

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**PREPARACIÓN PARA EL DESMONTAJE DEL ALA DERECHA  
DEL BOEING 727-100 PARA CONTRIBUIR CON EL TRASLADO  
DEL AVION A LAS INSTALACIONES DEL ITSA**

**POR:**

**SALVADOR MOSQUERA JIMMY ALEJANDRO**

**Trabajo de graduación presentado, como requisito para la obtención del  
título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**2011**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **SALVADOR MOSQUERA JIMMY ALEJANDRO**, como requisito parcial a la obtención del Título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

SUBS. TEC. AVC. ING. HEBERT ATENCIO V.  
Director del Proyecto de Grado

---

SGOP.TEC. AVC.LIC.VALLEJO WILLIAM.  
Co Director del Proyecto de Grado

Latacunga, Febrero 2 del 2011

## **DEDICATORIA**

La concepción de esta tesis está dedicada a mis padres Inés y Francisco, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. También dedico este proyecto a mis hermanos Christian y Fernando los cuales han estado cuando los he necesitado prestándome su apoyo incondicional. Por último le dedico este proyecto a mi novia Diana Rojas, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

**SALVADOR MOSQUERA JIMMY ALEJANDRO**

## **AGRADECIMIENTO**

A la FUERZA AÉREA ECUATORIANA que a través del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO me ha brindado la oportunidad de realizarme como profesional en el campo de la mecánica de aviación, al personal docente que gracias a sus conocimientos impartidos han sido una base fundamental en el transcurso de mi formación y de manera muy especial al Ing. Guillermo Trujillo y al Subs. Tec. Avc. Ing. Herbert Atencio V. que con sus consejos y su paciencia siempre me han apoyado y me han dado la mejor solución a cualquier problema.

**SALVADOR MOSQUERA JIMMY ALEJANDRO**

## ÍNDICE

Portada.....	I
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas.....	viii
Índice de diagramas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
Resumen.....	1
Summary.....	2

## CAPÍTULO I

### EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 General.....	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 Alcance.....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Familia Boeing 727.....	6
2.2 Avión boeing 727-100.....	8
2.3 Características.....	9
2.4 Desarrollo y diseño.....	10
2.5 Variantes.....	18
2.5.1 Boeing 727-100.....	18

2.5.2 Boeing 727-100C .....	18
2.5.3 Boeing 727-100QC .....	18
2.5.4 Boeing 727-100QF.....	18
2.5.5 Boeing 727-200.....	19
2.5.6 Boeing 727-200 avanzado .....	19
2.5.7 Boeing 727-200F avanzado .....	19
2.6 Remaches.....	21
2.6.1 Tipos de remaches .....	21
2.6.2 Simbolización de los remaches.....	23
2.6.3 Instalación de remaches .....	24
2.6.4 Separación entre remaches. ....	25
2.6.5 Número de remaches a utilizar .....	26
2.6.6 Tipos de Remaches .....	27
2.7 Pernos .....	28
2.7.1 Identificación de pernos .....	29

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Preliminares.....	30
3.2 Preparación para el desmontaje .....	31
3.3 Pasos para la preparación al desmontaje del ala .....	32
3.3.1 Carenajes .....	32
3.3.2 Piso interior del avión.....	34
3.3.3 Desconexión de cables .....	35
3.3.4 Desconexión de tuberías .....	36
3.3.5 Tapas y puertas inferiores.....	38
3.3.6 Depósito de combustible.....	39
3.3.7 Remoción de remaches .....	40
3.3.8 Remoción de los pernos .....	41
3.4 Diagramas de procesos .....	43
3.4.1 Preparación para el desmontaje del ala derecha. ....	44
3.5 Estudio económico.....	53

3.5.1 Presupuesto.....	53
3.5.2 Análisis económico .....	53
3.5.3. Materiales .....	53
3.5.4. Herramientas utilizadas.....	54
3.5.5 Mano de obra.....	55
3.5.6 Otros.....	55
3.5.7 Costo total del proyecto .....	56

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	57
4.2 Recomendaciones .....	58
GLOSARIO.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de remaches.....	22
Tabla 2.2 Tipos de pernos .....	29
Tabla 2.3 Apriete de pernos.....	29
Tabla 3.1 Listado de los materiales utilizados en los soportes .....	53
Tabla 3.2 Listado de herramientas utilizadas .....	54
Tabla 3.3 Cuadro de costos de mano de obra .....	55
Tabla 3.4 Cuadro de gastos adicionales .....	55
Tabla 3.5 Costo total del proyecto.....	56



## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 2.1 Ala Boeing 727 .....	14
Diagrama 2.2 PIN ala Boeing 727.....	16
Diagrama 2.3 Sistema de combustible.....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo de avión Boeing 727-100.....	8
Figura 2.2. Localizadores de las alas.....	9
Figura 2.3 Cabina .....	11
Figura 2.4 Sección central de las alas .....	12
Figura 2.5 Diseño .....	13
Figura 2.6 Interiores.....	15
Figura 2.7 Diferencia Boeing 727-100 y 200 .....	20
Figura 2.8 Separación mínima entre remaches.....	25
Figura 2.9 Paso e intervalo .....	25
Figura 2.10 Remache Cherry.....	28
Figura 2.11. Perno con su tuerca.....	28
Figura 3.1 Boeing 727-100 adquirido por el ITSA .....	30
Figura 3.2 Remoción de los carenajes.....	32
Figura 3.3 Remoción de carenajes inferiores.....	33
Figura 3.4 Codificación de los carenajes.....	33
Figura 3.5 Remoción del piso interior Boeing 727 .....	34
Figura 3.6 Cables .....	35
Figura 3.7 Cables desconectados del Boeing 727 .....	36
Figura 3.8 Tuberías .....	37
Figura 3.9 Tuberías desconectadas del Boeing 727 .....	37
Figura 3.10 Desarmando las puertas .....	38
Figura 3.11 Desmontaje de puertas inferiores .....	38
Figura 3.12 Depósito de combustible.....	39
Figura 3.13 Remaches ala derecha Boeing 727-100 .....	40
Figura 3.14 Remoción del vástago de los remaches.....	41
Figura 3.15 Pernos ala derecha Boeing 727-100.....	42
Figura 3.16 Remoción de los pernos .....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.....	65
ANEXO B.....	65
ANEXO C .....	70

## RESUMEN

El presente proyecto trata sobre la preparación para el desmontaje de una de las alas del avión Boeing 727-100 (HC-BLV), para contribuir con el traslado del mismo a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, lo cual beneficiará de una forma amplia en la eficiencia de las prácticas en el avión, mejorando así el desenvolvimiento en sus trabajos prácticos. Además se fomentará el interés al estudio en la carrera de mecánica aeronáutica.

Para el desarrollo y resultados favorables en la preparación para el desmontaje, se implementó la investigación tanto de campo como bibliográfica, lo cual nos permitió elaborar de mejor forma nuestro proyecto, este proyecto está provisto de diagramas, tablas y figuras de los pasos seguidos en el avión Boeing 727, además de la información necesaria para desarrollar de una manera fácil el proyecto.

Podemos recalcar que este proyecto está desarrollado de acuerdo a un plan, el cual nos dará todos los pasos a seguir para la preparación al desmontaje de cualquier ala de un avión Boeing 727-100 de forma fácil y segura.

## SUMMARY

The present project treats on the preparation for the disassembly of one of the wings of the plane Boeing 727-100 (HC-BLV), to contribute with the movement of the same one to the facilities of the Technological Institute Aeronautical Superior, which will be of benefit of a wide form in the efficiency of the practices in the plane, improving this way the development in his practical works. In addition the interest will be promoted to the study in the career of aeronautical mechanics.

For the development and favorable results in the preparation for the disassembly, the investigation implemented so much of field as bibliographical, which allowed us to elaborate of better form our project, this project is provided with graphs, tables and figures of the steps followed in the plane Boeing 727, besides the necessary information to develop in an easy way the project.

We can stress that this project is developed in agreement to a plan, which will give all the steps to follow for the preparation to the disassembly of any wing of a plane Boeing 727-100 of easy and sure form.

# **CAPÍTULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1 Antecedentes**

Esta investigación fue desarrollada en base al anteproyecto el cual está anexado en la sección (ANEXO A).

Cabe recalcar que este proyecto servirá de mucha ayuda para el desmontaje de las alas que no ha sido realizado en el Ecuador, ya que no existe ningún tipo de registros, así como tampoco existen trabajos realizados anteriormente sobre el desmontaje de las alas de un Boeing 727-100, esto quiere decir que será realizado por primera vez en el país, lo cual nos indica que esta oportunidad no la debemos desaprovechar, sino lo contrario, debemos aprovecharla al máximo.

### **1.2 Justificación**

Las diferentes materias que imparte el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en las especialidades tanto de motores como estructuras es de vital importancia los conocimientos prácticos.

Por este motivo se considera indispensable el traslado del avión Boeing 727 (HC-BLV) a las instalaciones del instituto con fines de instrucción práctica, no solamente para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, sino para todos los estudiantes como son aviónica, logística y telemática.

Para la realización de este macro proyecto, será necesario desarrollar la preparación previa al desmontaje del ala, la cual optimizará la facilidad y mayor seguridad al momento de desmontar la misma. Además esto beneficiará tanto a estudiantes como a personal docente aumentando los conocimientos prácticos.

Si este proyecto no fuese desarrollado no sería posible el desmontaje y traslado del avión Boeing 727-100 a las instalaciones del ITSA ya que no habría un documento de base para dicho proceso, dejando así a los estudiantes sin oportunidad de desarrollar sus conocimientos prácticos, ni los docentes de impartirlos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

- Preparación para el desmontaje del ala derecha del avión Boeing 727-100 para contribuir con el traslado del avión a las instalaciones del ITSA.

#### **1.3.2 Específicos**

- Recopilar la información necesaria por medio de manuales y diagramas del avión Boeing 727.
- Remover todos los carenajes alrededor del ala.
- Remover el piso interior del avión para revisar el modo de desconectar el ala de los tanques de combustible.
- Desconectar todos los cables y tuberías que estén conectados del fuselaje a las alas y viceversa.
- Remover puertas inferiores para ingresar a los tanques de combustible y retirar los depósitos de combustible.
- Remover pernos y remaches alrededor del ala dejando así solo la sujeción de los pines en las alas.

### **1.4 Alcance**

El presente proyecto ayudará a los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico con el desmontaje del ala del avión Boeing 727-100. El resultado de este trabajo de investigación está orientado a incrementar la

facilidad para desmontar el ala con seguridad, para esto va a ser necesario la preparación para el desmontaje del ala derecha la cual es el objetivo principal de este proyecto y su fin es el de lograr descubrir un plan fácil y seguro que pueda ser un modelo para cualquier ala, ya sea el ala izquierda del mismo avión o las alas de los futuros aviones Boeing 727 que se quiera desmontar.

Cabe recalcar que este proyecto está dirigido única y exclusivamente a la preparación para el desmontaje del ala derecha del avión Boeing 727-100 (HC BLV).



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Familia Boeing 727**

La versatilidad y fiabilidad del Boeing 727 trimotor se introdujo por primera vez en servicio comercial, hizo que el avión de pasajeros más vendido en el mundo durante los primeros 30 años de servicio del jet de transporte fuera no solo un mito. La era de los reactores esencialmente comenzó en 1952 con la introducción del diseño británico de Havilland Comet. Varios aviones, incluyendo el Boeing 707, fueron desarrollados antes de la 727, pero ninguno se acercó a su récord de ventas.

La producción del 727 se extendió desde la década de 1960 a agosto de 1984 una longitud notable de tiempo, teniendo en cuenta las previsiones del mercado original que era de 250 aviones. Como resultado, 1.831 aviones fueron entregados. Veinte años más tarde, cuando los últimos 727 fueron entregados, esta flota versátil llevaba 13 millones de pasajeros cada mes. A partir de enero de 2001, casi 1.300 de las aeronaves fiables todavía estaban en servicio.

El 13 de enero de 1991, el primer avión construido 727 había estado en servicio continuo con United Airlines desde 1964, hizo su último vuelo comercial y fue donado al Museo de Vuelo en Seattle.

Con un ancho de fuselaje igual que el 707 (y el posterior 737 y 757), proporcionó un jet de lujo en las rutas más cortas. Con aletas sofisticadas, el borde de triple arrastre con ranuras y listones de nueva vanguardia, el 727 había aterrizado sin precedentes de baja velocidad y el rendimiento de despegue de un avión comercial y podría incluirse dentro de los aeropuertos más pequeños de los 707 requeridos.

El 727, como todos los aviones comerciales de Boeing, fue modificado continuamente para adaptarse a los cambios del mercado. Todo comenzó con la serie -100, de los cuales 407 fueron vendidos. Esto fue seguido por el convertible 100C-que contó con una puerta lateral de carga en la cubierta principal, que le permitió desembarcar carga y pasajeros. Boeing construyó 164 de estos.<sup>1</sup>

El 727-200, presentado en diciembre de 1967, había aumentado de peso bruto y un fuselaje de 20 pies más largo que podría albergar hasta 189 pasajeros en una configuración de todo turista. En todas sus variantes, 1.245 de la serie 200 se vendieron. La última versión, el 727-200F, tuvo 58 mil libras, de 11 palets de capacidad de carga. Quince de ellos fueron vendidos a Federal Express.

Las mejoras estructurales, un motor más potente y mayor capacidad de combustible llevó a la avanzada del 727-200 en 1971. Esta serie de avanzados ha mejorado la carga útil / intervalo de capacidad, mejor rendimiento y una pista totalmente renovada "fuselaje ancho" como equipo estándar.

Lufthansa, Líneas Aéreas Alemanas y Air Algerie han puesto al 727 con el nuevo interior en servicio en abril de 1971. La respuesta de los pasajeros fue entusiasta, y en noviembre de 1972, este amplio espacio interior era de serie en toda la producción de 707, 727 y 737, y se ofreció para la modificación también.

Más tarde, las mejoras de rendimiento para el 727 incluyen un nuevo impulso en peso bruto, de un máximo de 170.000 libras (77.122 kg) a 191.000 libras (86.600 kg) para la versión avanzada. El 3 de febrero de 1972, otro aumento de hasta 208.000 libras (94,348 kg) se anunció, junto con la compra de tres de los "pesos pesados" por las vías aéreas de ley de Dinamarca. El mayor peso bruto de la 727 se elevó finalmente a 210.000 libras (95,300 kg).

El 727 se convirtió en el avión de pasajeros más vendido en la historia cuando los pedidos superaron la marca de 1.000 en septiembre de 1972. En enero de 1983, llegó a las órdenes de 1831. Un avión Boeing prueba la venta de un gran total de

---

<sup>1</sup><http://www.boeing.com/commercial/727family/>

1.832. Hoy en día, el Boeing 737 ha superado ese total, pero el 727 tiene un lugar permanente en los anales de la aviación como uno de los aviones más importantes en el desarrollo del sistema mundial de jet de transporte.

El 5 de diciembre de 1977, la flota de 727 en todo el mundo lleva su milmillonésima parte (1000 millones) de pasajeros, una marca jamás alcanzada por un avión comercial.

Muchos clientes del 727 han comprado nuevos modelos de Boeing, aunque decenas más han puesto el tipo de avión en servicio como "segundo nivel" operadores. Más 727 – 300 han sido construidos como aviones de pasajeros y luego han sido convertidos a cargueros, un proceso que continúa hasta hoy.<sup>2</sup>

## 2.2 Avión Boeing 727-100

El Boeing 727 es una aeronave trimotor comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados, época en que fue sustituido por el Boeing 737.



**Fig. 2.1** Modelo de avión Boeing 727-100

Fuente: <http://www.boeing.com/>

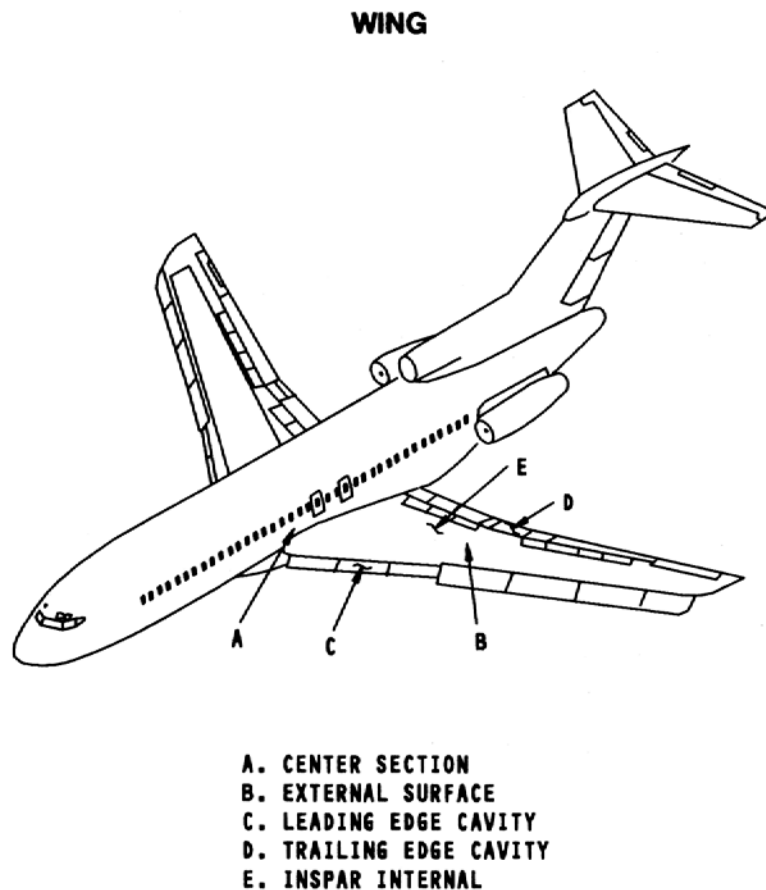
---

<sup>2</sup>[http://www.revistaiberica.com/De\\_interes/aviones.htm](http://www.revistaiberica.com/De_interes/aviones.htm)

El 727 ha demostrado ser muy útil para las necesidades de aerolíneas de todo el mundo debido a su capacidad para aterrizar en pistas cortas, lo cual potenció el tráfico de pasajeros entre destinos con aeropuertos más pequeños.

### 2.3 Características

- **Envergadura:** 32,91m
- **Longitud:** 40,59m
- **Altura de empenaje:** 10,39m
- **Motores:** 3 Pratt e Whitney JT8D
- **Velocidad de crucero:** 907Km/h
- **Altitud de crucero:** 9,1 a 12,2 km
- **Alcance:** 4,450km
- **Número de pasajeros:** 131



**Fig. 2.2.** Localizadores de las alas

**Fuente:** <http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

## 2.4 Desarrollo y diseño

Los estudios de diseño comenzaron en 1956, sin embargo parecía que el nuevo avión 727 no se construiría debido a la situación financiera que había bajado con los 707. Boeing persistió hasta que en 1959 lograron un serio desarrollo del 727.

El resultado del modelo Boeing 727 fue pionero en la configuración del trimotor trasero, con una potencia especialmente diseñada de tres Pratt&Whitney JT8D turbo fan (aunque Rolls-RoyceSpeys se consideraron originalmente). El 727 también presentó un avanzado diseño de ala con la aplicación: primer avión de línea de triple ranura solapas Krueger. El 727 conserva el diseño del 707 en la sección del fuselaje pero aún más pequeño debido a la necesidad de llevar menos equipaje en los vuelos de menor alcance. El 727 fue también el primer avión de pasajeros Boeing en ofrecer un APU (Unidad de potencia auxiliar).<sup>3</sup>

Eventualmente, las líneas aéreas se equiparon con los 727 trimotores. El tercer motor JT8D, que está situado en la parte posterior alta del fuselaje (llamado el motor 2), se provee de aire de una entrada en el frente de la aleta vertical a través de un conducto a la admisión de motor. Los 727 ofrecen dispositivos high-lift en su ala. Últimos modelos de los 727 fueron estirados para acomodar a más pasajeros y terminaron substituyendo aviones de pasajeros anteriores del jet, tales como Boeing 707 y Douglas DC-8, en las rutas domésticas.

---

<sup>3</sup>CreusSole (2010) Iniciación a la aeronáutica



**Fig. 2.3** Cabina

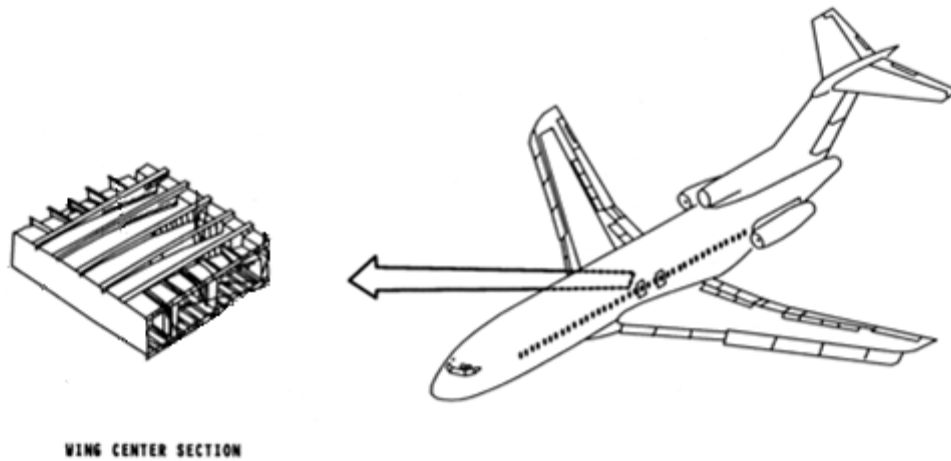
**Fuente:** [http://www.revistaiberica.com/De\\_interes/aviones.htm](http://www.revistaiberica.com/De_interes/aviones.htm)

Puesto que los 727 demostraron ser aviones de pasajeros confiables y versátiles vinieron a formar la base de las flotas de muchas líneas aéreas, se describe a veces como DC-3 de la edad del jet.

Al final del siglo XXI, los 727 todavía estaban en servicio con algunas flotas de la línea aérea. Sin embargo, E.E.U.U. ( FAA y ICAO) había cambiado sus requisitos para las operaciones del overwater, la mayoría de las líneas aéreas importantes habían comenzado ya a cambiar a twinjets, aviones con solamente dos motores, que son más económicos en combustible y más reservados que los 727. También, los 727 eran uno de los aviones de pasajeros pasados en el servicio para tener un equipo de vuelo three-person, incluyendo a un ingeniero de vuelo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>[www.aertransport.org/php/go.php](http://www.aertransport.org/php/go.php)



**Fig.2.4** Sección central de las alas

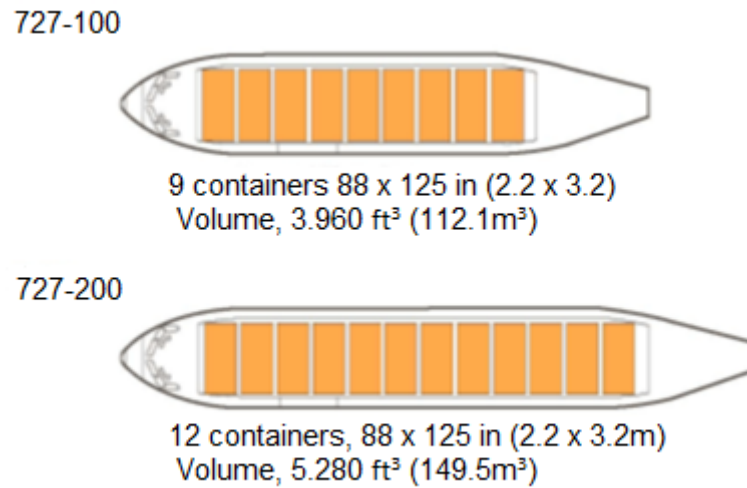
Fuente: <http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

Haciendo frente con los costos de combustible más altos (Las líneas aéreas de Estados Unidos los pusieron a los 727 en fase de despojo inmediatamente antes del aumento del precio del petróleo desde 2003), las restricciones de ruido del aeropuerto, y los costos adicionales de más viejos planos que mantenían y de pagar los sueldos de los ingenieros de vuelo, la mayoría de las líneas aéreas importantes pusieron a los 727s fuera de sus flotas. Sin embargo, los 727 quedaron para líneas aéreas más pequeñas, las líneas aéreas de carga, y también se utiliza a veces como medios del transporte privados.<sup>5</sup>

El reemplazo oficial para los 727 en la formación de Boeing era Boeing 757. Sin embargo, 757 la variante más pequeña, el 757-200, es perceptiblemente más grande que el 727-200, así que muchas líneas aéreas substituyeron sus 727s por cualquier 737-800 o Airbus A320, que está más cercano de tamaño al 727-200.

