



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA

“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PESO Y  
BALANCE PARA LOS AEROMODELOS CONSTRUIDOS EN EL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

VIZCAÍNO GARCIA DIEGO BYRON

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN MOTORES

2014

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. VIZCAÍNO GARCÍA DIEGO BYRON, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

---

TLGO. CEDILLO ULICES  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Abril 28 del 2014



## **DEDICATORIA**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Víctor y Emma por ser mi apoyo en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Padre a pesar de que las circunstancias de la vida te has alejado de nuestro lado, pero se que te encuentras mucho mejor, a lado de Dios padre, tus enseñanzas y anhelos los seguiré cumpliendo a cabalidad, tal cual, como si estuvieses a mi lado día a día.

A mis hermanos por ser parte fundamental en el trayecto del cumplimiento de mis metas, por estar ahí en las buenas, en las malas y en las peores, dando constancia de la unión familiar, a pesar de los obstáculos que se presentan al andar, gracias por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

**VIZCAÍNO GARCÍA DIEGO BYRON**

## **AGRADECIMIENTO**

Con todo mi cariño y aprecio para las personas que hicieron todo en la vida para que pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes padres por siempre mi corazón y agradecimiento

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.

A mis maestros que en este andar de la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les agradezco infinitamente su apoyo incondicional.

**VIZCAINO GARCIA DIEGO BYRON**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS .....	v
INDICE DE FIGURAS .....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN .....	1
SUMARY .....	2

## CAPÍTULO I

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

## CAPÍTULO II

2.1 Introducción.....	5
2.2 El código ata.....	5
2.2.1 Aircraft maintenance manual (AMM) .....	6
2.3 Áreas y dimensiones ata 06 .....	8
2.3.1 General.....	8
2.3.2 Definiciones.....	8
2.4 Peso y Balance ata 08.....	11
2.4.1. Lastre .....	11

2.4.2 Pesaje .....	11
2.4.3 Nivelación.....	12
2.5 AC 43,13-1b / Métodos aceptables, técnicas, y prácticas de la aeronave.....	14
2.5.1 Peso y balance.....	14
2.5.3 Procedimientos de pesaje .....	15
2.5.3.1 Instalación del lastre.....	16
2.6 Prácticas de mantenimiento de peso y balance .....	18
2.6.1 Nivelación aeronaves .....	18
2.7 Pesaje de los aviones.....	19
2.8 Peso y balance.....	22
2.8.1 Peso, carga y balance .....	22
2.8.1.1 Línea datum (Línea de referencia) .....	22
2.8.1.2 Brazo de palanca.....	23
2.8.1.3 Momento .....	24
2.8.1.4 Centro de gravedad.....	24
2.8.2 Principios de centrado del avión.....	29
2.8.2.1 Los ejes del avión.....	29
2.8.2.2 Eje longitudinal .....	30
2.8.2.3 Eje transversal o lateral .....	30
2.8.2.4 Eje vertical .....	30
2.8.3 Desplazamiento del centro de gravedad .....	30
2.8.3.1 Desplazamiento lateral del C.G.....	31
2.8.3.2 Centro de gravedad retrasado.....	33
2.8.3.3 Centro de gravedad adelantado. ....	34
2.8.3.4 Posición del centro de gravedad .....	36
2.8.3.5 Ejemplos para determinar la posición del C.G.....	37
2.8.4 Determinación general del centro de gravedad.....	41
2.8.4.1 Ejercicios de aplicación .....	44
2.8.5 Determinación del peso vacío del avión.....	45
2.8.5.1 Determinación del centro de gravedad para peso vacío .....	46
2.8.5.2 Ejercicios de aplicación. ....	47

2.8.6 Determinación del centro de gravedad después de una alteración en el peso	49
2.8.6.1 Determinación del centro de gravedad después de añadir peso.....	50
2.8.6.2 Determinación del centro de gravedad después de quitar peso.....	51
2.8.7 El Número índice.....	52
2.8.7.1 Ejercicios de aplicación.....	52
2.8.8 Efectos de sobrecarga al balance.....	54
2.8.8.1 Avión sobrecargado.....	54
2.8.8.2 Avión pesado de nariz.....	55
2.8.8.3 Avión pesado de cola.....	55
2.8.9 El manifiesto de peso y balance.....	56
2.8.9.1 Hoja de centrado.....	56
2.9 Banco de pruebas de peso y balance.....	57
2.10 Componentes del banco de pruebas.....	57
2.10.1 Aluminio.....	58
2.10.1.1 Tipos de perfiles de aluminio.....	59
2.10.2 Tubo extruido cuadrado de aluminio.....	60
2.10.4 Nivel.....	61
2.10.4.1 Nivel de burbuja.....	61
2.10.6 Balanza.....	62
2.11 Maquinas, herramientas básicas utilizadas.....	63
2.11.1 Remachadora pop.....	63
2.11.2 Amoladora.....	64
2.11.3 Taladro.....	65
2.12 Normas de Seguridad.....	66

### **CAPÍTULO III**

3.1 Preliminares.....	66
3.2 Normas de seguridad a seguir en la construcción del banco de pruebas.....	66
3.2.1 Equipo de protección personal.....	66
3.3 Herramientas, máquinas, materiales.....	67

3.4 Análisis de alternativas de materiales para la construcción de la máquina .....	69
3.4.1 Aluminio.....	70
3.4.1.1 Tipos de aluminio .....	70
3.4.1.2 Aleación 6063.....	71
3.4.2 Alternativas de componentes para el sistema de pesaje.....	72
3.4.2.1 Tipos de balanzas .....	72
3.5 Significado de simbología para diagramas de procesos. ....	73
3.6 Procedimiento de construcción de la estructura con el tubo extruido cuadrado..	74
3.6.1 Diagrama del proceso de la construcción.....	76
3.7 Instalación del suelo superficial, dentro del banco de pruebas. ....	76
3.7.1 Diagrama del proceso de la construcción.....	78
3.8 Procedimiento de construcción de la estructura de nivelación del banco de pruebas en la base del suelo. ....	78
3.8.1 Diagrama del proceso de la construcción.....	80
3.9 Procedimiento de la instalación de los rodamientos para la medición de los brazos de palanca y la datum. ....	80
3.9.1 Diagrama del proceso de la construcción.....	82
3.10 Finalización y acabado. ....	82
3.10.1 Diagrama del proceso de la construcción.....	84
3.11 Prueba de funcionamiento del banco de pruebas de peso y balance. ....	84
3.12 Instalación del banco de pruebas de peso y balance en el laboratorio de Instrumentación y Aviónica, en el aula 1.13.....	85
3.12.1 Diagrama de la instalación del banco de pruebas de peso y balance en el laboratorio de instrumentación y aviónica, aula 1.13. ....	88
3.13 Manual de operación del banco de pruebas de peso y balance.....	89
3.14 Manual de mantenimiento. ....	91
3.15 Económicos.....	93
3.15.1 Costos de materiales del proyecto .....	93
3.15.2 Costos de gastos secundarios .....	94
3.15.3 Costo total del proyecto.....	95

## CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones.....	97
4.2 Recomendaciones.....	98
Glosario de Términos .....	99
Abreviaturas Utilizadas.....	102
Bibliografía .....	103
Net grafía.....	104
ANEXOS .....	106

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estaciones.....	8
Figura 2.2 Estaciones de ala .....	9
Figura 2.3 Líneas de Agua y Butt líneas.....	10
Figura 2.4 Dimensiones Generales .....	11
Figura 2.5 Pesaje .....	12
Figura 2.6 Nivelación Lateral.....	13
Figura 2.7 Nivelación Longitudinal .....	14
Figura 2.8 Instalación del Lastre .....	17
Figura 2.9 Nivelación de la aeronave .....	18
Figura 2.10 Tablas de Cálculo.....	20
Figura 2.11 Línea de referencia (DATUM) .....	22
Figura 2.12 Posiciones de la Línea de referencia (DATUM) .....	23
Figura 2.13 Centro de Gravedad.....	25
Figura 2.14 Determinar el centro de gravedad a partir de un punto de referencia situado fuera del tablero.....	26
Figura 2.15 Brazos desde la datum asignado al CG.....	27
Figura 2.16 Determinación del C.G. de un avión cuyo datum es por delante del avión. .....	28
Figura 2.17 Ejes de una aeronave .....	30

Figura 2.18 Desplazamiento del Centro de Gravedad .....	31
Figura 2.19 Centro de Gravedad desplazado lateralmente.....	32
Figura 2.20 Centro de Gravedad retrasado o avión pesado de cola.....	33
Figura 2.21 Ángulo de ataque excesivo en cola.....	34
Figura 2.22 Centro de gravedad adelantado, avión pesado de morro.....	45
Figura 2.23 Gráfico ilustrativo del ejercicio.....	37
Figura 2.24 Gráfico ilustrativo del ejercicio.....	38
Figura 2.25 Grafico ilustrativo del ejercicio.....	39
Figura 2.26 La palanca está equilibrada cuando la suma algebraica de los momentos es cero. ....	41
Figura 2.27 Momentos equilibrados .....	42
Figura 2.28 Gráfico ilustrativo del ejercicio.....	44
Figura 2.29 Peso vacío de un avión .....	46
Figura 2.30 Gráfico de ilustración del ejercicio.....	47
Figura 2.31 Gráfico de ilustración del ejercicio.....	48
Figura 2.32 Algunos problemas operacionales debidos al mal centrado del avión... ..	56
Figura 2.33 Aluminio.....	58
Figura 2.34 Perfil Solido .....	59
Figura 2.35 Perfil Hueco.....	59
Figura 2.36 Tubos estructurales cuadrados.....	60
Figura 2.37 Tubo extruido cuadrado .....	61
Figura 2.38 Nivel de burbuja .....	62
Figura 2.39 Balanza .....	63
Figura 2.40 Remachadora pop.....	64
Figura 2.41 Amoladora.....	65
Figura 2.42 Taladro .....	65
Figura 2.43 Normas de seguridad .....	66



## CAPÍTULO III

Figura 3.1 Equipo de protección personal .....	68
Figura 3.2 Simbología para diagramas de procesos .....	74
Figura 3.3 Medición del tubo extruido .....	75
Figura 3.4 Quitado de limallas en los cortes.....	75
Figura 3.5 Fijación del tubo extruido con los esquineros.....	76
Figura 3.6 Unión de todos los esquineros con el tubo extruido .....	76
Figura 3.7 Medición del suelo superficial.....	77
Figura 3.8 Unión con silicona transparente del revestimiento .....	78
Figura 3.9 Instalación del suelo superficial a la estructura principal.....	78
Figura 3.10 Varilla en forma de tornillo sin fin. ....	79
Figura 3.11 Corte y soldadura de tubo estructural y platina. ....	80
Figura 3.12 Instalación de soportes reguladores.....	80
Figura 3.13 Instalación de rodamientos.....	81
Figura 3.14 Soldadura de objetos de rodamiento.....	82
Figura 3.15 Instalación de apuntadores. ....	82
Figura 3.16 Instalación de la platina.....	83
Figura 3.17 Instalación de los rodamientos en la estructura principal.....	84
Figura 3.18 Instalación del camino de gato en la estructura. ....	84
Figura 3.19 Lugar de Instalación.....	87
Figura 3.20 Instalación del Banco de Pruebas .....	87
Figura 3.21 Verificación del estado del banco de pruebas.....	88
Figura 3.22 Banco de Pruebas, instalado.....	88

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Manual de mantenimiento del avión Código ata.....	6
Tabla 2.2 Calculo del centro de gravedad conceptualizado. ....	21
Tabla 2.3 Relaciones entre los signos algebraicos de peso, brazos, y momentos....	24

Tabla 2.4 Determinación del CG de un tablero con tres pesos y el datum situado fuera del tablero. ....	26
Tabla 2.5 Los resultados de poner la datum inicial en un punto 110 milímetros más a la derecha. ....	28
Tabla 2.6 Gráfico para la determinación del C.G. de un avión cuyo punto de referencia está por delante del avión. ....	29
Tabla 2.7 Cuando una palanca está en equilibrio, la suma de los momentos es cero. ....	42

### **CAPÍTULO III**

Tabla 3.1 Comparación de materiales.....	70
Tabla 3.2 Tipos de aleaciones en Aluminio.....	72
Tabla 3.3 Tipos de balanzas .....	73
Tabla 3.4 Pruebas de funcionamiento de los ejes de movimiento, balanzas, del banco de pruebas de peso y balance. ....	85
Tabla 3.5 Gastos primarios. ....	94
Tabla 3.6 Costos secundarios.....	95
Tabla 3.7 Costo total .....	96

## RESUMEN

El presente trabajo se planeó mediante un análisis para mejorar, el proceso de enseñanza práctica de los estudiantes, el cual será usado de manera factible, ya que protege la integridad de la persona que labora diariamente en el laboratorio de Aviónica e Instrumentos, Aula Número 1.13, utilizado como taller de aeromodelismo de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

Es un banco de pruebas de funcionamiento mecánico, que se proyectó para facilitar la labor de encontrar en centro de gravedad de los aeromodelos creados en la U.G.T., con un método muy respetuoso con el medio ambiente. La creación de este proyecto nace con la necesidad de la implementación y construcción de un banco de pruebas de peso y balance para aeromodelos a escala.

La finalidad de este banco de pruebas será: Optimizar el tiempo, en base a pruebas realizadas, se estableció que el cálculo del centro de gravedad de un aeromodelo sin la optimización de un banco de pruebas, es mucho mayor. En el Capítulo I consta los objetivos, y el alcance.

En el Capítulo II consta de la recopilación de la información, acerca del banco de pruebas de peso y balance, y su funcionamiento.

Capítulo III se recopila información sobre las normas de seguridad, materiales, herramientas, terminado y costos de la finalización de este proyecto.

Y finalmente en el Capítulo IV están enlistadas las diferentes conclusiones obtenidas con el presente proyecto así como también las recomendaciones, oportunas que buscan dar continuidad a este proyecto que principalmente servirá para ser utilizado en el laboratorio de Aviónica e Instrumentos, Aula Número 1.13, utilizado como taller de aeromodelismo de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

## SUMARY

The present work was planned by analysis to improve the process of practice teaching students, which will be used feasibly because it protects the integrity of the person who works daily in the laboratory Avionics and Instruments, Room No. 1.13, used as aeromodelling workshop Unit Technology Management from the University of the Armed Force.

It is a test of mechanical operation, which was designed to facilitate the task of finding the center of gravity of the aircraft models created at the U.G.T., with a very environmentally friendly method. The creation of this project was the need for the implementation and construction of a test weight and balance for scale model aircraft.

The purpose of this test is: Optimize time, based on tests conducted, it was established that the calculation of the center of gravity of an optimization model aircraft without a test, it is much higher. Chapter I contains the objectives and scope.

Chapter II consists of gathering information about the test weight and balance and performance.

Chapter III provides information on safety standards, materials, tools, and costs over the completion of this project is collected.

And finally in Chapter IV are listed the different conclusions obtained with this project as well as the recommendations , timely seeking to continue this project that mainly serve to be used in the laboratory Avionics and Instruments, Room No. 1.13, used as aeromodelling workshop Unit Technology Management .

# **CAPÍTULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1 Antecedentes**

El Unidad de Gestión de Tecnologías situado actualmente en la ciudad de Latacunga provincia Cotopaxi, Unidad educativa que desde sus inicios ha contado con talleres de prácticas para las diferentes especialidades, con el transcurrir del tiempo ha venido funcionando sin interrupciones, debido a los avances tecnológicos el laboratorio de Aviónica e Instrumentos, utilizado como taller de aeromodelismo, debe ser dotado de nuevas máquinas acorde a la tecnología actual.

En la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores es una necesidad imperiosa la implementación de un Banco de Pruebas de Peso y Balance para los aeromodelos construidos en la U.G.T., para que la calidad de aprendizaje siga mejorando tanto en lo teórico, como en lo práctico.

El laboratorio de Aviónica e Instrumentos, utilizado como taller de aeromodelismo, dispone de varios elementos con los cuales los docentes imparten conocimientos muy importantes que son necesarios para la vida del futuro profesional.

### **1.2 Justificación e Importancia**

Considerando que la Unidad de Gestión de Tecnologías, es una entidad de carácter técnico, el Laboratorio de Aviónica e Instrumentación de Mecánica Aeronáutica es de vital importancia para los estudiantes de la Carrera de Mecánica, la presente

investigación aparte de contribuir como material de instrucción, de práctica para los futuros tecnólogos, además podrán tener una guía para operar dicha máquina.

Por todo lo citado anteriormente la investigación se ha finiquitado sin contratiempos, y con los recursos materiales económicos necesarios.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Construir un banco de pruebas de peso y balance, para los aeromodelos construidos en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los materiales óptimos para la construcción del banco de pruebas.
- Investigar minuciosamente los materiales de construcción con respecto a los materiales de construcción de los aeromodelos.
- Construir el banco de pruebas con materiales del medio, sin necesidad de importar ningún accesorio.
- Desarrollar un manual de operación y mantenimiento de fácil comprensión, para todo aquel, que presente interés en utilizar el banco de pruebas.
- Implementar un banco de pruebas en óptimas condiciones, para el uso de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

### **1.4 Alcance**

La construcción de este banco de pruebas de peso y balance beneficiara a los técnicos y estudiantes en la práctica en el taller de aviónica e instrumentación de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Introducción**

En este capítulo se detallará toda la información acerca del banco de pruebas, los materiales y el cálculo del centro de gravedad necesario de un aeromodelo, construido en la Unidad de Gestión de Tecnologías, para que, de esta manera se pueda optimizar el desarrollo de los aeromodelos y los equipos necesarios para el buen funcionamiento del banco de pruebas de peso y balance.

#### **2.2 El código ATA.<sup>1</sup>**

El listado ATA 100 es una forma de organizar los distintos sistemas de cualquier avión, todos los sistemas de la aeronave, están clasificados por capítulos y subcapítulos, cada capítulo ATA define a cada sistema, por ejemplo, cuando se habla del ATA - 71, trata del capítulo del motor, por lo tanto, cualquier prueba funcional, Wiring Diagram o necesidad que tenga que ver, solo se dirige al ATA del sistema que se quiere estudiar.

En este caso la necesidad de tener información acerca del manejo de los códigos ATA, para poder identificar las áreas y dimensiones, que tiene cada aeromodelo, el modelo de cálculo de peso y balance que existe en aviación, sus características y cómo identificarlas, la adecuada práctica de limpieza de los lugares de trabajo en aviación y el manejo correcto de un manual de mantenimiento de una aeronave.

---

<sup>1</sup> BOEING, MD-80 (1999) "Aircraft Maintenance Manual"

## 2.2.1 Aircraft Maintenance Manual (AMM)

El manual de mantenimiento tiene toda la información relevante de las tareas de mantenimiento que se realiza en una aeronave, estas tareas pueden ser programadas o tareas no programadas.

El fabricante de la aeronave, edita los manuales de mantenimientos, que deben de ser consultados siempre que se necesite realizar cualquier acción de mantenimiento.

