MS20470AD  UNIVERSAL
<b>D</b> 2017T RAISED DOT	MS20430D  ROUND HEAD	MS20442D  FLAT HEAD	MS20426D  100° C'SUNK	MS20455D  BRAZIER	MS20425D  78° C'SUNK	MS20456D  BRAZIER	MS20470D  UNIVERSAL
<b>DD</b> 2024T RAISED DOUBLE-DASH	MS20430DD  ROUND HEAD	MS20442DD  FLAT HEAD	MS20426DD  100° C'SUNK	MS20455DD  BRAZIER	MS20425DD  78° C'SUNK	MS20456DD  BRAZIER	MS20470DD  UNIVERSAL
<b>B</b> 5056T RAISED-CROSS	MS20430B  ROUND HEAD	MS20442B  FLAT HEAD	MS20426B  100° C'SUNK	MS20455B  BRAZIER	MS20425B	MS20456B  BRAZIER	MS20470B  UNIVERSAL
<b>C</b> COPPER NO MARK	MS20435C  ROUND HEAD	MS20441C  FLAT HEAD	MS20427C  100° C'SUNK	MS20420C  90° C'SUNK			

#### 2.7.2.4. Tipos de remaches

Existen multitud de remaches fabricados con formas de cabeza y materiales distintos, en las figuras se muestran algunos.



**Figura 57.** Tipos de remaches

**Fuente:** FAA

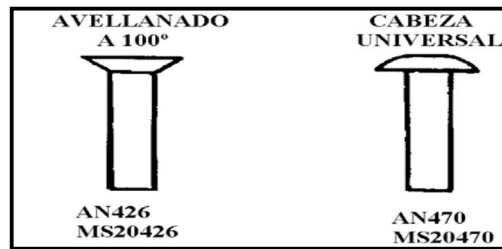
##### a. Estilos de cabezas de remaches

Dentro de aviación existen varios estilos de cabezas de remaches según las necesidades que se requiera, los más utilizados en la fabricación y reparación de aeronaves son de cabeza universal y de cabeza avellanada.

**Cabeza universal:** El remache de aluminio de cabeza universal tiene un código numérico AN470 o MS20470.

**Avellanado a 100°:** Dichos remaches a menudo se denominan remaches a paños, porque dejan la superficie del metal plana y lisa, tiene el código numérico AN426 o MS20426.





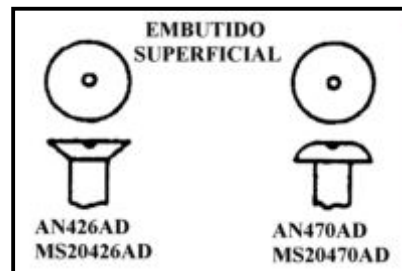
**Figura 58.** Tipos de cabeza

**Fuente:** FAA

**Remaches 1100:** Está fabricado de aluminio puro, este tipo de remache no es recomendable en aplicaciones donde se necesite fuerza, generalmente se usa para unir partes no estructurales.

#### 2.7.2.5. Aleaciones de los remaches

**Remaches de aleación 2117-T4:** Este tipo de remache está fabricado de aleación de aluminio 2117-T4, es utilizado en la mayoría de las áreas del avión las letras “AD” en la cabeza identifica el material del remache como 2117-T4.



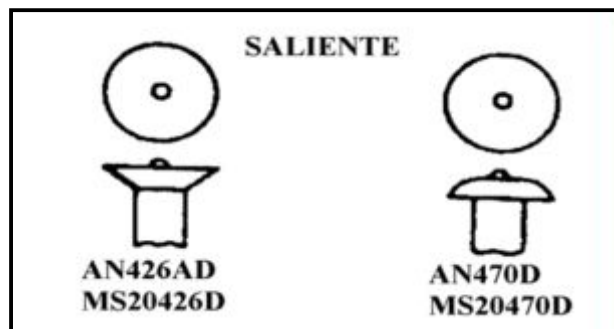
**Figura 59.** Remaches de aleación 2117-T4

**Fuente:** FAA

**Remaches termotratados (Recocidos):** Este tipo de remache debe ser termotratado, para suavizarlo antes de ser empujado para evitar que se rajen al ponerlo, una vez instalado se debe esperar un periodo de tiempo llamado endurecimiento por envejecimiento para tener la fuerza total del remache, esto depende de la temperatura ambiental, tiene un lapso de

tiempo de 20 min al tratarlo, si se lo almacena debe ser a temperaturas bajas para retrasar su endurecimiento (24 horas), si se lo somete al hielo seco se retrasará hasta una semana.

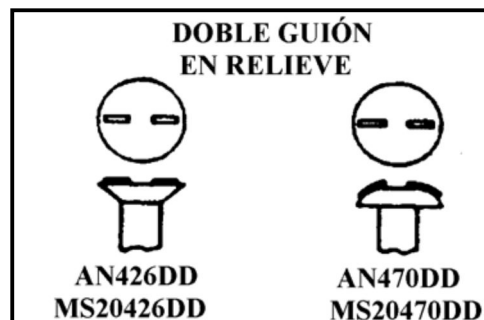
**Remaches de aleación 2017-T4:** Este tipo de remache se utiliza en áreas de mayor resistencia.



**Figura 60.** Remaches de aleación 2017-T4

**Fuente:** FAA

**Remaches de aleación 2024-T4.-** Este es el más fuerte de las aleaciones de aluminio, están marcados con las letras "DD".



**Figura 61.** Remaches de aleación 2024-T4

**Fuente:** FAA

**Aleaciones de aluminio:** En éste tipo de aleaciones van desde el aluminio puro (remaches suaves) a los remaches de aluminio aleado, estas variaciones de aleación tienen mayor fortaleza y resistencia a la corrosión.

### 2.7.2.6. Composición y uso del remache

En los temas anteriores aprendió que en la construcción de aeronaves se utilizan dos tipos de remaches que son los más comunes, que existe remaches fabricados de aleaciones de aluminio con características específicas para un determinado tipo de uso y se identifican por códigos de letras.

**Tabla 3.**

#### Características de los remaches

MATERIAL DEL REMACHE	CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN	USADO SOBRE MATERIALES	RECOMENDACIONES DE USO Y LIMITACIONES
<b>1100-F</b> (aluminio)	Fácil (deformación suave)	aluminio, plásticos fibras	Baja resistencia no recomendado en diámetros grande. (Diámetros 1/16- 1/8)
<b>5056</b> (al-mag)	Media	aleaciones de aluminio	A emplear cuando la resistencia del 5056 es adecuada y es deseable una fuerza pequeña de instalación (diámetros 3/32 - 3/16)
<b>2117-T3</b> (al-cu-mg)	Media dura	aleaciones de aluminio	Para utilización en aplicaciones de sellado en tanques de combustible diámetros de 1/16 - 5/32)
<b>2017-T3</b> (al-cu-mg)	Dura	aleaciones de aluminio	Empleo general
<b>2024-T3</b> (al-cu-mg)	Dura	aleaciones de aluminio	Alta resistencia. Empleo limitado debido al almacenamiento en frigoríficos (3/16 -1/4)
<b>Monel</b>	Muy dura	aleaciones de cobre, acero y acero inox	Fuerza de instalación muy alta para diámetros grandes
<b>A-286</b> (acero-inox)	Muy dura	titanio, acero y acero inox	Hasta 1/4. De empleo en soportes de motor , zonas calientes y ambiente corrosivos

### 2.7.3. Sujetadores tipo Cleco

**Finalidad de los clecos:** Se utiliza para sujetar partes y materiales de forma alineada mientras se está realizando una operación sobre las mismas, este sujetador es una prensa accionada por un resorte, existen dos tipos de clecos:

- Clecos de agujeros.
- Clecos de prensa de borde.