---

<sup>5</sup> [www.boeing.com/commercial/airports/727.htm](http://www.boeing.com/commercial/airports/727.htm)

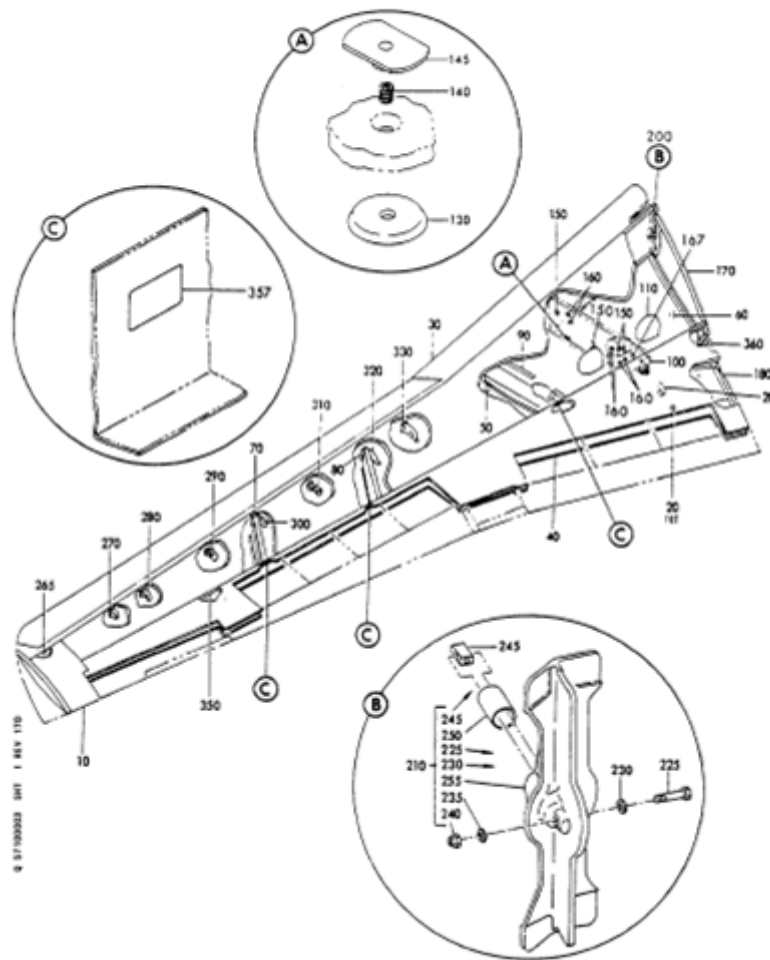


**Fig.2.5** Diseño

**Fuente:** <http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

Una de las características que dieron al 727 su capacidad de aterrizar en cauces más cortos era su diseño único del ala. Debido a la ausencia de motores almontados, equipo de realce de la elevación (Krueger, o abisagrado, aletas en la porción interna del borde principal), y el equipo del realce de la elevación (double-slotted, en popa-moviendo las aletas) podía ser utilizado en el ala entera. La combinación de estos dispositivos high-lift produjo un coeficiente máximo de la elevación del ala de 3.6 (basado en el área aleta-contraída del ala). Así los 727 podían volar con gran estabilidad a velocidades muy bajas. Los frenos de nariz del 727 ayudaban a disminuir la distancia de frenado en el aterrizaje. Sin embargo, éstos pronto fueron retirados de servicio, pues proporcionaron poca reducción útil en distancias que frenaban, mientras que agregaban peso al avión y aumentaban requisitos de mantenimiento.





**Diag.2.1** Ala Boeing 727

**Fuente:** <http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

Los 727 fueron diseñados para ser utilizados en aeropuertos más pequeños, regionales, así que la independencia de las instalaciones de tierra era un requisito importante. Esto dio lugar a uno de los 727's la mayor de las características distintivas: el built-in airstair eso se abre del bajo vientre posterior del fuselaje. Boeing modificó posteriormente el diseño de modo que el airstair no se pudiera bajar en vuelo. Otra innovación era la inclusión del APU (unidad de potencia auxiliar), que permitieron que los sistemas eléctricos y de aire acondicionado funcionen independientemente de una fuente de alimentación terrestre, sin tener que encender uno de los motores principales. Los 727 se equipan de un soporte

retractable en la cola que se diseñó para proteger el avión en caso de una sobre-rotación en despegue.

El 727 es un avión de la etapa II, haciéndolo uno de los trazadores de líneas comerciales más ruidosos del jet del mundo (el acta del control del ruido de los E.E.U.U. de 1972, 42USC 4901-4918, asignó la introducción por mandato gradual de etapas más reservadas del avión, con la primera introducción para ser llamada a Etapa 3 aeroplanos. El avión que no resolvió los niveles de ruidos tierra-percibidos especificados para la etapa 3 sería llamado de Etapa 2). Si 727 se utiliza en servicio comercial actualmente, debe ser adaptado con kits de silencio para reducir el ruido del motor y efectuar el nivel 3.<sup>6</sup>



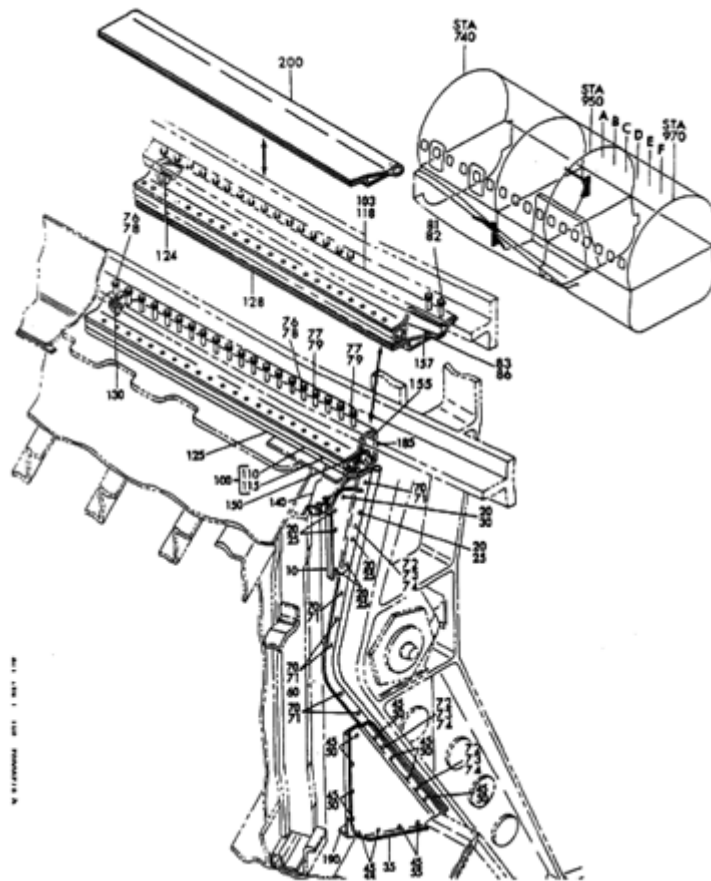
**Fig.2.6** Interiores

**Fuente:** <http://www.aertransport.org/php/go.php>

El 727 JT8D usó tecnología de los motores de jet más viejo bajo-puente turboventilador mientras que el avión de la etapa 3 utiliza el diseño más eficiente y más reservado alto-puente turboventilador. Cuando el requisito de la etapa 3 era propuesto, los ingenieros de Boeing analizaban la posibilidad de incorporar

<sup>6</sup>[www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flight\\_International](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flight_International)

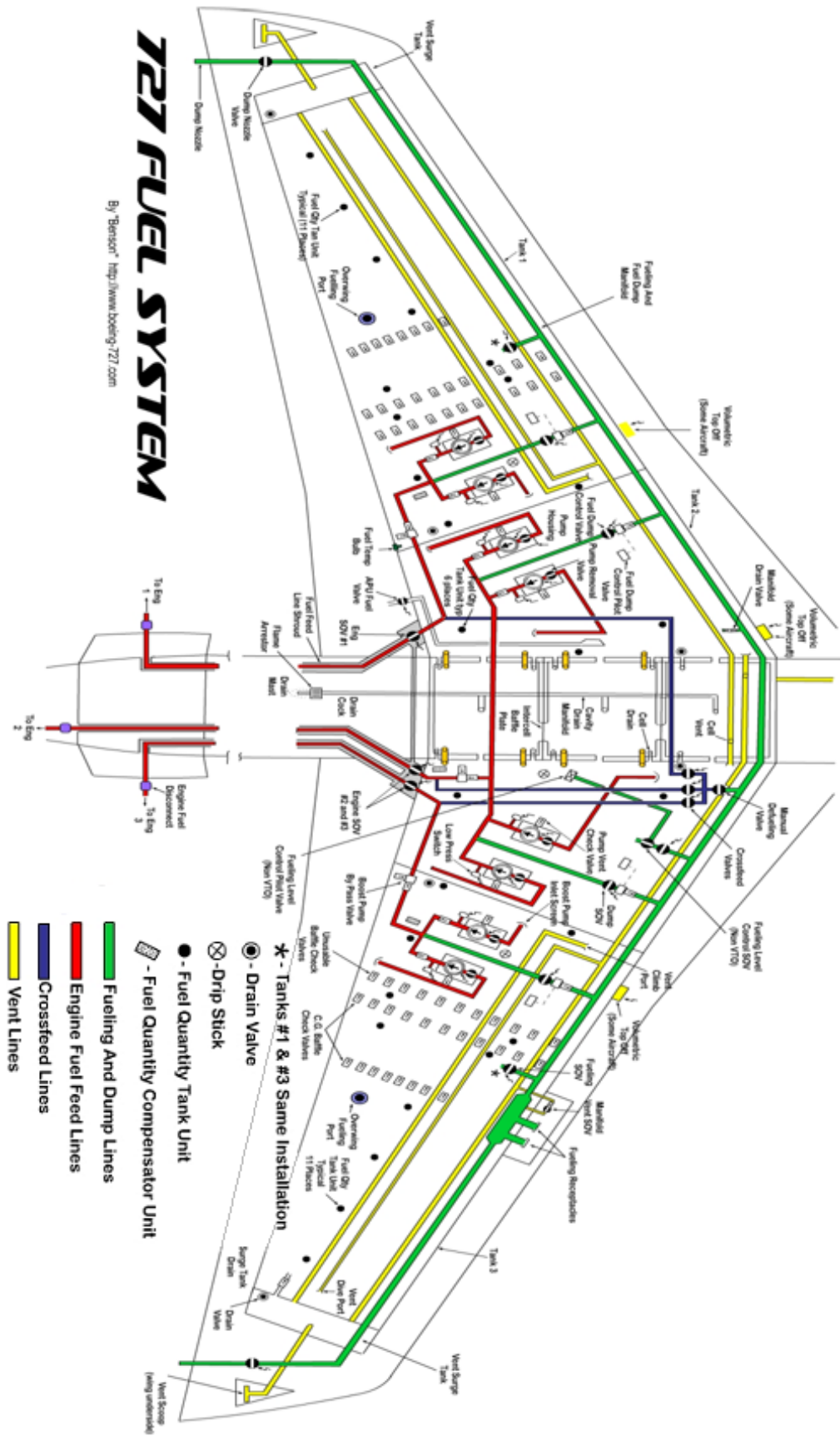
motores más reservados en los 727. Se determinó que el motor JT8D-200 se podría utilizar en los dos lados, pero el trabajo estructural requerido para caber el motor de gran-diámetro (diámetro del ventilador de 49.2 pulgadas en el JT8D-200 contra 39.9 pulgadas en el JT8D-7) en la estructura del fuselaje en la localización del motor 2 serían demasiado grandes para ser justificables. Puesto que el motor más reservado no se podría utilizar en los tres sitios, los 727 no se podrían convertir en aviones de la etapa 3.



**Diag.2.2** PIN ala Boeing 727

**Fuente:** [http://www.revistaiberica.com/De\\_interes/aviones.htm](http://www.revistaiberica.com/De_interes/aviones.htm)

Muchas líneas aéreas del cargo por todo el mundo ahora emplean los 727 como workhorse, puesto que como se está eliminando de los Estados Unidos debido a las regulaciones del ruido, llega a estar disponible para los usuarios en las áreas donde tales regulaciones del ruido todavía no se han instituido.



Diag. 2.3 Sistema de combustible

Fuente: [http://www.revistaiberica.com/De\\_interes/aviones.htm](http://www.revistaiberica.com/De_interes/aviones.htm)

## **2.5 Variantes**

Hay dos variantes de los 727. El 727-100 fue lanzado en 1960 y colocado en servicio en febrero de 1964. El 727-200 fue lanzado en 1965 y colocado en servicio en diciembre de 1967.

### **2.5.1 Boeing 727-100**

El primer modelo de la producción.

### **2.5.2 Boeing 727-100C**

Versión convertible de carga y de pasajeros. Puerta de carga adicional, piso y vigas consolidadas. Tres ajustes alternos:

- 94 pasajeros de clase.
- 52 pasajeros mezclados y cuatro plataformas de carga (22,700lb (10297kg)).
- Ocho plataformas de carga (38,000lb (17237kg)).

### **2.5.3 Boeing727-100QC**

QC está preparado para el cambio rápido. Esta es similar a la versión convertible con un piso del rodillo-cojinete para la galera y los asientos entarimados para dar a la carga un plazo de tiempo mucho más rápido de cambio (30 minutos).

### **2.5.4 Boeing727-100QF**

QF está preparado para carguero reservado. Una conversión del cargo para servicio unido del paquete, re-engined con la etapa III-obediente RollsRoyceTay turboventiladores.

### **2.5.5 Boeing727-200**

Versión estirada del 727-100. El -200 es 20 pies (6.1 m) más largo (153 pies, 2 pulgadas) que el -100 (133 pies, 2 pulgadas). Una sección del fuselaje de diez pies fue agregada delante de las alas y otra sección del fuselaje de diez pies fue agregada detrás de ellas. El palmo y la altura del ala siguen siendo igual en el -100 y -200 (108 pies y 34 pies (10 m), respectivamente). El peso bruto fue aumentado a partir del 169.000 a 209.500 libras.<sup>7</sup>

El producto dorsal del motor del número 2 también fue reajustado para ser de forma redonda, en comparación con el óvalo que estaba en las series 100.

### **2.5.6 Boeing727-200 avanzado**

MTOW y gama crecientes. También, mejoras de la cabina.

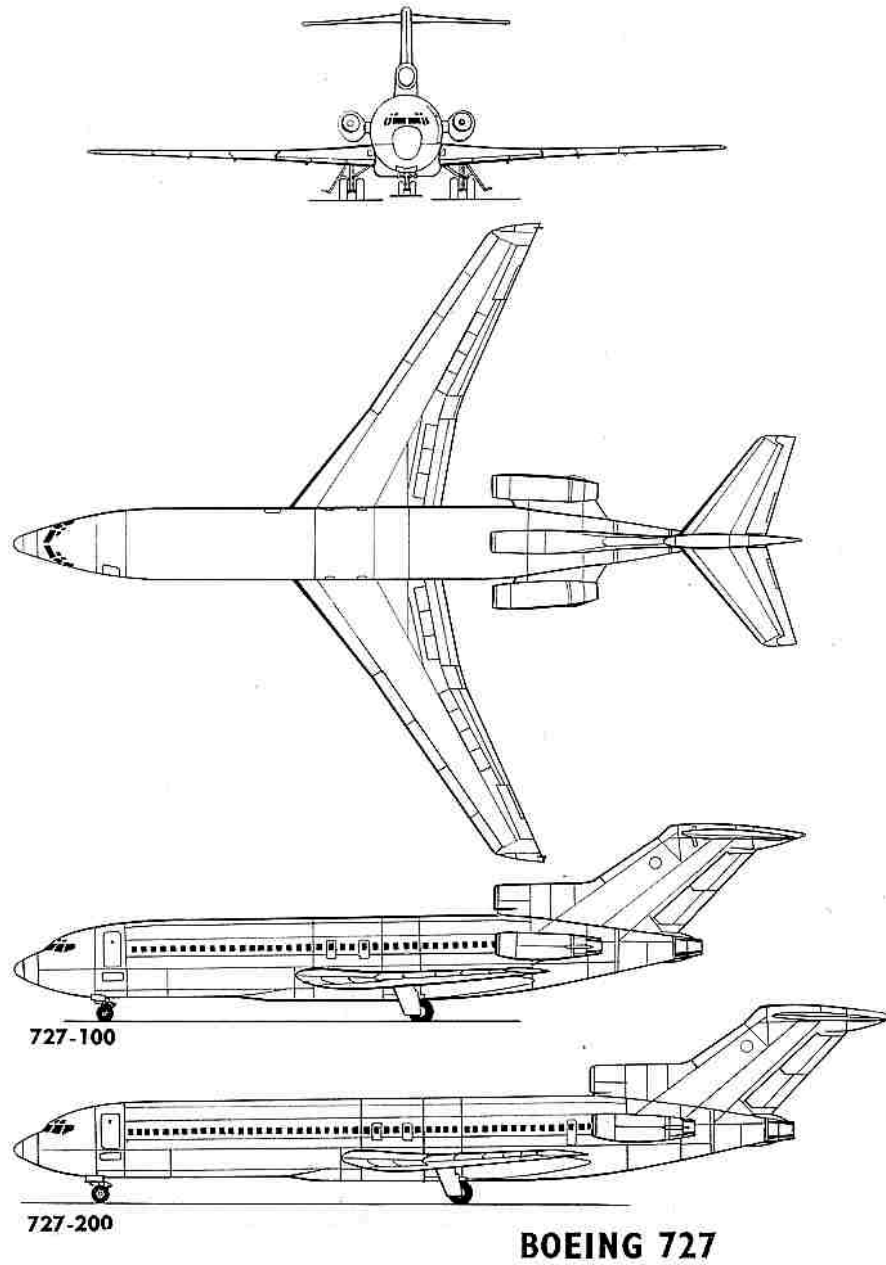
### **2.5.7 Boeing727-200F avanzado**

Toda la versión de la carga del 727-200.

La velocidad aumentó en 50 mph (80 kilómetros por hora), debido al reemplazo de los dos motores laterales con los JT8D-217, que también se encuentran en muchos MD-80s, y a la adición de los kits del silencio al motor de centro. Estas modificaciones del mercado de accesorios fueron realizadas independientemente por las compañías de Boeing, tal como Valsan y Dee Howard.

---

<sup>7</sup> <http://rbogash.com/727history.html>



**Fig. 2.7** Diferencia Boeing 727-100 y 200

**Fuente:** [http://www.revistaiberica.com/De\\_interes/aviones.htm](http://www.revistaiberica.com/De_interes/aviones.htm)

## 2.6 Remaches

Un remache es una punta o varilla de metal con una espiga cilíndrica y una cabeza, utilizada para mantener unidas dos o más piezas metálicas. Las piezas a unir tienen taladros de diámetro adecuado en los que se introduce la espiga del remache. Un extremo del remache tiene la cabeza formada previamente por el constructor, cuyo tamaño está proporcionado a las necesidades de su aplicación. Después de meter el remache en el taladro, se forma una cabeza en el extremo opuesto a la anterior, por cualquiera de los métodos descritos más adelante. En la tabla 2.1 se detallan los diversos tipos de cabezas de remaches más corrientes, así como sus designaciones normalizadas.

### 2.6.1 Tipos de remaches

En el pasado hubo muchos tipos diferentes de remaches empleados en la construcción de aviones, pero a consecuencia de la normalización en la industria quedaron reducidas a dos, que son: el de **cabeza universal** (AN 470), y el de **cabeza embutida o perdida** (AN 426). Otros tipos en uso son descritos brevemente. Además de los corrientes, existen tipos especiales empleados en aquellos puntos donde no pueden adaptarse los normalizados por causa de su diseño o porque deben poseer características especiales de resistencia. Un estudio detenido de la tabla 2.1 hace posible identificar los diversos tipos empleados en aviación.



Tabla 2.1 Tipos de remaches

	Cabeza redonda	Cabeza plana	Cabeza embutida	Gota de sebo (calderería)	Cabeza embutida	Gota de sebo (calderería)	Universal
<b>A</b> 2 S Sin marca	AN430A* 	AN442A* 	AN426A 	AN455A* 	AN425A* 	AN456A* 	AN470A 
<b>AD</b> A17ST Punzonado	AN430AD* 	AN442AD* 	AN426AD 	AN455AD* 	AN425AD* 	AN456AD* 	AN470AD 
<b>D</b> 17ST Punto en relieve	AN430D* 	AN442D* 	AN426D 	AN455D* 	AN425D* 	AN456D* 	AN470D 
<b>DD</b> 24ST Guión doble en relieve	AN430DD* 	AN442DD* 	AN426DD 	AN455DD* 	AN425DD* 	AN456DD* 	AN470DD 
<b>B</b> 56S Cruz en relieve	AN430B* 	AN442B* 	AN426B 	AN455B* 		AN456B* 	AN470B 
<b>C</b> Cobre Sin marca	AN435C 	AN441C 	AN427C 	AN420C 	← Cabeza embutida		
<b>F</b> Acero inoxidable Sin marca	AN435F 		AN427F 				
<b>M</b> MONEL Sin marca	AN435M 	AN441M 	AN427M 				
Acero Triángulo refundido	AN435 	AN441 	AN427 	AN420 	← Cabeza embutida		

Fuente: NortropAeronauticalInstitute (2008)

El remache de cabeza universal (AN 470) se emplea en el interior de las estructuras de aviones donde no es necesario utilizar remaches especiales y en superficies exteriores en las que no es crítica la fricción superficial. La cabeza de este tipo de remache está concebida para combinar las cualidades de resistencia de los antiguos remaches de cabeza de gota de sebo, redonda y plana; tiene

aproximadamente doble diámetro que la espiga y está ligeramente aplanada en su parte superior.

El remache de cabeza embutida (AN-426) es el que tiene la cabeza plana y achaflanada hacia la espiga, de modo que puede montarse en un taladro embutido o avellanado. Cuando está colocado, la parte plana de su cabeza enrasa con la superficie exterior. El chaflán o bisel, de la parte inferior de la cabeza, forma un ángulo de 78° o 100°; este último es el más empleado por los constructores. Los remaches de cabeza perdida son empleados siempre que es necesario presentar una superficie lisa, bien porque es preciso instalar otro material encima de sus cabezas, o bien porque el recubrimiento exterior del avión debe presentar una resistencia al avance lo más reducida posible.<sup>8</sup>

Indudablemente el mecánico encontrará algunas estructuras de aviones en las que hayan empleado remaches de los tipos más antiguos y, por esta razón, se hace a continuación una breve referencia a ellos (véase Tabla 2.1).

El remache de cabeza de gota de sebo (AN -455) es similar en apariencia al universal, pero la cabeza es de mayor diámetro y más delgada en los bordes. El de cabeza plana (AN -422) tiene la cabeza plana por arriba y por debajo. Se emplea normalmente para estructuras internas, en los puntos en los cuales no puede afectar a la resistencia al avance del avión.