Cada manual es aplicable para cada aeronave o avión en concreto, por lo tanto es responsabilidad de cada operador tener actualizado los manuales de cada uno de las aeronaves que operen en su flota. También contiene un listado de boletines tanto los editados por el fabricante como los que ha querido incorporar el operador.

El AMM se divide en cinco secciones y cada sección se divide en carpetas.<sup>2</sup>

Tabla 2.1 Manual de mantenimiento del avión Código ATA.

<b>SECCIÓN 1. AVIÓN EN GENERAL</b>		<b>SECCIÓN 3. ESTRUCTURA DEL AVIÓN</b>	
<b>CHAPTER</b>	<b>TITLE</b>		
		51	Structures
5	Time Limits / Maintenance ckeck	52	Doors
6	Dimensions and Áreas	53	Fuselage
7	Listing / Shoring	54	Nacelles - Pylons
8	Leveling / Weighing	55	Stabilizers
9	Towing / Taxiing	56	Windows
10	Parking And Mooring	57	Wings
11	Required Placards	<b>SECCIÓN 4. POWER PLANT</b>	
12	Servicing	70	Standard Practices-Engines

<sup>2</sup> BOEING, MD-80 (1999) "Aircraft Maintenance Manual"



<b>SECCIÓN 2. SISTEMAS DEL AVIÓN</b>		71	Power Plant
20	Standard Practices - Airframe	72	Engine
21	Air Conditioning	73	Engine Fuel and control
22	Auto Flight	74	Ignition
23	Comunications	75	Air
24	Electrical Power	76	Engine Controls
25	Equipment / Furnishings	77	Engine Indicating
26	Fire Protection	78	Exhaust
27	Right Controls	79	Oil
28	Fuel	80	Starting
29	Hydraulic Power	<b>SECCIÓN 5. MISCELANEOS</b>	
30	Ice and Rain Protection	91	Charts
21		Instruments	
32		Landing Gear	
33		Lights	
34		Navigation	
35		Oxygen	
36		Pneumatic	
38		Water - Waste	
49		Airborne Auxiliary Power	

Ejemplo de cómo Boeing divide los capítulos del AMM ATA: 49-50-0,01.

Los dos primeros dígitos “49” indican el Capítulo o sistema, en este caso se está refiriendo a la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), los dos dígitos siguientes “50” indican el subsistema dentro del capítulo de A/A. en este caso el sistema de aire, el siguiente dígito “0” hace referencia a una unidad u objeto y el “01” después de la coma es la página.

## 2.3 Áreas y Dimensiones ATA 06<sup>3</sup>

### 2.3.1 General

Este capítulo define e identifica los lugares y las líneas utilizadas en la localización de los puntos de referencia de la estación de los componentes principales de la aeronave.

### 2.3.2 Definiciones

Las estaciones son planos que se cruzan en puntos a lo largo del eje longitudinal o lateral establecido en referencia a datums o estaciones de 0,00. Las líneas se planos definidos como horizontal – paralelo a las estaciones laterales o verticales, en paralelo a las estaciones longitudinales.

### Fuselaje

Estaciones de fuselaje (FS) se miden a lo largo del eje longitudinal del fuselaje, aquellos por delante de la referencia (F. S. 0.00) son negativos; esos popa del datum son positivos. El mamparo está situado en F.S. 0.00. F. S. menos 28.940 es el punto más avanzado del fuselaje. Cuando se instala el JATO opcional, la posición más a popa se extendería aproximadamente 5,0 pulgadas (12,7 cm).

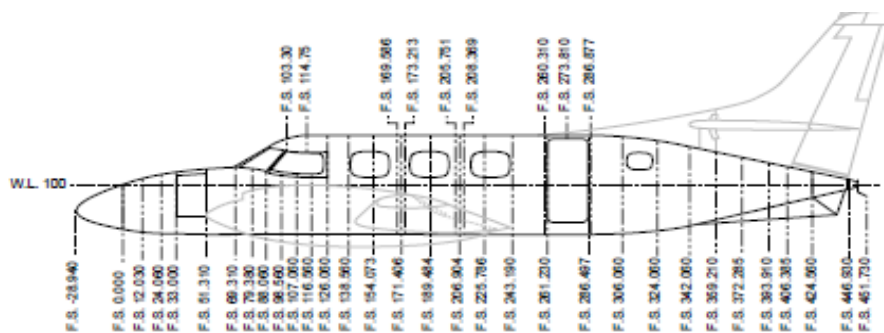


Figura 2.1 Estaciones

Fuente: SA226 series / Maintenance Manual / Dimensions and Areas

<sup>3</sup> SA226 SERIES / MAINTENANCE MANUAL / DIMENSIONS AND AREAS – DESCRIPTION AND OPERATION

## Estaciones

Estaciones de góndola (NS) se miden a lo largo del eje longitudinal de la góndola. Todas las estaciones están situadas a popa del datum (NS 0,00), ubicada 24.75 pulgadas adelante del punta cúpula.

## Estaciones de ala

Estaciones de Ala (WS) se miden a lo largo del eje lateral del ala. Se miden a la punta del ala izquierda o derecha de la línea central del fuselaje, WS 0.00.

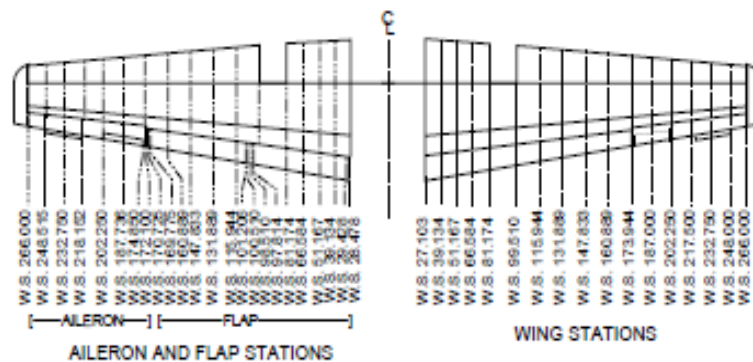


Figura 2.2 Estaciones de ala

Fuente: SA226 series / Maintenance Manual / Dimensions and Areas

## Líneas de agua

Las líneas de agua (WL) medida a lo largo del eje lateral del fuselaje y el estabilizador vertical y el timón. La línea central del fuselaje está en W. L. 100.00. El fuselaje es de 66 pulgadas de diámetro (cuadro a cuadro). A partir de W. L. 100,00, cada pulgada hacia arriba hasta que se mide superior del fuselaje se alcanza a W.L. 133.00 (100 más 33 pulgadas). Medición hacia abajo desde W.L. 100.00, el punto más bajo del fuselaje mide WL 67.00 (100 menos 33 pulgadas).

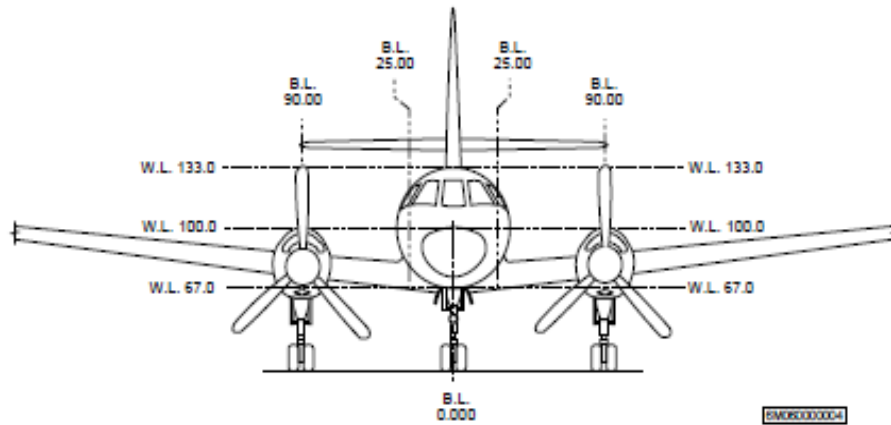


Figura 2.3 Líneas de Agua y Butt líneas  
 Fuente: SA226 series / Maintenance Manual / Dimensions and Areas

### Líneas Butt G.

Las líneas Butt (BL) se definen como planos longitudinales paralelas a las estaciones de ala. Las líneas Butt y estaciones de ala utilizan el mismo punto de referencia (BL 0,00) y por lo tanto los valores de ambos coinciden ; Sin embargo , las líneas de tope se utilizan para las ubicaciones del fuselaje , y estaciones de ala son utilizado para las ubicaciones de las alas. La línea central del fuselaje es B.L. 0.00. Se miden las líneas Butt a izquierda y derecha de la línea central con cada línea tope de ser una pulgada. El centro de cada góndola es B.L. 90.00 (90 pulgadas de la línea central del fuselaje).

### Dimensiones Generales

Una vista de tres ángulo y dimensiones principales de cada aeronave se muestran en las figuras 5 y 6.

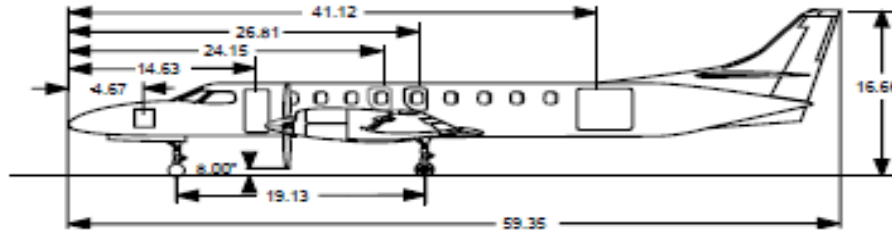


Figura 2.4 Dimensiones Generales

Fuente: SA226 series / Maintenance Manual / Dimensions and Areas

## 2.4 Peso y Balance ATA 08<sup>4</sup>

### 2.4.1. Lastre

Precaución: No quite el peso de lastre y conjunto de la bandeja, si está instalado. Un montaje de peso de lastre y la bandeja se haya instalado en la fábrica bajo la bandeja de montaje ELT. Si es así, esta es de lastre permanente y no debe ser eliminado.

Nota: Cualquier requisito para el ajuste de lastre basado en las modificaciones de campo debe ser determinado por revisión de AC 43,13-1. La estructura para la instalación de lastre adicional (s) se debe estructuralmente justificada sobre la base de los datos aprobados por la FAA.

### 2.4.2 Pesaje

El avión puede ser pesado por el siguiente procedimiento:

- A. Posición una escala y una rampa en frente de cada una de las tres ruedas.
- B. Asegure la balanza se mueva hacia adelante, remolcar el avión hasta a la báscula, y bloquear las ruedas.
- C. Retire la rampa a fin de no interferir con las escalas.

<sup>4</sup>PIPER AIRCRAFT, INC. PA-46-350P, MALIBU MIRAGE /MAINTENANCE MANUAL

- D. Si el avión se pesó para cálculos de peso y balance, el nivel de la aeronave por instrucciones dadas en el párrafo titulado nivelación.
- E. Rellene el motor con aceite a plena capacidad.
- F. Coloque Asiento piloto y copiloto en quinta muesca popa de posición hacia adelante. Ponga tapas en el completamente retraído todas las superficies de control en la posición neutra y la posición. Acoplamiento para remolque debe estar en el lugar adecuado y todas las puertas de entrada y de equipaje deben estar cerradas.
- G. Pesarse el avión dentro de un edificio cerrado para evitar errores en las lecturas de escala debido al viento.
- H. Con el nivel del avión y los frenos liberados, registra el peso mostrado en cada escala. Deducir el peso de tara, si las hubiere, de cada lectura.

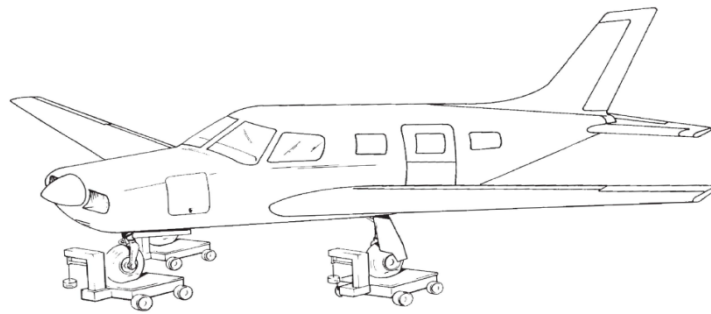


Figura 2.5 Pesaje

Fuente: Maintenance Manual / SA226 SERIES / WEIGHING AND BALANCING

### 2.4.3 Nivelación

Los aviones están provistos de un medio para la nivelación longitudinal y lateral. Los aviones pueden ser estabilizado, mientras que en las tomas, durante el procedimiento de pesaje, mientras que las ruedas están en las escalas, o mientras el ruedas están en el suelo. Para nivelar el avión para fines de pesaje o aparejo, el siguiente procedimiento se puede utilizar:

NOTA: Siempre nivelar el avión lateralmente, luego nivelar el avión longitudinalmente.

A.- Para nivelar lateralmente el avión, coloque un nivel en todo el borde delantero de la parte trasera de equipaje compartimento. Si el avión está en reposo en su tren, subir o bajar una punta del ala deflactando el principal neumáticos de engranajes en la parte alta del avión hasta que la burbuja esté centrada del nivel. Si el avión está en tomas, ajustar la toma que de mariposa hasta que la burbuja esté centrada del nivel.

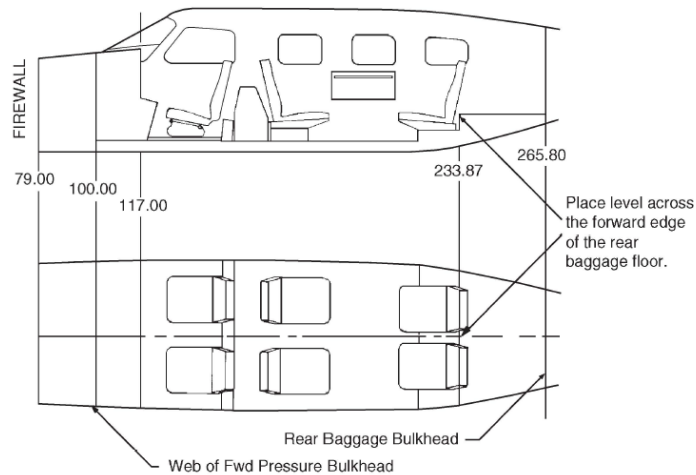


Figura 2.6 Nivelación Lateral

Fuente: Maintenance Manual / SA226 SERIES / WEIGHING AND BALANCING

B.- Para longitudinalmente nivelar el avión, poner un nivel contra la línea central del revestimiento del fuselaje inferior, detrás del mamparo de presión hacia delante y ajuste las tomas hasta que se centra el nivel.

En caso de que el aeroplano ser tanto en las escalas o en el suelo, primero insertar un espaciador de 3.4 pulgadas en cada uno del engranaje principal puntales y un espaciador de 3,0 pulgadas en el engranaje de pata de morro. Nivel avión deflactando (o inflar, como sea necesario) el neumático rueda de nariz para centrar la burbuja en el nivel.

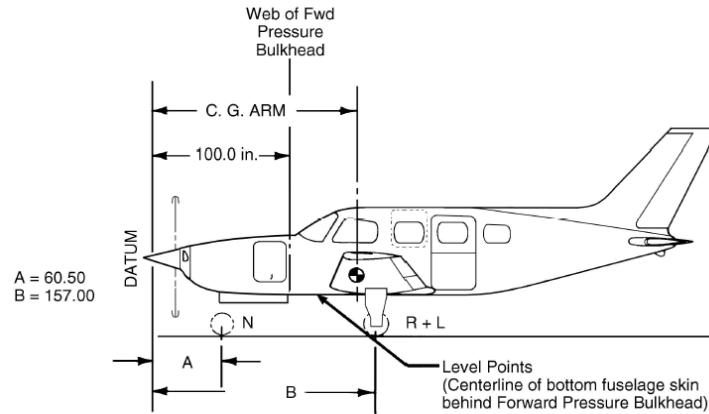


Figura 2.7 Nivelación Longitudinal

Fuente: Maintenance Manual / SA226 SERIES / WEIGHING AND BALANCING

## 2.5 AC 43,13-1b / Métodos aceptables, técnicas, y prácticas de la aeronave

### 2.5.1 Peso y Balance

#### General<sup>5</sup>

La eliminación o adición de resultados de los equipos en los cambios en el centro de la gravedad (C. G.). El peso en vacío de la aeronave, y la carga útil admisible se ven afectados en consecuencia, ya que el vuelo de la aeronave característica puede verse afectados de manera adversa.

La información sobre la que se basa el registro de cambios de peso y balance de la aeronave puede ser obtenido del Certificado de Tipo Hoja de datos ( TCDS ) , en el cual se detalla prescrito las limitaciones , manual de vuelo del avión , aviones el peso y el equilibrio de informes y mantenimiento manual. La eliminación o adición de productos pequeños de equipos tales como tuercas, pernos, remaches, arandelas, y piezas estándar similares de peso despreciable en las aeronaves de ala fija no requieren un peso y consulta de datos. Aeronaves de alas giratorias son, en general, más crítica con respecto al control con cambios en la posición del C. G. Los

<sup>5</sup> AC 43,13-1b / Chapter 10.- Weight and Balance / Section 1 terminology



procedimientos e instrucciones en que el modelo de concreto mantenimiento o manual de vuelo debe ser seguido.

### **2.5.3 Procedimientos de Pesaje<sup>6</sup>**

#### **General**

Procedimientos de pesaje pueden variar con la aeronave y el tipo de pesaje equipo empleado. El pesaje procedimientos contenidos en el fabricante de manual de mantenimiento se debe seguir para cada aeronave en particular.

El TCDS o Especificaciones de Aeronaves contienen la siguiente información relacionada con el tema:

- Capacidad de combustible y el brazo.
- Capacidad de aceite y el brazo.
- Centro de gama gravedad.
- Artículos de equipo y el brazo.
- C. G. Peso en vacío gama cuando corresponda.
- Medios de nivelación.
- Datum. prescrito por los reglamentos de aeronavegabilidad
- Los pesos máximos para la certificación. Refiérase a los equipos del fabricante
- Número de asientos y brazo lista para obtener la información

Es importante mantener la adecuada matemática algebraica, signo (+ o -) a través de todos los cálculos del balance. En aras de la uniformidad en estos cálculos, visualizar la aeronave con la nariz a la izquierda. En esta posición, cualquier brazo a la izquierda (hacia adelante) del datum es "menos" y cualquier brazo a la derecha (hacia atrás) del datum es "Positivo". Cualquier elemento de peso añade a la

---

<sup>6</sup> AC 43,13-1b / Chapter 10.- Weight and Balance / Section 2 Weighing Procedures

aeronave a cada lado del punto de referencia más peso, cualquier elemento de peso eliminado es un peso menos. Al multiplicar los pesos por las brazos, la respuesta es más, si los signos son iguales, y menos si los signos son distintos. Las siguientes combinaciones son posibles:

- Los productos que añaden delante del datum.  
 $(+) \times \text{peso} (-) \text{ del brazo} = (-) \text{ momento.}$
- Los productos que añaden a la parte posterior del datum.  
 $(+) \times \text{peso} (+) \text{ del brazo} = (+) \text{ momento.}$
- Los artículos retirados de avance del datum.  
 $(-) \times \text{peso} (-) \text{ del brazo} = (+) \text{ momento.}$
- Los productos que eliminan parte posterior del datum.  
 $(-) \times \text{peso} (+) \text{ del brazo} = (-) \text{ momento.}$

El peso total del avión es igual al peso de la aeronave vacía más el peso de los elementos añadidos menos el peso de los artículos eliminados. El momento total de la aeronave es la suma algebraica del momento del peso en vacío de la aeronave y todos los momentos individuales de los elementos añadidos y / o eliminados.