**Figura 62.** Clecos

**Fuente:** FAA.

**Pinzas para los cleco (Fórceps o tenazas):** Son utilizadas para instalar los clecos de forma que ajuste las láminas de metal.



**Figura 63.** Pinzas para clecos

**Fuente:** FAA

#### 2.7.4. Lijas

Las lijas son herramientas muy útiles para los acabados del metal, de acuerdo al tipo de granos del papel de lijar indican la manera de uso de la misma y entender que cada uno ayuda a producir acabados perfectos.

Los granos se refiere al número de partículas abrasivas que contiene el papel de lija de acuerdo al número de granos se clasifican en:

- **Granos Gruesos:** Son muy ásperos se utilizan en trabajos pesados (P40-P60).



**Figura 64.** Lija P-80

**Fuente:** Investigación de Campo

- **Granos Medianos:** Se utilizan para alisar las superficies, son perfectos para eliminar imperfecciones (P80-P120).



**Figura 65.** Lija P-120

**Fuente:** [https://www.material.com/watch?v=Uu-4\\_8vSnsq](https://www.material.com/watch?v=Uu-4_8vSnsq)

- **Grano Fino:** Son ideales para trabajos de suavizado y preparación de las superficies antes de ser pintadas (P150-P180).
- **Grano Súper-Fino:** Son muy suaves al tacto, estos remueven imperfecciones de una capa terminada una vez que se ha secado. El lijado fino quita el polvo y otras partículas, y los grados más finos del papel de lija súper fino pulen de nuevo y dan brillo (P360-P600).



**Figura 66.** Lija P-400

**Fuente:** Investigación de Campo

### 2.7.5. Resinas y masillas

Las resinas son utilizadas para rellenar los espacios que quedan entre las láminas del metal y de esta forma dar un sellado uniforme.

Las resinas que se utilizan en las tareas de mantenimiento son:

- **Epocast 1511-A:** Este es una resina con componentes de aluminio generalmente utilizada en la piel del fuselaje.
- **Epocast 1511-B:** También llamado endurecedor.



**Figura 67.** Resina y endurecedor

**Fuente:** Investigación de Campo

La masilla es utilizada para rellenar los hundimientos en la piel de la estructura de la aeronave, al igual que las resinas este también se mezcla con el endurecedor.

**Nota:** En los envases se especifica las cantidades para la mezcla.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

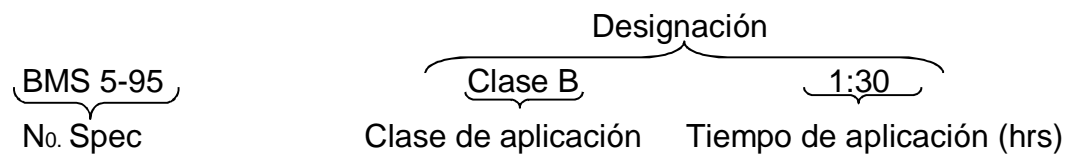
#### **3.1. Elaboración del manual de reparaciones estructurales menores para aeronaves.**

Este manual tiene como objetivo brindar información práctica a los estudiantes que se gradúan en la UGT, que está precisamente enfocado a tareas de mantenimiento y utilización de herramientas, para el personal técnico específicamente en lo que se refiere a daños por hundimientos, rayaduras y delaminaciones menores a 1 pulgada en el fuselaje de la aeronave, causados por agentes externos, mediante un material de fácil entendimiento, brindando un servicio académico óptimo a la colectividad estudiantil. Permitiendo de esta forma despertar el interés del lector(-ra) y futuros tecnólogos dentro del campo de la aviación, ampliando sus conocimientos, capaces de incrementar ideas nuevas que posibiliten el desarrollo del área aeronáutica.



### 3.2 Sellantes

El número de las especificaciones de los sellantes son designadas por la casa fabricante de la aeronave en la que se está trabajando. A continuación se muestra la representación de la clasificación del sellante.



Clasificación de la aplicación de sellantes:

**Clase A:** Aplicación con pistola.

**Clase B:** Inyección o cinta selladora.

**Clase C:** Unión a lo largo del empalme cuando está fuera del tiempo de vida útil requerido.

**Clase D:** Sellador fuerte para orificios.

**Clase E:** Rociador de capa protectora.

**Clase F:** Rociador de primer.

Todas las clasificaciones de los sellantes no son necesariamente disponibles para algún sellante en particular.

**Tabla 4**  
**Sellantes**

Especificación de sellantes sustituidos permitidos							
Especificación de sellantes	Sellantes alternativos permitidos						
	BMS 5-45	BMS 5-63	BMS 5-95	BMS5-142 A	PR-1826 B	PR -1826 B	BMS 5-150
BMS 5-19	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
BMS 5-26	MIRAR TABLA 5	NO	NO	NO	SI	SI	NO
BMS 5-32	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
BMS 5-45	-	NO	NO	NO	SI	NO	NO
BMS 5-63	NO	-	NO	NO	NO	NO	NO
BMS 5-79	SI	NO	MIRAR TABLA 5 pág.75	SI	SI	SI	NO
BMS 5-95	SI	NO	-	SI	SI	SI	SI: SOLO LA CLASE B-2
BMS 5-142	SI	NO	SI	-	SI	SI	SI

**Tabla 5**  
**Sellantes alternativos**

BMS 5-79SELLANTES ALTERNATIVOS	
MATERIAL	MATERIAL ALTERNATIVO
BMS 5-79	BMS 5-79
Clase B-1/2	Clase B-1/2
Clase B-2	Clase B-2
Clase B-4	Clase B-4
Clase B-8	Ninguno
Clase C-24	Clase C-20
Clase C-48	Clase C-80
Clase D-2	Clase 5-16

**Tabla 6**  
**Sellantes Sustitutos**

BMS 5-26, Tipo, Clase y Grado	Reemplazo BMS 5-45, Clase y Grado
Tipo I, Clase A-1/2, Grado 1	Clase A-2 Grado 1 o Grado 2
Tipo I, Clase A-2, Grado 1	Clase A-2, Grado 1 o Grado 2
Tipo I, Clase B-1/2	Clase B-1/2
Tipo I, Clase B-2	Clase B-2
Tipo II, Clase A-2, Grado 1	Clase A-2, Grado 1
Tipo II, Clase A-2, Grado 2	Clase A-2, Grado 2
Tipo II, Clase B-2	Clase B-2
Tipo II, Clase C-24	Clase C-24
Tipo II, Clase C-48	Clase C-48
Tipo II, Clase C-168	Clase C-168

### 3.3 Inhibidores de corrosión

Estos son usados como sistemas de finalización y para prevenir o evitar la corrosión. Por lo tanto estos pueden ir entre las uniones de las superficies o entre los sujetadores y orificios.

Los más utilizados son:

**BMS 3-32:** Componente inhibido de corrosión por desplazamiento de agua, este es un componente orgánico no volátil en base de materiales solventes, de rápida evaporación. Existen dos tipos de BMS 3-32.

**Tipo I:** Es una película de color transparente, detectado únicamente con luz ultravioleta.

**Tipo II:** Una película de color que se detecta fácilmente por el ojo sin ayuda de ningún otro instrumento mecánico.


**BMS 3-36:** Esté es un componente orgánico igual al 3-32, estos no contienen silicón, pueden ser sumergidos o rociados, después del secado se forma una capa protectora visible. Existen dos tipos de BMS 3-36.