El de cabeza redonda (AN-430) tiene una cabeza que comprende aproximadamente 144° de una esfera. Se utiliza interiormente y algunas veces en el exterior, cuando se desea que el remache absorba algún esfuerzo de tracción.

### **2.6.2 Simbolización de los remaches**

Para identificar los remaches correctamente, así como el material de que están fabricados, se han desarrollado algunos sistemas de simbolización. En la industria aeronáutica se emplean los métodos numérico y simbólico.

---

<sup>8</sup>NortropAeronauticalInstitute (2008)

Las letras y números que identifican un remache indican el tipo, material y dimensiones. Por ejemplo, AN-470 AD-3-4, se interpreta como sigue:

AN indica que el remache cumple las especificaciones impuestas por los servicios militares; 470, denota cabeza universal; AD, que el material es de aleación de aluminio A-17S-T4; el número 3, el diámetro en treintaidosavos de pulgada; y el 4, la longitud de la espiga en dieciseisavos de pulgada.

Otro ejemplo explicado es el siguiente que corresponde al remache AN-426 DD-5-5:

**AN** Elemento normalizado correspondiente a especificaciones de la U.S. Navy y U.S. Army

**426** Tipo (cabeza perdida en este ejemplo)

**DD** Aleación (24S-T4 en este ejemplo)

**5** Diámetro en treintaidosavos de pulgada (1/32")

**5** Longitud en dieciseisavos de pulgada (1/16").

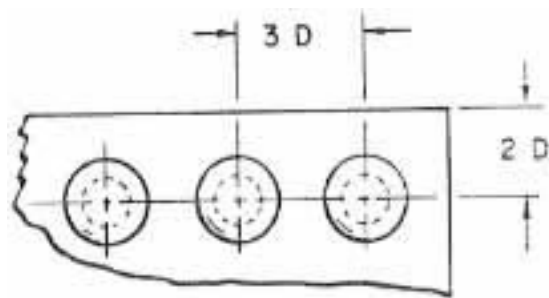
En el caso de remaches de cabeza embutida, el largo se da incluyendo la cabeza, porque su parte superior enrasa con la superficie del material al que está adaptado.

Los símbolos correspondientes de un remache se indican en la Tabla 2.1 Simbolización que el mecánico de aviación debe saber de memoria y conocer el detalle de aquellos que emplee con mayor frecuencia.

### **2.6.3 Instalación de remaches**

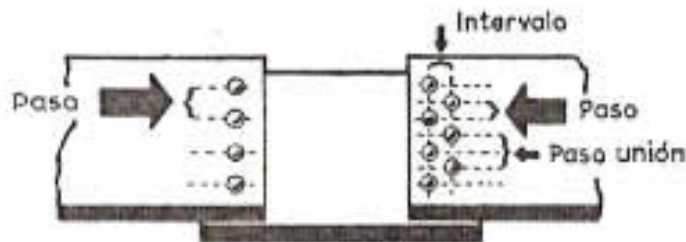
Cuando se sustituyen remaches, deben conservarse las dimensiones originales si con ellas se llenan bien los taladros y los remaches se adaptan correctamente. En caso contrario se taladra de nuevo o se pasa un escariador a la medida correspondiente al remache de tamaño inmediato superior. El diámetro del

remache para la unión de planchas metálicas debe ser aproximadamente tres veces el espesor de la plancha más gruesa y algo mayor para las delgadas. Al determinar las dimensiones de los remaches que deben ser utilizados en una reparación de avión, el mecánico debe cumplir las instrucciones dictadas por los organismos pertinentes relativas a reparación, entretenimiento y revisiones totales de aviones y motores. En la reparación de aviones militares, igualmente, el mecánico debe conocer las normalizaciones existentes publicadas en manuales para uso exclusivo de los talleres militares.



**Fig. 2.8** Separación mínima entre remaches

Fuente: NortropAeronauticalInstitute (2008)



**Fig. 2.9** Paso e intervalo

Fuente: NortropAeronauticalInstitute (2008)

#### 2.6.4 Separación entre remaches.

La distancia entre remaches en una sustitución o reparación de planchas metálicas sujetas a esfuerzos, puede ser determinada observando las

establecidas en las partes adyacentes del mismo avión. En general la distancia entre remaches es de 3 veces el diámetro de la espiga, y con relación al borde 2 veces el diámetro indicado (véase figura 2.8).

El espacio entre los remaches de una misma fila se llama *paso* y el que hay entre filas *intervalo* (fig. 2.9). Estas distancias se miden de centro a centro de las espigas.

Es práctica general limitar el paso máximo a 24 veces el espesor de la plancha. Por ejemplo, si éste es de 2 mm el paso será  $24 \times 2 = 48$  mm.

### 2.6.5 Número de remaches a utilizar

El número de remaches o tornillos a utilizar se debe elegir asumiendo que a cada lado de la unión deben existir los suficientes para absorber una carga igual a la de la chapa, en una primera aproximación<sup>9</sup>:

$$N^{\circ} \text{ remaches} = \frac{LT51,71}{S \text{ o } B}$$

Donde L = longitud de la chapa en la zona del empalme

T = espesor de la chapa

S = Resistencia a cortadura del remache o tornillo en decanewtons

B = Resistencia al aplastamiento del material (bearing) en decanewtons

51,71 valor constante equivalente a la resistencia a la tracción de la chapa en decanewtons/mm<sup>2</sup>

De S o B se toma el valor más pequeño de los dos.

---

<sup>9</sup>Álvarez J. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica (2005)

## **2.6.6 Tipos de Remaches**

### **Remaches especiales**

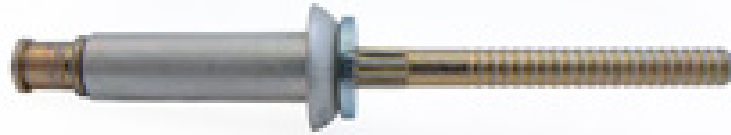
Los remaches normalizados no pueden cubrir todas las exigencias de fabricación y resistencia en la construcción de aviones y, por ello, se impone la necesidad de utilizar una gran variedad de tipos especiales, diseñados para fines específicos. Es tan pronunciada esta necesidad que algunos fabricantes han montado organizaciones dedicadas enteramente al diseño y fabricación de remaches especiales.

### **Remaches ciegos**

Son los ideales especialmente para ser utilizados en aquellos puntos en los que es imposible emplear la buterola para formar las cabezas; están diseñados y contruidos de modo que pueden ser instalados y conformados desde un lado de la superficie de trabajo y su uso se limita, generalmente, a sitios tales como bordes de salida de perfiles de ala, timones, alerones, etc. y otros puntos accesibles únicamente por un solo lado.

### **Remaches Cherry**

Fabricados por la CherryRivet Co., asociada de la Thownsend Co., son huecos, con una espiga extensible insertada en su parte central (fig. 2.10). La espiga del remache se introduce en el taladro cuidadosamente realizado y después se hace que se ensanche y trabe con fuerza en el material. Los tipos corrientes, son dos: el auto-obturador y el hueco. Cuando se instala el primero, la espiga se rompe por sí misma al ejercer la presión suficiente para aplastar el remache; se corta entonces el muñón remanente y se lima de forma que la superficie quede perfectamente lisa. Para acoplar el tipo hueco se saca completamente la espiga a través del remache. Este tipo no posee una resistencia tan elevada al esfuerzo cortante como el auto-obturador.



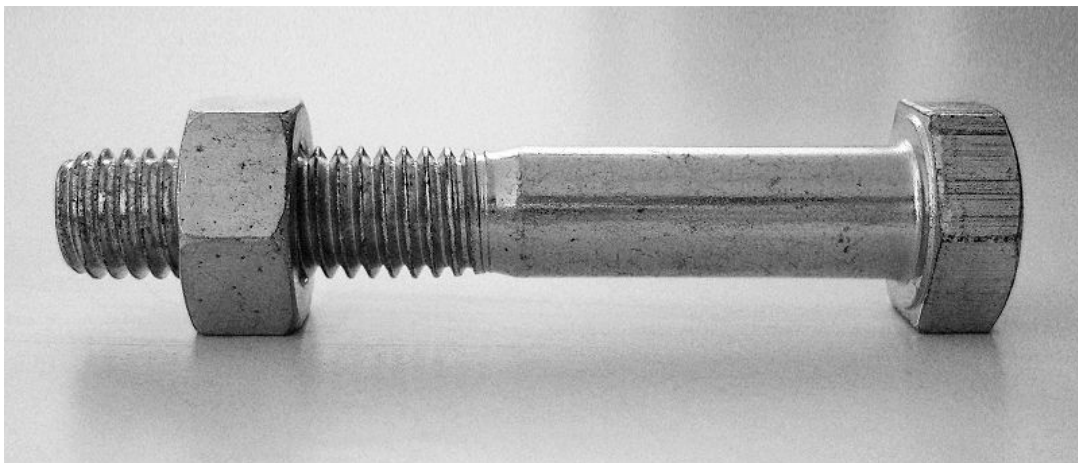
**Fig. 2.10 Remache Cherry**

**Fuente:** Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica (2005)

Otro tipo de remaches ciegos muy empleados son los Huck, de la Huck Manufacturing Co. y los Chobert, de la Aviation Developments Inc.; se instalan de manera similar a la antes descrita, si bien cada uno posee ventajas que le son peculiares.

## 2.7 Pernos

Se denomina perno o espárrago a una pieza metálica, normalmente de acero o hierro, larga, cilíndrica, semejante a un tornillo pero de mayores dimensiones, con un extremo de cabeza redonda y otro extremo que suele ser roscado. En este extremo se enrosca una chaveta, tuerca, o remache, y permite sujetar una o más piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.<sup>10</sup>



**Fig. 2.11. Perno con su tuerca**









**Fuente:** Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica (2005)

<sup>10</sup><http://www.ciedecolombia.com>

### 2.7.1 Identificación de pernos


Estos están divididos por su grado de dureza, marcas, material y capacidad de tensión mínima.

**Tabla 2.2 Tipos de pernos**

Grado de Dureza 	 SAE 2	 SAE 5	 SAE 7	 SAE 8
Marcas 	Sin Marcas	3 líneas	5 líneas	6 líneas
Material 	Acero de poco carbono	Acero con contenido mediano de carbono	Acero aleado con contenido medio de carbono	Acero aleado con contenido medio de carbono y templado
Capacidad Tensión Mínima 	74,000 a 60,000 PSI (libras por pulgada cuadrada)	120,000 a 105,000 PSI (Libras por pulgada cuadrada)	133,000 PSI (Libras por pulgada cuadrada)	150,000 PSI (Libras por pulgada cuadrada)

**Fuente:** American Fasteners  
**Elaborado por:** Pernos Andes

**Tabla 2.3 Apriete de pernos**

	Grado 	2	2	5	5	7	7	8	8
Diámetro Pulgadas	Hilos por pulgada	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite
1/4	20	4	3	8	6	10	8	12	9
1/4	28	6	4	10	7	12	9	14	10
5/16	18	9	7	17	13	21	16	25	18
5/16	24	12	9	19	14	24	18	29	20
3/8	16	16	12	30	23	40	30	45	35
3/8	24	22	16	35	25	45	35	50	40
7/16	14	24	17	50	35	60	45	70	55
7/16	20	34	26	55	40	70	50	80	60
1/2	13	38	31	75	55	95	70	110	80
1/2	20	52	42	90	65	100	80	120	90
9/16	12	52	42	110	80	135	100	150	110
9/16	18	71	57	120	90	150	110	170	130
5/8	11	98	78	150	110	140	140	220	170
5/8	18	115	93	180	130	210	160	240	180
3/4	10	157	121	260	200	320	240	380	280
3/4	16	180	133	300	220	360	280	420	320
7/8	9	210	160	430	320	520	400	600	460
7/8	14	230	177	470	360	580	440	660	500
1	8	320	240	640	480	800	600	900	680
1	12	350	265	710	530	860	666	990	740

**Fuente:** Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica (2005)  
**Elaborado por:** Álvarez J.



## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Preliminares

En una situación como la actual en la que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO tiene la necesidad de mejorar los conocimientos prácticos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, se ha logrado realizar los trámites pertinentes con ayuda del Director de Carrera para la adquisición de un avión Boeing 727 – 100 para la implementación de una aeronave para instrucción, como se muestra en la figura 3.1, la misma que ayudara a implementar las áreas acordes a la enseñanza practica de mecánica aeronáutica, que se requiere como parte de la formación del perfil básico del Mecánico Aeronáutico.



**Fig. 3.1** Boeing 727-100 Adquirido por el ITSA

**Fuente:** Jimmy Salvador

Con la implementación del avión solucionaremos diversos problemas, entre estos, pérdida de tiempo, incumplimiento de cronogramas y programas establecidos para la formación, lo que evitara la inconformidad de los Alumnos de la Carrera.

Mediante la implementación del avión Boeing 727 se está contribuyendo al cumplimiento de la misión del ITSA que es, ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional y latinoamericano, formando profesionales holísticos, comprometidos con el desarrollo aeroespacial, empresarial y cuidado del medio ambiente.

La implementación de un avión Boeing 727 supone tener en cuenta una serie de parámetros que van desde las mejoras en calidad y seguridad en la enseñanza que se imparte en el ITSA, hasta la mejora de las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos.

### **3.2 Preparación para el desmontaje**

Para la preparación para el desmontaje vamos a utilizar los manuales de mantenimiento y el catalogo ilustrado de partes del avión Boeing 727-100, además utilizaremos la herramienta adecuada para la remoción y desconexión de todas las áreas que conecten el avión con el ala, así también, removeremos el piso interior para una inspección del tanque de combustible.

Para el desmontaje del ala del Boeing 727-100 se ha tomado en cuenta varios parámetros con relación a Normas de Seguridad y estos son:

- Overol
- Botas punta de acero
- Protectores de ojos y oídos
- Guantes
- Máscara de gas

### 3.3 Pasos para la preparación al desmontaje del ala

#### 3.3.1 Carenajes

Lo primero que debemos hacer antes de desmontar el ala de Boeing 727 es remover todos los carenajes según el ATA 57 del manual de mantenimiento capítulo 57-10-00, facilitándonos el acceso visual del ala y de los lugares a los que está sujeto y que luego se va a desconectar; tal como se muestra en la figura 3.2 y la figura 3.3.

Cabe recalcar que para cada carenaje retirado se debe marcar con un código o letra para que al volver a armar el ala sea fácil el volver a ubicar cada tapa codificada y con los respectivos tornillos de la misma medida (Fig. 3.4).



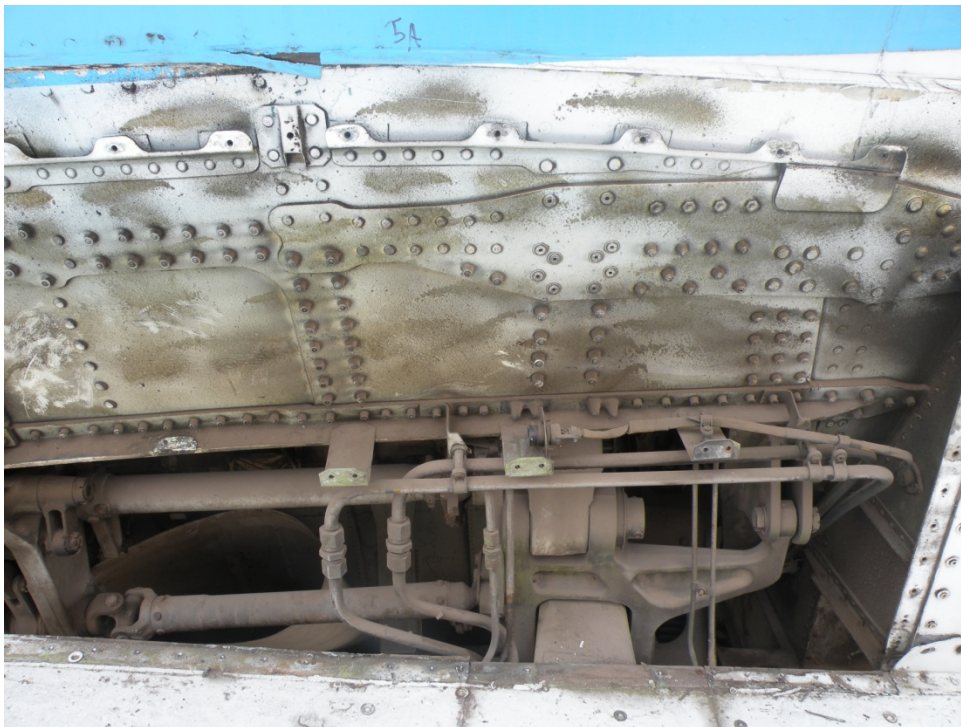
**Fig.3.2** Remoción de los carenajes

**Fuente:** Jimmy Salvador



**Fig.3.3** Remoción de carenajes inferiores

**Fuente:** Jimmy Salvador



**Fig. 3.4** Codificación de los carenajes

**Fuente:** Jimmy Salvador

### 3.3.2 Piso interior del avión

Para remover el piso del avión y tener acceso visual del tanque de combustible según el ATA 53 del manual de mantenimiento capítulo 53-20-31 fue primordial el retirar todos los asientos que se encontraban encima de la parte a retirar, luego se procedió a retirar todas las tapas del suelo de la parte central del avión, dejando a la vista el tanque de combustible así como otro tipo de partes, tal como se muestra en la figura 3.5.

Igual que en los carenajes exteriores se procedió a codificar las tapas del piso interiores.



**Fig. 3.5** Remoción del piso interior Boeing 727

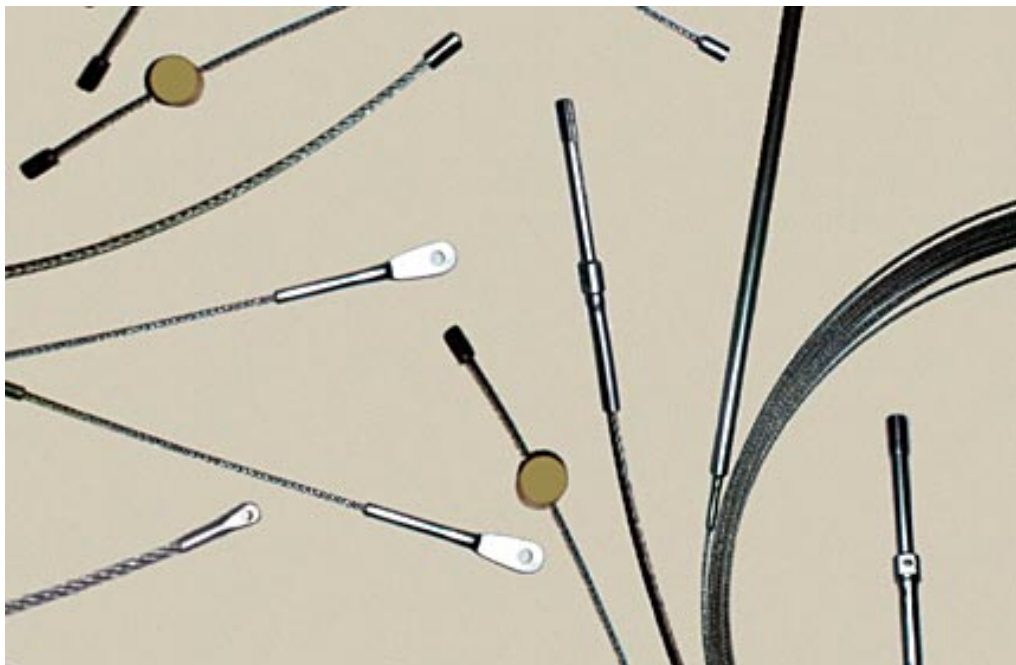
**Fuente:** Jimmy Salvador

### 3.3.3 Desconexión de cables

Por las alas del avión Boeing 727 pasan cables que es necesario remover antes de desmontar el ala ya que estos cables son los usados para los controles de vuelo, flaps, landing gear y otros sistemas secundarios, como se muestra en la figura 3.6 y la figura 3.7.

Para remover los cables según el ATA 27 del manual de mantenimiento capítulo 27-30-41, es necesario utilizar un alambre en forma de U para poder desatornillar las uniones de los alambres y así separar los cables, luego con la ayuda del alambre y un alicate playo ya sea normal o de presión giramos la unión hasta separarla completamente. Con la ayuda de dos playos se puede retirar de igual forma los cables, pero se necesita la ayuda de otra persona.

Los cables eléctricos solo son desconectados de su punto de conexión solo girándolos y halando hacia afuera.



**Fig. 3.6** Cables

**Fuente:** Jimmy Salvador



**Fig. 3.7** Cables desconectados del Boeing 727

**Fuente:** Jimmy Salvador

### **3.3.4 Desconexión de tuberías**

También por las alas tenemos algunas tuberías de las existentes en el avión como son las de los sistemas de oxígeno, agua, combustible, líquido hidráulico, entre otras. Las cuales también debemos desconectar para lograr el desmontaje del ala. Véase la figura 3.8 y 3.9.

Para desconectar las tuberías según el ATA 28 del manual de mantenimiento capítulo 28-00-00, fue necesario la utilización de llaves fijas y llaves de estrías para los lugares de difícil acceso, además se utilizó destornilladores tipo estrella para los lugares en los cuales existen seguros que unen las tuberías con el avión, se debe tener cuidado con el líquido hidráulico que sale al desconectar las tuberías.



**Fig. 3.8** Tuberías  
**Fuente:** Jimmy Salvador



**Fig. 3.9** Tuberías desconectadas del Boeing 727  
**Fuente:** Jimmy Salvador



### 3.3.5 Tapas y puertas inferiores

La forma de desmontar las tapas según el ATA 53 del catálogo de partes capítulo 53-10-00-38C, es quitando remaches, tornillos y alambres de freno. Bajando las tapas vamos a tener mayor acceso a los tanques de combustible para verificar como se va a desmontar el ala con o sin el tanque de combustible. Ver figura 3.10 y figura 3.11



**Fig. 3.10** Desarmando las puertas

**Fuente:** Jimmy Salvador



**Fig.3.11** Desmontaje de puertas inferiores

**Fuente:** Jimmy Salvador

### 3.3.6 Depósito de combustible

El depósito de combustible según el ATA 28 del manual de mantenimiento capítulo 28-12-00 y 01, debemos retirarlo ya que puede tener vapores que han quedado del combustible y producir un accidente a la hora de trabajar con herramientas que produzcan chispa.

Para retirar este depósito es necesario la utilización de un bocallaves y un mango articulado para desatornillar todas las tuercas y poder separar el depósito de combustible del tanque. Ver figura 3.12



**Fig. 3.12** Depósito de combustible

**Fuente:** Jimmy Salvador

### 3.3.7 Remoción de remaches

Para remover los remaches según el ATA 57 del catálogo de partes capítulo 57-10-00-22, de la parte superior del ala fue necesario el uso de un martillo, un cincel y una punta, ya que con el martillo y el cincel se pudo romper las arandelas o fuelles de los remaches y así con la punta poder empujarlos vástagos hacia adentro y dejar libre la unión. Ver figura 3.14

Cabe recalcar que todos los remaches fueron retirados las arandelas y los vástagos hundidos al ras del avión ya que por seguridad se los debe quitar cuando se baje el ala.



**Fig. 3.13** Remaches ala derecha Boeing 727-100

**Fuente:** Jimmy Salvador



**Fig. 3.14** Remoción del vástago de los remaches

**Fuente:** Jimmy Salvador

### **3.3.8 Remoción de los pernos**

Para retirar los pernos según el ATA 57 del catálogo de partes, capítulo 57-10-00-21, fue necesario primero una limpieza ya que tenían pintura desprendida y en mal estado y las copas no entraban normalmente, después se utilizó una llave de estrías para los lugares difíciles, una copa de 18mm con la llave de copas, martillo y aparte una extensión de llave de copa para romper el torque de los pernos firmemente ajustados por la corrosión, de igual manera no fueron retirados los pernos por seguridad.