### **2.5.3.1 Instalación del Lastre**

El lastre a veces se instala de forma permanente para equilibrar el C.G. los propósitos como resultado de la instalación o eliminación de elementos del equipo y no se utiliza para corregir una nariz arriba o nariz hacia abajo tendencia de un aeronave.

Se encuentra por lo general en la medida de popa o en la medida de reenviar como sea posible con el fin de llevar al C. G. dentro de límites aceptables con un mínimo de aumento de peso. El lastre permanente es a menudo placa de plomo envuelta alrededor y atornillado a la estructura del fuselaje principal (cola -post, largueros, o los miembros de cierre).

El lastre permanente constituye invariablemente una carga concentrada; Por lo tanto, la resistencia de la estructura local y la fijación de la misma de lastre deben ser investigadas para las condiciones de carga de diseño pertinentes a dicha aeronave en particular.

Cabe señalar que la instalación de los resultados de lastre permanente en un aumento de las aeronaves de peso en vacío.

Para el cálculo de lastre. La fuerza local del compartimento en el que se lleva el lastre y el efecto de la reactancia en el peso y equilibrio de la aeronave deben ser investigadas cuando se lleva lastre desechable.

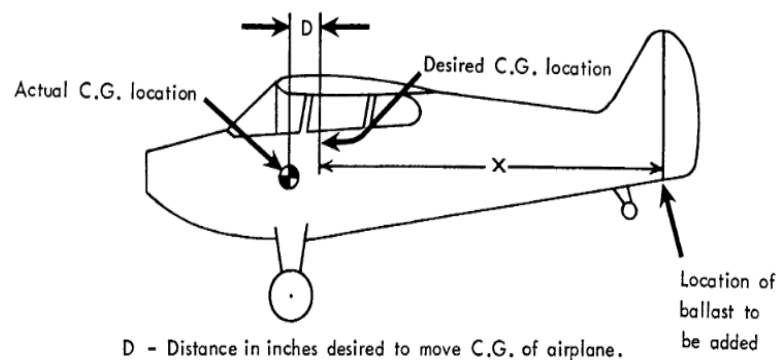


Figura 2.8 Instalación del Lastre  
Fuente: AC 43,13-1b / Chapter 10.- Weight and Balance

**D.-** Distancia que se moverá el centro de gravedad

**W.-** Peso del avión con carga

**X.-** Distancia del punto del lastre, donde será instalado a la nueva ubicación del C.G.

**B.-** Peso del lastre requerido.

$$B = \frac{D \times W}{X} \quad (2.1)$$

## 2.6 Prácticas de Mantenimiento de Peso y Balance<sup>7</sup>

### 2.6.1 Nivelación aeronaves

#### A. Nivelación – Lateralmente

- (1) El avión en gato.
- (2) Localice la nivelación de los agujeros en el compartimiento de equipaje nariz.  
Los agujeros son perforados en el marco de la puerta, punto A.
- (3) Coloque el borde recto hacia las Placas, que une los puntos de nivelación.
- (4) Coloque un nivel sobre el borde recto.
- (5) Aviones de nivel en altura de las tomas de las alas de ajuste.

#### B. Nivelación – Longitudinalmente

##### Método 1:

- (a) La aeronave en gatos.
- (b) De pie en el ala izquierda hacia el fuselaje, el nivel de su lugar en la línea central, la parte superior del fuselaje. El nivel debe estar por lo menos 24 pulgadas de largo.
- (c) Nivel de aviones por la altura de la toma de la nariz de ajuste.

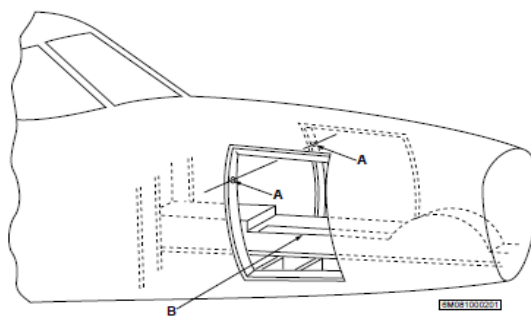


Figura 2.9 Nivelación de la aeronave

Fuente: Maintenance Manual / SA226 SERIES / WEIGHING AND BALANCING

<sup>7</sup> Maintenance Manual / SA226 SERIES / WEIGHING AND BALANCING

## **Método 2:**

- La aeronave en gatos.
- En el interior del compartimiento de equipaje de la nariz, tener acceso a la parte superior derecha para retirar los equipos según sea necesario.
- Realice un pequeño orificio para dar cabida a un nivel, apilando dos arandelas de 0.25 pulgadas por encima remaches en cada extremo de nivel, para su estabilidad.
- Las aeronaves que poseen el nivel en la posición de la toma de la nariz.

## **2.7 Pesaje de los aviones**

### **A. Métodos de pesaje**

Se recomiendan dos métodos de pesaje de la aeronave; el método de la plataforma y método de gatos. Después del pesaje se completa, ingrese el peso corregido, el brazo, y el momento, datos sobre pesaje formas previstas en el Manual de Vuelo de la Aeronave.

### **B. Método Plataforma.**

- Coloque ruedas de la aeronave en tres básculas de plataforma.
- Alinee la pata de morro en, laminados normal hacia adelante, posición centrada.
- Suelte el freno de estacionamiento para evitar la unión de escalas.  
NOTA: La aeronave debe estar nivelado longitudinalmente.
- Combinar las lecturas de escala para la nariz, izquierda y equipo adecuado para determinar el peso total del avión.
- Los formularios completos proporcionan en las Tablas 201 o 202 para calcular el peso, momento, y el centro de la gravedad.

### C. Método estándar en gato

NOTA: Este método requiere el uso de celdas de carga electrónica y gatos de soporte.

- Con las células de carga en lugar de la toma y el puesto a cero, elevar la aeronave hasta que el engranaje está claro de la planta.
- Verifique que el engranaje está en el suelo y se bloquea durante el pesaje.
- Las aeronaves a nivel lateral y longitudinalmente.
- Completar formularios proporcionados en las Tablas 201 o 202 para calcular el peso, momento, y el centro de la gravedad.

NOTA : Debido a la ubicación fuera del centro de la almohadilla de la nariz y la toma de posiciones de toma de ala almohadillas , habrá diferencias considerables en las lecturas individuales de escala cuando la comparación de los pesos obtenidos usando el método de pata de apoyo con los pesos obtenidos usando el método de la plataforma.

PLATFORM METHOD – SA226 – T AND T(B)

	Scale Reading (Pounds)	- Tare (Pounds)	= Net Weight (Pounds)	X Arm (Inches)	= Moment (In Lbs)
Nose				84.10	
Left				191.02	
Right				191.02	
TOTALS					

**NOTE:** Center of Gravity Arm =  $\frac{\text{TOTAL MOMENT}}{\text{TOTAL WEIGHT}}$

Figura 2.10 Tablas de Cálculo  
Fuente: Maintenance Manual / SA226 SERIES / WEIGHING AND BALANCING

Los métodos antes mencionados son específicamente, método ha realizarse en la aeronave SA226 SERIES, con sus respectivas TCDS, ya que es un avión real no un prototipo, ni un aeromodelo a escala.

## Cálculo de Peso y Balance.

El cuadro es una fórmula para calcular el peso y balance para determinar el centro de aeronaves y la ubicación de la gravedad.

Tabla 2.2 Calculo del centro de gravedad conceptualizado.

<p><b>Peso de la aeronave (W)</b> Determinado por la tripulación, ya que puede variar depende de la carga útil de aeronaves, carga de combustible, etc Diferente para cada aeronave.</p>	<p><b>Brazo (A)</b> Centro de gravedad del avión (C. G.). Determinado por la tripulación, ya que también es depende del peso de la aeronave, la carga útil, etc</p>	<p><b>Momento (M1) (libras por pulgada)</b> Resultado de multiplicar el peso del avión (W) por el brazo (A)</p>
<p><b>Cambio de Peso (WC) (libras)</b> Más o menos redondeado a la libra más cercana. A menos de una libra es insignificante.</p>	<p><b>ARM (A)</b> Resultado de multiplicar el peso (WC) por el brazo (A).</p>	<p><b>Momento (M) (libras por pulgada)</b> Localización de cambio de peso (número de estación fuselaje obtenida de esquema de las estaciones).</p>
<p><b>Nuevo Peso (NW) (libras)</b> La Tripulación añade (W) y (WC) para obtener (NW) para el aumento de peso o resta (WC) a partir de (W) para la reducción de peso.</p>		<p><b>Nuevo Momento (NM) (libras por pulgada)</b> Equipo añade (M) y (M1) para obtener (NM) para el aumento de peso o resta (M1) a partir de (M) para la reducción de peso.</p>
	<p><b>Nuevo C.G. (NCG)</b> Ubicación de tripulación</p>	

	dividido (NM) por (NW) para obtener (NCG).	
--	-----------------------------------------------	--

## 2.8 Peso y Balance<sup>8</sup>

### 2.8.1 Peso, carga y Balance

Se conoce como peso, carga y balance al conjunto de técnicas, teóricas y prácticas que permiten determinar el estado de equilibrio de un avión.

#### 2.8.1.1 Línea Datum (Línea de referencia)

Es una línea vertical imaginaria, que sirve de origen a todas las medidas que se efectúan en el eje longitudinal, viene establecida por el fabricante en el manual de vuelo del avión y puede estar situada, ya sea en la nariz del avión, en algún punto del borde de ataque del ala, por delante de la nariz del avión, en cualquier otra posición detrás de la nariz o el servidor de seguridad del motor.

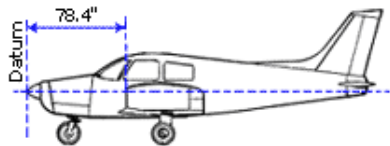


Figura 2.11 Línea de referencia (DATUM)  
Fuente: <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE44.html>

El fabricante establece el peso máximo y rango permitido para el CG, tal como se mide en pulgadas del plano de referencia llamado datum. Algunos fabricantes especifican esta gama como se mide en porcentaje de la media cuerda aerodinámica (MAC), el borde de ataque de los cuales es ubicado a una distancia especificada del punto de referencia.

<sup>8</sup> Handbook Weight and Balance, FAA-H-8083-1A



La línea datum puede estar ubicada en cualquier parte que escoja el fabricante, sino que a menudo es el borde de ataque del ala o alguna distancia específica desde un lugar fácilmente identificable. Un lugar popular para la datum es una distancia especificada hacia delante de la aeronave, medido en pulgadas.

Todos los pesos situados detrás de la DATUM tienen distancias de signo positivo y los situados delante de la DATUM tienen distancias de signo negativo.

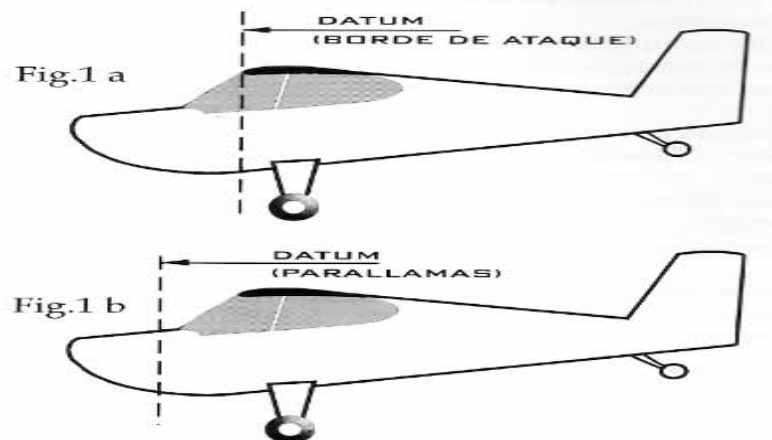


Figura 2.12 Posiciones de la Línea de referencia (DATUM)  
Fuente: <http://www.aracuan.com.ar/pesobalanceo.htm>

### 2.8.1.2 Brazo de Palanca

Es la distancia horizontal, medida desde la línea de referencia DATUM hasta el centro de gravedad de un peso o carga individual del avión.

Generalmente se mide en pulgadas, se refiere a la distancia entre el centro de gravedad de un elemento u objeto y la línea datum. Brazo por delante, o hacia la izquierda de la datum son negativos (-), y los que están detrás, o a la derecha de la datum son positivos (+). Cuando la línea datum está por delante de la aeronave, todos los brazos son positivos y los errores se reducen al mínimo. El peso se mide normalmente en libras. Cuando se retira el peso de un avión, es negativo (-), y cuando se añade, es positivo (+).

### 2.8.1.3 Momento

Un momento es una fuerza que trata de provocar la rotación, y es el producto del brazo, en pulgadas, y el peso, en libras, es el resultado de multiplicar, la distancia existente entre la DATUM y el objeto considerado, por el peso del mismo.

$$\text{Momento} = d \times p \quad (2.2)$$

**Momento Total.-** Es el resultado de multiplicar el peso total del avión por la distancia existente entre la DATUM y el C.G.

Los momentos en general están denominados en libras- pulgadas (lb-in) y puede ser positivo o negativo. La tabla 2.3 muestra la forma en que el signo algebraico de un momento se deriva, momentos positivos hacen que un avión, de la nariz para arriba, mientras momentos negativos causa, que la nariz vaya hacia abajo.

Tabla 2.3 Relaciones entre los signos algebraicos de peso, brazos, y momentos.<sup>9</sup>

<b>Peso</b>	<b>Brazo</b>	<b>Momento</b>	<b>Rotación</b>
+	+	+	Nariz arriba
+	-	-	Nariz abajo
-	+	-	Nariz abajo
-	-	+	Nariz arriba

### 2.8.1.4 Centro de Gravedad

Es el punto imaginario donde se considera centrada la resultante de todos los pesos del avión, es decir, que al suspender al avión desde este punto, el avión estaría en equilibrio. Viene dado en distancias desde la DATUM o en porcentajes de la Cuerda Aerodinámica Media (CAM)

<sup>9</sup> F.A.A Handbook Weight and Balance

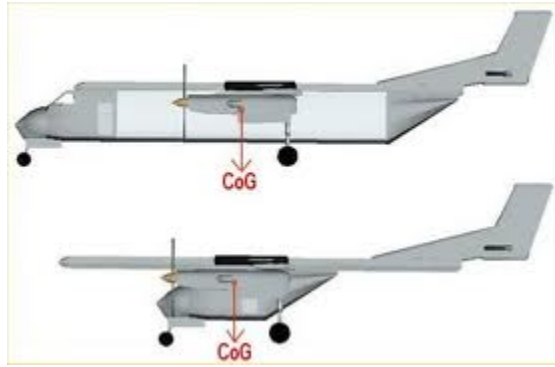


Figura 2.13 Centro de Gravedad

Fuente: <http://www.members.tripod.com/~roteng/amp/10sp.htm>

**Cuerda Aerodinámica Media (CAM).**- Es la cuerda de un perfil alar, equivalente al promedio de todas las cuerdas de los perfiles de ala y viene dado por el fabricante en el manual del avión.

**Limites del Centro de Gravedad.**- Están determinados por el fabricante en el manual de vuelo del avión y son aquellas posiciones entre las cuales puede moverse el centro de gravedad, vienen dadas en distancias desde la DATUM o en porcentajes de la CAM. La operación del avión con el C.G. fuera de estos límites está prohibida y es intrínsecamente peligroso.

Una de las maneras más fáciles de entender el peso y balance es considerar una tabla con los pesos colocados en diversos lugares. Se puede determinar el centro de gravedad de la unión y observar la forma en que el CG cambia a medida que los pesos se mueven.

El CG en la tabla 2.3, puede ser determinado mediante el uso de estos cuatro pasos:

1. Medir el brazo de cada peso en pulgadas de la datum.
2. Multiplicar cada brazo por su peso en libras y determinar el momento en libras- pulgadas de cada peso.

- Determinar el total de todos los pesos y de todos los momentos. No tenga en cuenta el peso de la tabla.
- Divida el momento total por el peso total para determinar el centro de gravedad en pulgadas desde el datum.

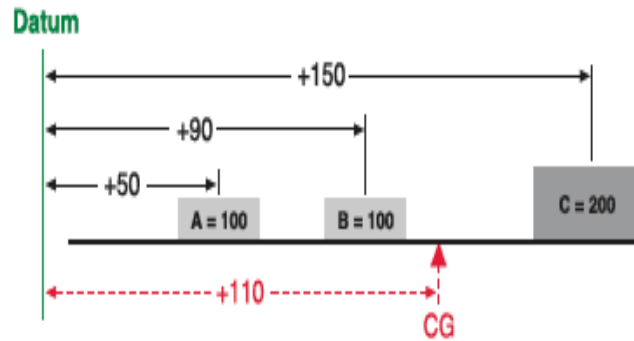


Figura 2.14 Determinar el centro de gravedad a partir de un punto de referencia situado fuera del tablero.

Fuente: F.A.A. Handbook Weight and Balance

En la Figura 2-11, la figura tiene tres pesos, y la datum se encuentra a 50 centímetros a la izquierda del CG de peso A.

Determinar el centro de gravedad, haciendo un cuadro como el de la tabla 2-3.

Tabla 2.4 Determinación del CG de un tablero con tres pesos y el datum situado fuera del tablero.<sup>10</sup>

Ítem	Peso	Brazo	Momento	C.G.
Peso A	100	50	5,000	
Peso B	100	90	9,000	
Peso C	200	150	30,000	
	400		44,000	<b>110</b>

Como se observa en la Figura 2-11, Un peso de 100 libras y esta a 50 pulgadas desde la datum: B pesa 100 libras y esta a 90 pulgadas de la datum; C pesa 200

<sup>10</sup> F.A.A Handbook Weight and Balance

libras y mide 150 pulgadas desde la datum. Así, el total de los tres pesos es de 400 libras, y el momento total es de 44.000 libras -in.

Determinar el centro de gravedad dividiendo el total por el momento de peso total.

$$CG = \frac{\text{Momento Total}}{\text{Peso Total}} \quad (2.3)$$

$$= \frac{44000}{400}$$

$$= 110 \text{ pulgadas desde la datum}$$

Para probar que el C.G. es correcto, se puede mover el punto cero a una ubicación 110 a la derecha del punto de referencia original y determinar el brazo de cada peso de este nuevo datum, como en la tabla 2-4.