**Tipo I:** Hacer una capa límite de espesor medio con un punto de caída de fusión de 140°F.

**Tipo II:** Hacer una capa límite de espesor medio con un punto de caída de fusión de 200°F.

**Nota:** Estos son hidrocarburos, pueden ser peligrosos si son mezclados con oxígeno.

**Caso I: Delaminación**

	<b>BLOQUE 42</b> <b>TALLER DE MECÁNICA</b>	<b>Pág. : 1 de 16</b>
	<b>“REPARACIÓN DELAMINACIÓN”</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Sánchez Vargas Jessica	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Crnl.E.M.T.Avc. Víctor Aguirre	<b>Fecha : MAR 2015</b>
<p><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p>Desarrollar las destrezas y habilidades de los estudiantes de mecánica dentro de las tareas de mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se considera daños menores siempre que estos no pasen de 1”.</li> </ul> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Docentes y alumnos de la UGT-ESPE para tareas de mantenimiento en los talleres de mecánica.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Seguir las instrucciones del manual.</li> <li>➤ Utilizar el manual para tareas específicas al igual que los instrumentos y equipos.</li> <li>➤ Tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes.</li> </ul>		

<b>UTILIZACIÓN DEL EPP Y MATERIALES</b>	<b>Pág. : 2 de 16</b>
<p>El equipo de protección personal es necesario y obligatorio para las tareas de mantenimiento dentro de los talleres de mecánica.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Overol.</li><li>➤ Uso de guantes quirúrgicos (Nitrilo desechable).</li><li>➤ Protección para los ojos.</li><li>➤ Zapatos adecuados.</li><li>➤ Uso de mascarilla.</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>MATERIALES PARA LA REPARACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Marcador o dermatográfico.</li><li>➤ Patrón de medición (Objeto metálico.)</li><li>➤ Taladro.</li><li>➤ Broca circular de 1".</li><li>➤ Epocast 1511-A.</li><li>➤ Epocast 1511-B.</li><li>➤ Paleta plástica.</li><li>➤ Paleta de madera, cinta adhesiva.</li><li>➤ Mek, Adron y alodine.</li><li>➤ Wipe, paños de tela.</li><li>➤ Linterna.</li></ul>	

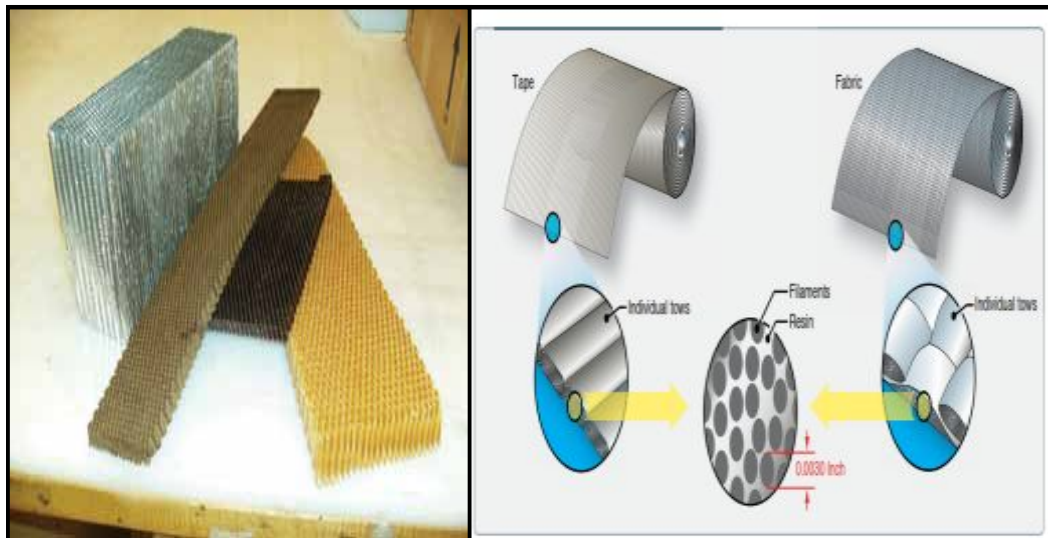
<b>DELAMINACIÓN: Evaluación</b>	<b>Pág. : 3 de 16</b>
<p data-bbox="352 488 813 521"><b>a. Inspección del área dañada</b></p> <p data-bbox="352 600 1394 741"><b>Paso 1:</b> Con la ayuda de una linterna, se realiza la inspección por toda la estructura, señalando con un dermatográfico los daños encontrados.</p> <p data-bbox="352 819 1394 963"><b>Paso 2:</b> Limpiar el área dañada, humedecer el wipe con MEK, asegúrese de haber eliminado todo tipo de contaminantes tales como líquido hidráulico o cualquier otro contaminante.</p> <p data-bbox="371 1041 1394 1184"><b>Paso 3:</b> Quitar la pintura del área dañada con el fin de permitir la adhesión, la resina restante impide la adherencia del material en la superficie.</p> <p data-bbox="316 1263 1394 1406">Toda reparación debe ser limpiada sobre todo si esta ha sido lijada para eliminar el polvo, suciedades, aceite o cualquier otro residuo, se debe realizar un lavado con solvente, MEK, acetona o alcohol butílico.</p> <p data-bbox="316 1485 1394 1628">Siempre deje la parte completamente seca antes de empezar a reparar, esperar un lapso entre 1 a 5 minutos dependiendo del método que utilice para la limpieza de la superficie.</p> <p data-bbox="316 1706 1394 1794"><b>Paso 4:</b> Para el decapado sellar todas las juntas con una cinta de aluminio para evitar que penetre el agua.</p>	

<b>DELAMINACIÓN: Evaluación</b>	<b>Pág. : 4 de 16</b>
<p><b>Paso 5:</b> Utilizar un removedor CDR 256 “ADRON” para la remoción de la pintura.</p> <p><b>Paso 6:</b> Cubrir por completo la lámina de aluminio con el ADRON.</p> <p><b>Paso 7:</b> Lavar con detergente hasta eliminar todo residuo, dejar secar por 5 minutos, en caso de quedar residuos de pintura en la lámina repetir el paso 6 hasta eliminar por completo la pintura.</p> <p><b>Paso 8:</b> Una vez que esté completamente seca colocar el tratamiento anticorrosivo con alodine, dejar secar durante 5 minutos y repetir el paso 2 de la pág. 80.</p> <p><b>b. Identificación del daño</b></p> <p>En este paso el técnico deberá efectuar un buen análisis para determinar el tipo de daño que se ha producido en la piel de la aeronave.</p> <p>En este caso existe una delaminación.</p>	



**c. Evaluación del daño****Límites de los daños en las estructuras Sadwich**

Una reparación menor en este material, es inferior a 0,5 pulgadas, en algunos casos este material podría ser eliminado y se llena con un material de relleno (resina) para restaurar la resistencia en el material.



**Figura 68.** Panal de abeja y matriz

**DELAMINACIÓN: Evaluación del daño**

Pág. : 6 de 16

**Paso 1:** Examinar visualmente el área dañada para eliminar sospechas de otros posibles daños. Ver manual del kit de inspección.