**Fig. 3.15** Pernos ala derecha Boeing 727-100  
**Fuente:** Jimmy Salvador

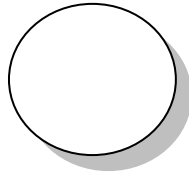


**Fig. 3.16** Remoción de los pernos  
**Fuente:** Jimmy Salvador

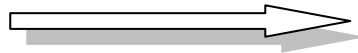
### 3.4 Diagramas de procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, Para los diagramas de procesos será necesario la utilización de la siguiente simbología para su comprensión:

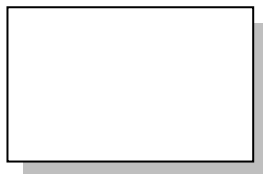
**Operación.-** Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.



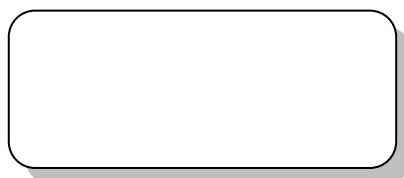
**Transporte.-** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.



**Inspección.-** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.



**Conclusión de sección o parte.-** Es utilizado cuando la parte a realizar ha sido culminada, esta puede pertenecer a un conjunto que luego puede o no ser juntado con otras partes como en el caso de un rompe cabezas.

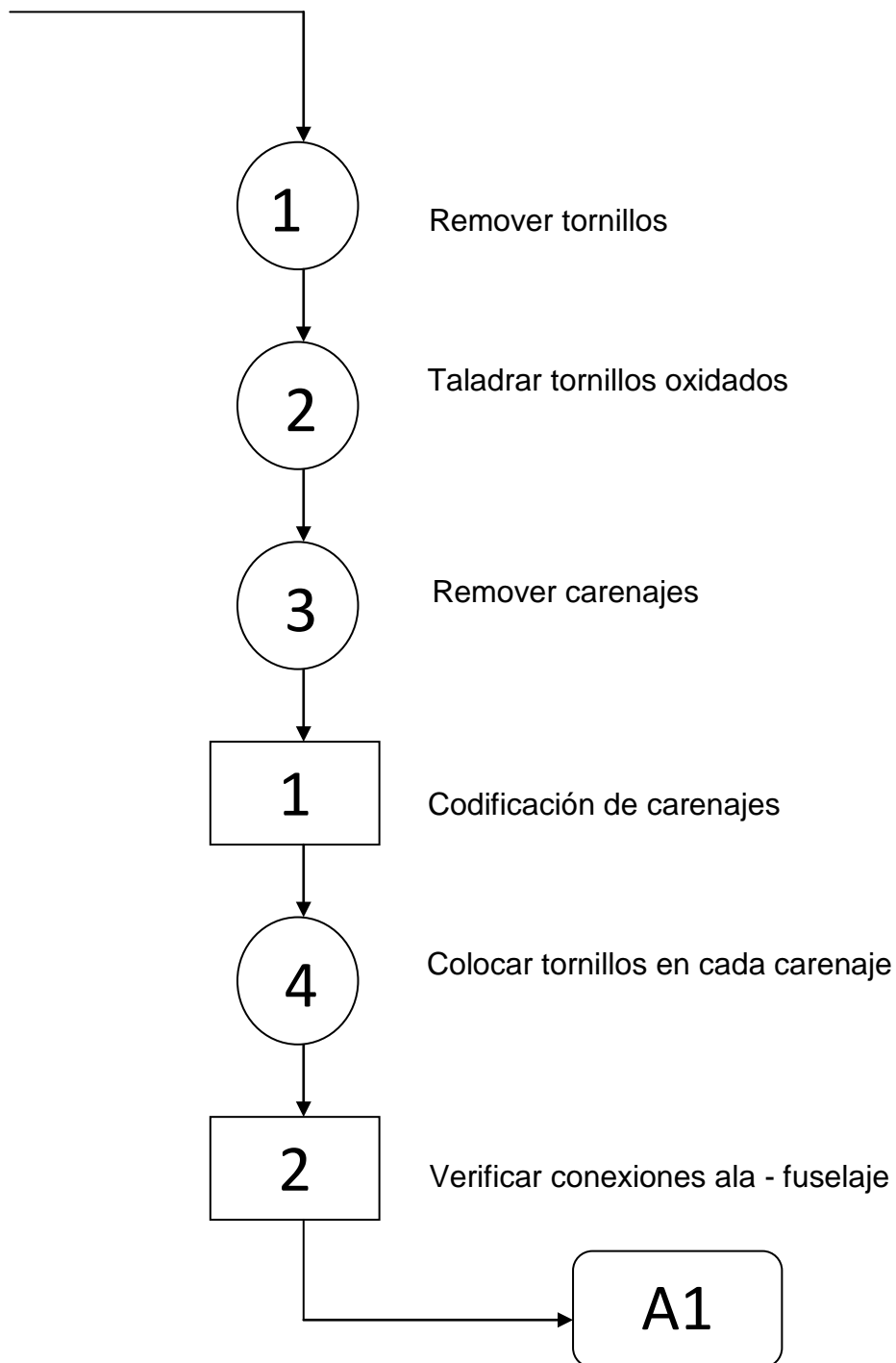


### 3.4.1 Preparación para el desmontaje del ala derecha.

#### Diagrama de procesos

Herramientas utilizadas: Destornillador estrella y taladro inalámbrico

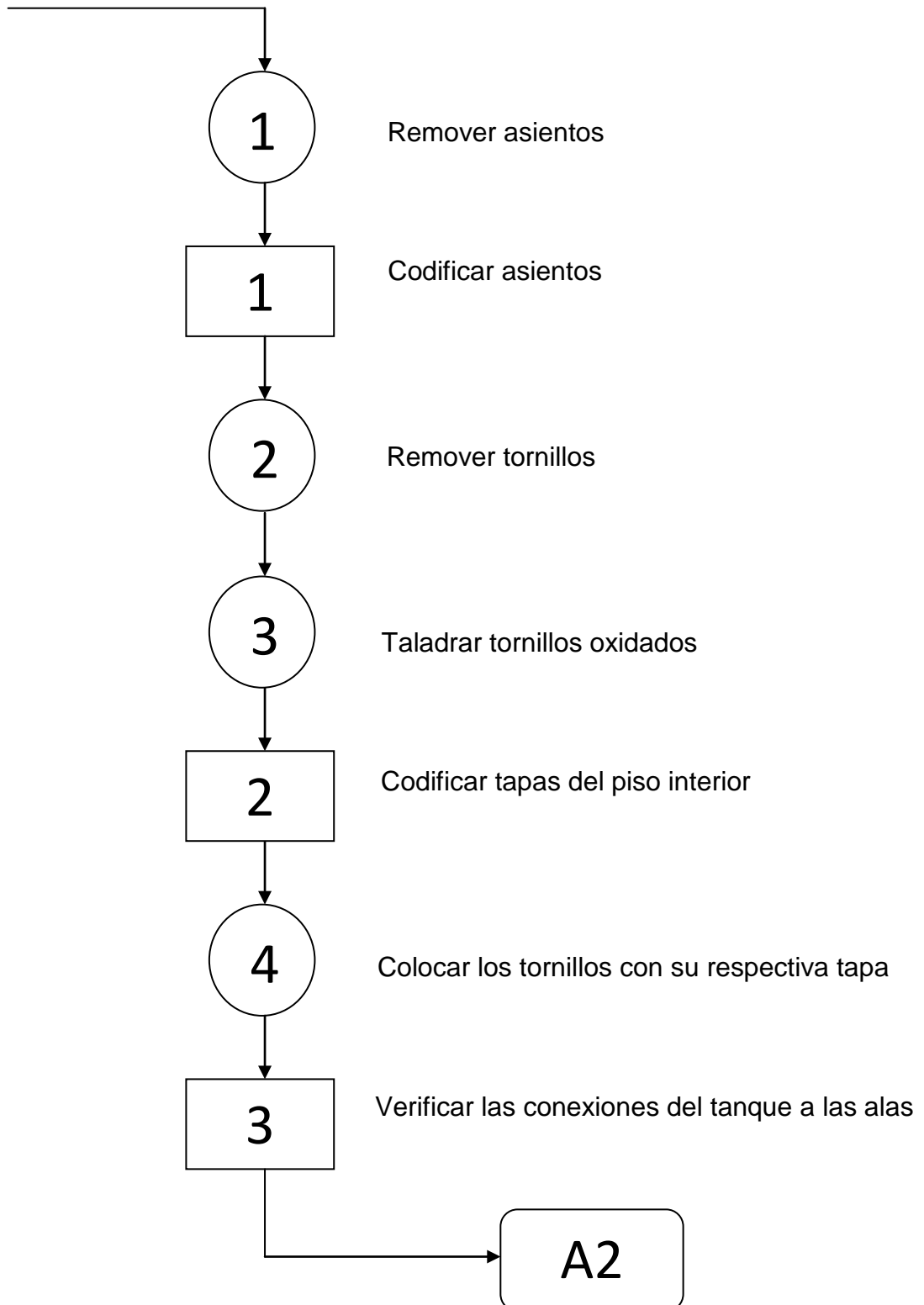
#### Remoción de carenajes



## Diagrama de procesos

Herramientas a utilizar: Taladro inalámbrico, destornillador y martillo

### Remoción del piso interior

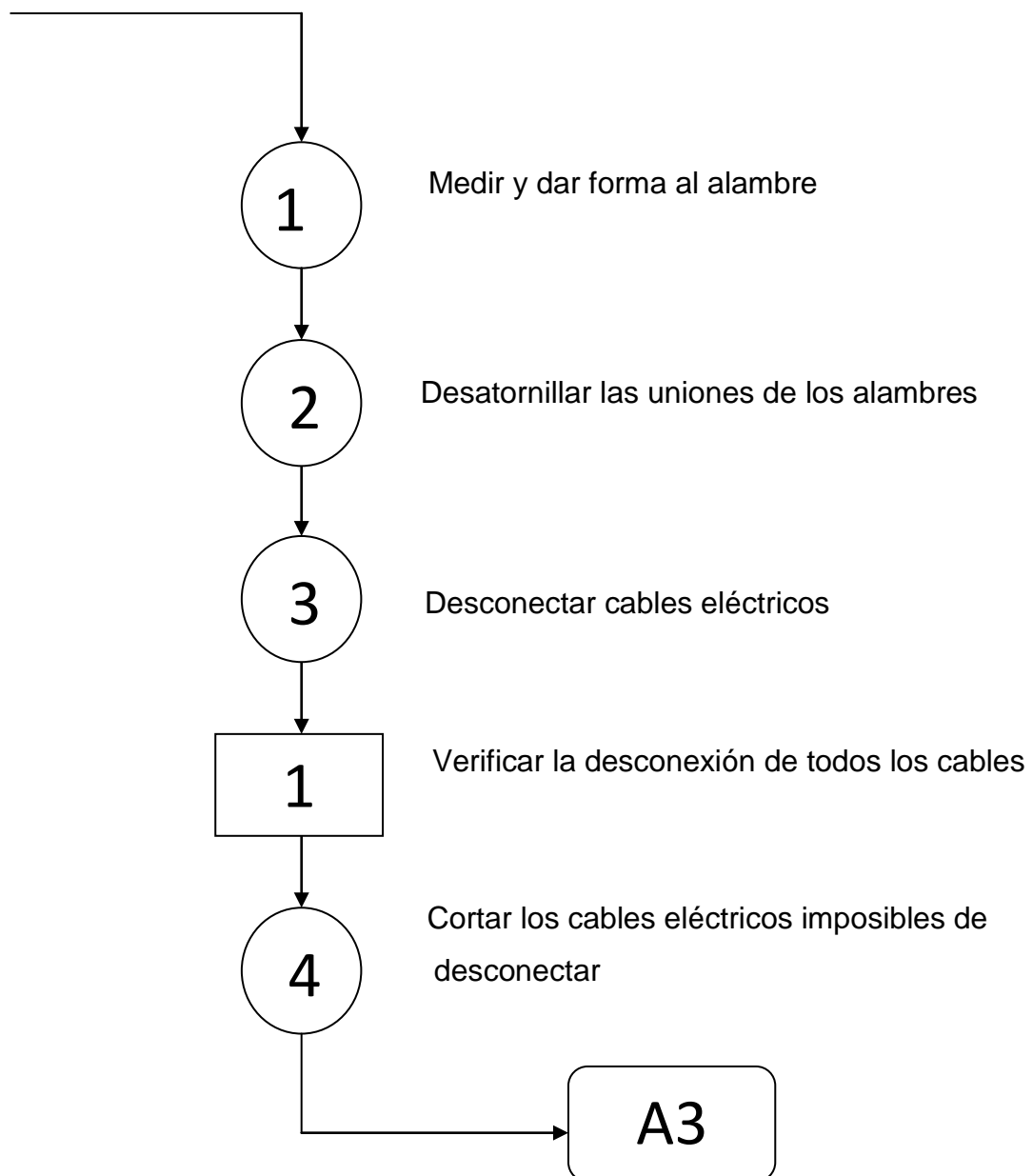




## Diagrama de procesos

Herramientas a utilizar: Alambre en forma de "U", alicata diagonal y playo

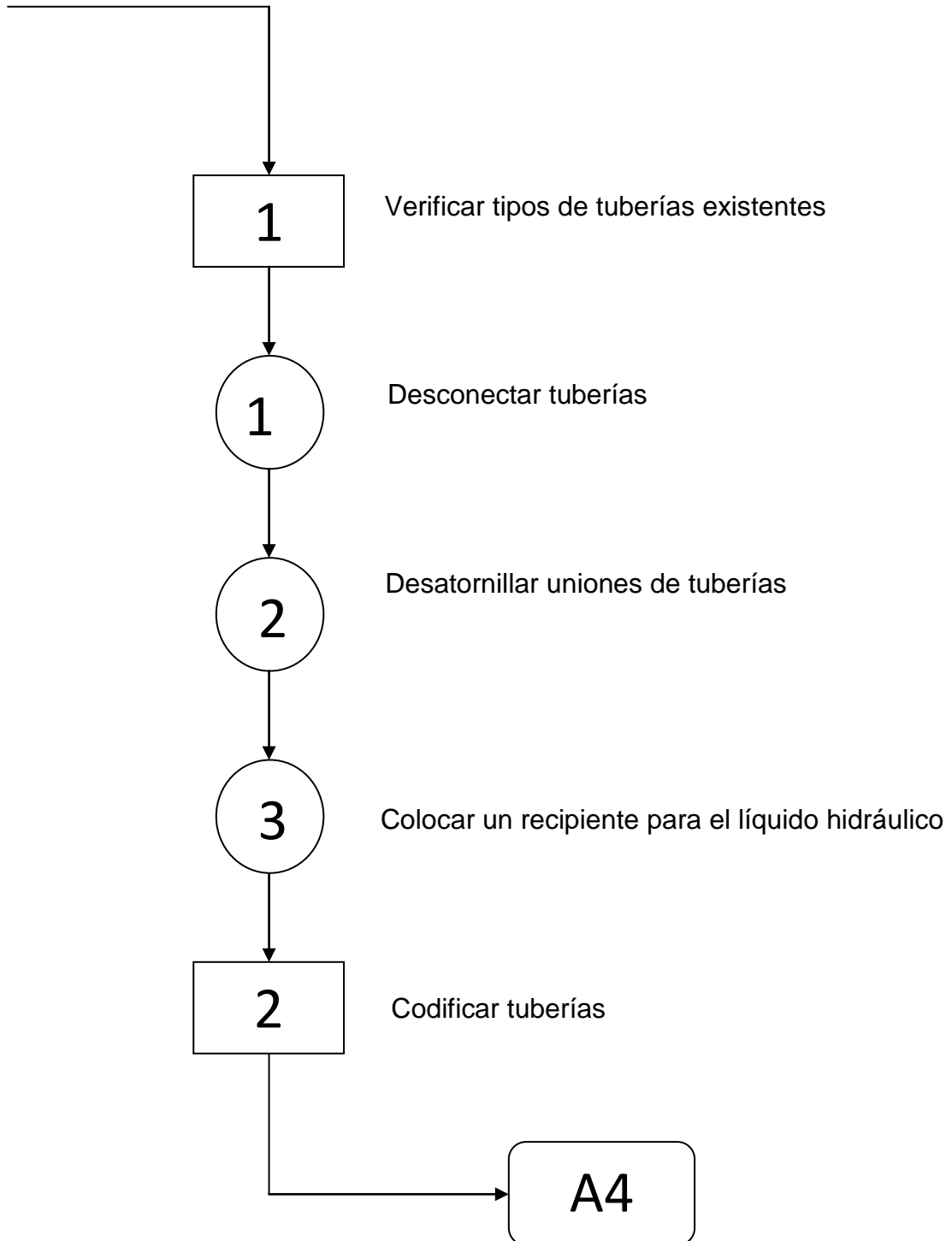
### Desconexión de cables



## Diagrama de procesos

Herramientas utilizadas: Llave fija, llave de estrías y destornillador

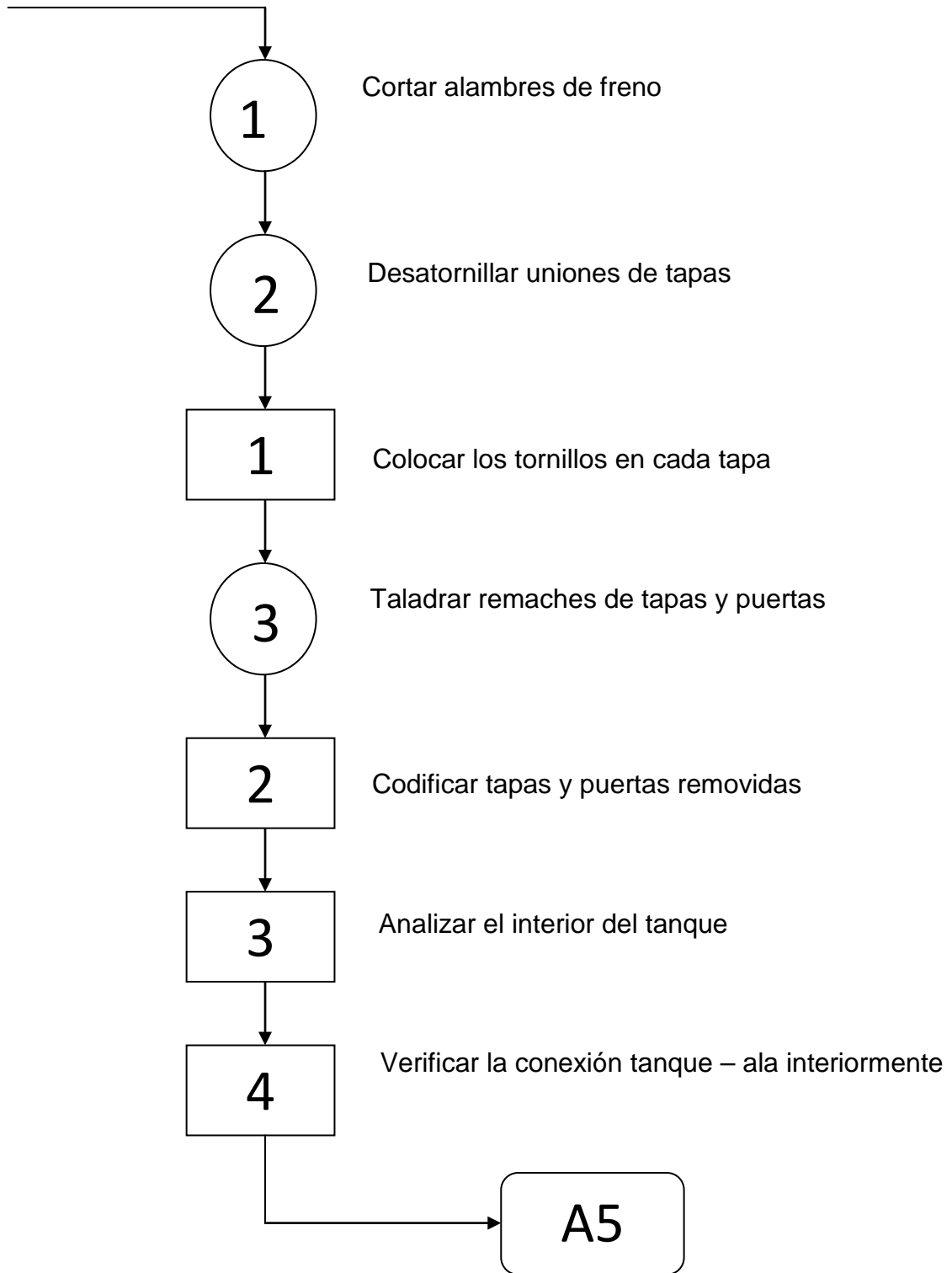
### Desconexión de tuberías



## Diagrama de procesos

Herramientas utilizadas: Diagonal, taladro inalámbrico, destornillador y linterna

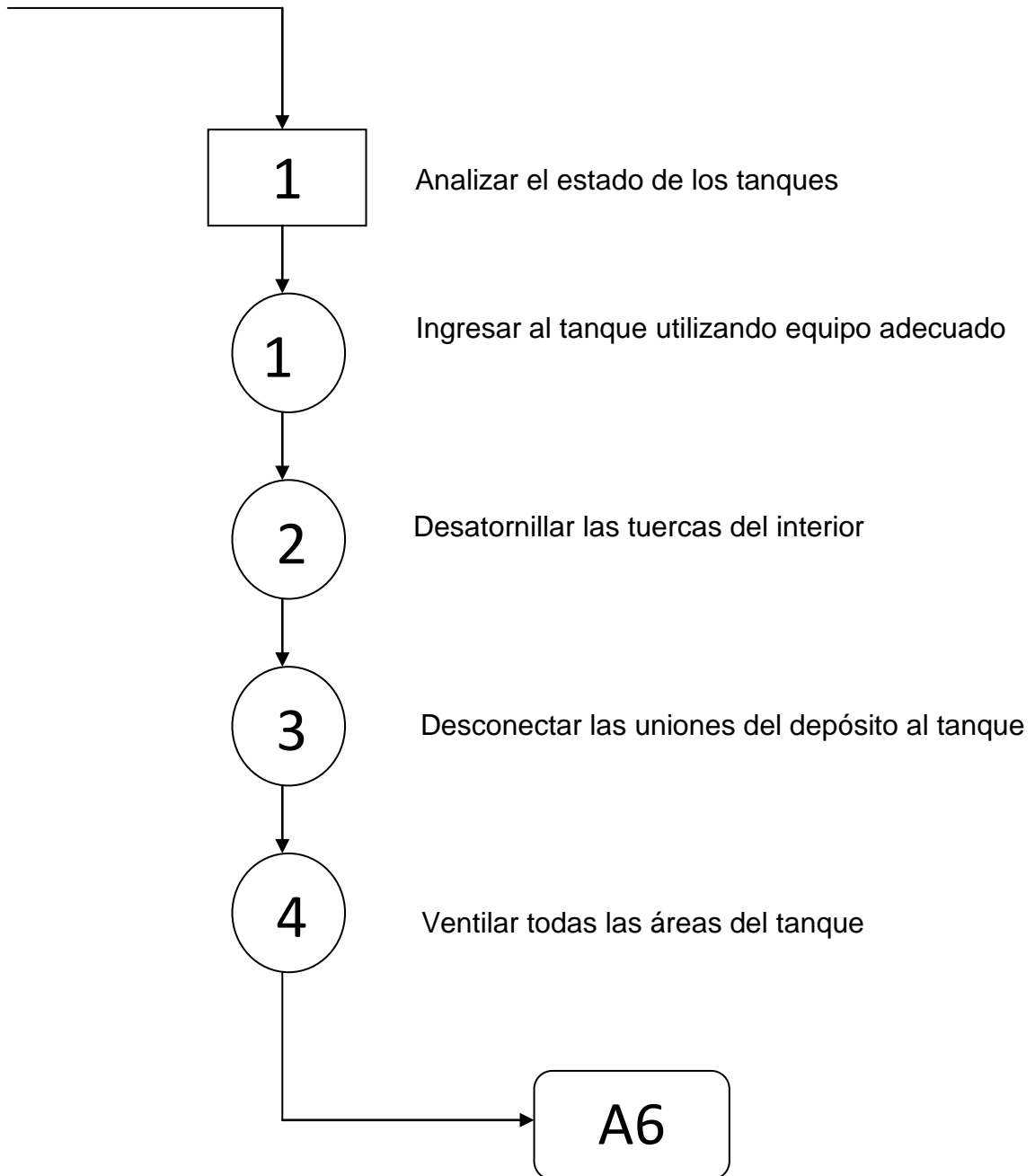
### Desmontaje de tapas y puertas inferiores