A continuación, se realiza una nueva tabla similar a la de la Figura 2-11. Si el centro de gravedad es correcto, la suma de los momentos será cero.

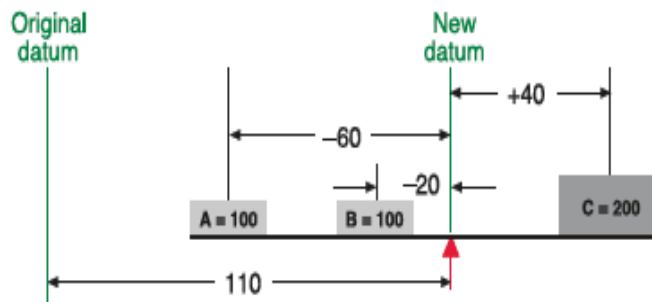


Figura 2.15 Brazos desde la datum asignado al CG.  
Fuente: F.A.A. Handbook Weight and Balance

El nuevo brazo de peso A es  $110 - 50 = 60$  pulgadas, y ya que este peso está a izquierda de la datum, su brazo es negativo, o -60 pulgadas.

El nuevo brazo de peso B es de  $110 - 90 = 20$  pulgadas, y también está a la izquierda del punto de referencia, por lo que es -20.

El nuevo brazo de peso C es de  $150 - 110 = 40$  pulgada., está a la derecha del punto de referencia y es, por tanto, positiva.

Tabla 2.5 Los resultados de poner la datum inicial en un punto 110 milímetros más a la derecha.<sup>11</sup>

Ítem	Peso	Brazo	Momento
Peso A	100	-60	-6,000
Peso B	100	-20	-2,000
Peso C	200	+40	+ 8,000
			0

La junta es equilibrada cuando la suma de los momentos es cero. La ubicación del punto de referencia utilizado para determinar los brazos de los pesos no es importante, sino que puede estar en cualquier lugar. Pero todas las mediciones se realizarán a partir de la misma ubicación datum.

Todo peso se anotara, que es, el peso de los calzos o dispositivos que se utiliza para mantener el avión en las escalas, se resta de la lectura de la escala, y el peso neto de cada rueda se introduce en la tabla como la de la figura 2-11.

Los brazos de los puntos de pesaje se especifican en la (TCDS) para el avión en términos de las estaciones, que son las distancias en centímetros de la datum. Las escalas también incluyen artículos utilizados para nivelar la aeronave.

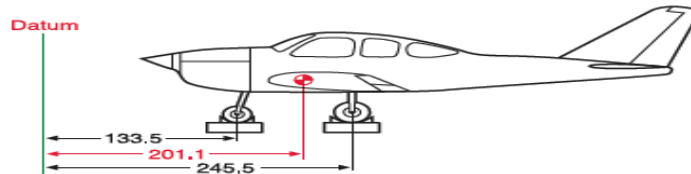


Figura 2.16 Determinación del C.G. de un avión cuyo datum es por delante del avión.  
Fuente: F.A.A. Handbook Weight and Balance

<sup>11</sup> F.A.A Handbook Weight and Balance

Tabla 2.6 Gráfico para la determinación del C.G. de un avión cuyo punto de referencia está por delante del avión.<sup>12</sup>

Ítem	Peso	Brazo	Momento	C.G.
Main Wheels	3,540	245.5	869,070	
Nose Wheel	2,322	133.5	309,987	
Total	5,862		1,179,057	201.1

El peso en vacío de este avión es 5.862 libras. Su EWCG, determinará dividiendo el total por el momento peso total, se encuentra en la estación de fuselaje 201.1, es 201.1 pulgadas detrás del datum.

$$\begin{aligned}
 CG &= \frac{\text{Momento Total}}{\text{Peso Total}} \\
 &= \frac{1,179,057}{5,862} \\
 &= 201.1 \text{ inches detras de la datum}
 \end{aligned}$$

## 2.8.2 Principios de Centrado del Avión

### 2.8.2.1 Los ejes del avión

Se considera que el avión gira alrededor de tres líneas imaginarias, las mismas que reciben el nombre de ejes, estos se intersecan en el C.G. del avión y son:

- Eje Longitudinal
- Eje transversal o lateral
- Eje Vertical

<sup>12</sup> F.A.A Handbook Weight and Balance

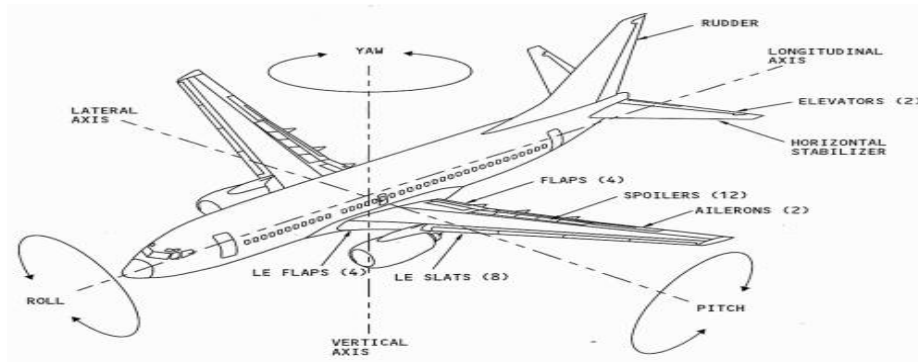


Figura 2.17 Ejes de una aeronave

Fuente: [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/BUENOS\\_AIRES/1315/cv2.html](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/BUENOS_AIRES/1315/cv2.html)

### 2.8.2.2 Eje Longitudinal

Es aquel eje que pasa a través del fuselaje del avión desde la proa hasta el empenaje y sobre el cual se efectúa el movimiento de alabeo, ocasionado por la acción de los alerones.

### 2.8.2.3 Eje Transversal o Lateral

Es el eje que pasa a lo largo de las alas del avión y sobre el cual se realiza el movimiento de cabeceo, originado por la acción de los elevadores.

### 2.8.2.4 Eje Vertical

Es el que pasa a través del avión desde la parte superior (techo), hasta el fondo (piso), y sobre el cual se origina el movimiento de guiñada mediante la acción del timón de dirección.

### 2.8.3 Desplazamiento del Centro de Gravedad

El centro de gravedad puede desplazarse a lo largo de cada uno de los ejes del avión. Debido a que las dimensiones del avión son tales que la altura y el ancho del



fuselaje son pequeños en relación con la longitud, el desplazamiento del C.G. con respecto de los pesos, es despreciable.

Un caso especial de desplazamiento excesivo del C.G. con respecto al eje lateral es aquel que se origina con el consumo de combustible de los tanques de una de las alas, lo que originaría una posición tal de los alerones que aumentaría la resistencia al avance del avión.

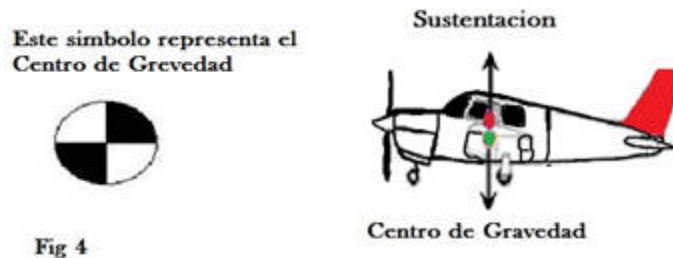


Figura 2.18 Desplazamiento del Centro de Gravedad  
Fuente: <http://vuelarc.com/Aerodinamica/CG1.html>

El desplazamiento del C.G. a lo largo del eje longitudinal es el más importante y crítico por lo que la distribución del peso del avión se considera únicamente a lo largo de este eje.

El desplazamiento del C.G. a lo largo del eje longitudinal más allá de los límites fijados por el fabricante reduce el rendimiento de toda aeronave.

Un peso común y problemas de equilibrio implican mover a los pasajeros de un asiento a otro, o el paso equipaje o carga de un compartimento a otro a mover el centro de gravedad a una ubicación deseada.

### 2.8.3.1 Desplazamiento lateral del C.G.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE43.html>

Debido a que el balance lateral es relativamente fácil de controlar, salvo casos muy exagerados lo cual no es habitual, y a que el control longitudinal es mucho más crítico, en los manuales y libros de vuelo no suele hacerse referencia a la posición lateral del C.G. y aunque esta no suele calcularse, es prudente que el piloto conozca sus efectos.

Un avión mal balanceado lateralmente, implica mayor actuación sobre el alerón del lado más cargado, incrementa la resistencia, y produce menor eficiencia y rendimiento, lo cual se traduce en mayor gasto de combustible y menor radio de acción.

También, la inclinación hacia el lado de mayor peso hace un poco más trabajoso el despegue y el aterrizaje. Para despreciar estos efectos, las medidas normalmente recomendadas son muy elementales: tratar de equilibrar los pesos a ambos lados y consumir el combustible de los depósitos en las alas por igual (cambio de depósito de forma regular).

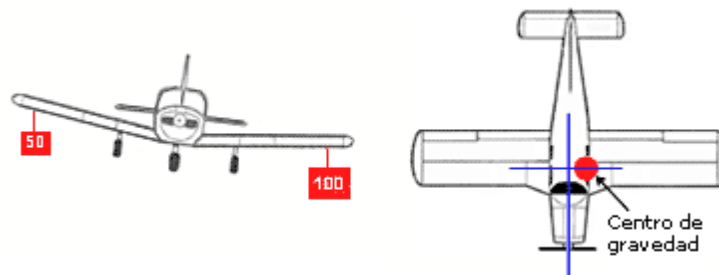


Figura 2.19 Centro de Gravedad desplazado lateralmente.

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE43.html>

Los efectos de un C.G. excesivamente retrasado o adelantado, para cuya comprensión es conveniente dar un repaso a algunos conceptos ya vistos. La estabilidad longitudinal se refiere al movimiento del avión sobre su eje transversal o eje de cabeceo (morro arriba/abajo).

Esta estabilidad está principalmente resuelta por el estabilizador horizontal de cola, puesto a propósito en la parte más alejada de las alas para acentuar el efecto de

palanca, estabilizador que suele tener menor ángulo de incidencia que las alas. Con estos conceptos en mente se mira las consecuencias de un centro de gravedad fuera de límites: excesivamente retrasado o adelantado.

### 2.8.3.2 Centro de gravedad retrasado.

Si la carga en el avión (pasaje, equipaje, carga, etc.) está distribuida de forma que el C.G. resulta en una posición por detrás del límite posterior dado por el fabricante, el avión tenderá a caer de cola, y por tanto a elevar el morro (encabritarse). Debido al efecto palanca, esta tendencia se incrementa conforme aumenta el desplazamiento del C.G.



Figura 2.20 Centro de Gravedad retrasado o avión pesado de cola.  
Fuente: <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE43.html>

El centro de gravedad retrasado puede producir los siguientes efectos:

1. En el despegue, el avión tiende a rotar prematuramente y si se le consiente puede suceder que regrese a la pista bruscamente porque la velocidad sea insuficiente o una pequeña ráfaga nos robe unos nudos.
2. Una vez despegado, el avión intentará ascender, si no se le corrige, con un ángulo de ataque excesivo y por tanto una velocidad menor que la de mejor ascenso o de mejor ángulo de ascenso. Se puede entrar en pérdida.
3. Una vez en el aire, la cola estará volando con un ángulo de ataque superior al normal, puede incluso que con un decolaje negativo, o sea mayor ángulo de ataque en la cola que en las alas. Esto obliga al piloto a intervenir sobre los

mandos constantemente pues el avión se vuelve inestable y difícil de controlar al no tener ninguna estabilidad longitudinal.

4. La posición de vuelo del avión implica que la misma potencia del motor desarrolla menos velocidad.
5. Suponiendo, que es mucho suponer, que hayamos logrado mantener al avión en vuelo, aterrizarlo en estas condiciones requiere habilidad. A la hora de la recogida, o se hace esta muy delicadamente o al tirar de cuernos se corre el riesgo de que la cola se hunda más de lo debido elevando el morro más de la cuenta, y el globo sobre la pista esta servido.



Figura 2.21 Ángulo de ataque excesivo en cola.  
Fuente: <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE43.html>

### 2.8.3.3 Centro de gravedad adelantado.

La localización del C.G. por delante del límite anterior establecido por el fabricante, produce un avión pesado de morro, lo cual significa que avión tiende a subir la cola y bajar el morro.

Para que el avión esté balanceado la cola puede estar volando con un ángulo de ataque negativo. Esta situación puede producir que:

1. Se necesita un gran esfuerzo para levantar el morro y el timón de profundidad solo es efectivo a gran velocidad.
2. En el despegue, el avión necesitará más longitud de pista hasta que el timón de profundidad sea efectivo para levantar el morro del avión.

3. La tendencia a picar del avión puede acentuarse si se extienden flaps.
4. La estabilidad no suele ser problemática. El avión tiene una gran cantidad de decolaje y será muy estable. Salvo en situaciones extremas el avión puede volar normalmente, hasta el momento de aterrizar.
5. Al hacer la recogida del aterrizaje, cuando se tire del volante de control ("cuernos") para elevar el morro, bajando por tanto la cola, el ángulo de ataque de esta se hace tan negativo que puede entrar en pérdida. Pero ojo, un ángulo de ataque negativo significa sustentación negativa, y a medida que la pérdida se incrementa menor sustentación negativa se tiene, o sea que la cola empieza a subir bajando el morro. Se necesita habilidad para aterrizar un avión en estas condiciones.
6. Un pequeño truco que puede ayudar a aterrizar el avión consiste en tener al avión con algo de potencia en la recogida. El aire movido por el motor incidiendo en la cola del avión puede darle algo más de control y retrasar la pérdida en la cola.
7. En caso de realizar motor y al aire, puede hacerse dificultoso levantar el morro del avión.



Figura 2.22 Centro de gravedad adelantado, avión pesado de morro.

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE43.html>

De las dos situaciones planteadas, C.G. retrasado o adelantado, la peor sin duda es la de un C.G. retrasado, peor incluso que excederse en el peso máximo admitido.

No obstante, aun teniendo esto en cuenta, no hay que descuidarse con los límites de peso y balance del avión.

Los fabricantes de aviones ya hacen las suficientes pruebas para poner los límites de peso y posición del C.G. tan amplios como sea posible en función de las características de vuelo para las cuales se ha diseñado el avión.

El centro de sustentación del aeroplano debe estar siempre muy cerca del centro de gravedad pues en caso contrario el avión no se encontrara en equilibrio, por tal motivo, se debe encontrar en centro de sustentación.

#### **2.8.3.4 Posición del Centro de Gravedad<sup>14</sup>**

La Posición del C.G. se acostumbra a expresarla por medio de la distancia existente desde el punto de en que este está situado hasta la línea de referencia (DATUM), o también en función del por ciento de la C.A.M., medio a partir del borde de ataque del perfil de la misma.

Debido al consumo de combustible durante el vuelo, el C.G. del avión tiende a moverse, para el efecto se han fijado ciertas posiciones límites dentro de las cuales puede desplazarse sin causar cambios importantes en las características de vuelo del avión. Esto es posible por la ayuda que presta el estabilizador horizontal y el timón de profundidad para proporcionar el efecto estabilizador requerido. Dichas posiciones límites reciben el nombre de Límite Delantero y Límite Trasero.

El límite delantero ha sido calculado y comprobado experimentalmente por el fabricante tomando en cuenta las características de aterrizaje y el límite trasero considerando la maniobra más crítica.

Si se exceden los límites y el avión, vuela, en dichas condiciones, la estabilidad no es la adecuada y por lo tanto el avión estaría en peligro de sufrir un accidente por pérdida de control del mismo.

---

<sup>14</sup> Folleto de Peso y Balance (Fuerza Aérea Ecuatoriana)

### 2.8.3.5 Ejemplos para determinar la posición del C.G.<sup>15</sup>

Si se conoce que la C.A.M. de un avión tiene una longitud de 220", y comienza a 300" atrás de la línea de referencia (DATUM) y si el C.G. está situado a 350" que dicha línea. Determinar la posición del C.G. con relación a la C.A.M.

Solución:

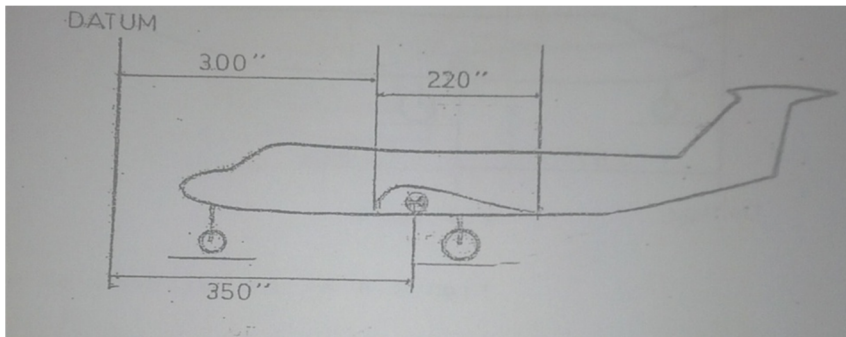


Figura 2.23 Gráfico ilustrativo del ejercicio  
Fuente: Investigación de Campo

Primero se debe determinar cual es la distancia que existe desde el borde de ataque (BA) de la C.A.M. hasta el C.G., si, se conoce que el BA esta a 300" de la DATUM y el C.G. a 350", entonces:

Es decir que el C.G. esta a esa distancia del BA. Puesto que la C.A.M. mide 220" y que equivale al 100% de la misma, entonces:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

<sup>15</sup> Anotaciones de estudio

El resultante sería el porcentaje del C.G. con respecto a la C.A.M.

Si se conoce que el borde de ataque (BA) está en la estación 250", el borde de salida (BS) en la estación 375" y el C.G. con respecto a la C.A.M.

Solución:

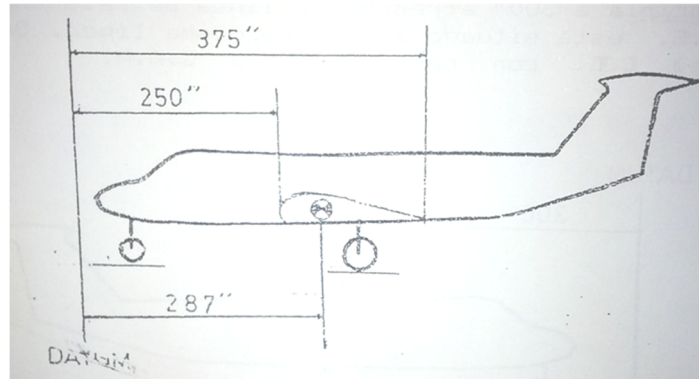


Figura 2.24 Gráfico ilustrativo del ejercicio  
Fuente: Investigación de Campo

Primero se debe obtener la longitud de la C.A.M. si se conoce que el BA está a 250" de la DATUM y el BS a 375", entonces:

El resultante es la longitud de la C.A.M., dado que el C.G. se encuentra a 287" de la DATUM y el BA a 250", entonces:

El resultante es la distancia del C.G. al BA, ahora si 125" que es la longitud de la C.A.M. equivale al 100%, a que porcentaje equivale 37":

---



---

El resultante sería la posición del C.G. con respecto a la C.A.M

- ❖ Conociendo los siguientes datos determinar en porcentajes, la posición del C.G. y sus límites con respecto a la C.A.M.