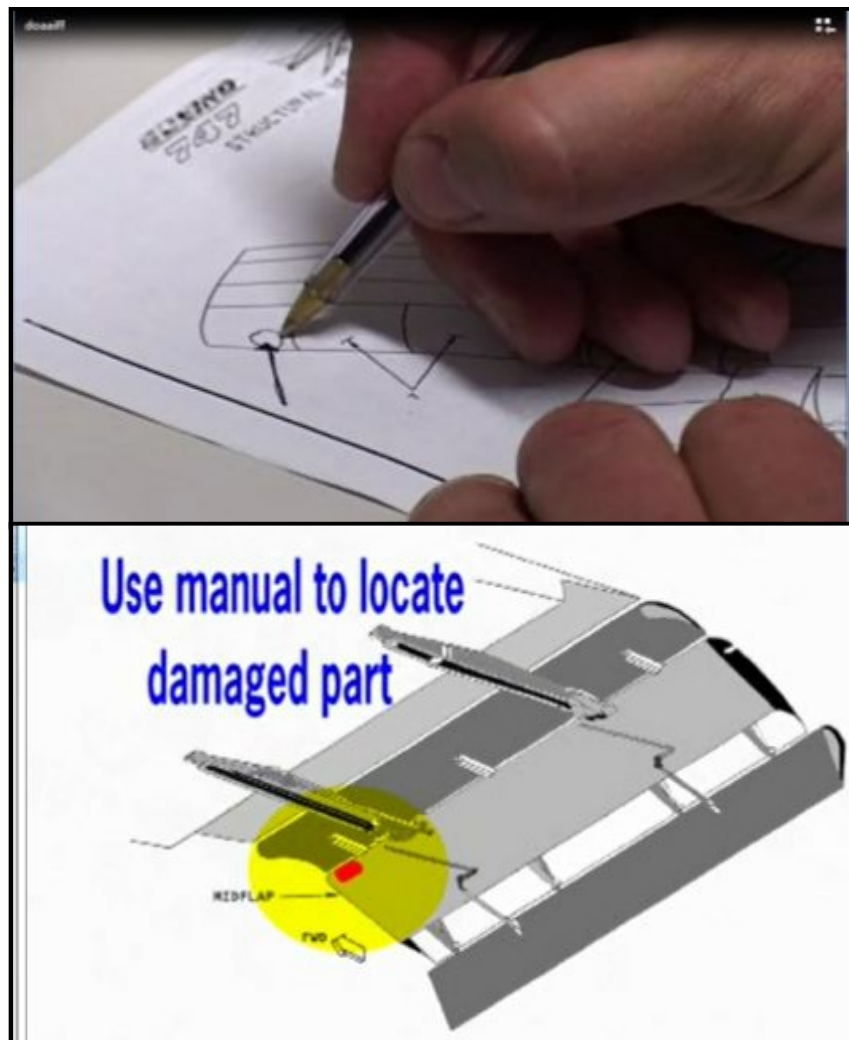
**Paso 2:** Realizar el TapTest, consiste en dar pequeños golpes sobre la estructura de la aeronave con el taper o con un objeto metálico, ya que el sonido cambia e indicando hasta donde está la parte dañada y está siempre deberá ser marcada.



**Figura 69.** Evaluación del trabajo

**d. Localización de la parte dañada.**

Antes de hacer una reparación en un avión, primero debe localizar el daño, esto se logra usando las líneas de referencia de la aeronave en la que se está trabajando.



**Figura 70.** Identificación del daño

**Reparación del daño**

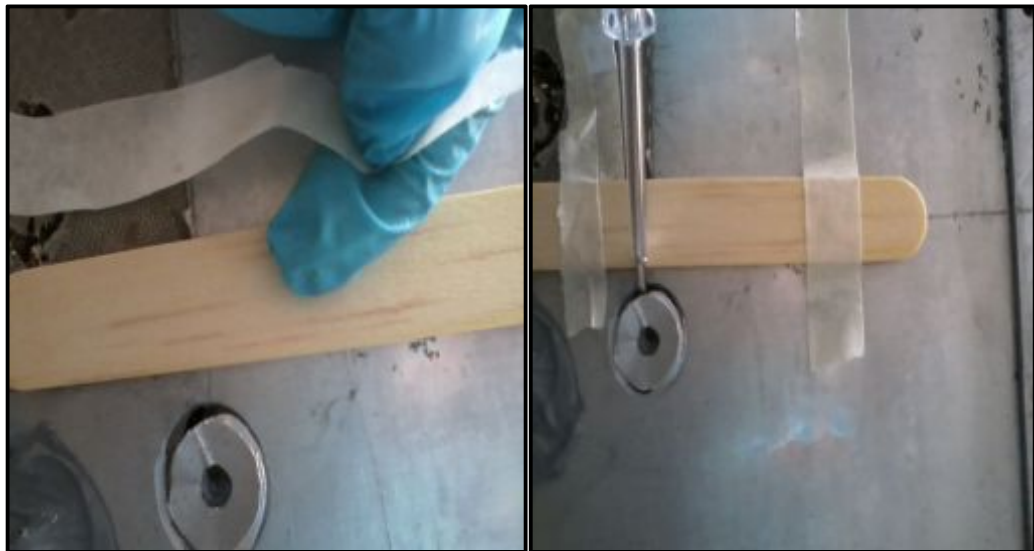
Una vez identificado y marcado el daño se procederá a la reparación.

**Paso 1:** Corte el área dañada, taladrar con la broca circular, tomando en cuenta que este debe ser tomado lo menos posible, es decir que se corte en los límites del daño.



**Figura 71.** Corte del área dañada

**Paso 2:** Sujetar la paleta de madera con cinta adhesiva a la estructura esto evitara que la estructura sufra daños al retirar la piel dañada.



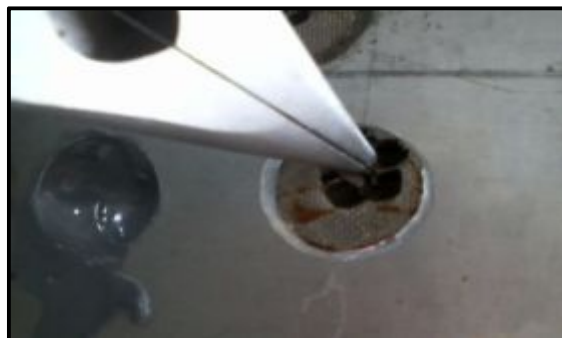
**Figura 72.** Extracción del daño

**Paso 3:** Con la ayuda de un desarmador plano y pinza levantar la piel dañada y retirarla con cuidado, para no dañar el núcleo de la estructura de emparedado.



**Figura 73.** Retiro de la piel

**Paso 4:** Una vez retirada la piel examinar el núcleo, si este está sin daño rellenar con la resina, en caso de que le núcleo este afectado por el daño retirar el núcleo con la ayuda de la pinza.



**Figura 74.** Extracción del nucleo dañado.

**DELAMINACIÓN: Proceso de reparación del daño****Pág. :11 de 16**

**Paso 5:** Aspirar dentro del daño, untar los paños con mek, dar pequeños topes para eliminar polvo u otros residuos que pueden afectar la reparación y dejar secar por un lapso de 10 seg, aplicar alodine.

**Paso 6:** Pese 1 gr de resina EPOCAST 1511-A y 0,15 gr de acelerante 1511-B teniendo cuidado de no contaminar las resinas (utilice distintas paletas), mezcle con la paleta plástica hasta obtener una mezcla homogénea. Esta deberá tener un color claro, las especificaciones de la mezcla están dadas en los envases de las mismas.



**Figura 75.** Pesar la resina y el endurecedor

**Paso 7:** Con la ayuda de la paleta plástica rellenar el corte con la mezcla, retire el exceso de los bordes de la mezcla con wipe en una sola dirección.



**Figura 76.** Aplicación de la mezcla en el área a ser reparada.

**Paso 8:** Dejar endurecer por 24 horas, lijar con una lija de grano 180 para el acabado hasta logra una superficie liza.