## Diagrama de procesos

Herramientas utilizadas: Linterna, llave de copas y copas

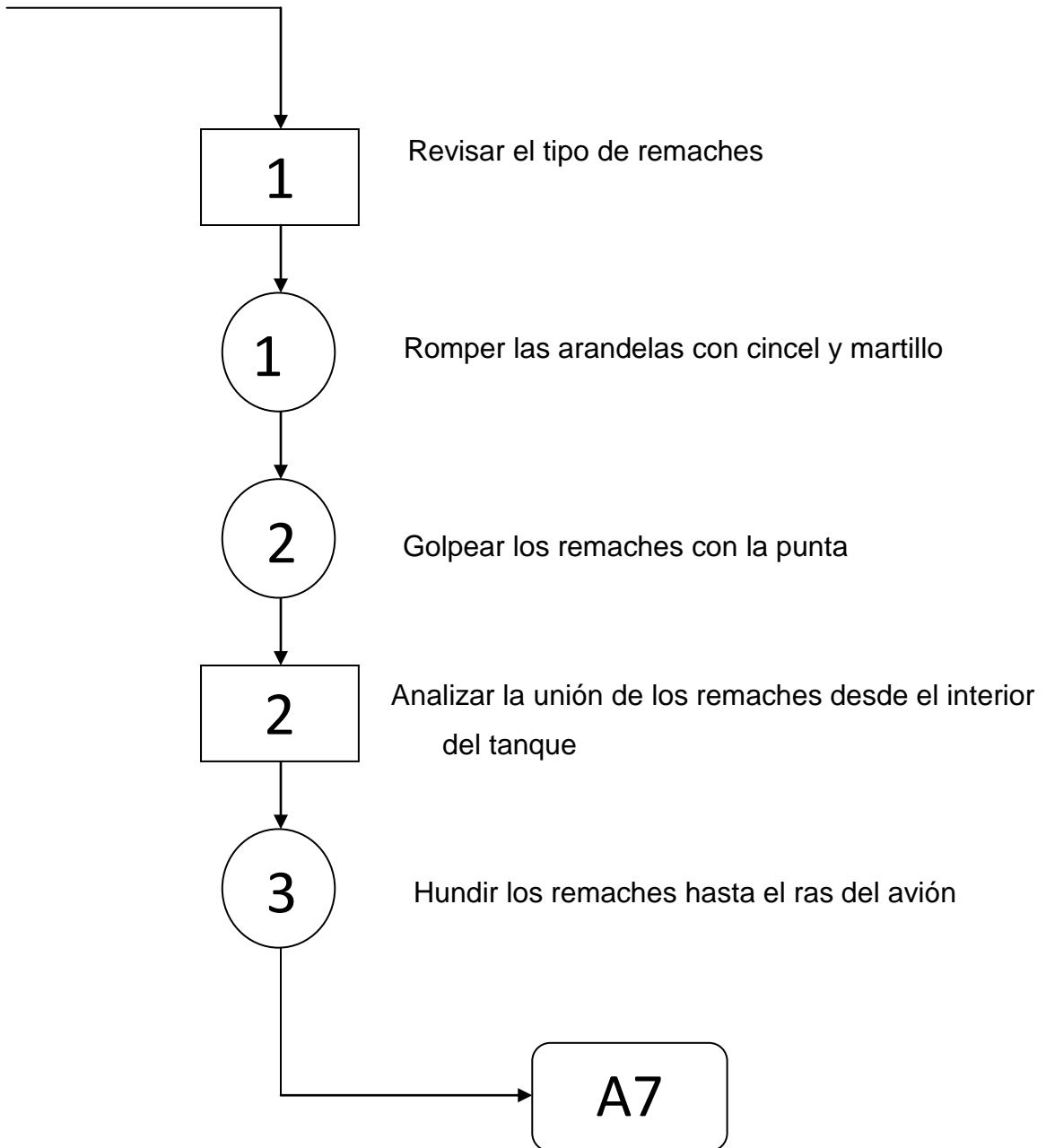
### Depósito de combustible



## Diagrama de procesos

Herramientas utilizadas: Martillo, cincel y una punta

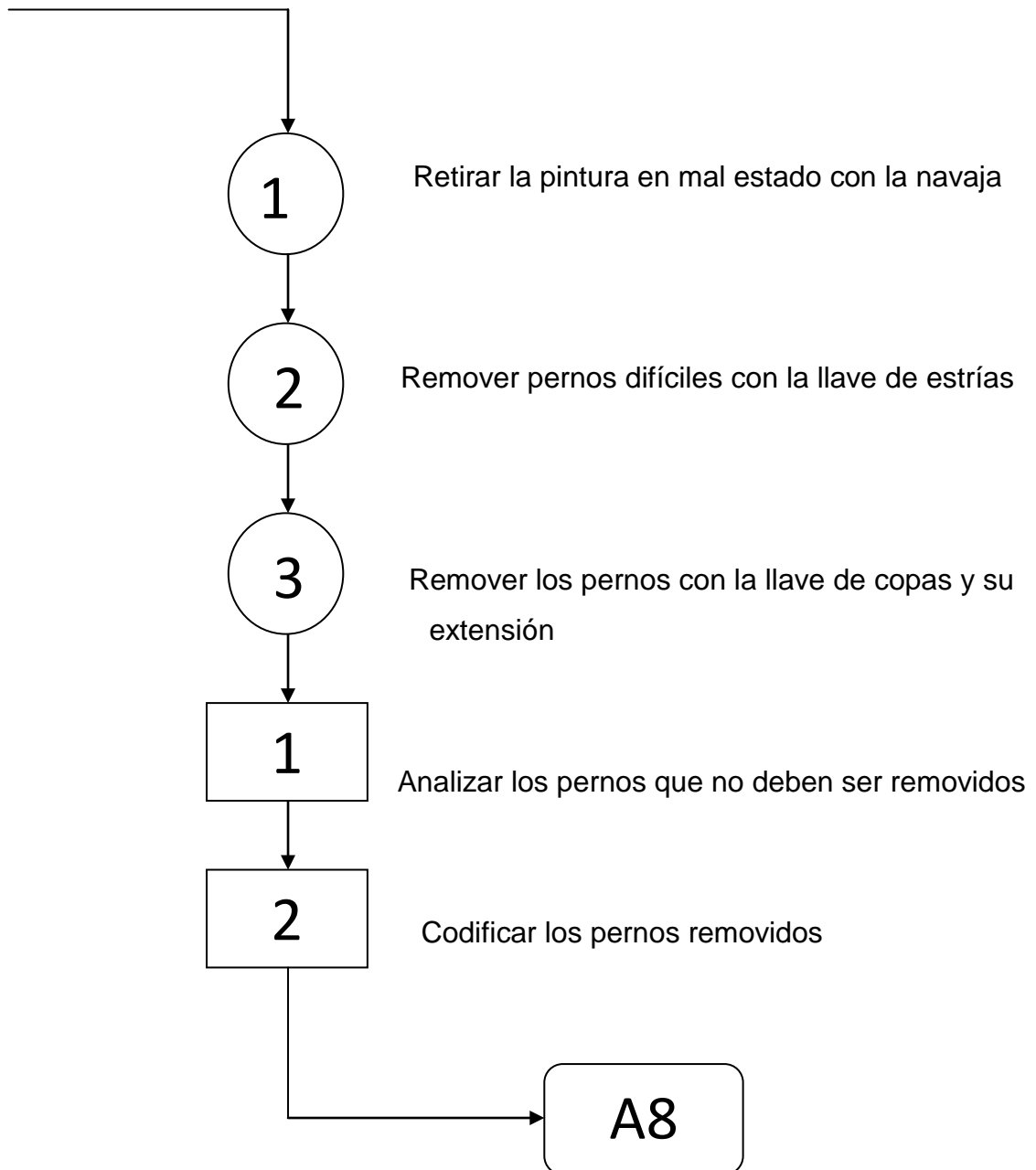
### Remoción de remaches



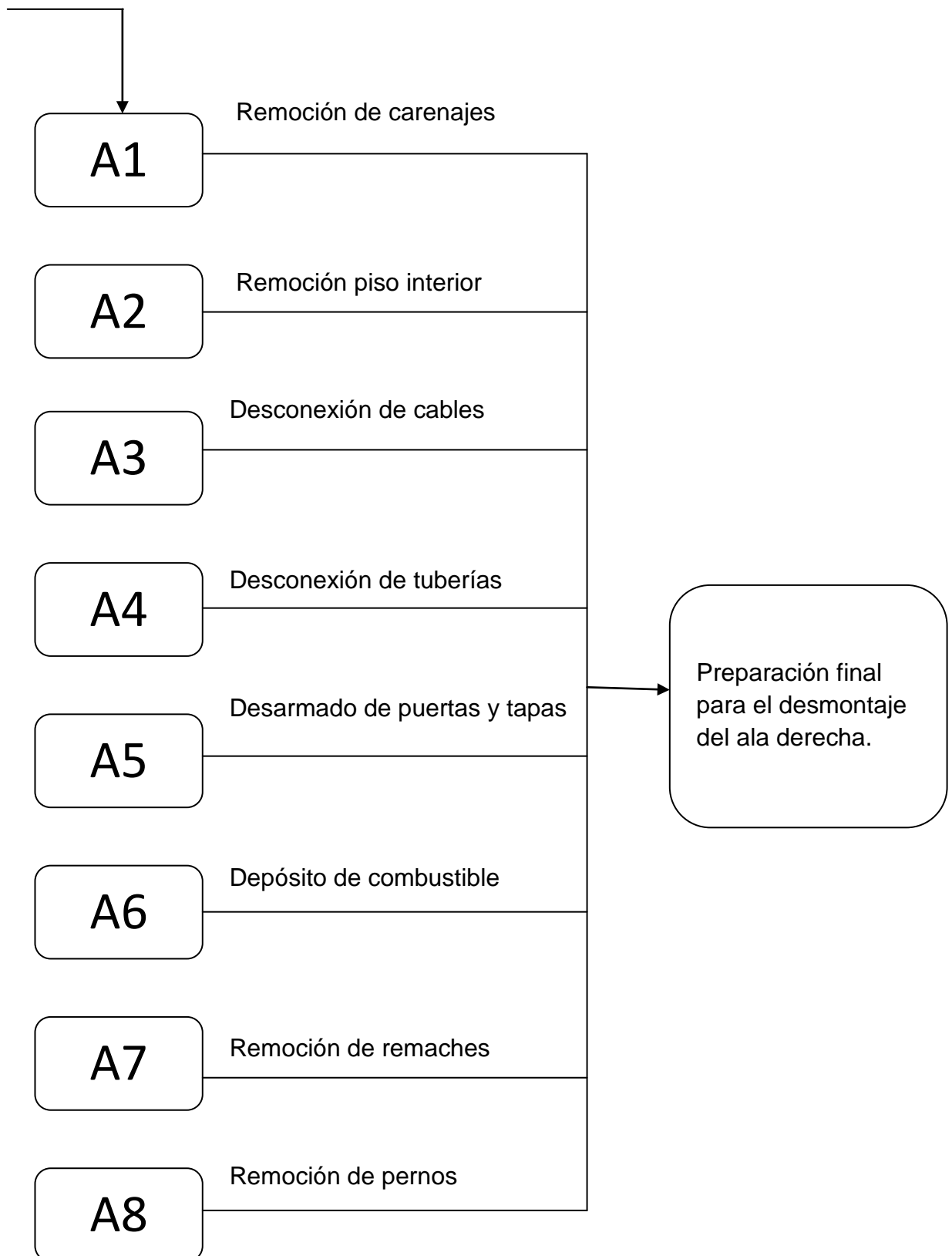
## Diagrama de procesos

Herramientas utilizadas: Navaja, llave de estrías, llave de copas, copas y martillo

### Remoción de pernos



## Diagrama de procesos final



### 3.5 Estudio económico

El estudio económico se lo realiza para identificar la cantidad y el precio de cada uno de los elementos utilizados en la preparación para el desmontaje del ala. Además del aporte contribuido para la construcción de los soportes para las alas.

#### 3.5.1 Presupuesto

De acuerdo a lo observado el presupuesto para la preparación para el desmontaje sería de 1400 USD, lo cual serviría para cubrir las necesidades del presente proyecto.

#### 3.5.2 Análisis económico

Todo lo utilizado para la preparación para el desmontaje del ala derecha del Boeing 727 se lo ha dividido en cuatro grupos, los aspectos a considerar son:

- Materiales
- Herramientas utilizadas
- Mano de obra
- Otros

#### 3.5.3. Materiales

Los materiales que se describen a continuación son los utilizados en el aporte contribuido para la construcción de los soportes para las alas del Boeing 727-100:

**Tabla 3.1 Listado de los materiales utilizados en los soportes**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>
1	Madera de pino	\$60.00
2	Pernos	\$27,50
	<b>TOTAL</b>	<b>\$87,50</b>

Elaborado por: Jimmy Salvador



### 3.5.4. Herramientas utilizadas

Para la preparación para el desmontaje del ala derecha fue desarrollado en el aeropuerto internacional de Latacunga, a un lado del hangar CEMA (Centro de Mantenimiento Aeronáutico), en donde se utilizó todas las herramientas ya sea manual o eléctrica pero siempre inalámbrica ya que no había electricidad en ese lugar.

**Tabla 3.2 Listado de herramientas utilizadas**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>
1	Llaves de boca fija	5	\$38.00
2	Llave de copa	1	\$18.00
3	Llave de boca ajustable	1	\$23.00
4	Copas	5	\$17.00
5	Playo de presión	1	\$20.00
6	Alicate de corte diagonal	1	\$20.00
7	Guantes	3	\$15.00
8	Martillo	1	\$22.00
9	Taladro inalámbrico	1	\$240.00
10	Batería extra de taladro	1	\$70.00
11	Linterna	1	\$25.00
12	Overol	1	\$27.00
13	Cinzel	1	\$10.00
14	Calibrador	1	\$35.00
15	Brocas	8	\$43.00
16	Destornilladores	2	\$27.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$650.00</b>

**Elaborado por:** Jimmy Salvador

### 3.5.5 Mano de obra

La mano de obra de la preparación para el desmontaje del ala fue desempeñada por el estudiante y aquí se incluirá la mano de obra del aporte a los soportes.

**Tabla 3.3 Cuadro de costos de mano de obra**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>
1	Construcción soportes	\$40.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$40,00</b>

Elaborado por: Jimmy Salvador

### 3.5.6 Otros

En este grupo nos referimos expresamente a detalles adicionales utilizados para la elaboración del proyecto de grado.

**Tabla 3.4 Cuadro de gastos adicionales**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>
1	Impresiones	\$100.00
2	Copias	\$10,00
3	Movilización	\$500.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$610,00</b>

Elaborado por: Jimmy Salvador

### 3.5.7 Costo total del proyecto

**Tabla 3.5 Costo total del proyecto**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>
1	Material	\$87.50
2	Herramientas	\$650,00
3	Mano de obra	\$40.00
4	Otros	\$610,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$1387.50</b>

**Elaborado por:** Jimmy Salvador

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se ha desarrollado un plan base para la preparación al desmontaje del ala derecha del avión Boeing 727-100.
- A través de la investigación se logró determinar la necesidad de material didáctico para la institución.
- Mediante el uso de las herramientas adecuadas fue posible desarrollar el proyecto con seguridad.
- El presente proyecto facilitará las operaciones para el desmontaje del ala y el debido traslado a las instalaciones del ITSA.
- Durante el desarrollo se observó que la mayoría de tornillos se encontraban deteriorados y oxidados.
- Por la falta de una fuente de energía en el lugar se necesitó de herramientas inalámbricas y recargables.
- Por falta de herramientas en el pañol del instituto fue necesario obtener herramientas nuevas.

## 4.2 Recomendaciones

- Utilizar los manuales para ayudarnos a realizar los trabajos.
- Utilizar siempre los implementos de seguridad y las herramientas adecuadas.
- Las alas del Boeing 727 no pueden ser desmontadas sin antes colocar los debidos soportes tanto en el fuselaje, como en las alas.
- Los pernos que se encuentran con óxido se deben remover con una palanca larga la cual ayude a romper el torque.
- Mantener siempre aseguradas todas las puertas y accesos del avión para evitar la canibalización del mismo.
- Para remover el ala primero se debe aliviar el peso desmontando alerones, flaps, slats y spoilers.
- Antes de remover el ala se debe construir una eslinga adecuada para el Boeing 727-100.
- Antes de proceder a cortar o hacer cualquier tipo de trabajo que pueda existir chispa se debe ventilar todas las áreas donde hubo combustible.
- Utilizar el proyecto como base para la remoción final del ala.
- Utilizar este proyecto para remover cualquier ala de los Boeing 727-100

## GLOSARIO

**Aeronave.-** es un aparato con la capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmosfera, siendo capaz de transportar personas.

**Aviación.-** Se entiende por aviación el desplazamiento controlado, a través del aire, de aparatos que usan para desarrollar su vuelo la fuerza sustentadora de superficies fijas o móviles impulsados por sus propios motores, como aviones y helicópteros, o sin motor, como los planeadores.

**Boeing 727-100.-** es una aeronave de tres motores, comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados.

**Calzada.-** destinada a la circulación de las personas dentro del avión.

**Crewmember.-** miembros de la tripulación.

**Dispositivos high-lift.-** Sistema de actuación independiente para los flaps de las alas.

**Envergadura.-** es la distancia que tiene el ala de un avión desde punta a punta.

**Flaps.-** Un dispositivo hipersustentador es un ingenio aerodinámico diseñado para aumentar la sustentación, en determinadas fases del vuelo de una aeronave.

**Fuselaje.-** El fuselaje es la parte principal de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión.

**Hangar.-** Cobertizo grande y abierto, de techo sólido, destinado a guardar o reparar aparatos de aviación.

**Ingeniero de vuelo.-** Desde la invención de los aviones grandes, con más de dos motores, tanto en aviones de hélice como en los de tipo Jet, fue necesaria la función del ingeniero de vuelo como un tercer tripulante aéreo.

**Maniobrabilidad.-** Facilidad de un vehículo para ser dirigido.

**Nosegear.-** Tren de aterrizaje de nariz.

**Slats.-** Situados en el borde de ataque del ala, son dispositivos móviles que crean una ranura entre el borde de ataque del ala y el resto del plano.

**Orografía.-** Parte de la geografía física que describe y clasifica las formas de la superficie terrestre y las sistematiza según sus rasgos externos, con independencia de su origen.

**Velocidad de crucero.-** es una velocidad constante que lleva una aeronave alcanzada según una altura fija y tiempo definido.

**Reactores.-** es un tipo de motor que descarga un chorro de fluido a gran velocidad para generar un empuje de acuerdo a la tercera ley de Newton. Esta definición generalizada del motor a reacción incluye turborreactores, turbofans, cohetes, estatorreactores y motores de agua pero, en su uso común, el término se refiere generalmente a una turbina de gas utilizada para producir un chorro de gases para propósitos de propulsión.

**Empenaje.-** Superficies planas situadas en la cola de la aeronave y que sirven como elemento de control y estabilidad. Forman parte del fuselaje.

**Aeronave.-** Vehículo capaz de volar gracias a reacciones del aire distintas a las que éste ejerce sobre la superficie terrestre. Puede transportar personas y cosas.

**Aeronavegabilidad.-** Características que deben cumplir las aeronaves para poder realizar vuelos con toda seguridad.

**Aleta.-** Superficie que modifica las corrientes del aire para conseguir que la aeronave tenga mayor aerodinámica.

**Altitud.-** Distancia vertical entre un determinado punto y el nivel del mar. Se mide en metros.

**Altura.-** Distancia vertical entre un determinado punto y la superficie terrestre. Suele medirse en pies.

**Estabilizador.-** Cada uno de los planos fijos de un aeroplano donde se encuentran los timones de dirección y profundidad.

**Bitácora.-** Documento personal de un piloto en el que se registran cronológicamente el tiempo y las actividades de vuelo realizadas.

**Arandelas.-** Una arandela es un disco delgado con un agujero, por lo común en el centro. Normalmente se utilizan para soportar una carga de apriete.

**Remaches.-** es un elemento de fijación (un cierre mecánico) que se emplea para unir dos o más piezas.

**Vástago.-**Consiste en un tubo cilíndrico (el vástago) que en su fin dispone de una cabeza.

**Torque.-** Es una magnitud(pseudo)vectorial, obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza con respecto al punto al cual se toma el momento por la fuerza, en ese orden.

**Canibalizar.-** Quitar partes a una máquina fuera de servicio, para aprovecharlas con otros fines.



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Varios autores (1957). Diccionario enciclopédico abreviado. Tomo VI Perno. Madrid: Espasa Calpe.
2. Revista Flight International (2009). Tomo II
3. Iniciación a la aeronáutica (2010). Creus Solé, Antonio
4. Gran diccionario enciclopédico visual. Tomo I.
5. Boeing 727 Maintenance Manual (capítulo 53)
6. Boeing 727 Maintenance Manual (capítulo 57)
7. Catálogo de partes Avión en general Rev. 3 (capitulo 53)
8. Catálogo de partes Avión en general Rev. 3 (capitulo 57)

## **NETGRAFÍA:**

1. Historia Boeing 727  
<http://www.boeing.com/>
2. Traslado avión Boeing  
<http://www.youtube.com/watch?v=BrPvVXThzMI>
3. Mantenimiento de aviones  
[http://www.revistaiberica.com/De\\_interes/aviones.htm](http://www.revistaiberica.com/De_interes/aviones.htm)
4. Universidad de Perú  
<http://www.universidadperu.com/mecanica-aeronautica-peru.php>

**5. Galería Universidad**

<http://www.elmerfaucett.edu.pe/>

**6. Aeronave para instrucción**

<http://www.elmerfaucett.edu.pe/infra.html>

**7. Banco de datos de AeroTransport**

<http://www.aertransport.org/php/go.php>

**8. "Boeing 727 series. Esquina del avión y de la central eléctrica. "**

[http://home.swipnet.se/~w-65189/transport\\_aircraft/b727/boeing\\_727\\_series.htm](http://home.swipnet.se/~w-65189/transport_aircraft/b727/boeing_727_series.htm)

**9. Vuelo internacional, Del 3 al 9 de octubre de 2006**

[http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flight\\_International](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flight_International)

**10. Boeing especificaciones del funcionamiento de 727 series, Boeing.**

<http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

**11. 727 características del aeroplano para el planeamiento del aeropuerto, Boeing.**

<http://www.boeing.com/commercial/airports/727.htm>

**12. Familia de Boeing.com 727**

<http://www.boeing.com/commercial/727family/>

**13. Prototipo 727**

<http://rbogash.com/727history.html>

**14. 727 Datacenter - sitio brasileño**

<http://www.727datacenter.com/>

**15. Boeing-727.com**

<http://www.boeing-727.com/>

**16.**[Airsafe.com](http://www.airsafe.com) Boeing fatal 727 acontecimientos

<http://www.airsafe.com/events/models/b727.htm>

**17.** tabla de datos

[http://themerinos.com/el\\_hangar\\_colombiano/Boeing\\_727.htm](http://themerinos.com/el_hangar_colombiano/Boeing_727.htm)

**18.** Yoteca- Guía de ayuda documentada

<http://www.yoteca.com/pg/Que-es-bitacora.asp>

## **ANEXO A**

### **ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

# **ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **DATOS REFERENCIALES:**

Nombre de la institución para la que se desarrolla el trabajo de investigación:

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

Fecha de presentación:

**7 de Junio del 2010**

Responsable del trabajo de investigación:

**SALVADOR MOSQUERA JIMMY ALEJANDRO**

# CAPITULO I

## 1. EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento Del Problema

La misión del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es formar los mejores profesionales aeronáuticos, íntegros e innovadores competitivos y entusiastas a través del aprendizaje por logros aportando así al desarrollo de nuestra Patria.