Límite Delantero (LD)	Estación 532.8"
Límite Trasero (LT)	Estación 578.4"
Borde de Ataque (BA)	Estación 510"
Borde de Salida (BS)	Estación 700"
C.G. Estación	541"

Solución:

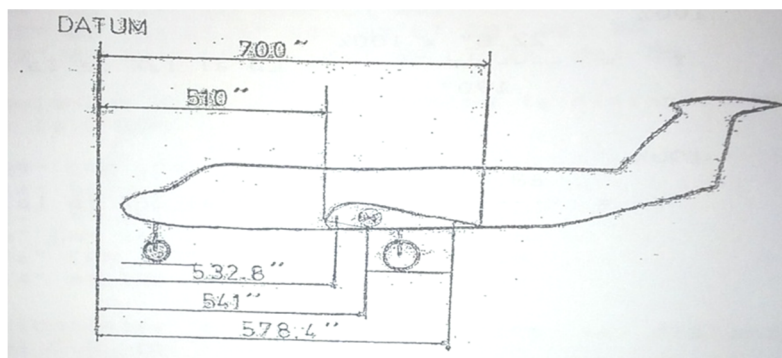


Figura 2.25 Grafico ilustrativo del ejercicio  
Fuente: Investigación de Campo

Determinar la longitud de la C.A.M.

(2.4)

Determinar la distancia del BA al C.G. y a los límites delantero y trasero.

$$\begin{aligned}
 C.G. &= \text{Estación } C.G. - BA && (2.5) \\
 &= 541'' - 510'' \\
 &= 31''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LD &= \text{Estación } LD - BA && (2.6) \\
 &= 532.8'' - 510'' \\
 &= 22.8''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LT &= \text{Estación } LT - BA && (2.7) \\
 &= 578'' - 510'' \\
 &= 68.4''
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, si, 190" que es la longitud de la C.A.M. corresponde al 100%.

$$\begin{array}{r}
 C.G. = 190'' \quad 100\% \\
 \hline
 31'' \quad x \\
 31'' \times 100\% \\
 \hline
 190'' \\
 = C.G. \text{ al } 16.3\% \text{ de la } C.A.M
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 LD = 190'' \quad 100\% \\
 \hline
 22.8'' \quad x \\
 22.8'' \times 100\% \\
 \hline
 190'' \\
 = LD \text{ al } 12\% \text{ de la } C.A.M
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 LT = 190'' \quad 100\% \\
 \hline
 68.4'' \quad x \\
 68.4'' \times 100\% \\
 \hline
 190'' \\
 = LT \text{ al } 36\% \text{ de la } C.A.M
 \end{array}$$

## 2.8.4 Determinación General del Centro de Gravedad

Aunque la distribución adecuada de carga en sus múltiples combinaciones de tripulación, pasajeros, equipaje, combustible, correo, etc. Es a primera vista complicada, cuando se conocen sus fundamentos resulta lógica y sencilla.

La teoría relativa a la distribución del peso en un avión se basa en el principio mecánico de la palanca de primer género.

Esta ley establece que una palanca es equilibrada cuando el peso en un lado del fulcro multiplicado por su brazo es igual al peso en el lado opuesto lado multiplicado por su brazo. En otras palabras, la palanca está equilibrada cuando la suma algebraica de los momentos sobre el punto de apoyo es cero.

Esta es la condición en la que los momentos positivos (aquellos que tratan de girar la palanca las agujas del reloj) son iguales a los momentos negativos (los que intentan girar en sentido contrario a las agujas del reloj).

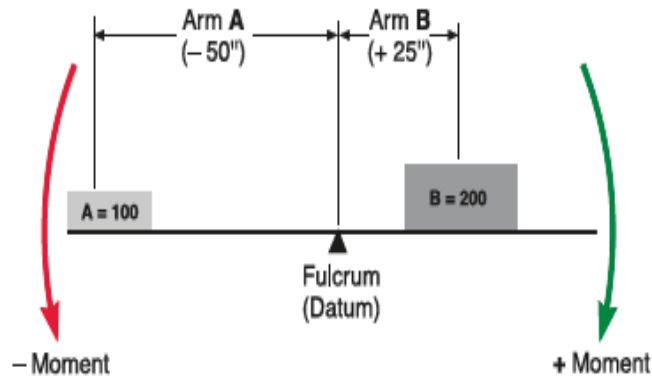


Figura 2.26 La palanca está equilibrada cuando la suma algebraica de los momentos es cero.

Fuente: F.A.A. Handbook Weight and Balance

El peso de 100lbs. A se encuentra a 50 centímetros a la izquierda del punto de apoyo (el datum, en este caso), y tiene un momento de  $100 \times 50 = -5.000$  in-lb. El peso de

200 libras B está situado a 25 pulgadas a la derecha del punto de apoyo, y su momento es de  $200 \times 25 = 5000$  in-lb. La suma del momento es  $-5,000 + 5,000 = 0$ , y la palanca es equilibrada.

Las fuerzas que tratan de girar hacia la derecha deben tener la misma magnitud que las que tratan de girarlo en sentido anti-horario.

Tabla 2.7 Cuando una palanca está en equilibrio, la suma de los momentos es cero.<sup>16</sup>

Ítem	Peso (lb)	Brazo (in)	Momento (lb-in)
Peso A	100	-50	-5,000
Peso B	200	+25	+5,000
	300		<b>0</b>

Por ejemplo una viga con un punto de apoyo sobre la que actúan una serie de fuerzas o pesos distribuidos a ciertas distancias del punto de apoyo y a cada lado del mismo, mantendrá el equilibrio siempre y cuando la relación entre los pesos y las distancias sean equivalentes.

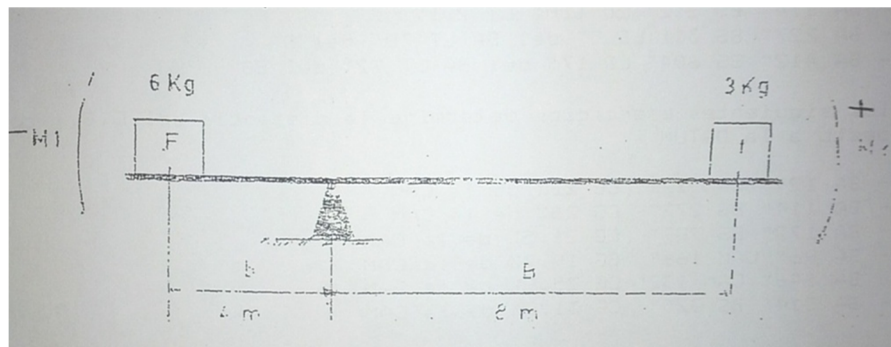


Figura 2.27 Momentos Equilibrados  
Fuente: Investigación de Campo

<sup>16</sup> F.A.A Handbook Weight and Balance

Conociendo que brazo de palanca es igual a la distancia existente entre el peso y el punto de apoyo, y que momento es igual al peso por la distancia, podríamos decir que momento es igual al peso por el brazo de palanca.

$$M = P \times BP \quad (2.8)$$

Tomando en cuenta la figura 2.24 se puede considerar que:

$$M1 = F \times b = 6kg \times 4m = 24kgm$$

$$M2 = f \times B = 3kg \times 8m = 24kgm$$

Aplicando la regla que considera como positivos a todos aquellos momentos que tienen a hacer girar el cuerpo en el sentido de las manecillas del reloj y como negativos a aquellos de sentido contrario se puede establecer que un cuerpo esta en equilibrio cuando la suma algebraica de los momentos que lo afectan es igual a cero.

Así:  $M1 \div M2 = 0$

Por consiguiente:  $-24kgm + 24kgm = 0$

Por lo tanto se concluye que la barra del ejemplo, se encuentra el equilibrio, demostrando que la influencia que los pesos ejercen sobre la barra depende directamente de su distancia al punto de apoyo y que, para equilibrarlos será necesario distribuirlos de tal manera que los momentos que produzcan sean iguales.

De la misma manera deberán repartirse los pesos sobre el eje longitudinal del avión, hacia uno y otro lado del C.G. deseado, para que este quede correctamente equilibrado.

Cierta carga próxima a las alas, podrá equilibrarse con otra mucho mas ligera siempre que a esta última se le coloque a una distancia mayor y actuando en sentido

contrario, los elementos que se producen determinarían la posición del C.G. con toda exactitud.

En el caso del avión, para saber que, un grupo de fuerzas distintas que obran paralelamente entre sí y en un mismo sentido sobre un plano determinado que es el piso están distribuidas correctamente, es necesario determinar la posición de su punto de aplicación (posición del centro de gravedad), para lo cual debemos conocer los momentos que ocasionan cada uno de los pesos y la suma total de los mismos.

Cuando la suma de todos los momentos se divide entre la suma de todos los pesos, el cociente de la distancia que hay desde la línea de referencia (DATUM) al C.G. del avión. Conocida dicha distancia, puede fácilmente determinarse a que porcentaje de la C.A.M. se encuentra el C.G. y comprobar por lo tanto si esta situado dentro de los límites fijados por el fabricante.

#### 2.8.4.1 Ejercicios de Aplicación<sup>17</sup>

- ❖ Conociendo un avión en el que se han embarcado los siguientes pesos 412 lbs. 325 lbs. 514 lbs. 129lbs. Situados en las estaciones 72", 87", 129", 142", respectivamente, determinar la posición del C.G. con respecto a la DATUM.

Solución:

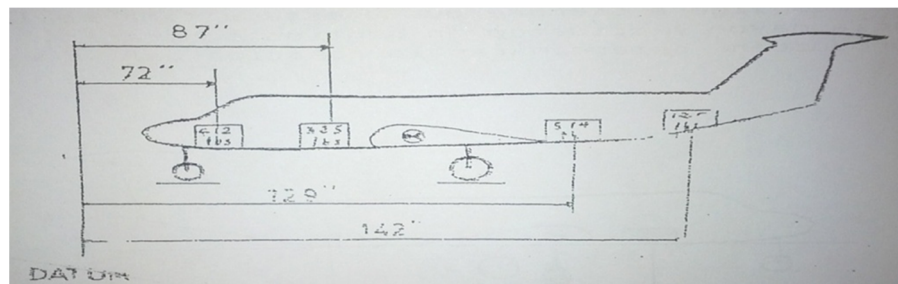


Figura 2.28 Gráfico ilustrativo del ejercicio  
Fuente: Investigación de Campo

<sup>17</sup> Anotaciones de estudio

Primero se debe calcular todos los momentos de cada uno de los pesos, si, se conoce que:  $M = P \times BP$

Peso	x	Brazo de Palanca	=	Momento
412 lbs.		72"		29.664 lbs. pulg.
325 lbs.		87"		28.275 lbs. pulg.
514 lbs.		129"		66.306 lbs. pulg.
129 lbs.		142"		18.318 lbs. pulg.

Sabiendo que el C.G. es igual a la sumatoria de los momentos dividido para el peso total, podemos deducir que:

$$C.G. = \frac{\sum M}{PT} = \frac{\sum M}{\sum W} \quad (2.9)$$

$$\frac{\text{Momento Total}}{\text{Peso Total}} = \frac{142.563 \text{ lbs. pulg.}}{1.380 \text{ lbs.}} = 103.3"$$

El resultante es la distancia existente entre la DATUM y el C.G.

### 2.8.5 Determinación del Peso Vacío del Avión

Cuando un avión ha quedado completamente terminado en la fábrica o cuando se considere que su peso a variado ya sea por reparaciones, modificaciones o cambios en su equipo fijo, es necesario pesarlo con el fin de determinar su peso vacío. Para el efecto se precede de la siguiente manera:

1. El avión debe pesarse en un local cerrado para evitar errores en la lectura de la báscula por influencia del viento.
2. Para determinar el C.G. se pone el avión en posición de vuelo nivelado.
3. Los tanques de combustible y aceite deben ser drenados hasta que los indicadores respectivos marquen cero. De no, ser posible se registrará la cantidad de estos líquidos en los tanques con el fin de restar su peso de la lectura de las básculas.

4. Los líquidos de los sistemas cerrados como el líquido hidráulico, oxígeno, gas halón, etc. Deben estar en la cantidad que normalmente requiere el avión para su operación.
5. La distancia de la DATUM a cada una de las ruedas debe medirse con exactitud y registrarse en la hoja correspondiente.
6. El avión debe estar perfectamente libre de polvo, grasa, humedad, etc.

Una vez que se han cumplido todas las recomendaciones anteriores, se procede a la determinación del peso aplicado en cada una de las ruedas el cual debe registrarse en la hoja de peso el avión. De igual manera se anotara el peso de las taras, cuyo valor deberá restarse del peso correspondiente para determinar el peso neto en cada una de las ruedas.

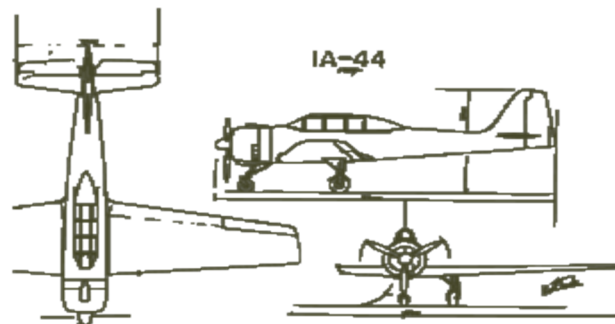


Figura 2.29 Peso vacío de un avión

Fuente:

[http://www.mincyt.cba.gov.ar/site/fabricamilitar/19551993/19551993\\_06a.html](http://www.mincyt.cba.gov.ar/site/fabricamilitar/19551993/19551993_06a.html)

#### 2.8.5.1 Determinación del Centro de Gravedad para Peso Vacío

Una vez obtenido el peso vacío del avión se puede determinar la posición de su centro de gravedad considerando que, la suma de los momentos de la carga en cada una de las ruedas debe ser igual al producto del peso total por la distancia del C.G. a la DATUM.



### 2.8.5.2 Ejercicios de Aplicación.<sup>18</sup>

- ❖ Durante la determinación del peso vacío, para cada una de las ruedas se han obtenido los siguientes valores de peso y distancia a la DATUM.

Rueda principal izquierda	1200lb.	Y	116"
Rueda principal derecha	1200lb.	Y	116"
Rueda de nariz	600lb.	Y	16"

Se requiere determinar la posición del C.G. con respecto a la DATUM.

Solución:

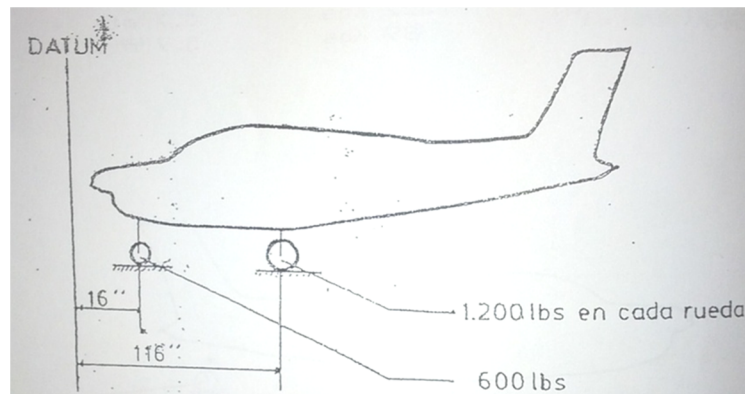


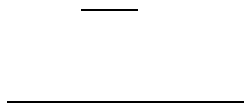
Figura 2.30 Gráfico de ilustración del ejercicio  
Fuente: Investigación de Campo

Primero se obtiene el valor del peso vacío mediante la suma de las cargas en cada una de las ruedas:

Luego se debe obtener los momentos de cada una de las cargas y sumarlos para determinar el momento total.

<sup>18</sup> Anotaciones de estudio

Sabiendo que:



Por lo que se puede deducir que el C.G. del avión vacío esta situado a 96" de la DATUM.

❖ Determinar la posición del C.G. de acuerdo con los valores indicados a continuación:

	Peso	Distancia	Tara
Rueda principal izquierda	524kg.	0.7m.	-----
Rueda principal derecha	522kg.	0.7m.	-----
Rueda de nariz	89kg.	5.7m.	12.3kg.

Solución:

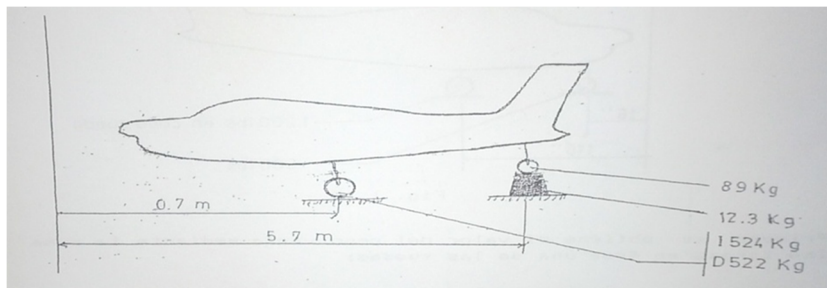


Figura 2.31 Gráfico de ilustración del ejercicio  
Fuente: Investigación de Campo

Primero se obtiene el valor del peso vacío mediante la suma de las cargas en cada rueda, menos el valor de la tara en la rueda de nariz.

$$524kg + 522kg + (89kg - 12.3kgs) = 1,122.7kgs$$

Se debe obtener el momento de cada una de las cargas y luego sumarlas para encontrar el momento total.

$$524kgs \times 0.7m = 366,8kgs/m$$

$$522kgs \times 0.7m = 365,4kgs/m$$

$$76.7kgs \times 5.7m = 437.19kgs/m$$

$$\text{Momento Total} = 1,169.39kgs/m$$

Utilizando la formula:

$$\begin{aligned} C.G. &= \frac{\sum M}{PT} \\ &= \frac{1,169.39kgs/m}{1,122.7kgs} \\ &= 1.04" \end{aligned}$$

El C.G. del avión vacío esta ubicado a 1.04" de la DATUM.

### **2.8.6 Determinación del Centro de Gravedad después de una alteración en el peso**

Siempre que un avión entra al taller de mantenimiento para una reparación general, alguna modificación o una reparación especial, sufre alteraciones en alguna de sus partes.

Cada una de estas alteraciones implica un cambio en el valor del peso vacío del avión, por lo que después de que el avión queda listo para volver a volar, es

necesario volver a pesarlo, o bien conocidos su peso y C.G. anteriores y tomando en consideración el cambio de peso y brazo de palanca que implica cada una de las modificaciones efectuadas, calcular su nuevo peso y C.G. correspondiente.