**Figura 77.** Acabado

**NOTA:** En caso de encontrar otros daños a más del daño reportado después de la inspección tal como corrosión, picaduras, agua en el interior y grietas en este tipo de estructura mandar a NDI.

---

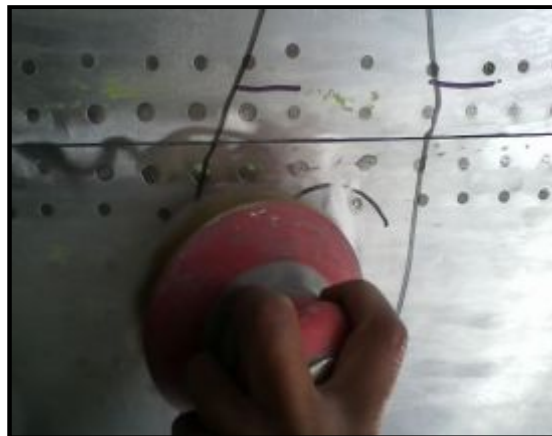
FIRMA DE RESPONSABILIDAD

	<b>BLOQUE 42</b>	<b>Pág. : 14 de 16</b>
	<b>TALLER DE MECÁNICA</b>	
	<b>DELAMINACIÓN EN LOS BORDES</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Sánchez Vargas Jessica	<b>Revisión No : 1</b>
<b>Aprobado por:</b> Crnl.E.M.T.Avc. Víctor Aguirre	<b>Fecha :MAR 2015</b>	
<p>Un defecto superficial en el acabado del material que no ha penetrado la primera capa de la estructura es considerado como daño insignificante. Los procedimientos generales para una reparación mecánica superficial son:</p> <p><b>Paso 1:</b> Limpiar el área con mek o cualquier otro solvente.</p> <p><b>Paso 2:</b> Remover la pintura del área del daño como lo indica en las págs. 80-81 literal (a) pasos del 3 al 7. Retirar las uniones tales como pernos, remaches entre otros.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Figura 78.</b> Limpieza de la superficie</p>		

**DELAMINACIÓN EN LOS BORDES****Pág. :** 15 de 16

**Paso 3:** Revisar los bordes de las láminas de metal para desechar otros posibles daños, en caso de encontrar otros daños a más de la delaminación tal como corrosión enviar a NDI, de no ser este el caso seguir con los demás pasos.

**Paso 4:** Desbastar el área dañada para proporcionar una buena superficie de unión con una lija de grano 80.



**Figura 79.** Bruñido del daño

**Paso 5:** Limpiar el área reparada para eliminar todo el residuo de suciedad.

**Paso 6:** Mezclar las resinas similares al paso 6 la de pág. 88.

**DELAMINACIÓN EN LOS BORDES****Pág. : 16 de 16**

**Paso 7:** Aplicar la mezcla en el área a ser reparada usando un raspador plástico.




**Figura 80.** Mezcla de la masilla

**Paso 8:** Cubrir el área a reparar con papel celofán y eliminar las burbujas, dejar secar por 24 horas ejerciendo presión sobre los bordes para que sellen uniformemente.

---

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

**Caso II: Scratch.**

	<b>BLOQUE 42</b> <b>TALLER DE MECÁNICA</b>	<b>Pág. : 1 de 6</b>
	<b>“REPARACIÓN DE SCRATCH”</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Sánchez Vargas Jessica E.	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Crnl.E.M.T.Avc. Víctor Aguirre	<b>Fecha :MAR 2015</b>
<p><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p>Desarrollar las destrezas y habilidades de los estudiantes de mecánica dentro de las tareas de mantenimiento.</p> <p>Se considera daños menores siempre que estos no pasen de 1”.</p> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Docentes y alumnos de la UGT-ESPE para tareas de mantenimiento en los talleres de mecánica.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Seguir las instrucciones del manual.</li> <li>➤ Utilizar el manual para tareas específicas al igual que los instrumentos y equipos.</li> <li>➤ Tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes</li> </ul>		

**UTILIZACIÓN DEL EPP Y MATERIALES**

Pág. : 2 de 6

El equipo de protección personal es necesario y obligatorio para las tareas de mantenimiento dentro de los talleres de mecánica.

Para este caso se necesita.

- Overol.
- Uso de guantes quirúrgicos (Nitrilo desechable).
- Protección para los ojos.
- Zapatos adecuados.
- Uso de mascarilla.

**MATERIALES PARA LA REPARACIÓN**

- Marcador o dermatográfico.
- Rápida.
- Lijas 180 (las que ud. necesite).
- Mek.
- Wipe.
- Magnificadores.
- Linterna.
- Cinta de aluminio.
- Adron y alodine.

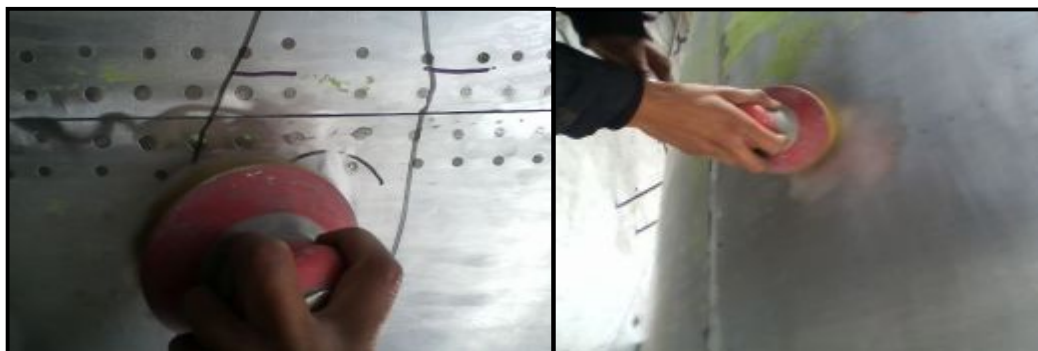
<b>SCRATCH: Evaluación</b>	<b>Pág. : 3 de 6</b>
<p><b>Identificación del daño</b></p> <p><b>a. Inspección del área dañada</b></p> <p><b>Paso 1:</b> Con la ayuda de una linterna, se realiza la inspección por toda la estructura, señalando con un dermatográfico los daños encontrados.</p> <p><b>Paso 2:</b> Limpiar el área dañada con MEK, asegúrese de haber eliminado todo tipo de contaminantes tales como líquido hidráulico o cualquier otro contaminante dejar secar por 1 minuto.</p> <p><b>Paso 3:</b> Quitar la pintura del área dañada con el fin de permitir la adhesión, la resina restante impide la adherencia del material en la superficie.</p> <p><b>Paso 4:</b> Para el decapado sellar todas las juntas con una cinta de aluminio para evitar que penetre el agua.</p> <p><b>Paso 5:</b> Utilizar un removedor CDR 256 “ADRON” para la remoción de la pintura.</p> <p><b>Paso 6:</b> Lavar con detergente hasta eliminar todo residuo, dejar secar por 5 minutos repetir el paso 5 en caso de ser necesario.</p> <p><b>Paso 7:</b> Después de que esté completamente seca, colocar el tratamiento anticorrosiva con alodine, dejar secar durante 5 minutos y repetir el paso 2 de la pág 96.</p>	