A partir de 1990 la Escuela Técnica Aeronáutica de la Fuerza Aérea, cambió el nombre a Escuela Técnica de la Fuerza Aérea (ETFA) la cual siguió cumpliendo la noble tarea de formar y capacitar al personal de aerotécnicos en las diferentes especialidades de Aviación.

El 08 de noviembre de 1999, mediante Acuerdo Ministerial No. 3237 del Ministerio de Educación Pública, Cultura y Deportes, la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea se transforma en Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), constituyéndose de esta manera en un centro académico de formación tecnológica superior regida por las leyes y reglamentos de educación superior correspondiente y registrado en el CONESUP con el número 05-003 de fecha 20 de Septiembre del 2000. Para este entonces el ITSA abre sus puertas al personal civil para que ingresen a esta institución y se preparen tecnológicamente y así formar profesionales tecnólogos que cumplirán tareas calificadas en el campo de la aviación civil y militar.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico reconoce que el desarrollo científico y tecnológico de su institución está basado en un personal calificado y comprometido, la labor del Instituto está encaminada a obtener un recurso humano altamente capacitado y calificado que norme su vida en la práctica constante de trabajo en las diferentes empresas aeronáuticas los valores del estudio.

El Instituto para mejorar la formación integral y adecuada de sus estudiantes, podría contar con un avión de instrucción, el cual se encuentra en la Base Aérea

Cotopaxi (BACO) que sirve para la enseñanza práctica de las diferentes asignaturas de mecánica aeronáutica, las cuales solo se conocen de manera teórica debido a la falta de la misma.

Dicho avión que podría servir para una excelente instrucción. Ha permanecido allí durante mucho tiempo sin darle uso alguno, impidiendo así, una enseñanza puntual a los estudiantes que realizan prácticas de las diferentes asignaturas de la carrera de mecánica aeronáutica. Esto origina mucha descoordinación y pérdida de tiempo para todas las personas que están involucradas el sistema enseñanza-aprendizaje en el Instituto por la carencia del equipamiento técnico y práctico necesario para las adecuadas operaciones que enriquecen nuestros conocimientos.

Al no contar con soluciones para este problema, se ha tratado de solventar el mismo mediante el empleo de equipamientos adaptados, que si bien sirven para la enseñanza, no brindan las condiciones físicas, técnicas y de seguridad necesarias, para este tipo de prácticas, por lo que esto conlleva a la pérdida de esfuerzos, tiempo y recursos. Tanto de docentes como de estudiantes.

De esta manera las diferentes asignaturas no poseen un planteamiento adecuado para cumplir con el objetivo de brindar una mejor enseñanza a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, dando como resultado visible un escaso conocimiento, bajo nivel de familiarización en el campo laboral y disminución de capacidad competitiva en operaciones rutinarias en las empresas.

Por esta situación es necesaria la transportación de la aeronave al Instituto, para contribuir con la mejora de conocimientos de los estudiantes en las diferentes especialidades de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

## **1.2 Formulación Del Problema**

¿Cómo contribuir con el traslado del avión Boeing 727 (HC-BLV) a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, mediante la información adecuada y la debida responsabilidad?

## **1.3 Justificación e Importancia**

En la instrucción impartida en cada una de las clases prácticas de las diferentes materias en la especialidad de estructuras son de vital importancia para el aprendizaje integral de los estudiantes, lo que hace necesario, contar con materiales tangibles para este fin.

Por este motivo se considera indispensable el traslado del avión Boeing 727 (HC-BLV) a las instalaciones del instituto con fines de instrucción práctica, no solamente para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, sino para todos los estudiantes.

Para la realización de este macro proyecto, será necesario el desmontaje de las alas previo al traslado y el montaje después del mismo, el cual optimizará el espacio ocupado por el avión durante el proceso.

Se incrementará la eficiencia de las prácticas en el avión, también se eliminará la pérdida de tiempo, y optimizará el esfuerzo humano de los alumnos que realizan dichas prácticas mejorando así el desenvolvimiento en sus trabajos prácticos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Investigar los métodos factibles para el traslado del avión Boeing 727 (HC BLV) a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.



### **1.4.2 Específicos**

- Investigar métodos de seguridad para el traslado de la aeronave.
- Conocer como está estructurado el avión.
- Conocer los procedimientos de las órdenes técnicas.
- Recopilar la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

### **1.5 Alcance**

El resultado de este trabajo de investigación está orientado a incrementar la facilidad y destreza del trabajo en las clases teóricas y prácticas de las diferentes materias de la especialidad. Servirá para facilitar a los docentes y estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica y todas las personas que se encuentren relacionadas con la Institución en el desarrollo de sus actividades en cuanto al campo aeronáutico.

## **CAPÍTULO II**

### **2. PLAN METODOLÒGICO**

#### **2.1 Modalidad Básica de la Investigación**

##### **2.1.1 De campo**

Se ha determinado que será preciso utilizar las modalidades de campo participante, misma que se llevará a cabo en el lugar del problema, donde es necesario el traslado del avión Boeing 727, así también se podrá establecer contacto directo con profesionales en logística y mecánica, para comprender el funcionamiento y alternativas del avión según los requerimientos de avance del proyecto.

##### **2.1.2 Bibliográfica documental**

La investigación bibliográfica se la efectuará durante el progreso del trabajo investigativo, la misma que permitirá realizar una detallada investigación, proceso que se basará en la búsqueda de información necesaria de distintas fuentes que permita dar solución al problema expuesto, para lo cual será útil investigar en bibliotecas y documentos donde se guarda información relacionada al montaje y desmontaje de las alas del avión para su transporte, esta información nos servirá posteriormente para desarrollar el marco teórico.

#### **2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

##### **2.2.1 No Experimental**

Se utilizará la investigación no experimental porque las variantes no pueden ser intervenidas, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador.

## **2.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

### **2.3.1 Exploratoria**

Se realizará una investigación exploratoria, ya que permitirá identificar el problema y examinarlo mediante la aplicación de otros procedimientos lógicos de investigación complementaria, a través de información primaria y secundaria por lo que es muy útil en la ejecución del proyecto para conocer los obstáculos que se obtendrá durante el proceso de traslado del avión, esto será en sentido de fuselaje porque mucho antes se procederá a retirar las alas y el estabilizador horizontal con su debida seguridad y utilización de las ordenes técnicas.

### **2.3.2 Descriptiva**

Este nivel de investigación servirá para analizar y describir la situación actual de las prácticas que realizan los estudiantes en los aviones que dispone la Base Aérea Cotopaxi, incluyendo, cómo se manifiesta la dificultad del traslado del avión Boeing 727 a las instalaciones del instituto.

## **2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para alcanzar mejores resultados estadísticos de la investigación será necesario señalar que el universo será el ITSA, teniendo como población investigada los estudiantes de la carrera de mecánica de aviación que ya estén haciendo pasantías y así tendremos un muestreo aleatorio estratificado, ya que serán seleccionados los estudiantes que hayan realizado pasantías y puedan dar una opinión acertada de la importancia de la práctica para el aprendizaje en los alumnos y docentes del ITSA.

## **2.5 RECOLECCIÓN DE DATOS**

Es necesario partir del análisis de información primaria que la obtendremos directamente a través del contacto concreto con el objeto de estudio, luego obtendremos información secundaria que se la obtiene de estudios anteriores

registrados en documentos como libros, revistas, tesis de grado, internet, etc. Mediante este método se estudiará cada uno de los elementos que forman parte del problema expuesto.

Posteriormente la síntesis, nos permitirá unir todos los criterios alcanzados en el análisis y lograr una idea general asegurando de este modo una hipótesis general planteada, y así resolver nuestro planteamiento del problema.

## **2.6 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.6.1 Métodos**

#### **2.6.1.1 Análisis**

Permitirá un estudio de la situación en la que se encuentra el avión Boeing 727 existente en las instalaciones de la Base Aérea Cotopaxi (BACO)

Posteriormente con la información obtenida se determinará como realizar el proceso de traslado del avión al instituto, analizando los diferentes obstáculos obtenidos en el proceso, y al mismo tiempo buscando una solución para el problema entre docentes y estudiantes donde puedan fortalecer sus habilidades dentro del área de Mecánica Aeronáutica.

### **2.6.2 Técnicas**

#### **2.6.2.1 La observación**

Facilitará en forma fácil y rápida obtener apreciaciones reales de los acontecimientos que se susciten dentro del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) durante todo el proceso de traslado del avión.

## **2.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

El procesamiento de la información se lo realizará mediante los siguientes pasos:

1. **Revisión crítica** de la información recogida.
2. **Limpieza de información defectuosa**, Contradictoria, incompleta, no pertinente.
3. **Tabulación de datos.**- Es el proceso que se realiza para conocer la frecuencia con la que se repiten los datos para presentarlos en cuadros estadísticos.

## **2.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

El análisis e interpretación de resultados se ejecutará de acuerdo a los datos obtenidos en todo el proceso de investigación, mediante las encuestas a los estudiantes del ITSA, estos ayudarán a determinar la situación actual, tanto de la necesidad de un avión comercial para el aprendizaje práctico y de lo significativo para el enriquecimiento de los conocimientos en los estudiantes.

## **2.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Las conclusiones y recomendaciones se conocerán luego de la ejecución del plan metodológico determinando la mejor alternativa del trabajo investigativo con una forma clara y exacta.

Una vez conocido el problema que los estudiantes tienen durante el proceso de realización de prácticas se sugiere la alternativa de solución como el traslado del avión Boeing 727 desde la base aérea Cotopaxi al instituto tecnológico superior aeronáutico.

## **CAPÍTULO III**

### **4. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1 Antecedentes de la investigación.**

En la actualidad las instituciones educativas de aviación se van modernizando cada día más con nuevas técnicas de enseñanza y la tecnología que cada vez es mucho mejor y nos da más facilidades de aprendizaje, obligando a las instituciones educativas a innovarse y no quedar por detrás del resto de universidades, por lo cual el ITSA está obligado a modernizarse adquiriendo nueva tecnología y nuevas formas de enseñanza con material didáctico.

El instituto cuenta con personal docente y administrativo altamente calificado así también con instalaciones, talleres y laboratorios que están acorde a la enseñanza que se brinda a los estudiantes que acuden a este instituto, pero la falta de un avión a creado una inconformidad en docentes y alumnos ya que no pueden impartir sus conocimientos en la práctica así como los estudiantes no comprenden claramente los conocimientos solo con la teoría y debido a esto es que hay la necesidad de trasladar un avión Boeing 727 a las instalaciones del ITSA

Para la elaboración del presente trabajo se ha tomado como referencia al instituto superior tecnológico Elmer Faucett es un centro de instrucción aeronáutica reconocido oficialmente por el ministerio de educación y por la dirección general de aeronáutica civil del Perú, bajo las regulaciones aeronáuticas del Perú.

Para la instrucción práctica cuentan con su taller debidamente equipado y con un avión que les sirve de aeronave para instrucción, como se observa en la fig. 1.1 y fig. 1.2.



**Fig. 3.23 Aeronave para instrucción**



**Fig. 3.24 Estudiantes en la práctica**

### **3.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

#### **HISTORIA DE LA AVIACIÓN**

La historia de la aviación se remonta al día en el que el hombre prehistórico se paró a observar el vuelo de los pájaros y de otros animales voladores. El deseo de volar está presente en la humanidad desde hace siglos, y a lo largo de la historia del ser humano hay constancia de intentos de volar que han acabado mal.

La primera guerra mundial transformó la frágil máquina de comienzos del siglo XX en una temible máquina de guerra. Posteriormente de la citada guerra, comienza la práctica comercial aeronáutica. Concretamente en el año 1919 se constituye en La Haya la IATA (Organización Internacional de Transportistas Aéreos) con la finalidad de regular y desarrollar el nuevo medio de transporte.

Posteriormente, la segunda guerra mundial, causó un avance tecnológico importante como el radar, el motor de reacción entre otros. También las comunicaciones se sofisticaron de manera importante, convirtiendo este medio de transporte en el más rápido de todos los existentes.

Después del fin de la Segunda Guerra Mundial, la aviación comercial pasó a desarrollarse de manera independiente a la aviación militar. Empresas fabricantes de aviones pasaron a crear modelos especialmente diseñados para el transporte de pasajeros.

La norteamericana Boeing lanzó el Boeing 707 en 1958, el cual se convirtió en el primer avión de pasajeros a reacción que tuvo éxito, convirtiendo a la Boeing desde entonces, en el mayor fabricante de aviones del mundo.

### **BOEING 727-100**

El Boeing 727 es una aeronavetrimotor comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados, época en que fue sustituido por el Boeing 737.



**Fig. 3.25** Avión comercial 727-100



El 727 ha demostrado ser muy útil para las necesidades de aerolíneas de todo el mundo debido a su capacidad para aterrizar en pistas cortas, lo cual potenció el tráfico de pasajeros entre destinos con aeropuertos más pequeños.

### CARACTERISTICAS

- **Envergadura:** 32,91m
- **Longitud:** 40,59m
- **Altura de empenaje:** 10,39m
- **Motores:** 3 Pratt e Whitney JT8D
- **Velocidad de crucero:** 907Km/h
- **Altitud de crucero:** 9,1 a 12,2 km
- **Alcance:** 4,450km
- **Número de pasajeros:** 131

### HISTORIA BOEING



**Fig. 3.26 Avión Histórico**

El diseño del 727 se debió a un compromiso entre UnitedAirlines, American Airlines, y Eastern Airlines para buscar un sucesor del Boeing 707. UnitedAirlines quería un avión con cuatro motores para sus vuelos a aeropuertos de gran altitud, American buscaba unos aviones bimotor por razones de eficiencia mientras que Eastern quería un trimotor para sus vuelos sobre el mar del Caribe. Finalmente las tres aerolíneas coincidieron en un trimotor y así nació el 727.

El 727 ha demostrado ser muy útil para las necesidades de aerolíneas de todo el mundo debido a su capacidad para aterrizar en pistas cortas, lo cual potenció el tráfico de pasajeros entre destinos con aeropuertos más pequeños.

Uno de los detalles que dieron al 727 su habilidad para aterrizar en dichas pistas era el diseño único de sus alas, combinando flaps, Krueger y slats aumentando la estabilidad a bajas velocidades. Era conocida entre los pilotos de compañías aéreas de todo el mundo su gran maniobrabilidad.

Muchos de los operadores usaban este avión para alimentar sus aeropuertos principales.

El 727 también demostró tener aceptación en aerolíneas de transporte de carga y charters. Federal Express inició la revolución del transporte aéreo de carga en 1975 usando Boeing 727 y a principios del siglo XXI, muchas aerolíneas alrededor del mundo utilizan únicamente 727 para sus transportes de carga.

Desarrollado como complemento del Boeing 707 y del 720, el 727 fue diseñado específicamente para cubrir rutas de corto y mediano alcance, empezando su desarrollo en febrero de 1956, incrementándose la capacidad de asientos, la facilidad de mantenimiento, y la operación del aparato desde aeropuertos y pistas poco preparadas, así como una carrera corta para de despegue y aterrizaje.

Se adaptó notablemente a los requisitos de las aerolíneas de llevar muchos pasajeros en rutas tanto de corto como de medio radio. Un ejemplo de ello fueron las aerolíneas SAM, y la desaparecida ACES en Colombia: el largo y difícil recorrido, debido a la orografía, por tierra desde la capital, Bogotá a otras ciudades de importancia como Medellín y Cali exigía el transporte rápido y eficiente de gran cantidad de pasajeros en vuelos de 30 o 40 minutos, papel que el 727 desempeñaba adecuadamente.



**Fig. 3.27 Construcción del primer Boeing 727**

En el 727, se usaron algunos diseños provenientes de los 707 y 720, como lo son la forma de su radome y cabina de pilotaje, usando las mismas ventanillas superiores. Su mantenimiento es muy versátil permitiendo gran adaptabilidad de complementos como motores nuevos, y gran prestación para adaptación de carga.

Cabe señalar que, por la gran demanda del aparato, Boeing decidió desarrollar tres versiones del avión para los diferentes requisitos demandados por las diferentes aerolíneas: la versión 100 (con 117 asientos), la 200 (con 157 asientos) y la 264 (con 185 asientos); así como versiones modificadas de las series 100 y 264 desarrolladas para logística y carga. El avión dejó de fabricarse en agosto de 1984, habiéndose producido un total de 1.831 unidades, lo cual superó con creces las expectativas de Boeing que había previsto fabricar 250. A principios del siglo XXI continuaban operativos aproximadamente 1.300. El primer modelo construido, que se entregó a UnitedAirlines en 1964, se conserva desde 1991 en el Museo del Aire de Seattle.

### **Desarrollo y diseño**

Los estudios de diseño comenzaron en 1956, sin embargo parecía que el nuevo avión 727 no se construiría debido a la situación financiera que había bajado con los 707. Boeing persistió hasta que en 1959 lograron un serio desarrollo del 727.

El resultado del modelo Boeing 727 fue pionero en la configuración del trimotor trasero, con una potencia especialmente diseñada de tres Pratt&Whitney JT8D

turbo fan (aunque Rolls-RoyceSpeys se consideraron originalmente). El 727 también presentó un avanzado diseño de ala con la aplicación primer avión de línea de triple ranura solapas Krueger. El 727 conserva el diseño del 707 en la sección del fuselaje pro aún más pequeño debido a la necesidad de llevar menos equipaje en los vuelos de menor alcance. El 727 fue también el primer avión de pasajeros Boeing en ofrecer un APU (Unidad de potencia auxiliar).

Eventualmente, las líneas aéreas se equiparon con los 727 trimotores. El tercer motor JT8D, que está situado en la parte posterior alta del fuselaje (llamado el motor 2), se provee de aire de una entrada en el frente de la aleta vertical a través de un conducto a la admisión de motor. Los 727 ofrecen dispositivos high-lift en su ala. Últimos modelos de los 727 fueron estirados para acomodar a más pasajeros y terminaron substituyendo aviones de pasajeros anteriores del jet, tales como Boeing 707 y Douglas DC-8, en las rutas domésticas.

Puesto que los 727 demostraron ser aviones de pasajeros confiables y versátiles vinieron a formar la base de las flotas de muchas líneas aéreas, se describe a veces como DC-3 de la edad del jet.

Haciendo frente con los costos de combustible más altos (Las líneas aéreas de Estados Unidos los pusieron a los 727 en fase de despojo inmediatamente antes del aumento del precio del petróleo desde 2003), las restricciones de ruido del aeropuerto, y los costos adicionales de más viejos planos que mantenían y de pagar los sueldos de los ingenieros de vuelo, la mayoría de las líneas aéreas importantes pusieron a los 727s fuera de sus flotas. Sin embargo, los 727 quedaron para líneas aéreas más pequeñas, las líneas aéreas de carga, y también se utiliza a veces como medios del transporte privados.

El reemplazo oficial para los 727 en la formación de Boeing era Boeing 757. Sin embargo, 757 la variante más pequeña, el 757-200, es perceptiblemente más grande que el 727-200, así que muchas líneas aéreas substituyeron sus 727s por cualquier 737-800 o EADS' Airbus A320, que está más cercano de tamaño al 727-200.

## **2.5 Variantes**

Hay dos variantes de los 727. El 727-100 fue lanzado en 1960 y colocado en servicio en febrero de 1964. El 727-200 fue lanzado en 1965 y colocado en servicio en diciembre de 1967.

### **2.5.1 Boeing 727-100**

El primer modelo de la producción.

### **2.5.2 Boeing 727-100C**

Versión convertible de carga y de pasajeros. Puerta de carga adicional, piso y vigas consolidadas. Tres ajustes alternos:

- 94 pasajeros de clase.
- 52 pasajeros mezclados y cuatro plataformas de carga (22,700lb (10297kg)).
- Ocho plataformas de carga (38,000lb (17237kg)).

### **2.5.3 Boeing 727-100QC**

QC está preparado para el cambio rápido. Esta es similar a la versión convertible con un piso del rodillo-cojinete para la galera y los asientos entarimados para dar a la carga un plazo de tiempo mucho más rápido de cambio (30 minutos).

### **2.5.4 Boeing 727-100QF**

QF está parado para carguero reservado. Una conversión del cargo para Servicio unido del paquete, re-engined con la etapa III-obediente RollsRoyceTay turboventiladores.

### **2.5.5 Boeing727-200**

Versión estirada del 727-100. El -200 es 20 pies (6.1 m) más largo (153 pies, 2 pulgadas) que el -100 (133 pies, 2 pulgadas). Una sección del fuselaje de diez pies fue agregada delante de las alas y otra sección del fuselaje de diez pies fue agregada detrás de ellas. El palmo y la altura del ala siguen siendo igual en el -100 y -200 (108 pies y 34 pies (10 m), respectivamente). El peso bruto fue aumentado a partir del 169.000 a 209.500 libras.

El producto dorsal del motor del número 2 también fue reajustado para ser de forma redonda, en comparación con óvalo mientras que estaba en las 100 series.

### **2.5.6 Boeing 727-200 avanzado**

MTOW y gama crecientes. También, mejoras de la cabina.

### **2.5.7 Boeing 727-200F avanzado**

Toda la versión de la carga del 727-200.

La velocidad aumentó en 50 mph (80 kilómetros por hora), debido al reemplazo de los dos motores laterales con los JT8D-217, que también se encuentran en muchos MD-80s, y a la adición de los kits del silencio al motor de centro. Estas modificaciones del mercado de accesorios fueron realizadas independientemente por las compañías de Boeing, tal como Valsan y Dee Howard.

**Tabla 1. Tabla de especificaciones.**

<b>GENERALIDADES</b>	<b>727-100</b>	<b>727-200</b>
Primer vuelo	Febrero 9 de 1963	Julio 27 de 1967
Aerolínea de lanzamiento	Unided Airlines	Northwest
Capacidad pasajeros	94 - 131	148-189
Total de aviones fabricados	407	1245
<b>PERFORMANCES</b>		
Alcance máximo	4.020 Kilómetros	3.900 Kilómetros
Velocidad de crucero	981 K/h	900 K/h
Altura de crucero	12.800 metros.	12.500 metros.
<b>PLANTA MOTRIZ</b>		
Manufactura	Pratt & Whitney	Pratt & Whitney
Modelo	JT8D-15 y JT8D-17	JT8D-8 JTD8-9
Potencia	15.000 Y 17.000 Libs.	8.000 Y 9.000 Libs.
<b>PESO BÁSICO</b>		
Máximo al despegue.	210.000 libras	170.000 libras
Máxima capacidad combustible.	9.806 galones	8.200 galones.
<b>DIMENSIONES</b>		
Altura	10.36 metros	10.36 metros
Largo	40.59 metros	46.69 metros
Envergadura	32.92 metros	32.92 metros

## **MANTENIMIENTO DE AVIONES**

La estampa de un avión surcando el cielo se ha convertido en una imagen habitual no sólo para el viajero, sino prácticamente para cualquiera. Una estela de humo a gran altura rasgando el cielo azul o un par de luces parpadeantes moviéndose bajo la luna puede ser contemplada con cierta facilidad.

El avión se ha convertido, con el paso de los años, en uno de los transportes más rápidos y más seguros. Sin embargo, tras las finas estelas dejadas por los

aparatos se esconden miles de horas de trabajo que aseguran el correcto funcionamiento de estos pájaros de acero.