### 2.8.6.1 Determinación del Centro de Gravedad después de añadir peso<sup>19</sup>

Cuando por cualquier motivo se ha añadido peso en la aeronave se debe calcular nuevamente la posición de su C.G. para lo cual simplemente se sumara al momento total original el momento del peso añadido y al peso total original el valor del peso añadido y aplicando la fórmula correspondiente se determinara la nueva posición del C.G.

- ❖ Calcular la posición del C.G. para una aeronave que se le ha añadido 250lbs. de peso en la estación 172" sabiendo que su peso original es de 4700lbs. y su C.G. se encontraba en la estación 129".

Solución:

Considerando la posición original del C.G. y el peso original podemos determinar el momento original:

$$C.G. = \frac{MT}{PT} \text{ de donde}$$

$$MT = C.G. \times PT \quad (2.10)$$

$$MT = 129" \times 4,700\text{lbs} = 606,300\text{lbs/pulg}$$

Momento del peso añadido

$$M(\text{añadido}) = D \times P(\text{añadido}) \quad (2.11)$$

$$= 172" \times 250\text{lbs} = 43,000\text{lbs/pulg}$$

---

<sup>19</sup> Folleto de Peso y Balance (Fuerza Aérea Ecuatoriana)

Por lo tanto

$$C.G. = \frac{MT(original)+M(añadido)}{PT(original)+P(añadido)} \quad (2.12)$$

$$C.G. = \frac{606,300lbs/pulg + 43,000lbs/pulg}{4,700lbs + 250lbs} = 131.17''$$

El C.G. se ha movido de la estación 129" a la estación 131.17" por el incremento de 250lbs. en la estación 172".

### 2.8.6.2 Determinación del Centro de Gravedad después de quitar peso

Cuando se desmonta un cierto equipo o peso del avión, de igual manera, se debe calcular nuevamente la posición del C.G. para lo cual se procederá de la misma forma que el caso anterior, pero en lugar de sumar se restarán los momentos y pesos quitados de los originales.

- ❖ Si a una aeronave que pesa 2,120kg. Y su C.G. esta a 12m. de la DATUM. Calcular la posición del C.G. si se le quita 122Kg. De la estación 11m.

Solución:

$$MT = C.G. \times PT \text{ entonces} \quad (2.13)$$

$$MT = 12m \times 2,120kg$$

$$MT = 25,440kgs/m$$

Momento del peso quitado

$$M(quitado) = D \times P(quitado) \quad (2.14)$$

$$= 11m \times 122kgs = 1,342kg/m$$

Por lo tanto

$$C.G. = \frac{MT(original) + M(quitado)}{PT(original) + P(quitado)} \quad (2.15)$$

$$C.G. = \frac{25,440kg/m - 1,342kg/m}{2,120kg - 122kg} = 12.06m$$

El C.G. se ha movido 0.6m de su posición original.

### 2.8.7 El Número Índice

Cuando se trata de obtener la posición del C.G. de una aeronave de transporte en la que en la que los pesos y los brazos de palanca son grandes, estos producen momentos cuyos valores son de un gran número de cifras, dando como resultado que las operaciones sean mas complicadas y que la posibilidad de cometer errores sean mayores.

Para evitar esto, se ha establecido un sistema llamado Número Índice que permite el manejo de un menor número de cifras para la determinación del C.G. haciendo uso del concepto de Momento sobre el factor de reducción, así;

$$\text{Número Índice} = \frac{\text{Momento}}{\text{Factor de Reducción}} \quad (2.16)$$

#### 2.8.7.1 Ejercicios de Aplicación<sup>20</sup>

- ❖ Si a un avión cuyo peso vacío es de 70,000lbs y su C.G. esta en la estación 500", se le carga como se indica a continuación, determinar la posición del C.G. para el avión cargado si nuestro factor de reducción es de 10,000.

Carga	Peso	Brazo de Palanca
Tripulación	800lbs.	200"

---

<sup>20</sup> Anotaciones de estudio

Aceite	850lbs.	270.6"
Pasajeros	6,500lbs.	441.2"
Equipaje	1,100lbs.	445.5"
Combustible	6,200lbs.	403.2"

Solución:

Primero se debe determinar los números índices para cada uno de los pesos, incluido el del peso vacío, si sabemos que el número índice (N.I.) es igual al momento (M) sobre el factor de reducción (F.R.), tendremos:

Carga	Peso	BP	M	FR	N.I.
P. Vacío	70,000	500	35,000,000	10,000	3,500
Crew	800	200	160,000	10,000	16
Oil	850	270.6	230,010	10,000	23
Pax	8,500	441.2	3,750,200	10,000	375
Equipaje	1,100	445.5	490,050	10,000	49
Fuel	6,200	403.2	2,499,840	10,000	250

Luego se obtiene la suma de todos los pesos y del número índice.

Peso Total 87,450lbs

N.I. Total 4,213

$$C.G. = \frac{\sum M}{PT} \text{ y que}$$

$$M = N.I. \times F.R. \quad (2.17)$$

Reemplazando tendremos

$$C.G. = \frac{N.I. \times F.R.}{PT} \quad (2.18)$$

$$C.G. = \frac{4,213 \times 1,000}{87,450\text{lbs}}$$

$$C.G. = \frac{42,130,000\text{lbs/pulg}}{87,450\text{lbs}}$$

$$C.G. = 481.8''$$

La resultante indica que el C.G. con el avión cargado se ha desplazado 18.2" hacia la DATUM.

### **2.8.8 Efectos de Sobrecarga al Balance<sup>21</sup>**

La importancia que tiene el control exacto del peso y la distribución correcta del mismo en un avión se hace más patente si se considera que algunas performances como techo, régimen ascensional, velocidad, maniobrabilidad, etc.

Se reducen considerablemente cuando la carga que se ha de transportar no esta distribuida correctamente.

Pudiendo darse el caso de que el avión quede imposibilitado para efectuar el despegue o vuele en condiciones criticas.

#### **2.8.8.1 Avión Sobrecargado**

Cuando el avión se encuentra sobrecargado los efectos que se producen son los siguientes:

1. Aumento de la velocidad de desplome.
2. Disminución del margen de seguridad relativo a ala resistencia estructural del avión, lo que puede colocarlo en condiciones criticas al volar en turbulencia severa.
3. Reducción de la maniobrabilidad.

---

<sup>21</sup> Folleto de Peso y Balance (Fuerza Aérea Ecuatoriana)



4. Aumento de la distancia requerida para el despegue.
5. Disminución del régimen de ascenso para una potencia dada.
6. Mayor consumo de combustible para conservar una cierta velocidad.
7. Reducción de la vida de las llantas y del tren de aterrizaje.

#### **2.8.8.2 Avión pesado de nariz**

Cuando el C.G. se encuentra situado muy atrás se producen los siguientes efectos:

1. Mayor consumo de combustible.
2. Necesidad de mayor potencia para conservar una velocidad determinada.
3. Disminución de la estabilidad longitudinal del avión, dificultándose el control.
4. Mayor dificultad para controlar la nariz durante los aterrizajes.
5. Trabajo excesivo para la rueda y tren de nariz.

#### **2.8.8.3 Avión pesado de cola**

Cuando el C.G. se encuentra situado muy adelante se presentan los siguientes efectos:

1. Mayor consumo de combustible, consecuentemente menor alcance y autonomía.
2. Necesidad de mayor potencia para conservar una velocidad determinada.
3. Disminución de la estabilidad longitudinal del avión.
4. Aumento de la tendencia del avión a desplomarse.

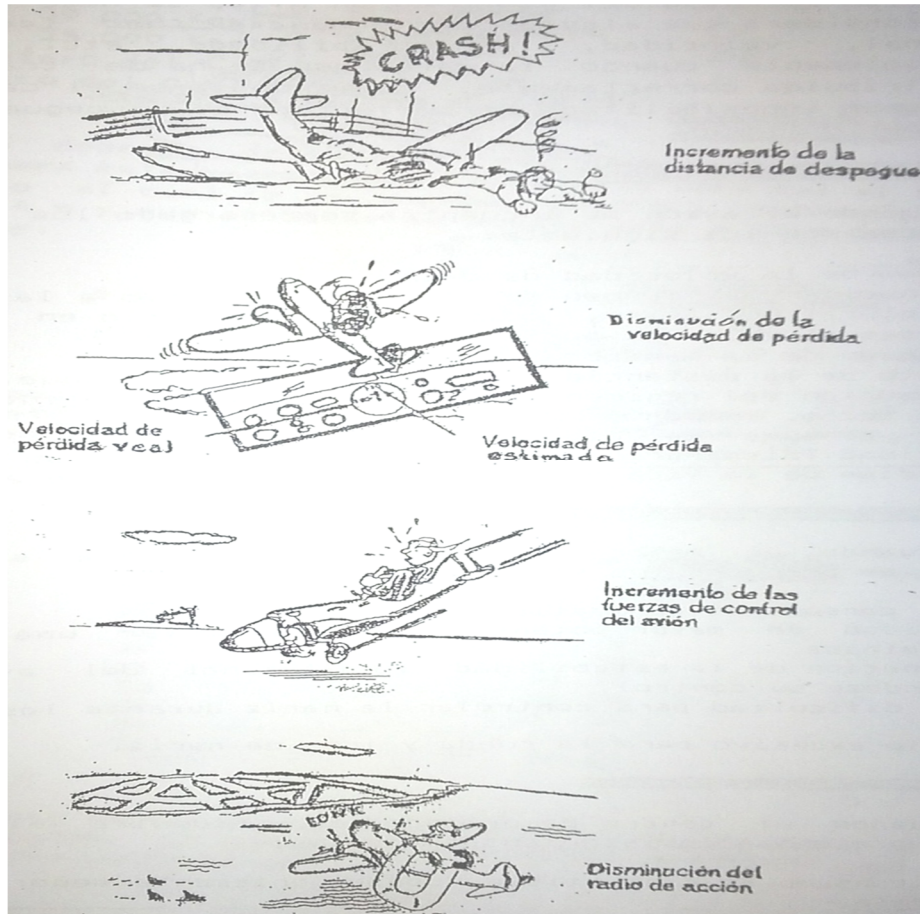


Figura 2.32 Algunos problemas operacionales debidos al mal centrado del avión.  
Fuente: Investigación de Campo

## 2.8.9 El Manifiesto de Peso y Balance

Una vez que se comprendió los principios en los que se fundamenta el centrado del avión, pasaremos a ver el manifiesto de peso y balance, documento en base al cual se determinan los pesos reales de operación de la aeronave y se obtiene en centro de gravedad del avión para el despegue y aterrizaje.

### 2.8.9.1 Hoja de Centrado

Con el fin de determinar de una forma más simple la posición del C.G. del avión se ha creado la hoja de centrado, que consiste en una gráfica sobre el eje de

coordenadas en la que podemos ingresar mediante los pesos y sus números índice. Para una mejor comprensión se procede a observar la forma en la que esta constituida **(ANEXO A)**.

## **2.9 Banco de Pruebas de Peso y Balance**

El Banco de Pruebas de Peso y Balance, esta proyectado a una solución del déficit de practica en la materia de peso y balance impartida en la carrera de mecánica aeronáutica mención motores, la cual está cubierta de necesidades en el proceso enseñanza aprendizaje del estudiante y facilitara al técnico su explicación.

El pesaje y balanceo, tiene muchos factores que conducen a la eficiente y segura operación de la aeronave.

Entre otros factores vitales que es el propio control de peso y equilibrio.

El peso y equilibrio, es un sistema empleado comúnmente entre aeronaves, el cual consiste en tres elementos igualmente importantes, el pesaje de la aeronave, el mantenimiento de los registros de peso y balance, y la correcta carga de la aeronave.

Es una máquina de funcionamiento mecánico, proyectada para pesar y balancear manualmente diferentes aeromodelos creados en el instituto tecnológico aeronáutico, la cual se basa en la nivelación del aeromodelo, y encontrar mediante cálculos y utilización de formulas, que a continuación serán mencionadas.

## **2.10 Componentes del Banco de Pruebas.**

Un Banco de Pruebas de Peso y Balance, construido para los aeromodelos, el cual esta compuesto de diferentes componentes y acoples.

### 2.10.1 Aluminio<sup>22</sup>

El Aluminio es el elemento mas abundante en la corteza terrestre, su símbolo es Al, es actualmente una de las vías mas seguras para respetar el medio ambiente y evitar un abuso desconsiderado de los recursos naturales.<sup>23</sup>

El aluminio es como un almacén de energía, por ello tiene un gran valor que no puede desperdiciarse y su reciclado se traduce en recuperación de energía, las propiedades que hacen del aluminio un metal tan provechoso son:

- Su ligereza (sobre un tercio del peso del cobre y el acero)
- Resistencia a la corrosión (útil para la protección y conservación)
- Resistencia
- Buen conductor de calor y electricidad
- No es magnético, ni tóxico
- Buen reflector de luz
- Impermeable e inodoro
- Muy dúctil
- 100% reciclable.

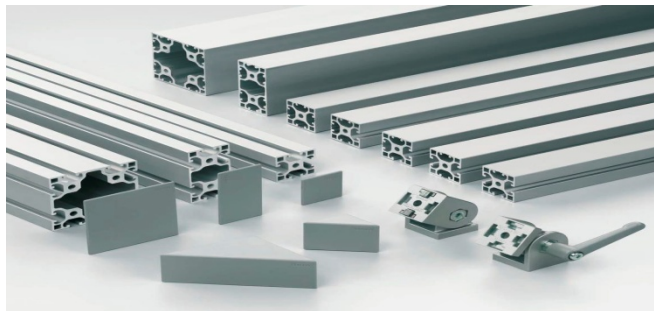


Figura 2.33 Aluminio

Fuente: <http://fabricalo.net/index.php/como-se-fabrica-el-aluminio/>

<sup>22</sup> <http://aluminio.org/?p=821>

<sup>23</sup> <http://www.utp.edu.co/~publio17/aluminio.htm>

El Aluminio, no se lo puede encontrar de manera pura en la corteza terrestre, sino integrado a otros elementos dentro de un mineral denominado Bauxita. Para extraer el aluminio de la Bauxita se aplica un proceso electrolítico que se desarrolló en Francia en el año 1886.<sup>24</sup>

La industria del transporte es uno de los mercados mas importantes para la aplicación del aluminio. Aviones militares y comerciales se construyen casi en su totalidad de este metal.

El aluminio por ser un metal noble, altamente maleable y resistente, se emplea cada vez mas en múltiples aplicaciones industriales, navales, militares, de turismo, he inclusive, al no ser tóxico, en empaques de medicinas, alimentos y bebidas.

#### 2.10.1.1 Tipos de perfiles de aluminio

- **Perfil Solido** Es el producto extruido cuya sección transversal es solida y constante en toda su longitud, la misma que puede tener varias formas.



Figura 2.34 Perfil Solido  
Fuente: Catalogo de Perfiles de Cedal 2008

- **Perfil Hueco.-** Es el producto extruido, con un solo hueco cerrado, de sección transversal constante en toda su longitud, que puede tener varias formas.



Figura 2.35 Perfil Hueco  
Fuente: Catalogo de Perfiles de Cedal 2008

<sup>24</sup> Catalogo de Perfiles de Cedal, Edición 2008, pdf.

## 2.10.2 Tubo Extruido Cuadrado de aluminio

En la industria del aluminio, la mejor aleación para la extrusión es la aleación 6063, por ese motivo, nuestro estudio se definirá en dicha aleación.

La extrusión es una deformación plástica en caliente en donde un bloque de metal es forzado por compresión a la abertura de un molde, extruyendo una pieza larga de sección recta constante denominada perfil, que adoptara la forma dada por la matriz, puede tomar cualquier forma depende de la matriz a utilizar.<sup>25</sup>

Se utilizan en todo tipo de elementos estructurales como columnas, vigas, cerchas, etc., y en general en cualquier otra aplicación en la que sea necesaria la resistencia y fiabilidad que ofrecen las secciones tubulares.<sup>26</sup>

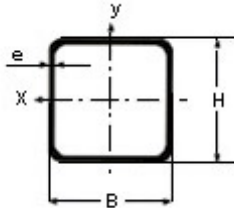


Figura 2.36 Tubos estructurales cuadrados.

Fuente:

[http://www.constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo\\_estructural\\_rectangular\\_cuadrado\\_y\\_redondo](http://www.constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo_estructural_rectangular_cuadrado_y_redondo)


Los tubos estructurales soldados ofrecen grandes ventajas sobre los clásicos perfiles estructurales:

- Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo.
- Facilidad de montaje, permitiendo la realización de uniones simples por soldadura.

<sup>25</sup> Catalogo de Perfiles de Cedral 2008

<sup>26</sup> <http://www.electrocome.com/p-1-27/Aleacion-6063-Al-Mg-Si-05.htm>

- Superficies exteriores reducidas, sin ángulos vivos ni rebabas, permitiendo un fácil mantenimiento y protección contra corrosión.
- Posibilidad de configuraciones de gran belleza.



TUBO EXTRUIDO CUADRADO-Longitud 6 metros

A x B x C (mm)	A x B x C (mm)	A x B x C (mm)	A x B x C (mm)	A x B x C (mm)
16 x 16 x 1,5	30 x 30 x 2	50 x 50 x 2	80 x 80 x 2	150 x 150 x 10
20 x 20 x 1,5	35 x 35 x 1,5	50 x 50 x 4	80 x 80 x 4	250 x 250 x 10
20 x 20 x 2	40 x 40 x 1,5	60 x 60 x 1,5	80 x 80 x 5	
25 x 25 x 1,5	40 x 40 x 2	60 x 60 x 2	100 x 100 x 2,5	
25 x 25 x 2	40 x 40 x 4	60 x 60 x 4	100 x 100 x 10	
30 x 30 x 1,5	45 x 45 x 2	70 x 70 x 2	135 x 135 x 4,5	

Figura 2.37 Tubo Extruido Cuadrado

Fuente: <http://www.electrocome.com/p-1-27/Aleacion-6063-Al-Mg-Si-05.htm>

Se utiliza los tubos de extrusión, por su dureza y capacidad de resistencia según los cálculos realizados en la empresa cedal, tomando en cuenta las variantes de carga, expuesto en su catalogo.

Por consiguiente el material con el cual es fabricado el tubo extruido de cedal, es suficiente para la finalidad del banco de pruebas de peso y balance.

#### 2.10.4 Nivel<sup>27</sup>

Un nivel es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontabilidad o la verticalidad de un elemento.

##### 2.10.4.1 Nivel de Burbuja

El principio de este tubo esta en un pequeño tubo transparente, sea cristal o plástico el cual esta lleno de liquido con una burbuja de aire en su interior. La burbuja es de tamaño inferior a la distancia entre las dos marcas. Si la burbuja se encuentra

<sup>27</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel\\_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_(instrumento))

simétricamente entre las dos marcas, el instrumento indica un nivel exacto, dependiendo de la posición general del instrumento.