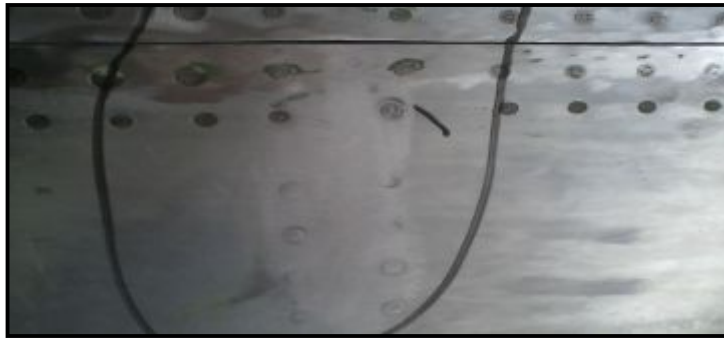
<b>SCRATCH: Evaluación</b>	<b>Pág. : 4 de 6</b>
<p data-bbox="301 539 691 573"><b>b. Identificación del daño</b></p> <p data-bbox="349 651 1093 685">Utilizar los magnificadores para la inspección visual.</p> <p data-bbox="301 759 691 792"><b>c. Evaluación del trabajo</b></p> <p data-bbox="301 869 643 902"><b>Límites de los scratch</b></p> <p data-bbox="301 981 1396 1070">Los scratch o rayaduras no son permisibles, es necesario la eliminación de estos daños.</p> <ul data-bbox="389 1144 1396 1346" style="list-style-type: none"><li data-bbox="389 1144 1023 1178">➤ Marcar con un dermatográfico el scratch.</li><li data-bbox="389 1256 1396 1346">➤ Los arañazos generalmente no se extienden a través del recubrimiento, pueden ser suavizadas por el pulido o bruñido.</li></ul> <p data-bbox="301 1532 1396 1677">Los scratch no son permisibles, debido al movimiento y vibraciones del fuselaje estos podrían prolongarse ocasionando una grieta en el fuselaje, por lo que hay que eliminarlos por completo.</p>	



**SCRATCH: Reparación del daño****Pág. : 5 de 6****Figura 81. Scratch**

**Paso 1:** Lijar con la rápida, con una lija de grano 180 para eliminar por completo el Scratch.

**Figura 82. Eliminación del Scratch**


**SCRATCH: Reparación del daño****Pág. : 6 de 6****Paso 2:** Eliminado el scratch.**Figura 83.** Eliminación del daño

**Nota:** En caso de no eliminar el scratch después del bruñido, es necesario realizar un NDI.

---

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD**

**Caso III: Dent.**

	<b>BLOQUE 42</b> <b>TALLER DE MECÁNICA</b>	<b>Pág. : 1 de 13</b>
	<b>“REPARACIÓN DE LOS DENT”</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Sánchez Vargas Jessica E	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Cnrl. EMT. Avc. Víctor Aguirre	<b>Fecha :MAR 2015</b>
<p><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p>Desarrollar las destrezas y habilidades de los estudiantes de mecánica dentro de las tareas de mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se considera daños menores siempre que estos no pasen de 1”.</li> </ul> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Docentes y alumnos de la UGT-ESPE para tareas de mantenimiento en los talleres de mecánica.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Seguir las instrucciones del manual.</li> <li>➤ Utilizar el manual para tareas específicas al igual que los instrumentos y equipos.</li> <li>➤ Tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes.</li> </ul>		

**UTILIZACIÓN DEL EPP Y MATERIALES**

Pág. : 2 de 13

El equipo de protección personal es necesario y obligatorio para las tareas de mantenimiento dentro de los talleres de mecánica.

Para este caso se necesita.

- Overol.
- Uso de guantes quirúrgicos (Nitrilo desechable).
- Protección para los ojos.
- Zapatos adecuados.
- Uso de mascarilla.

**MATERIALES PARA LA REPARACIÓN**

- Marcador o dermatográfico.
- Medidor de Profundidad.
- Magnificadores.
- Rápida.
- Lijas 180 (las que Ud. necesite).
- Mek.
- Wipe.
- En caso de requerir Epocast 1511-A.
- Epocast 1511-B.

<b>DENT: Evaluación</b>	<b>Pág. : 3 de 13</b>
<p><b>Identificación del daño</b></p> <p><b>a. Inspección del área dañada</b></p> <p><b>Paso 1:</b> Con la ayuda de una linterna, se realiza la inspección por toda la estructura, señalando con un dermatográfico los daños encontrados.</p> <p><b>Paso 2:</b> Limpiar el área dañada con MEK, asegúrese de haber eliminado todo tipo de contaminantes tales como líquido hidráulico o cualquier otro contaminante dejar secar por 1 minuto.</p> <p><b>Paso 3:</b> Quitar la pintura del área dañada con el fin de permitir la adhesión, la resina restante impide la adherencia del material en la superficie.</p> <p><b>Paso 4:</b> Para el decapado sellar todas las juntas con una cinta de aluminio para evitar la penetración de cualquier tipo de contaminante en el interior de la estructura.</p> <p><b>Paso 5:</b> Utilizar un removedor CDR 256 “ADRON” para la remoción de la pintura.</p>	

<b>DENT: Evaluación</b>	<b>Pág. : 4 de 13</b>
<p><b>Paso 6:</b> Lavar con detergente hasta eliminar todo residuo, dejar secar por 5 minutos en caso de ser necesario repetir el paso 5.</p> <p><b>Paso 7:</b> Después de que esté completamente seca colocar el tratamiento anticorrosiva con alodine, dejar secar durante 5 minutos y repetir el paso 2 de la pág. 102.</p> <p><b>b. Identificación del daño</b></p> <p>Se detectó un Dent en la estructura.</p> <p><b>c. Evaluación del trabajo</b></p> <p><b>Límites de los dent</b></p> <p>Los daños por hundimientos generalmente son ocasionados por algún golpe con un objeto, los cuales al ser evaluados no deben de pasar los límites establecidos por el SRM de la aeronave.</p> <p>➤ Las abolladuras deben ser mayor que el resultado total 30 como lo muestra en la figura 84.</p>	

## DENT: Evaluación

Pág. : 5 de 13

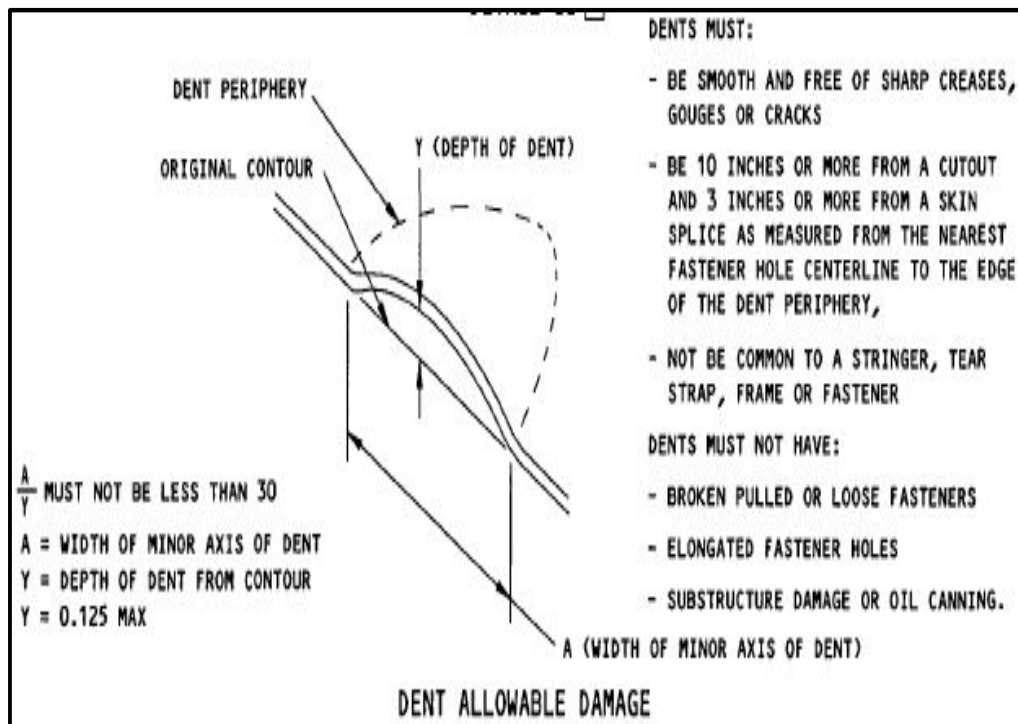
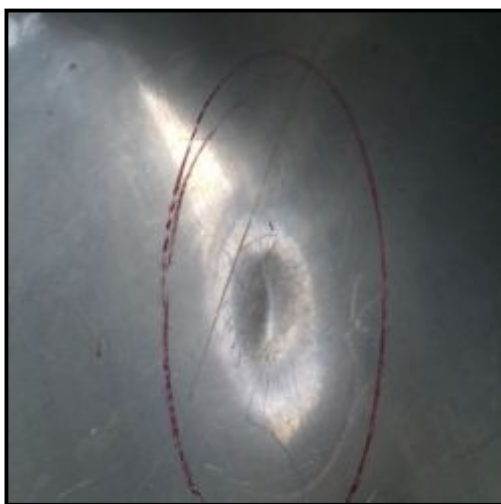