Volar se ha convertido en una acción relativamente normal para el hombre. Incluso, para algunos el traslado en avión se reviste de un carácter de asiduidad y son muchas las horas pasadas en el interior del fuselaje de un avión. No obstante, esta normalidad deviene apoyada en los altos niveles de seguridad ofrecidos por la aviación actual, en la que los accidentes son cada vez más extraños y, en general, no responden a fallos técnicos.

No obstante, la seguridad y comodidad que ofrecen los aviones esconde miles de horas de trabajo de cientos de ingenieros, técnicos y mecánicos y un elevado coste económico asumido por las compañías para realizar un correcto y constante mantenimiento de sus aparatos. En el caso concreto de Iberia, la compañía española proporciona uno de los mejores ejemplos que existen de cómo se lleva a cabo el mantenimiento de aviones, pues es una de las pocas capacitadas para llevar a cabo las revisiones técnicas del Boeing 727 y los enormes 747 Jumbo.



**Fig. 3.28 estructura interior del avión Boeing 727**

La seguridad y comodidad que ofrecen los aviones esconde miles de horas de trabajo de cientos de ingenieros, técnicos y mecánicos y un elevado coste económico asumido por las compañías para realizar un correcto y constante mantenimiento de sus aparatos.



Los precedentes de esta iniciativa hay que buscarlos en el mismo momento de la fundación de Iberia, en 1927, pues desde el inicio de su actividad la compañía se ha ocupado del mantenimiento de sus aviones. Posteriormente, en 1972, el deseo de optimizar costes dentro de las técnicas de mantenimiento más avanzadas desembocó en la participación de Iberia en el GrupoAtlas, donde también participaban Air France, Alitalia, Lufthansa y Sabena. En la actualidad, aunque los acuerdos multilaterales conformados bajo la tutela del citado grupo no existen como tal, sí se han formalizado acuerdos bilaterales con el mismo objetivo.



**Fig. 3.29**Mantenimiento aeronáutico

En la actualidad, la compañía dispone de más de 3.500 técnicos y especialistas, con modernos medios e instalaciones, distribuidos en seis hangares y los correspondientes talleres-soporte emplazados en dos zonas industriales, dedicados a mejorar los niveles de seguridad, regularidad, eficacia y economía de las flotas en activo.

Sus actividades cuentan con las licencias y credenciales, certificaciones y aprobaciones de muy diversos países e instituciones, tales como Aviación Civil Española (Centro de mantenimiento JAR-145, DGAC-E-011), FAA-Federal Aviation Administration (Air Agency Certificate N° ILAY037F), Publicación Española de Calidad (PECAL-120) o Aviación Civil China (CAAC Certificate N° F4201)

## Varios procesos

Las distintas acciones de mantenimiento que se llevan a cabo en un avión cualquiera convierten estos trabajos en un minucioso entretenimiento y hacen de los aparatos un gran mecano que se monta y desmonta cada cierto número de horas de vuelo. Las revisiones pueden ser tan profundas que, incluso, incluyen el total decapado de la pintura del avión con el objeto de comprobar los remaches de las uniones de las planchas del fuselaje y las alas. Posteriormente, el aparato vuelve a ser pintado, para lo cual se utilizan materiales específicos, pues un exceso de pintura puede aumentar el peso de la aeronave y afectar a su maniobrabilidad o a su capacidad.



**Fig. 3.30 Prácticas en el motor**

El mantenimiento afecta a todos los aparatos de las flotas de Iberia y Aviaco, lo cual supone una larga lista de actividades y modelos. Los principales trabajos se refieren al mantenimiento completo de los aviones, motores y componentes de los modelos Boeing (727, 747 y 757), Airbus (320 y A300-B4) y MC Donnell Douglas (MD80, DC9 y DC10). También se lleva a cabo el mantenimiento completo de los motores P&W (JT9D-7Q/59A/70A y JT8D-7/9/17/217/219), DFM International (CFM56-5<sup>a</sup>1/5C/), RollsRoyce (PEGASUS y RB211-535E4) y Allison (T-58) y la modificación de la Sección 41 y del Pylon del Boeing 747. Además, en los hangares de Iberia también se procede a la pintura de aviones; la reparación y modificación de interiores; el diseño de sistemas informáticos aplicables al

mantenimiento y la formación de técnicos y especialistas de mantenimiento aeronáutico.

Los distintos procesos vienen determinadas por una estricta planificación que se desarrolla en función de la utilidad y las horas de vuelo del avión. En principio, se pueden distinguir dos tipos de mantenimiento: el Programado y el No Programado. Este último es el que se realiza ante cualquier avería surgida en un punto y momento determinado.



**Fig. 3.31 Mantenimiento programado de un avión**

Por el contrario, el mantenimiento programado tiene como finalidad mantener la aeronavegabilidad de los aviones y restaurar el nivel especificado de fiabilidad. Para ello, existe un programa concreto, dividido en capítulo y subcapítulos, según la especificación ATA 100, norma que recoge una breve descripción de las tareas a realizar y de los intervalos correspondientes en que deben efectuarse.

En cualquier caso, las revisiones deben prepararse de acuerdo con la documentación original proporcionada por los fabricantes (célula, motor y componentes), completada con la información proporcionada por otras compañías aéreas usuarias de los mismos aviones y con la que generan los servicios de la Dirección de Material de Iberia. El programa de mantenimiento final y cualquier modificación del mismo deben someterse, en España, a la aprobación de Aviación

Civil y el operador, en este caso Iberia, se responsabiliza ante dicho organismo del cumplimiento del programa. Quedan al margen de estas normas los denominados elementos comerciales, con los que se hace referencia a la apariencia de la cabina.

Además, también se lleva a cabo el desmontaje, la inspección, la reparación si es necesaria y el posterior montaje de un importante número de elementos del avión, la pintura completa del mismo y, para acabar, diversas pruebas funcionales en las que se incluye un vuelo de pruebas.

### **3.1.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

Toda Institución de enseñanza Aeronáutica debe ser avalada por la Dirección General de Aviación Civil DGAC para su operación.

De acuerdo a lo averiguado en la dirección general de aviación civil con el Abogado Veloz del departamento legal encontramos que solo las aeronaves en funcionamiento o que estén en operación se rigen a normas, leyes y reglamentos para su traslado pero al tener un avión que no está en funcionamiento no existe ningún impedimento legal para el traslado de la aeronave Boeing 727 a las instalaciones del ITSA, lo único necesario es la autorización de la persona o compañía dueña de la aeronave.

### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Por la importancia que tiene la presente investigación, es necesario tener en claro las diversas formas de conocimientos científicos y técnicos, los cuales van encaminados a la solución de un problema, misma que me permitirá traer el fuselaje del avión Boeing 727 desde la (BACO) hacia las instalaciones del ITSA, por lo que el equipo investigativo se ubicó en el punto específico del problema crítico, porque interrelaciona los requerimientos a través de la interpretación en razón a que es importante optimizar el recurso humano, tiempo y garantizar la seguridad del personal.

Desde el punto de vista técnico la investigación de campo se refiere al conocimiento adquirido en el sitio mismo del problema, a través, de las personas involucradas en las prácticas de mantenimiento de aeronaves cabe indicar que esta investigación se la realizó en las aulas, a fin de determinar el proceso de mantenimiento, en donde es necesario.

Por lo tanto es una investigación de campo ya que se realizaron consultas en el ámbito técnico.

La estrategia de la investigación también se centra en una investigación de tipo documental, puesto que la obtención de los datos y su análisis provienen de materiales impresos y registros de otros tipos que incluyen Internet que describe las partes constitutivas.

### **3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 No experimental**

Se utilizó la investigación no experimental porque las variantes no pueden ser intervenidas, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador, como es el desmontaje de alas y estabilizador horizontal además del transporte del avión, esto se dio ya en Colombia con el traslado de un Boeing 727.

Durante el desarrollo de la factibilidad y su aplicación, la investigación se tornará experimental en lo que refiere al desmontaje de las diferentes partes del avión ya que va a ser necesario su desmontaje, para luego hacer las correcciones necesarias y tener una mejor utilidad del equipo técnico.

### **3.4 NIVELES DE INVESTIGACIÓN**

Esta referido al grado de profundidad con que se aborda el mismo, en tal sentido el proyecto investigativo presenta características que lo ubican dentro del nivel

exploratorio, ya que se realizó un estudio de campo técnico, debido al problema que este fenómeno presenta en las prácticas de mantenimiento de aviones, determinando situaciones de efectos.

#### **3.4.1 Exploratoria**

Se realizó una investigación exploratoria, ésta permitió identificar el problema y examinarlo mediante la aplicación de encuestas y de otros procedimientos lógicos de investigación complementarios, permitiendo de esta manera plantear y desarrollar de mejor manera la investigación.

#### **3.4.2 Descriptiva**

La Investigación descriptiva permitió describir la situación actual del avión, detallando los problemas claramente necesarios para resolver antes del traslado del avión Boeing 727, obteniendo como conclusión que es necesario desmontar las alas y el estabilizador vertical para el traslado a las instalaciones del instituto para los conocimientos prácticos de Mecánica acordes a la enseñanza impartida en el "ITSA".

### **3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

En la delimitación espacial, el campo a investigar es la falta de un sitio para realizar las prácticas de mantenimiento, se pudo dar muestra que:

En base del punto de vista estadístico de los alumnos que reciben prácticas de mantenimiento, como población, se consideró a todos los alumnos que reciben clases de mantenimiento de aeronaves.

### **3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Para la recolección de datos informativos se utilizó una fuente primordial, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas e instrumentos señalados en los

párrafos anteriores, mismos que se aplicaron a personas que están vinculadas al ámbito de mantenimiento aeronáutico en prácticas de mantenimiento de aeronaves, poniendo acento a los requerimientos a satisfacer.

Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitó antes de su aplicación el criterio juicioso de expertos en el campo de mantenimiento aeronáutico, esto permitió desarrollar técnicas de recolección de datos confiables y veraces.

La observación de la falta de un lugar de mantenimiento de aeronaves se constituye en una herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva de las necesidades de traer una aeronave al ITSA para ello.

El grupo investigador, realizó la entrevista al personal técnico aeronáutico que imparte estas materias de mantenimiento, puesto que en la entrevista se aplicaron preguntas técnicas claras y concisas, en razón a que permitieron indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de divagaciones que no permitan una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

### **3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Se la realizó mediante los siguientes pasos:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Limpieza de la información defectuosa.
- Realizando todos los pasos, fórmulas y tablas para el procesamiento de los datos, para que puedan ser tabulados y analizados.

### **3.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

El análisis e interpretación de resultados se ejecutó de acuerdo a los datos obtenidos en todo el proceso de investigación, mediante las encuestas a los estudiantes del ITSA, estos ayudaron a determinar la situación actual, tanto de la

necesidad de un avión comercial para el aprendizaje práctico y de lo significativo para el enriquecimiento de los conocimientos en los estudiantes.

### **3.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- La falta de material didáctico como es el avión Boeing 727 en el ITSA, provoca que las actividades no sean desarrolladas satisfactoriamente, retroceso en el proceso enseñanza aprendizaje, insatisfacción de los docentes y estudiantes; ocasionando la pérdida de tiempo y recursos indispensables para el desarrollo de actividades efectivas y eficientes.
- Para comodidad en el traslado es necesario primero el desmontar las alas y el estabilizador horizontal para luego proceder con el traslado.
- La ejecución correcta del plan metodológico permitió identificar las causas y efectos del problema, así como también ayudó a determinar la solución al problema.

### **RECOMENDACIONES**

- Es necesario y prioritario elaborar un plan para la preparación para el desmontaje de las alas y el estabilizador horizontal del avión Boeing 727.
- Implementar el material didáctico necesario para desarrollar satisfactoriamente el proceso de aprendizaje que va de la teoría a la práctica.
- Realizar un estudio de normas de seguridad que vamos a seguir antes del desmontaje.



## **CAPÍTULO IV**

### **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA**

Del presente proyecto investigativo se deduce que es factible el desmontaje de las alas del avión Boeing 727 para la facilitación del traslado del mismo ya que se dispone de materiales adecuados para su desmontaje, entre estos podemos indicar que se cuenta con una grúa y soportes para el desmontaje de las alas y las debidas herramientas, además de suficiente espacio disponible y equipo necesario para ejecutarlo, también existe presupuesto y personal calificado conocedores del tema los mismos que ayudarán a solucionar el tema.

De acuerdo al análisis realizado anteriormente, y tomando en cuenta el número de estudiantes al cuál va dirigido este proyecto, se ha llegado a la conclusión que si se puede realizar el proyecto.

#### **4.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA**

Para contribuir con el traslado del avión Boeing 727 hacia el instituto en primer lugar tenemos que despresurizar todos los sistemas que sean necesarios, luego procederemos desmontando las alas, para esto necesitamos observar detalladamente que herramientas debemos utilizar además de los soportes debidamente adquiridos, también será necesario contratar una grúa la cual servirá para colocar las alas en un sitio determinado y como un soporte extra para las mismas.

Debemos tomar en cuenta de que al empezar el desarmado de las alas todas las cañerías que se encuentren en el ala serán cortadas ya que no es necesario mantener la aeronavegabilidad de la aeronave porque será de uso estrictamente educativo.

Es necesario indicar que para la mano de obra del desmontaje de las alas se utilizará la ayuda de los estudiantes del ITSA para una mayor rapidez en el

proyecto y como una práctica de conocimientos para los estudiantes del instituto que les servirá para sus futuras carreras.

#### **4.2 FACTIBILIDAD LEGAL**

Como se indicó anteriormente es completamente legal el traslado de una aeronave que no está en operación y es completamente seguro su desmontaje de alas y traslado ya que el ITSA hizo los trámites pertinentes para que la empresa o dueño de la aeronave nos diera el permiso para el traslado hacia el instituto.

#### **4.3 FACTIBILIDAD OPERACIONAL**

Este avión va a ser utilizado por todos los estudiantes civiles y militares del ITSA, además de los docentes quienes serán los encargados de impartir todos sus conocimientos en la práctica además de la que ya imparten en la teoría, ayudando de esta manera al instituto a cumplir con su misión de formar mejores profesionales holísticos y así ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional y latinoamericano.

#### **4.4 FACTIBILIDAD ECONOMICA**

##### **4.4.1 Tabla1.1 Recurso Humano**

<b>N.</b>	<b>RECURSO</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>
<b>1</b>	<b>Salvador Mosquera Jimmy Alejandro</b>	<b>POSTULANTE</b>

##### **4.4.2 Tabla1.2 Recurso Técnico**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>
<b>1</b>	<b>MANUALES DEL BOEING 727</b>	<b>\$ 0,00</b>
<b>2</b>	<b>INTERNET</b>	<b>\$18,00</b>
<b>3</b>	<b>FLASH MEMORY</b>	<b>\$16,00</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$34.00</b>

#### 4.4.3 Tabla 1.3 Recurso Material

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>
5	LLAVES DE BOCA FIJA	\$38
1	LLAVE DE COPA	\$18
1	LLAVE DE BOCA AJUSTABLE	\$23
5	COPAS	\$17
1	PLAYO DE PRESIÓN	\$20
1	ALICATE DE CORTE DIAGONAL	\$20
3	GUANTES	\$15
1	MARTILLO	\$22
1	TALADRO INALAMBRICO	\$240
1	LINTERNA	\$25
1	OVEROL	\$27
1	CINCEL	\$10
1	CALIBRADOR	\$35
8	BROCAS	\$43
2	DESTORNILLADORES	\$27
4	SOPORTES	\$127.5
500	IMPRESIONES	\$100
6	COPIAS	\$20
7	OTROS	\$540

**Total del proyecto de graduación: \$ 1387.50**

#### **DENUNCIA DEL TEMA:**

“PREPARACIÓN PARA EL DESMONTAJE DEL ALA DERECHA DEL AVIÓN BOEING 727-100 PARA CONTRIBUIR CON EL TRASLADO DEL AVIÓN A LAS INSTALACIONES DEL ITSA”

**ANEXO B**  
**IMÁGENES**



Avión transportado por remolcador.



Avión Boeing 727 (HC-BLV)



Señalización de elemento que será desmontado.



Señalización del ala derecha que será desmontada.