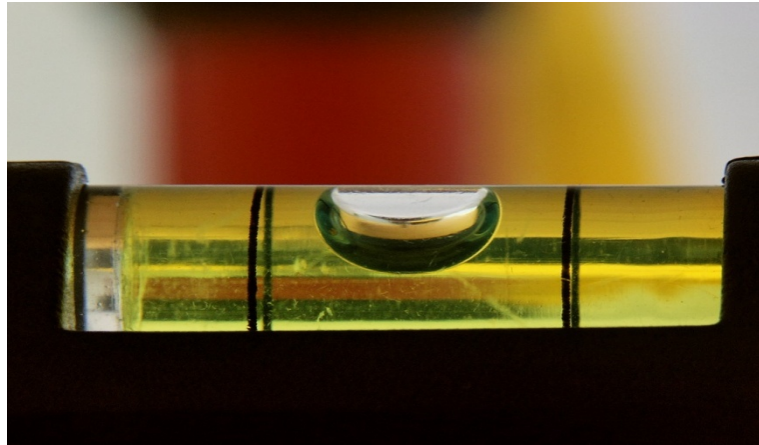


Figura 2.38 Nivel de Burbuja  
Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel\\_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_(instrumento))

### 2.10.6 Balanza

Instrumento que sirve para pesar; la balanza más conocida es la formada por dos platos que cuelgan de una barra horizontal que está sujeta por su centro a otra barra vertical y permanece nivelada en equilibrio; el objeto que se quiere pesar se coloca en uno de los platos, y en el otro se van colocando pesas hasta nivelar horizontalmente la barra.<sup>28</sup>

Para realizar las mediciones se utilizan patrones de masa cuyo grado de exactitud depende de la precisión del instrumento, las mediciones no varían con la magnitud de la gravedad.

El rango de medida y precisión de una balanza puede variar desde varios kilogramos (con precisión de gramos), en balanzas industriales y comerciales; hasta unos gramos (con precisión de miligramos) en balanzas de laboratorio.

---

<sup>28</sup> <http://es.thefreedictionary.com/balanza>





Figura 2.39 Balanza

Fuente [http://www.pce-instruments.com/espanol/productos-generales-para-profesionales/balanzas/balanza-compacta-pce-instruments-balanza-compacta-pce-bsh-10000-det\\_95375.htm](http://www.pce-instruments.com/espanol/productos-generales-para-profesionales/balanzas/balanza-compacta-pce-instruments-balanza-compacta-pce-bsh-10000-det_95375.htm)

## 2.11 Maquinas, Herramientas básicas utilizadas

### 2.11.1 Remachadora Pop<sup>29</sup>

Se denomina remachadora a una herramienta manual usada principalmente en talleres de bricolaje y carpintería metálica que sirve para fijar con remaches uniones de piezas que no sean desmontables en el futuro.

Los remaches son unos cilindros de poco grosor que se insertan en la remachadora y se adaptan al espesor de las piezas que se acoplan. La unión con remaches garantiza una fácil fijación de unas piezas con otras.

---

<sup>29</sup> <http://pcpiluisvives.webcindario.com/Actividad%2060%20remachadora.htm>



Figura 2.40 Remachadora pop  
Fuente: <http://www.ferreteriajrc.com/HTML/manuales.htm>

La remachadora es como una pinza más grande. Para usarla tienes que haber hecho un agujero con un taladro y luego en la remachadora pones como un clavo que se llama remache, valga la redundancia, colocas entre el remache ya incorporado en la remachadora en el agujero, luego aprietas hasta que se corte el clavo y listo.

### **2.11.2 Amoladora**

Se llama amoladora a una máquina herramienta también conocida como muela, que consiste en un motor eléctrico a cuyo eje de giro se acoplan en ambos extremos discos sobre los que se realiza diversas tareas, según sea el tipo de discos que se monten en la misma.

Los discos de material blando y flexible, se utilizan para el pulido y abrillantado de metales mientras los de alambre se emplean para quitar las rebabas de mecanizado que puedan tener algunas piezas.

También pueden ser de material abrasivo, constituidos por granos gruesos o granos finos, los primeros se utilizan para desbastar aristas de piezas metálicas, mientras que los segundos sirven para afilar las herramientas de corte, también pueden emplearse para cortar cerámicas.



Figura 2.41 Amoladora  
Fuente: Investigación de campo

Cuando se trabajan en estas máquinas hay que adoptar diversas medidas de seguridad, especialmente proteger los ojos con gafas adecuadas para evitar que se incrusten partículas metálicas en los ojos.

### 2.11.3 Taladro

El taladro es una máquina herramienta donde se mecaniza la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos, se destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo.



Figura 2.42 Taladro  
Fuente: <http://www.pasarlascanutas.com/taladro/taladro.htm>

Su utilización dentro de la construcción del banco de pruebas será muy factible, ya que, la estructura será remachada casi en su totalidad.

## 2.12 Normas de seguridad en el laboratorio

Debido a las características del trabajo que se realiza en el laboratorio se pueden provocar accidentes de diversa consideración, como incendios, explosiones, intoxicaciones y quemaduras. Debe disponerse, por tanto, de elementos de actuación adecuados para que estos efectos puedan ser controlados.

### 2.12.1 Elementos de seguridad

Cuando se inicia el trabajo en un laboratorio, lo primero que se debe hacer es conocer los datos siguientes:

- Situación de los elementos de seguridad: lavaojos, duchas, extintores, extintor y botiquín.



Figura 2.43 Normas de Seguridad

Fuente:

<http://www.uv.es/gammmm/Subsitio%20Operaciones/7%20normas%20de%20seguridad.htm>

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

El siguiente capítulo describe detalladamente la construcción del Banco de Pruebas y Balance para aeromodelos.

El presente equipo está proyectado para pesar y balancear manualmente diferentes aeromodelos creados en la Unidad de Gestión de Tecnologías, el cual será utilizado en el laboratorio de aviónica e Instrumentación, el mismo, tendrá un método de aplicación responsable según las instrucciones adjuntas.

#### **3.2 Normas de seguridad a seguir en la construcción del banco de pruebas.**

La construcción del Banco de pruebas de peso y balance se inicia con un equipo de seguridad o también llamado EPP (Equipo de protección personal) el mismo que garantiza el desarrollo de actividades, respetando la integridad física del ejecutante del proyecto, de esta manera dando continuidad para su ejecución.

##### **3.2.1 Equipo de protección personal**

Los requisitos generales de EPP exigen que los operadores lleven a cabo una evaluación de los riesgos en sus lugares de trabajo para identificar los riesgos que existen y que requieren el uso de EPP, para que brinden el EPP adecuado a los

trabajadores y que exijan que estos mismos hagan uso del equipo además de mantenerlo en condiciones sanitarias y fiables.

El equipo de protección personal entre los más indispensables comprende:

- Gafas protectoras
- Guantes de cuero
- Casco
- Botas punta de acero
- Mascarilla
- Overol (jean)
- Protectores de oídos



Figura 3.1 Equipo de protección personal

Fuente: [http://www.paritarios.cl/especial\\_riesgo\\_uso\\_productos\\_quimicos.htm](http://www.paritarios.cl/especial_riesgo_uso_productos_quimicos.htm)

### 3.3 Herramientas, Maquinas, Materiales

Las herramientas a utilizar para la construcción del banco de pruebas de peso y balance son de tipo industrial y sirven para la realización de trabajos específicos, estas son:

- Prensa
- Martillo
- Sierras
- Destornilladores

- Tijera Industrial
- Flexo metro
- Escuadra
- Remachadora

## **Maquinas**

- Amoladora
- Taladro.
- Rápida con disco de corte y pulimiento
- Soldadora eléctrica
- Soldadora TIG.

## **Materiales**

Se utilizó los siguientes materiales:

- Revestimiento de aluminio con aleación 6063 de 1mm
- Tubo extruido de 1 ½”.
- Rodamientos.
- Uniones de esquineros.
- Platina.
- Madera MDF doble de 15 líneas.
- Varilla con hilos de 1 ½”
- Electrodo de suelda eléctrica y suelda TIG.
- Silicona.
- Lija
- Brocas
- Epoxy.
- Etc.

### 3.4 Análisis de alternativas de materiales para la construcción de la Maquina

La selección de los materiales comparados a continuación, se puede apreciar una serie factores que se pueden emplear a lo largo de la vida útil en construcción de máquinas.

Tabla 3.1 Comparación de materiales<sup>30</sup>

<b>Planchas para trabajos industriales</b>	<b>Tiempo de trabajo</b>	<b>Resistencia a la corrosión</b>	<b>Moldeo</b>	<b>Costos</b>
<b>Galvanizada</b>	No soporta altas temperaturas. Soporta 40kg.	Tiene una baja resistencia a la corrosión en ambientes o contactos con agua tiende a una corrosión prologada	Fácil y manejable para trabajar en doblados	Valor comercial Bajo
<b>Aluminio</b>	En ambientes normales o altas temperaturas tiene buena durabilidad. Soporta 50 kg.	La corrosión en aluminio tiene muy buena calidad, la corrosión no afecta en gran numero.	El aluminio para trabajar con dobladoras de láminas es manejable y facilita el trabajo al operario.	Valor comercial accesible
<b>Acero inoxidable</b>	Alta durabilidad en altas temperaturas	Resistente a la corrosión en grados	Maleable para la deformación, pero es mucho	Valor comercial muy costoso

<sup>30</sup> Investigación de Campo



	para su deformación Terminaciones superficiales de media calidad.	altamente, pero no es necesario.	menos manejable para la estructura.	
--	-------------------------------------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	--

En conclusión analizando los materiales para la construcción de la estructura del banco de pruebas se puede determinar que el mejor material es el aluminio, por varios aspectos, tiempo de trabajo, durabilidad a la corrosión, es fácil de conseguirlo y no tiene excesivos costos para adquirirlo.

El material antes descrito, es el óptimo y necesario, para la construcción del banco de pruebas de peso y balance para los aeromodelos, ya que después de haber realizado una investigación acerca de los aeromodelos construidos se pudo determinar que:

Los aeromodelos construidos, son creados con balsa, material de construcción de los aeromodelos, el cual, en su unión, al crear el aeromodelo, no sobrepasa un peso de entre 2.5kg y 4.5kg, dependiendo el prototipo de aeromodelo construido.

Después de realizada la investigación, se concluyó la adquisición de las balanzas, como de los materiales adicionales, para la obtención de los pesos y el balance de los antes mencionados aeromodelos.

### **3.4.1 Aluminio.**

#### **3.4.1.1 Tipos de Aluminio**

El material de aluminio, es muy abundante en nuestro planeta, de igual manera muy comercial, por consiguiente tiene muchas variantes, en su uso, y aplicaciones, por lo tanto podemos obtener muchas variantes en aleaciones con las cuales se puede trabajar, pero entre las principales tenemos.

Tabla 3.2 Tipos de Aleaciones en Aluminio<sup>31</sup>

<b>Tipos de Aleaciones</b>		
<b>Aleación</b>	<b>Tiempo de trabajo</b>	<b>Aplicaciones</b>
6061	El tiempo de trabajo es un poco más extenso por, la no fácil maniobrabilidad en su material, lo cual dificulta el trabajo, en su totalidad.	Es una aleación de aluminio endurecido que contiene como principales elementos aluminio, magnesio y silicio. Mas optimo para soldadura.
6063	El tiempo de trabajo, es mucho mas corto debido a su aleación, es mas compacto con muchos materiales	Esta aleación debida a su gran facilidad de extrusión y obtención de características mecánicas adecuadas, correcto aspecto de superficie y al anodizarse tiene múltiples aplicaciones.
6005	El tiempo de trabajo es mucho mas extenso debido, a su aleación, la cual deja viruta, como resultado del trabajo en el material.	Es una aleación comercial de resistencia media, pero es más dura de extruir. La aleación 6005 tiene buena capacidad de soldadura y resistencia a la corrosión.

#### 3.4.1.2 Aleación 6063

Mediante esta aleación se puede crear tubos, perfiles, alambre, barras. Esta aleación debido a su gran facilidad de extrusión, obtiene características mecánicas

<sup>31</sup> Investigación de Campo

adecuadas, un correcto aspecto de superficie y buen coloreado, al anodizarse tiene múltiples aplicaciones.

Tiene aspectos muy positivos, con respecto a la soldadura, ya que es muy dúctil en trabajos con soldadura.

Su mecanización, es muy viable ya que no tiene demasiada fragmentación a la viruta, y su brillo superficial es excelente lo que da un gran acabado al trabajo final.

El comportamiento de este tipo de aluminio en diferentes ambientes, como por ejemplo en el aspecto industrial es muy factible, en ambiente marino, ambiente normal, en agua de mar, en todos los ambientes antes mencionados, el comportamiento de este tipo de material es muy favorable.

El anodizado aporta mucha mas protección al aluminio, es mucho más atractivo a la vista y por consecuente atractivo o decorativo, el aluminio tiene un anodizado duro, el cual faculta la severidad del material.

El conjunto de todas las características de esta aleación, da un material propicio para el trabajo a realizarse.

### **3.4.2 Alternativas de Componentes para el sistema de pesaje.**

#### **3.4.2.1 Tipos de Balanzas**

Para la selección de las balanzas del banco de pruebas de peso y balance se tomo en cuenta las siguientes características.

Se optimizó en la investigación a balanzas, que no posean la necesidad de su calibración continua, para la facilidad de su uso.

Tabla 3.3 Tipos de Balanzas<sup>32</sup>

Tipos de Balanzas	
Tipo	Características
<b>Mecánica</b>	Cálculos deseados demorados, por la preparación de la balanza. El tiempo de reparación es mucho mas continuó La medición es mas imprecisa
<b>Electrónica</b>	Automatización de los cálculos deseados. Su reparación no es constante, solo es necesario revisarla con un peso. La medición es mas exacta

La balanza electrónica es idónea para el banco de pruebas de peso y balance, ya que la misma, da una lectura de hasta 5kg, cada una, indica la temperatura, y posee calibración específica.

### 3.5 Significado de simbología para diagramas de procesos.

Esta simbología se utiliza para definir los procesos por realizar, como realizados o como por realizar, con nomenclaturas o figuras.

Simbología para diagramas de procesos		
Numero	Actividad	Simbología
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Líneas de proceso	
4	Sistema terminado	

Figura 3.2 Simbología para diagramas de procesos  
Fuente Investigación de Campo

<sup>32</sup> Investigación de Campo

Por medio del cuadro de simbología antes mencionado se podrá obtener, la verificación de los procesos realizados con mayor facilidad.

### **3.6 Procedimiento de construcción de la estructura con el tubo extruido cuadrado.**

La construcción y dimensión de la estructura comprende los siguientes pasos, los cuales fueron obtenidos mediante un estudio técnico.

1.- Con los tubos extruidos de aluminio, se procedió a medir, para su corte.

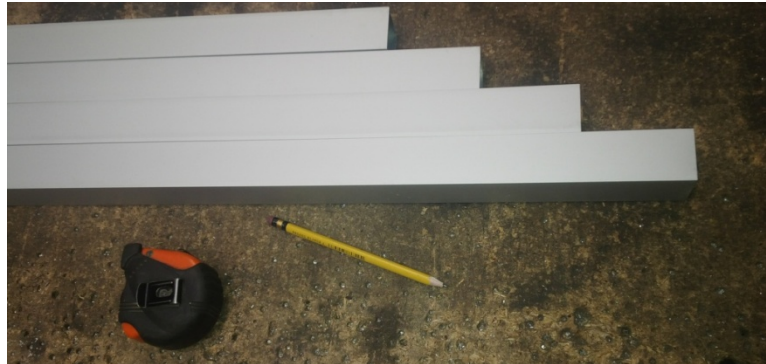


Figura 3.3 Medición del tubo extruido  
Fuente: Investigación de Campo

2.-Terminando todo los cortes y pulimientos de las partes de corte, verificando que este finamente realizado, se procede a unir las partes antes indicadas.



Figura 3.4 Quitado de limallas en los cortes  
Fuente: Investigación de Campo

3.- Una vez ubicadas las partes se procede a fijarlas, a presión, ya que, toda la estructura principal esta hecha a medida.

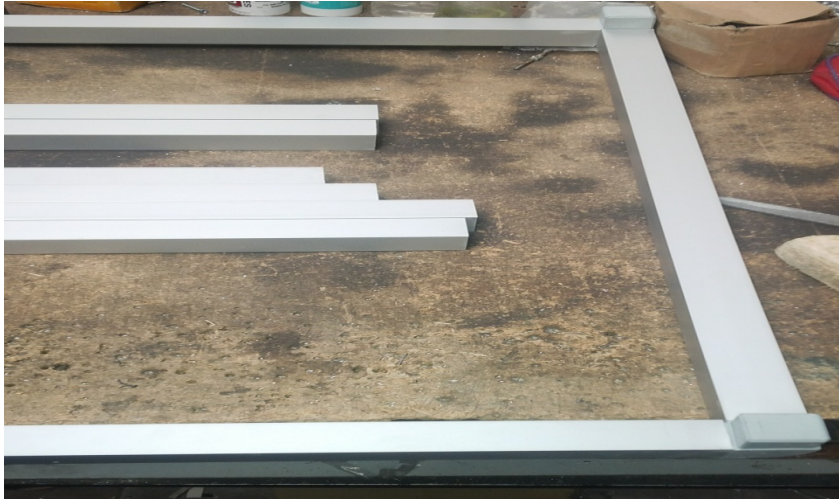


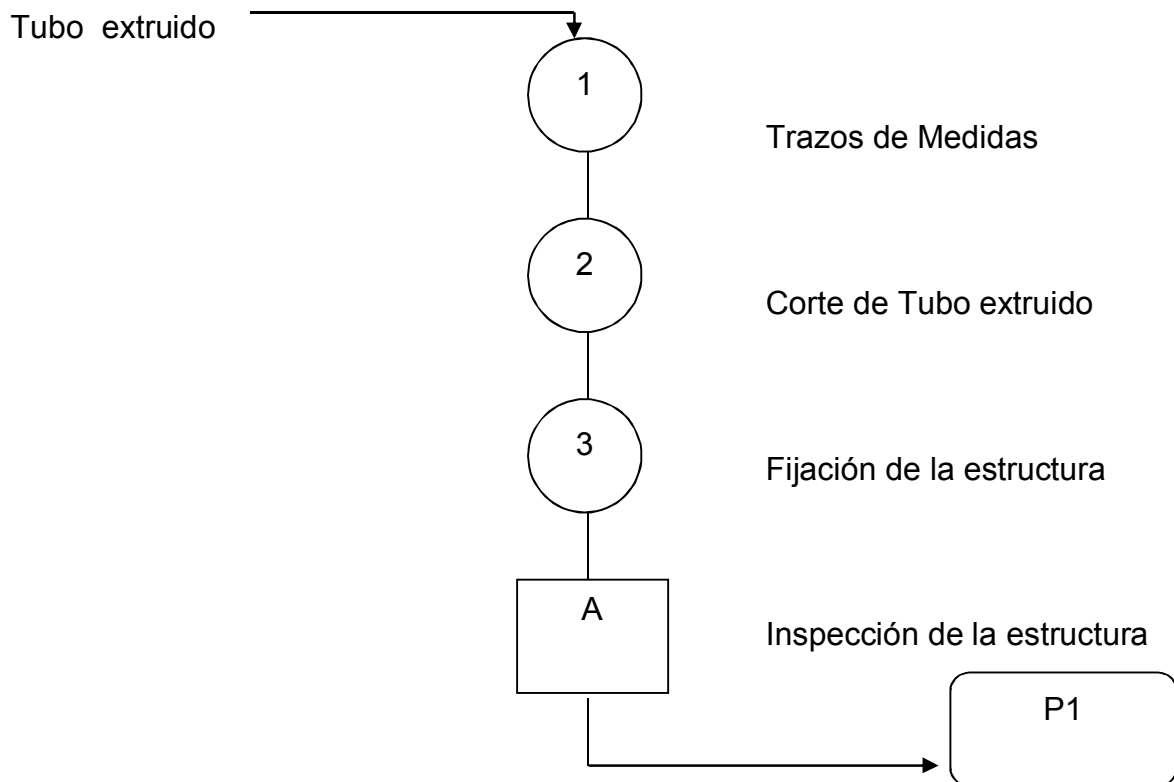
Figura 3.5 Fijación del tubo extruido con los esquineros  
Fuente: Investigación de Campo

Para unir los tubos cuadrados extruidos, con los esquineros se debe tomar muy en cuenta las medidas de cada uno, para poder obtener una sujeción precisa.