Figura 84. I-A

Fuente: SRM Boeing-737

- Daño insignificante: Arañazos que no penetran en el recubrimiento una abolladura menos de 0.125" de profundidad, se pueden considerar como daño insignificante para superficies tanto curvo y plano pueden ser suavizadas mediante el pulido o bruñido (Lijado).

- Marcar con un dermatográfico el daño.



**Figura 85.** Dent.

**Paso 1:** Examinar visualmente el área dañada para eliminar sospechas de otros posibles daños. Ver manual de magnificadores.

**Paso 2:** Este deberá ser lizo y sin grietas en el desplazamiento de la superficie.

**Paso 3:** Mandar al departamento de NDI en caso de ser necesario.



**Paso 1:** Se debe medir el área del daño, con un flexómetro o regla en el eje A y para la toma de medidas en el eje Y utilizar el manual del Equipo de medidor de profundidad. Ver manual del equipo para medir hundimientos.

**Paso 2:** Desarrollar la fórmula.



**Formula:**

$$A/Y$$

**Dónde:**

Eje A: Es la distancia vertical del daño.

Eje Y: Es la profundidad del daño.

Mismas que al desarrollar la formula deben ser mayor a 30 como lo indica en la fig. 84 de la pág.104.

**Nota:** 30 es una constante.

**Desarrollo de la formula**

Eje A= 1,5pulg

Eje Y= 0.014pulg

$$\frac{A}{Y} = \frac{1,5 \text{ pulg}}{0.014 \text{ pulg}} = 107.142$$

"Dentro de los límites"

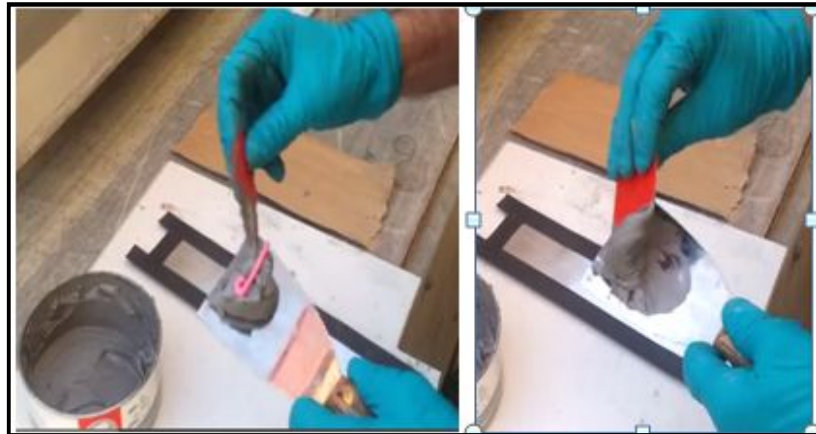
**Nota:** Una vez desarrollada la formula el daño esta:

- Dentro de los límites permisibles, considerado como daño insignificante realizar un retrabajo.
- Si esta fuera de los límites repare.

**DENT: Reparación****Pág. : 9 de 13**

**Paso 1:** Limpiar la superficie, humedecer el wipe con mek, repetir la operación hasta que la superficie quede totalmente limpia y libre de impurezas, dejar secar 1 minuto.

**Paso 2:** Marcar con el dermatográfico el área del daño como lo muestra en la figura 81.



**Figura 86.** Mezcla de la masilla

**Paso 3:** Examinar el daño reportado para desechar otros posibles daños en caso de encontrar otros daños después de la inspección como corrosión, grietas mandar al departamento de NDI, de no ser este el caso continuar con los siguientes pasos.

**DENT: Reparación****Pág. : 10 de 13**

**Paso 4:** Mezclar 2 gr de masilla Epocas1511-A con 0,30 gr de endurecedor Epocast 1511- B, hasta obtener una mezcla homogénea.

**Paso 5:** Colocar la mezcla con una paleta plástica sobre el daño, cubriéndolo totalmente.



**Figura 87.** Modo de aplicación de la masilla

**Paso 6:** Dejar secar por 24 horas.

**DENT: Reparación****Pág. : 11 de 13**


**Paso 7:** Lijar el excedente de la masilla con una lija de aluminio de grano 180 hasta obtener una superficie lisa.



**Figura 88.** Acabado

---

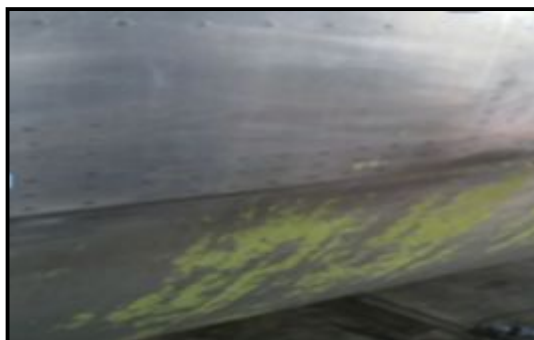
FIRMA DE RESPONSABILIDAD

	<b>RE-TRABAJADO DE LOS DENT</b>	<b>Pág. : 12 de 13</b>
	<b>MAPEO</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Sánchez Vargas Jessica	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Crnl.E.M.T.Avc. Víctor Aguirre	<b>Fecha :MAR 2015</b>

**Paso 1:** Seguir los literales a, b y c.

**Paso 2:** Una vez evaluado el dent, este es considerado como daño insignificante continuar con los siguientes pasos.


**Paso 3:** A este dent se le puede dejar como está pero es necesario realizar un mapeo (inspecciones mensuales). El mapeo se refiere a la ubicación, identificación y monitoreo de los daños con la finalidad de que el daño no se incremente.



**Figura 89.** Inspección

---

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

	<b>RE-TRABAJADO DE LOS DENT</b>	<b>Pág. : 13 de 13</b>
	<b>BRUÑIDO</b>	
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Sánchez Vargas Jessica	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Crnl.E.M.T.Avc. Víctor Aguirre	<b>Fecha :MAR 2015</b>

**Paso 1:** Seguir los literales a, b y c.

**Paso 2:** Una vez evaluado el dent, este es considerado como daño insignificante.

**Paso 3:** Lijar los bordes del dent con una lija de grano 180 para suavizarlos.

**Paso 4.** Limpiar el área con un paño humedecido con MEK o solvente equivalente TL-4169.



**Figura 90.** Suabizado del dent

**Nota:** La utilización de estos procedimientos se los realiza cuando el daño no es severo y no afecta a la estética de la aeronave.