Remoción de carenajes



Desconexión de cables, cañerías y tuberías



Placa de refuerzo



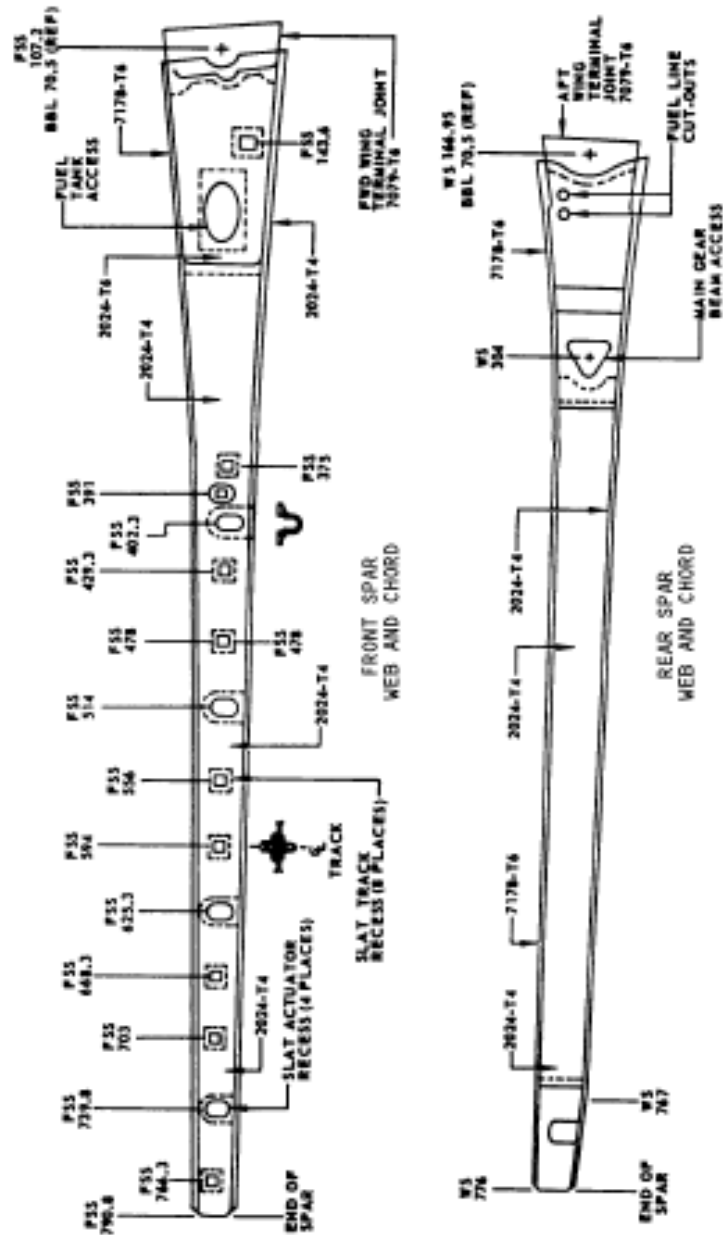
PIN de seguridad



**ANEXO C**  
**DIAGRAMAS DEL MANUAL**



MAINTENANCE MANUAL



Wing Main Frame  
Figure 1

EFFECTIVITY

ALL

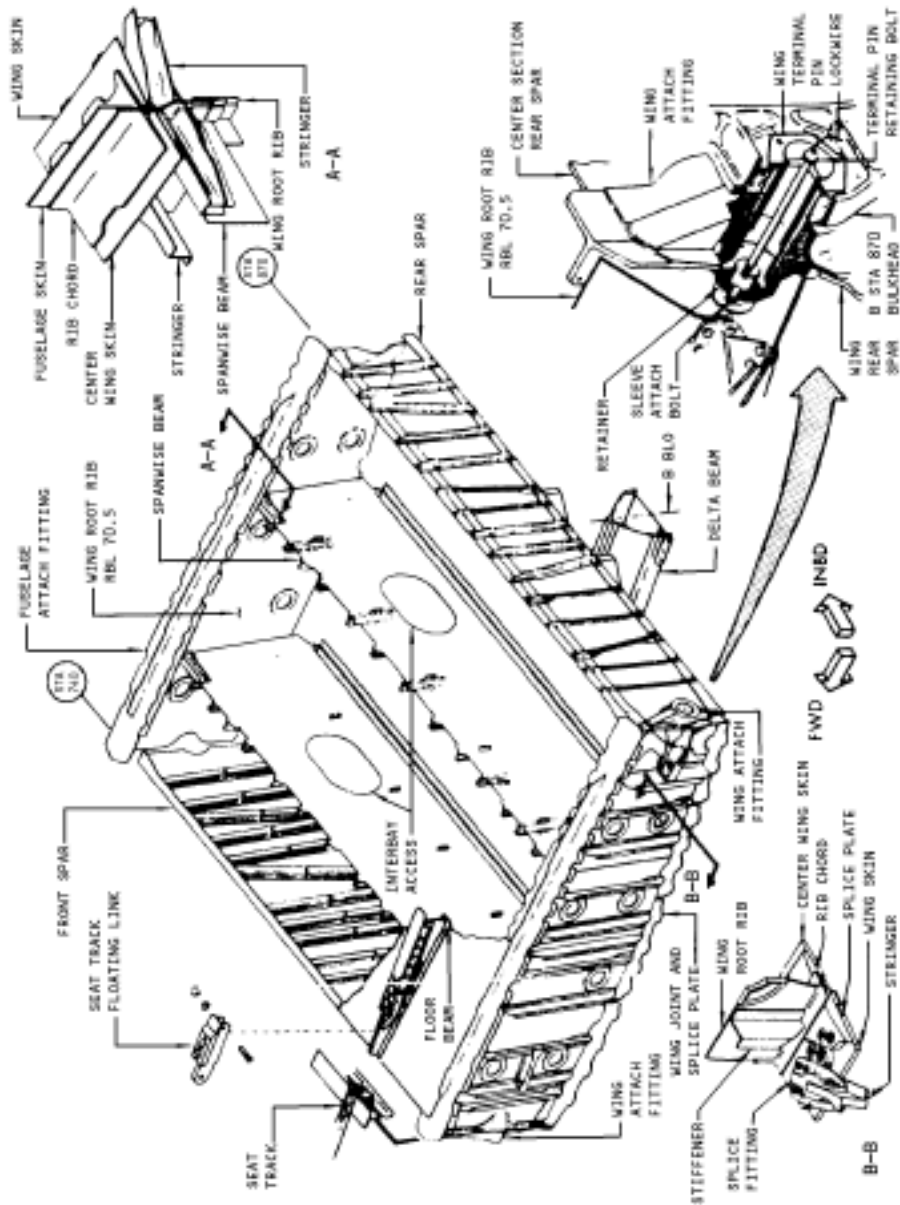
57-10-00

01

Page 2  
Dec 01/05

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

Estructura principal del ala



Center Wing Box  
 Figure 1

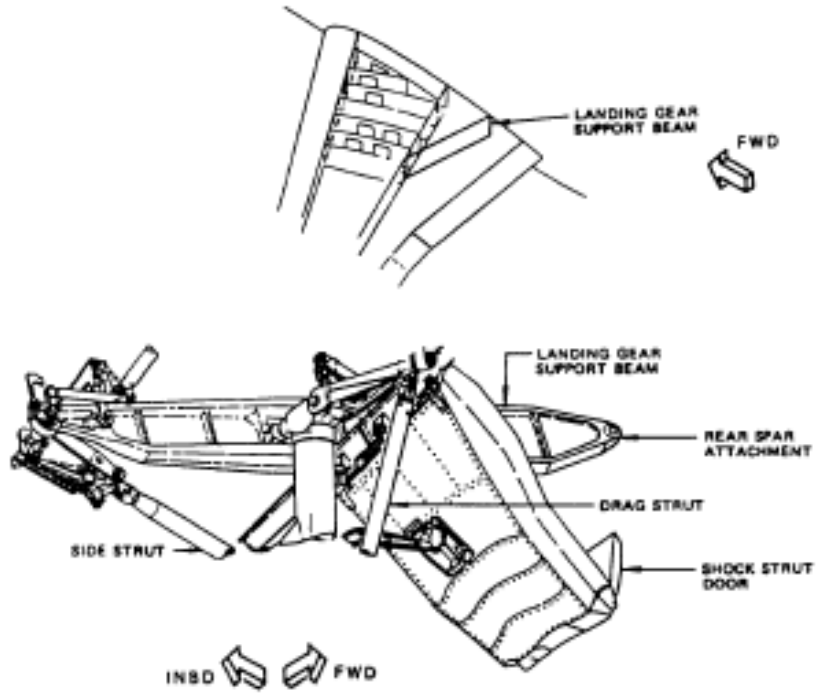
EFFECTIVITY  
 ALL

**57-14-00**

04 Page 2  
 Dec 01/05

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

Estructura central del ala



Landing Gear Support Beam  
 Figure 1

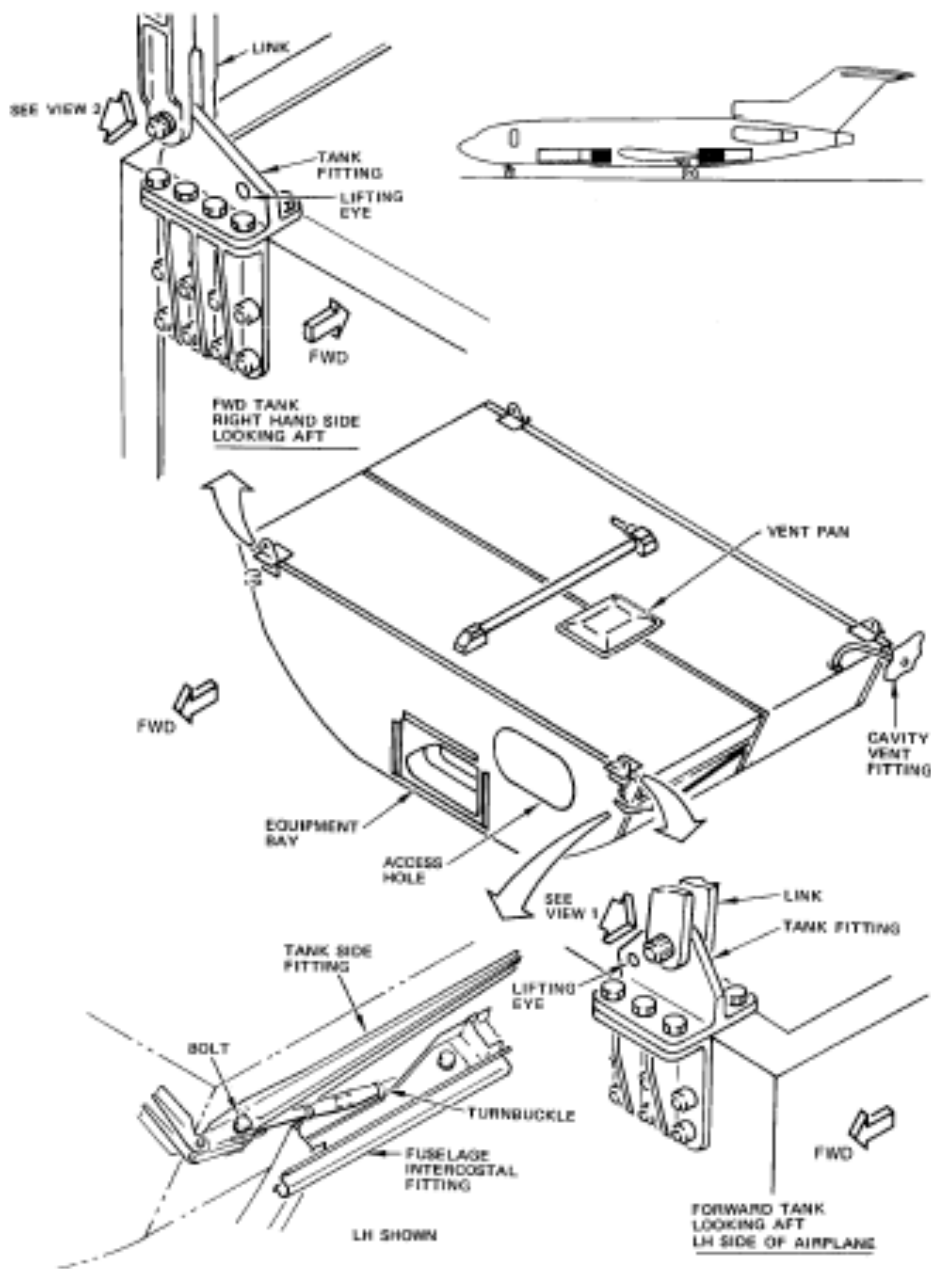
EFFECTIVITY	ALL

57-15-00

01 Page 2  
 Dec 01/05

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

Soporte del tren de aterrizaje



Forward Auxiliary Fuel Tank Installation  
Figure 201 (Sheet 1)

**EFFECTIVITY**  
 LH D-AMBI, D-ABNI, D-ABPI, D-ABTI,  
 D-ABVS, D-ABWI, D-ABKK, D-ABKL,  
 D-ABKS, D-ABKT

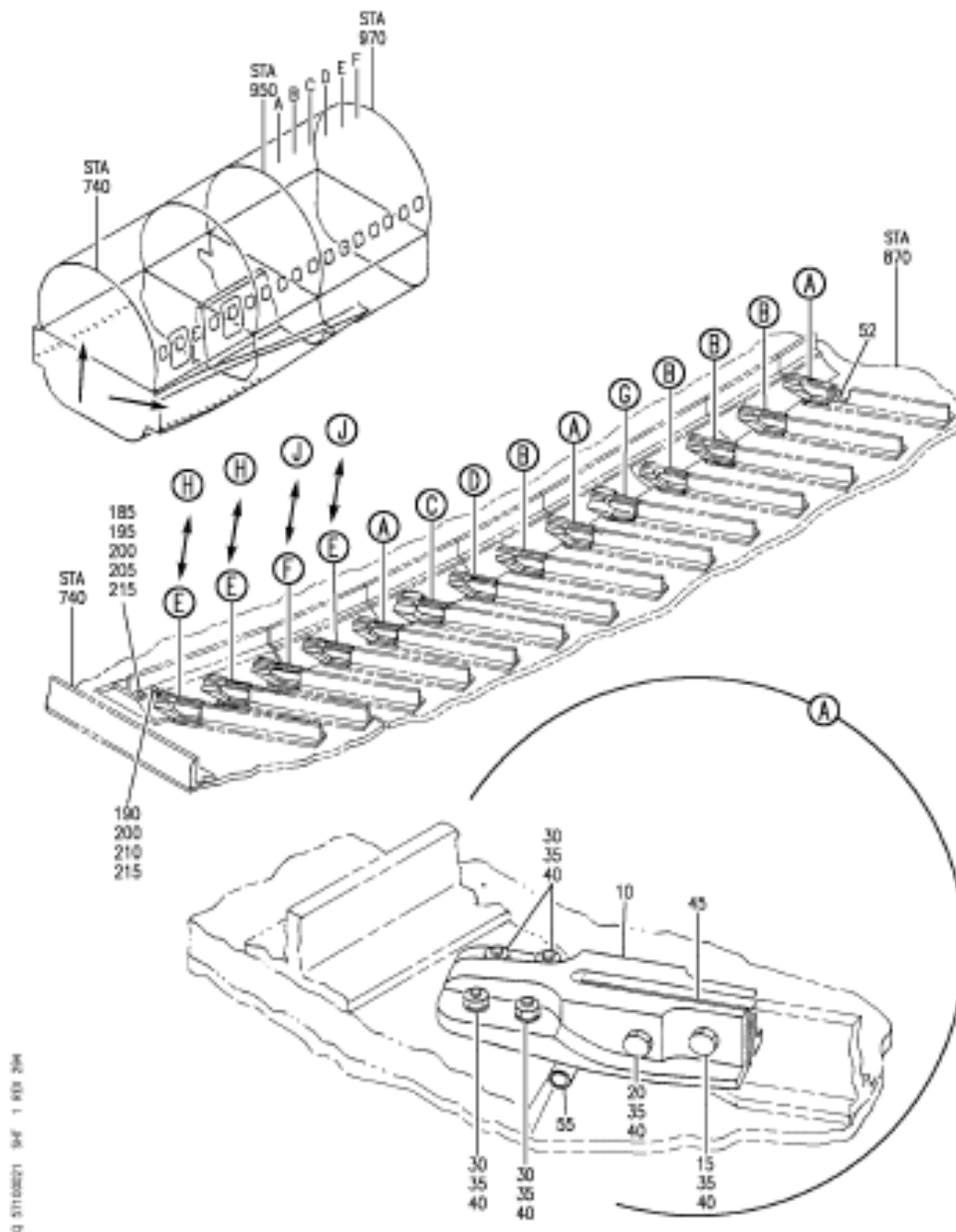
**53-20-31**

12 Page 202  
Dec 01/05

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

Tanque de combustible

**BOEING**  
727  
PARTS CATALOG (MAINTENANCE)



Q 57100021 947 1 800 294

SPLICE INSTL-SECT. 12 BODY BL 70.5 INBD LWR (LH)  
FIGURE 21 (SHEET 1)

# 57-10-00-21

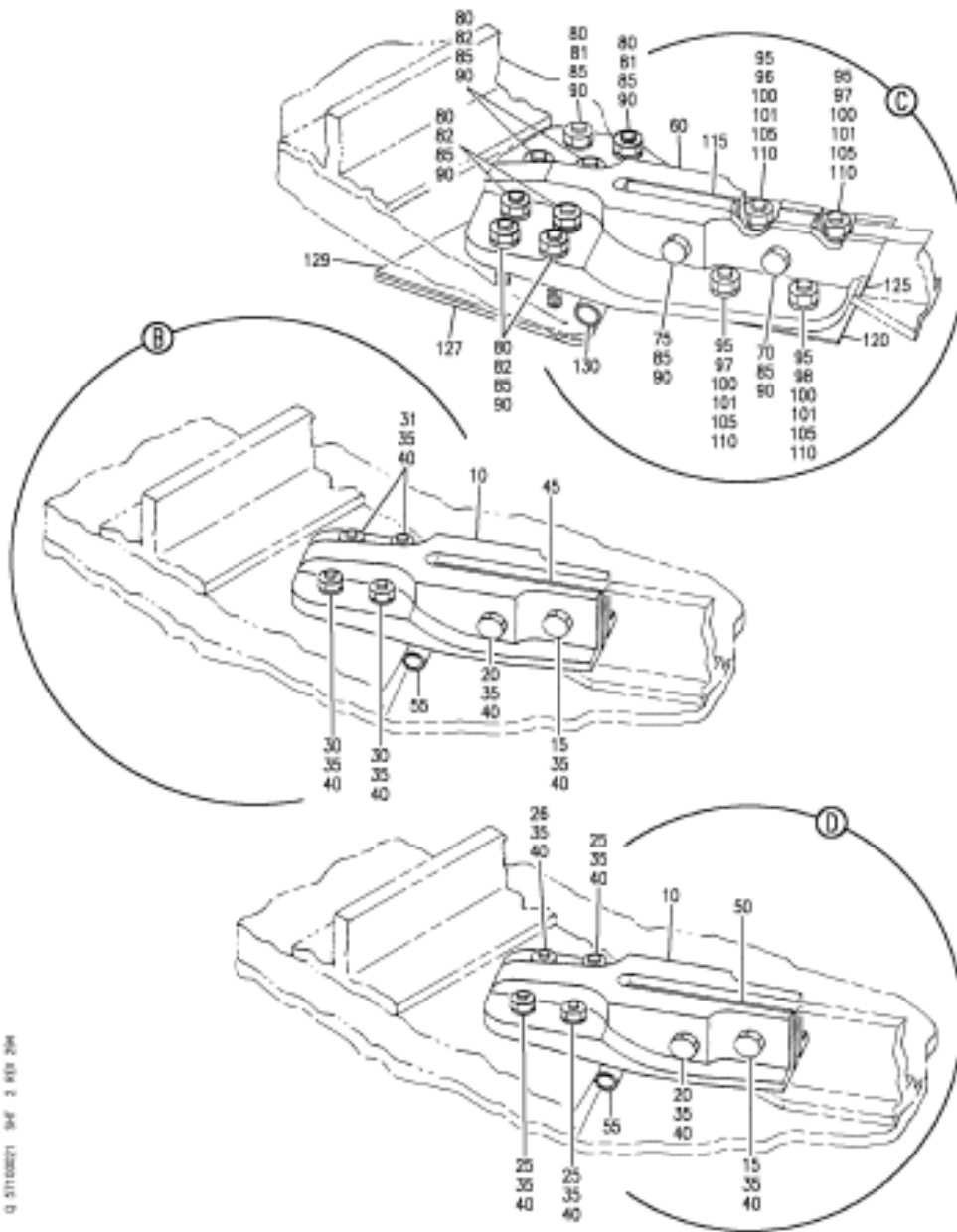
57-10-0  
FIG 21  
PAGE 0

DETAILED PARTS LIST  
JUL 25/08

BOEING PROPRIETARY, CONFIDENTIAL, AND / OR TRADE SECRET COPYRIGHT © The Boeing Company Unpublished Work -All Rights Reserved

Unión pernos fuselaje-ala

**BOEING**  
727  
PARTS CATALOG (MAINTENANCE)



Q 37100021 34F 3 REV 204

SPLICE INSTL-SECT. 12 BODY BL 70.5 INBD LWR (LH)  
FIGURE 21 (SHEET 2)

DETAILED PARTS LIST  
JUL 25/08

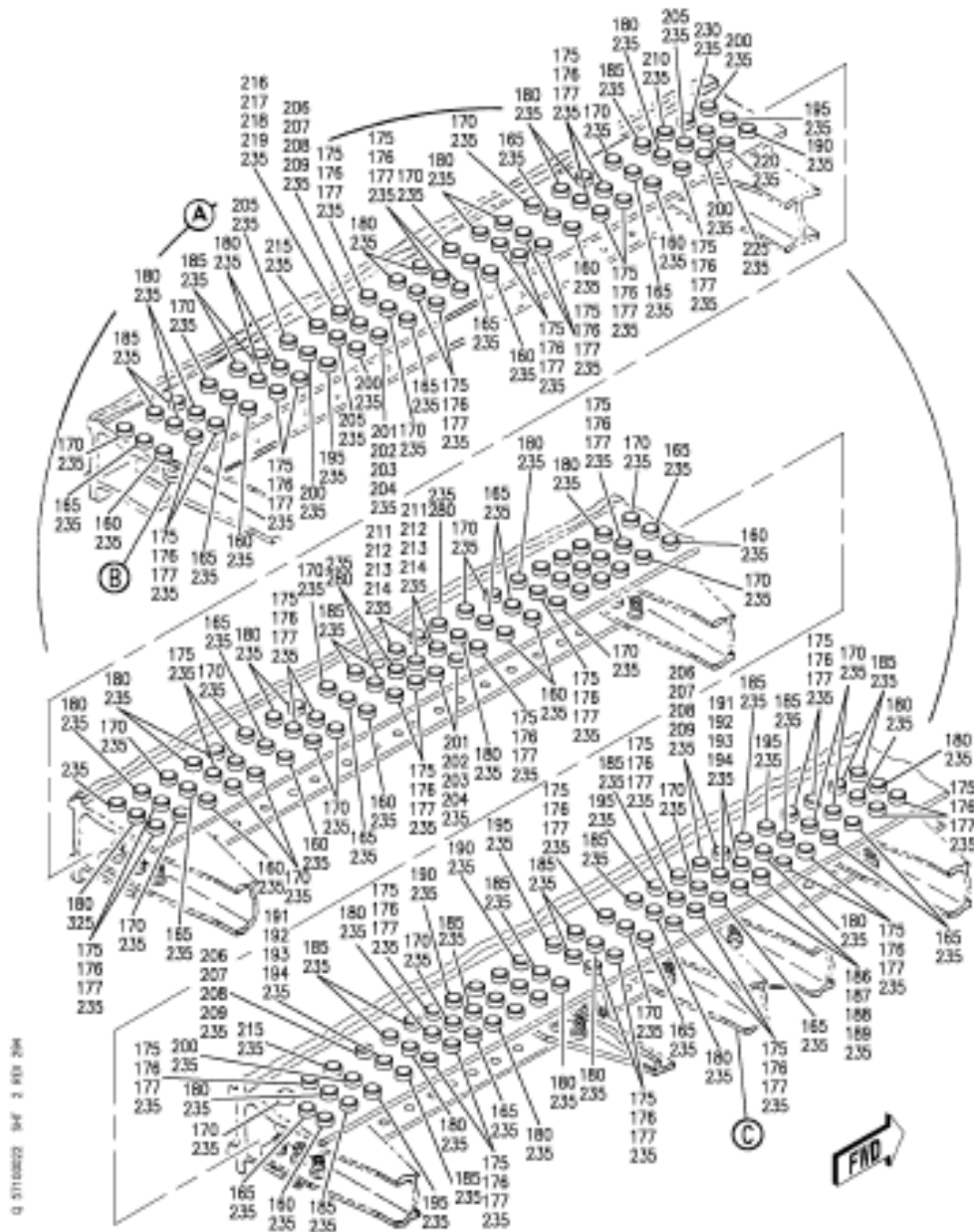
**57-10-00-21**

57-10-0  
FIG 21  
PAGE 1

BOEING PROPRIETARY, CONFIDENTIAL, AND / OR TRADE SECRET COPYRIGHT © The Boeing Company Unpublished Work -All Rights Reserved

Unión pernos fuselaje-ala

**BOEING**  
727  
PARTS CATALOG (MAINTENANCE)



SPLICE INSTL-BL 70.50 INGD UP.  
FIGURE 22 (SHEET 2)

DETAILED PARTS LIST  
JUL 25/08

**57-10-00-22**

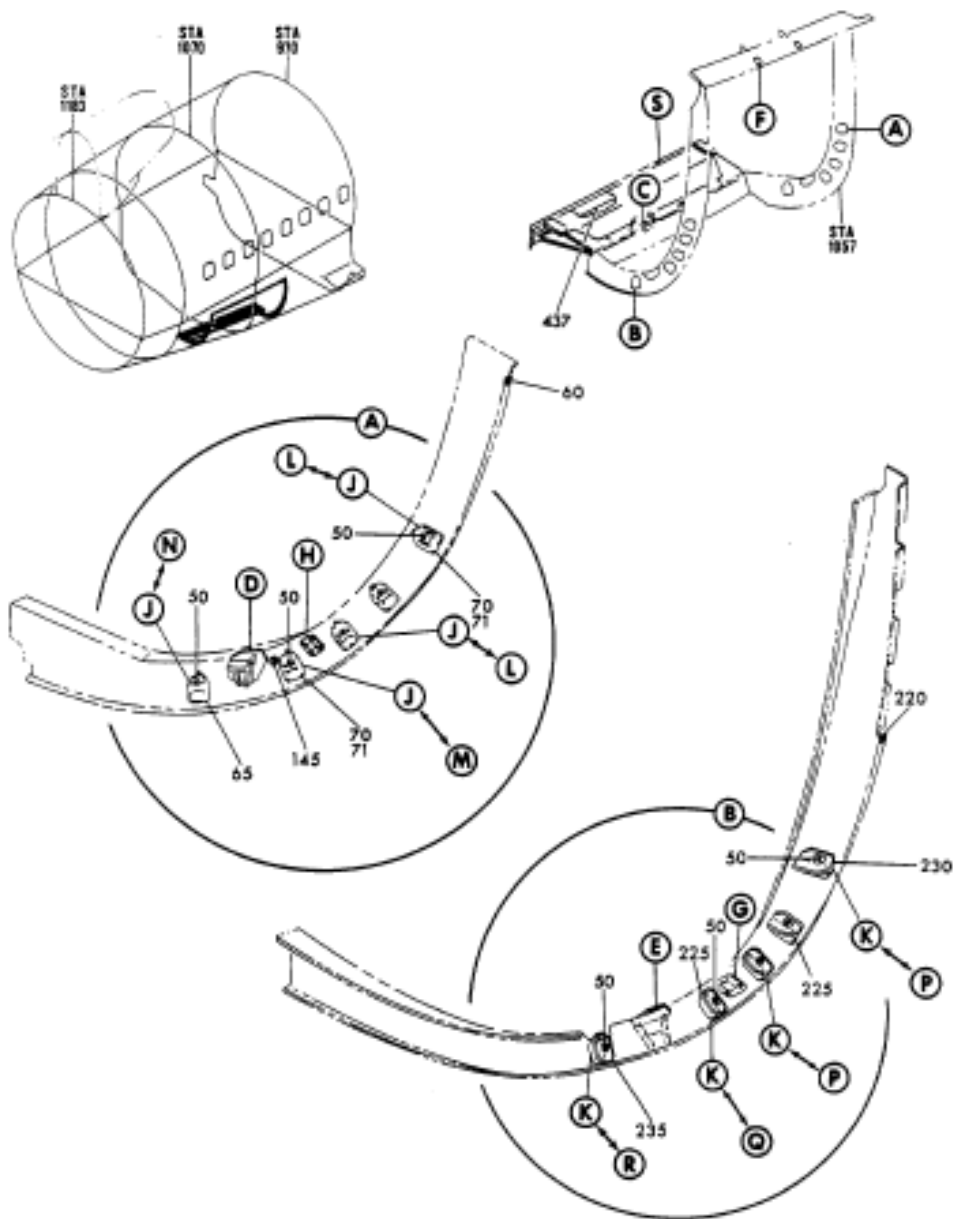
57-10-0  
FIG 22  
PAGE 1

BOEING PROPRIETARY, CONFIDENTIAL, AND / OR TRADE SECRET COPYRIGHT © The Boeing Company Unpublished Work -All Rights Reserved

Unión remaches fuselaje-ala



**BOEING**  
727  
PARTS CATALOG (MAINTENANCE)



53-10-00-38C INT 1 REV 253

FRAME AND SCUFF PLATE INSET-AFT CARGO DOOR  
FIGURE 38C (SHEET 1)

**53-10-00-38C**

DETAILED PARTS LIST  
APR 15/07

53-10-0  
FIG 38C  
PAGE 0

BOEING PROPRIETARY, CONFIDENTIAL, AND/OR TRADE SECRET. COPYRIGHT © The Boeing Company Unpublished Work - All Rights Reserved

Puertas inferiores

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Salvador Mosquera Jimmy Alejandro

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

FECHA DE NACIMIENTO: 24 de Abril de 1986

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172057282-3

TELÉFONOS: 087056496 2463824

CORREO ELECTRÓNICO: jim\_asm@hotmail.com

DIRECCIÓN: Shyris 1486 y Naciones Unidas



### ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Alfonso del Hierro "La Salle".

SECUNDARIA: Colegio particular "CMDTE. César Endara Peñaherrera".

ESTUDIOS SUPERIORES: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER EN FÍSICO MATEMÁTICO

### EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

#### Hangares de la FAE

550 horas

#### Empresa VIP

200 horas

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

Salvador Mosquera Jimmy Alejandro

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA**

---

Ing. Guillermo Trujillo

---

Latacunga, Febrero 2 del 2011

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, SALVADOR MOSQUERA JIMMY ALEJANDRO, Egresado de la carrera de MECANICA AVIONES, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 172057282-3 autor del Trabajo de Graduación PREPARACIÓN PARA EL DESMONTAJE DEL ALA DERECHA DEL AVIÓN BOEING 727-100 PARA CONTRIBUIR CON EL TRASLADO DEL AVIÓN A LAS INSTALACIONES DEL ITSA, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Salvador Mosquera Jimmy Alejandro**

---

Latacunga, Febrero 2 del 2011