---

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se elaboró un manual de reparaciones estructurales menores para aeronaves, el mismo que será implementado en la UGT-ESPE, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes en las clases de reparaciones estructurales.
- El Manual se realizó mediante la recopilación del SRM del Boeing 737 (Capítulo 51-pág. 30-31 y Capítulo 54 – pág. 718-737) y el Manual Técnico de Estructuras de Aeronaves IAAFA (Sección III, IV, VI).
- Se diseñaron probetas que simulan como se ve el daño en una aeronave para de esta manera poder brindar instrucción de calidad para los estudiantes.
- Se desarrolló un manual de fácil entendimiento y manipulación, de manera que permita a los estudiantes familiarizarse con las tareas de mantenimiento.



## 4.2 Recomendaciones

- Continuar con la elaboración de material didáctico innovador, de manera que se brinde una completa renovación de los métodos de instrucción tradicionales con los que cuenta la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- Fomentar los conocimientos que han sido obtenidos a través de este manual tomando en cuenta que toda la información pertenece a los daños reales que pueden presentarse en una aeronave, este manual no reemplaza de ninguna manera los manuales provistos por el fabricante de cada aeronave.
- Utilizar este Manual solo para fines de instrucción.
- Utilizar el EPP (equipo de protección personal) para las prácticas estructurales, a fin de evitar riesgos de lesiones.
- Revisar frecuentemente este manual, a fin de manipular los equipos de inspección visual de una manera segura ya que son instrumentos delicados y costosos.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Aeronave.-** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.
- **Competitivos.-** Igualar una cosa a otra, en la perfección o en las propiedades.
- **Innovador.-** Cambiar las cosas, por novedades.
- **Diseño.-** Se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un material de soporte, antes de concretar la producción de algo.
- **Recopilar.-** Reunir, recoger diversas cosas utilizando un criterio que les conceda cierta unidad.
- **Muesca.-** Es un corte o ranura de forma semicircular en un material.
- **Software.-** El software es un conjunto de instrucciones detalladas que controlan la operación de un sistema computacional.
- **Vuelo.-** Trayecto que recorre un avión, helicóptero, etc., haciendo o no escalas, entre el punto de origen y el de destino.
- **Crack.-** Grieta formada en una superficie.
- **Drill.-** Taladrar.
- **Corrosión.-** Acción electro-química entre dos metales.
- **Optimizar.-** Se refiere a buscar la mejor manera de realizar una actividad.
- **Procedimiento.-** Consiste en seguir ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz.
- **Overhaul.-** Volver a condiciones óptimas de operación.
- **Fastener.-** Sujetadores de metal.
- **Fillet.-** Capa fina de relleno.
- **Longitudinal.-** Hecho o colocado en el sentido o dirección de la longitud.
- **Revestimiento.-** Es la piel del avión o recubrimiento encargada de dar y mantener la forma aerodinámica de la aeronave.

- **Fatiga.-** Es una de las propiedades de los metales causado por las cargas produciendo la ruptura del material.
- **Deformación.-** Es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos, producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.
- **Estación.-** Son líneas de referencia utilizadas para encontrar ubicaciones a lo largo del fuselaje.
- **Exhaustiva.-** Se dice de lo que agota un tema o materia, es decir, que trata todos los casos posibles o, al menos, una enorme cantidad de ellos.
- **Magnificador.-** Es un lente que aumenta el tamaño de las cosas (Lupa).
- **Encerar.-** Poner en cero.
- **Brida.-** Es un elemento que une dos componentes.
- **Certificado de Aeronavegabilidad.-** Documento mediante el cual la Autoridad Aeronáutica certifica que la aeronave está apta para volar.
- **Intradós.-** Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal) se forman sobrepresiones.
- **Extradós.-** Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida. En esta zona (en vuelo normal) se forman bajas presiones.

## ABREVIATURAS

- **NDI.-** Inspecciones No Destructivas.
- **FE (FSTA).-** Estación del Fuselaje.
- **DGAC.-** Dirección General de Aviación Civil.
- **IAAFA.-** Academia de Fuerzas Aéreas Inter-Americanas.
- **C/L.-** Líneas Centrales.
- **Eje A/Y.-** Distancias que serán tomadas para las medidas de un daño en la aeronave A que es el ancho que será tomada de forma horizontal y Y que es la longitud que se mide de forma vertical.
- **MM.-** Manual de Mantenimiento.
- **SRM.-** Manual de Reparaciones Estructurales.
- **WL.-** Línea de Flotación.
- **BL.-** Líneas transversales.
- **AC.-** Circular de Aviso.
- **AD.-** Directivas de Aeronavegabilidad.
- **SB.-** Boletín de Servicio.
- **CT.-** Certificado Tipo.

## BIBLIOGRAFÍA

### MANUALES:

Fabrica Boeing. (1984). *SRM Boeing 737*. Wichita Kansas: Publicación Casa Fabricante.

Santiago Poveda M. (2011) *Elementos de Fijación en estructuras Aeroespaciales*. (1ra ed.). Argentina: Publicaciones Visual Graphis.

IAAFA. (2000). *Manual Técnico De Mantenimiento de Estructuras* (1ra ed.). EE.UU. Publicaciones IAAFA.

Base Aérea Lackland. (2001). *Dictionary of Technical and Military Terms* (1ra ed.). Texas: Publicaciones. Lackland.

RDAC 21.001. (2013) *Certificación de Aeronaves y Componentes de Aeronaves* (Tomo 3 ed.) EE.UU. Publicaciones Dirección General de Aviación Civil.

FAA (2012). *Manual de Mantenimiento Handbook-Airframe* (Volumen I ed.) US. Publicaciones: Departamento de Transporte Aéreo.

Julio C. Gomes S." (2011). *Restauración de las Alas de Aeronave Control y Prevención de la Corrosión*. (1ra ed.).Venezuela. Publicaciones. Instituto Politécnico Nacional de Ingeniería Mecánica

Fabrica Boeing (2013). *Manual de aviación de la Boeing*. (1ra ed.) EE.UU. Publicaciones Casa fabricante Boeing.

## NETGRAFÍA

Definiciones Aeronáuticas. (2000) de:

[www.wordreference.com/definicion/vuelo](http://www.wordreference.com/definicion/vuelo) (en línea). [Citado el 10-09-2013]

Historia de la Aviación. (2003) de:

[http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos\\_aires/62/tecnolog/estruc.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm)  
(en línea). [Citado el 10-09-2013]

Estructuras Aeronáuticas (2002) de:

[ocw.upm.es/expresiongraficaen.../representacionaeronaves.pdf](http://ocw.upm.es/expresiongraficaen.../representacionaeronaves.pdf) [Citado el 15-10-2013]

Materiales Aeroespaciales (2012) de:

<http://materias.fi.uba.ar/6750/Resumen%20Fundiciones%20de%20hierro.pdf>  
(en línea). [Citado el 20-11-2013]

Materiales Compuestos de aeronaves (2011) de:

<http://recursos.salonesvirtuales.com/wpcontent/uploads/bloques/2012/06/Propiedades-de-los-metales.pdf> (en línea). [Citado el 10-12-2014]

Características del Composit (2009) de:

[blog.sandglasspatrol.com](http://blog.sandglasspatrol.com) › Blog › General (en línea). [Citado el 02-02-2014]

# ANEXOS