Figura 3.6 Unión de todos los esquineros con el tubo extruido  
Fuente: Investigación de Campo

### 3.6.1 Diagrama del proceso de la construcción.



### 3.7 Instalación del suelo superficial, dentro del banco de pruebas.

1.- Se estimó las medidas necesarias de material, para la colocación del suelo superficial.

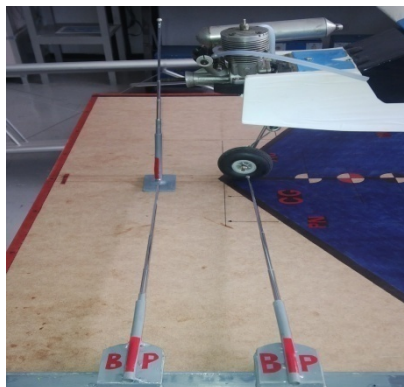


Figura 3.7 Medición del suelo superficial  
Fuente: Investigación de Campo.

2.- Se realizo el dibujo de diseño del centro de gravedad dentro del suelo superficial.

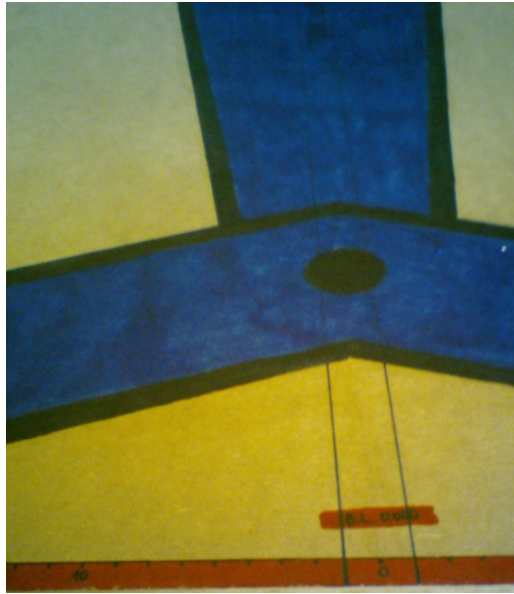


Figura 3.8 Unión con silicona transparente del revestimiento  
Fuente: Investigación de Campo.

3.- Se fijo o instalo el suelo superficial a la estructura principal, mediante pernos de sujeción específicos para este tipo de madera.

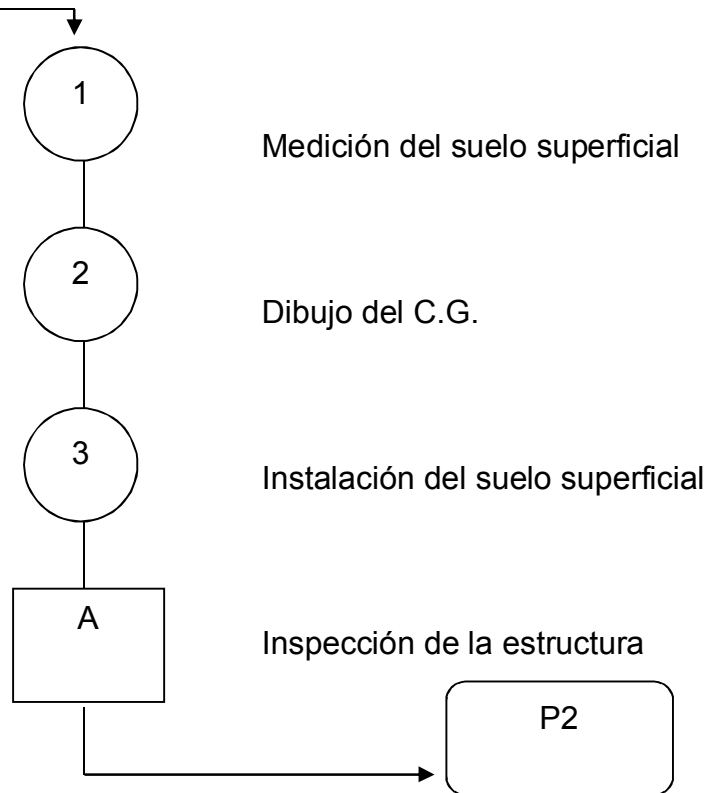


Figura 3.9 Instalación del suelo superficial a la estructura principal.  
Fuente: Investigación de Campo.



### 3.7.1 Diagrama del proceso de la construcción

Tablero MDF



### 3.8 Procedimiento de construcción de la estructura de nivelación del banco de pruebas en la base del suelo.

1.- Medición y corte de una varilla en forma de tornillo sin fin.



Figura 3.10 Varilla en forma de tornillo sin fin.  
Fuente: Investigación de Campo.

2.- Se corta el tubo estructural, y la platina, las cuales van a ir soldadas en conjunto a la varilla con hilo de 1 1/2”.



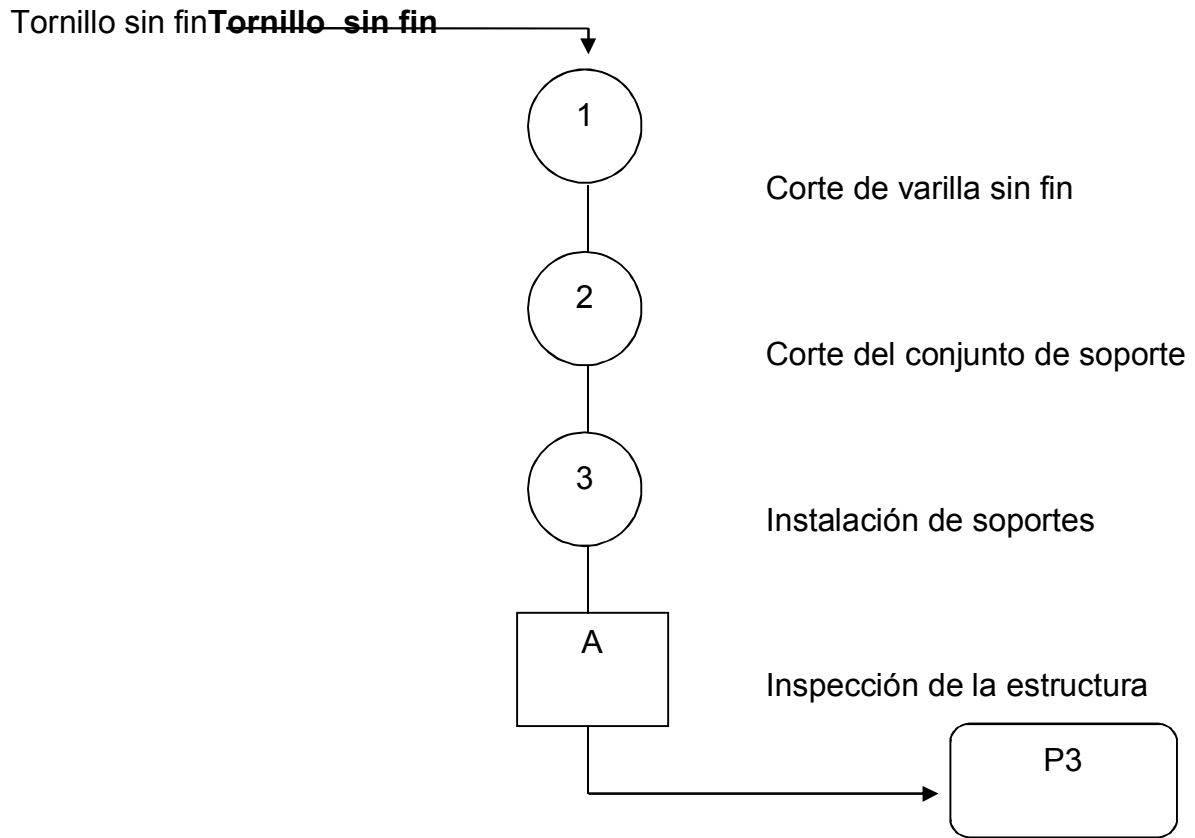
Figura 3.11 Corte y soldadura de tubo estructural y platina.  
Fuente: Investigación de Campo

3.- Instalación de los soportes reguladores en la estructura principal, para poder alzarlo al nivel deseado.



Figura 3.12 Instalación de soportes reguladores.  
Fuente: Investigación de Campo

### 3.8.1 Diagrama del proceso de la construcción



### 3.9 Procedimiento de la instalación de los rodamientos para la medición de los brazos de palanca y la datum.

1.- Medición y corte de la platina en donde se colocaran los rodamientos y los apuntadores.



Figura 3.13 Instalación de rodamientos.  
Fuente: Investigación de Campo.

2.- Se suelda la todos los el objeto de rodamiento con la base de el objeto apuntador de brazos de palanca.



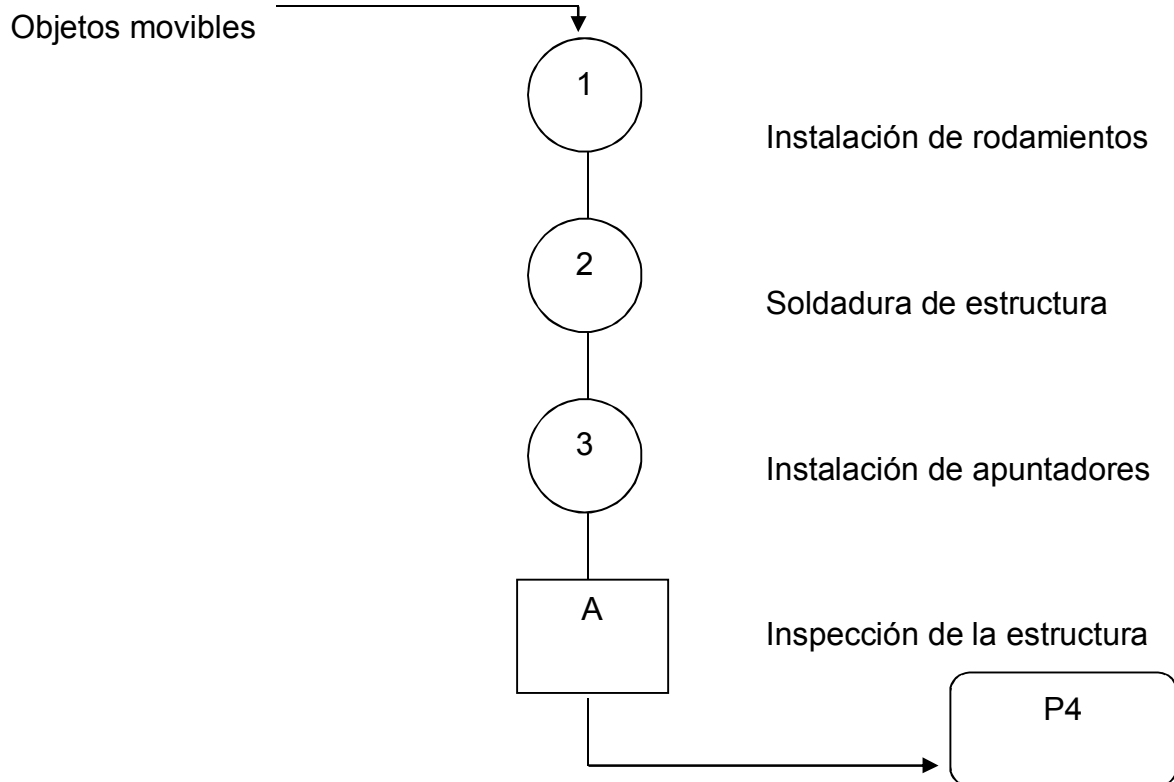
Figura 3.14 Soldadura de objetos de rodamiento.  
Fuente: Investigación de Campo

3.- Soldadura de los rodamientos con los objetos apuntadores de brazo de palanca y línea datum.



Figura 3.15 Instalación de apuntadores.  
Fuente: Investigación de Campo

### 3.9.1 Diagrama del proceso de la construcción



### 3.10 Finalización y acabado.

1.- Instalación de la platina, para el movimiento de los rodamientos.



Figura 3.16 Instalación de la platina.  
Fuente: Investigación de Campo

2.- Instalación de los rodamientos sobre la platina y la estructura principal.



Figura 3.17 Instalación de los rodamientos en la estructura principal.  
Fuente: Investigación de Campo

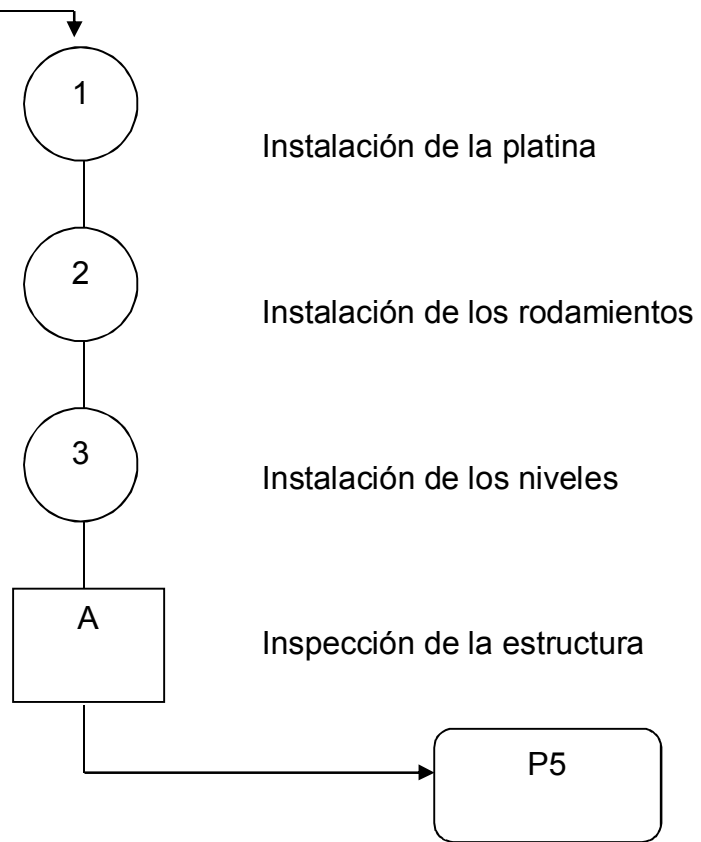
3.- Instalación de los cuatro niveles, cada uno, en cada parte baja de la estructura principal, para poder obtener con exactitud el nivel deseado.



Figura 3.18 Instalación de los niveles.  
Fuente: Investigación de Campo

### 3.10.1 Diagrama del proceso de la construcción

Estructura principal



### 3.11 Prueba de funcionamiento del banco de pruebas de peso y balance.

Tabla 3.4 Pruebas de Funcionamiento de los ejes de movimiento, balanzas, del banco de pruebas de peso y balance.

<b>Pruebas de Funcionamiento del Banco de Pruebas de Peso y Balance de los Aeromodelos</b>					
<b>Nro. De Prueba</b>	<b>Estabilidad del nivel</b>	<b>Movilidad de los rieles</b>	<b>Seguros de grados</b>	<b>Balanzas</b>	<b>Observaciones</b>
1	X	OK	OK	OK	En la primera prueba en la instalación de los equipos necesarios se pudo apreciar que no se encontraba nivelada completamente la

					<p>estructura.</p> <p>Se ubico de mejor manera la estructura para poder mantener al nivel estable.</p>
<b>2</b>	OK	X	OK	OK	<p>En la segunda prueba, después, de haber realizado una medición de peso y balance, los apuntadores se movieron un poco de la platina.</p> <p>Para lo que se limpio la platina y se engraso, para que no exista tanta fricción.</p>
<b>3</b>	X	OK	OK	OK	<p>En la cuarta prueba se realizo una investigación de instalaciones a nivel se pudo sustentar los problemas de nivelación hallados en el proceso.</p>
<b>4</b>	OK	OK	OK	OK	<p>En la cuarta prueba el Banco de Pruebas está funcionando al 100%, sin fallas, por consecuentemente el Banco de Pruebas esta completamente funcional</p>



### 3.12 Instalación del banco de pruebas de peso y balance en el laboratorio de Instrumentación y Aviónica, en el aula 1.13.

1.- Visual y técnicamente, se verifico el lugar de la instalación del banco de pruebas de peso y balance.



Figura 3.19 Lugar de Instalación  
Fuente: Investigación de Campo

2.- Se realizo la instalación del banco de pruebas de peso y balance en el laboratorio de instrumentación y aviónica.



Figura 3.20 Instalación del Banco de Pruebas  
Fuente: Investigación de Campo

3.- Se comprobó la calibración de todos los equipos necesarios, y su estado, del mismo modo se realizó una prueba de funcionamiento.



Figura 3.21 Verificación del estado del banco de pruebas  
Fuente: Investigación de Campo

4.- Instalación del Banco de Pruebas, comprobando su funcionalidad.

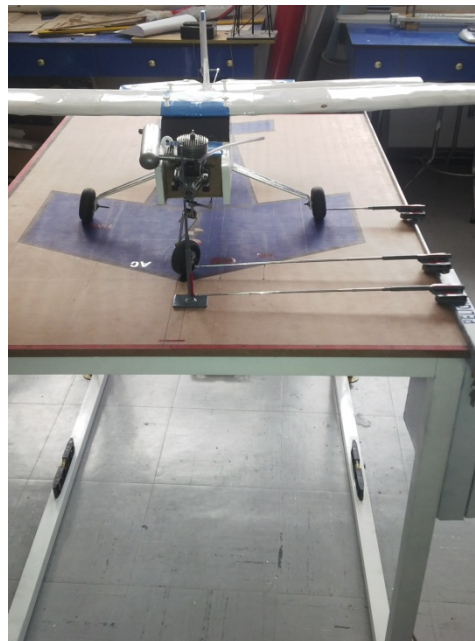
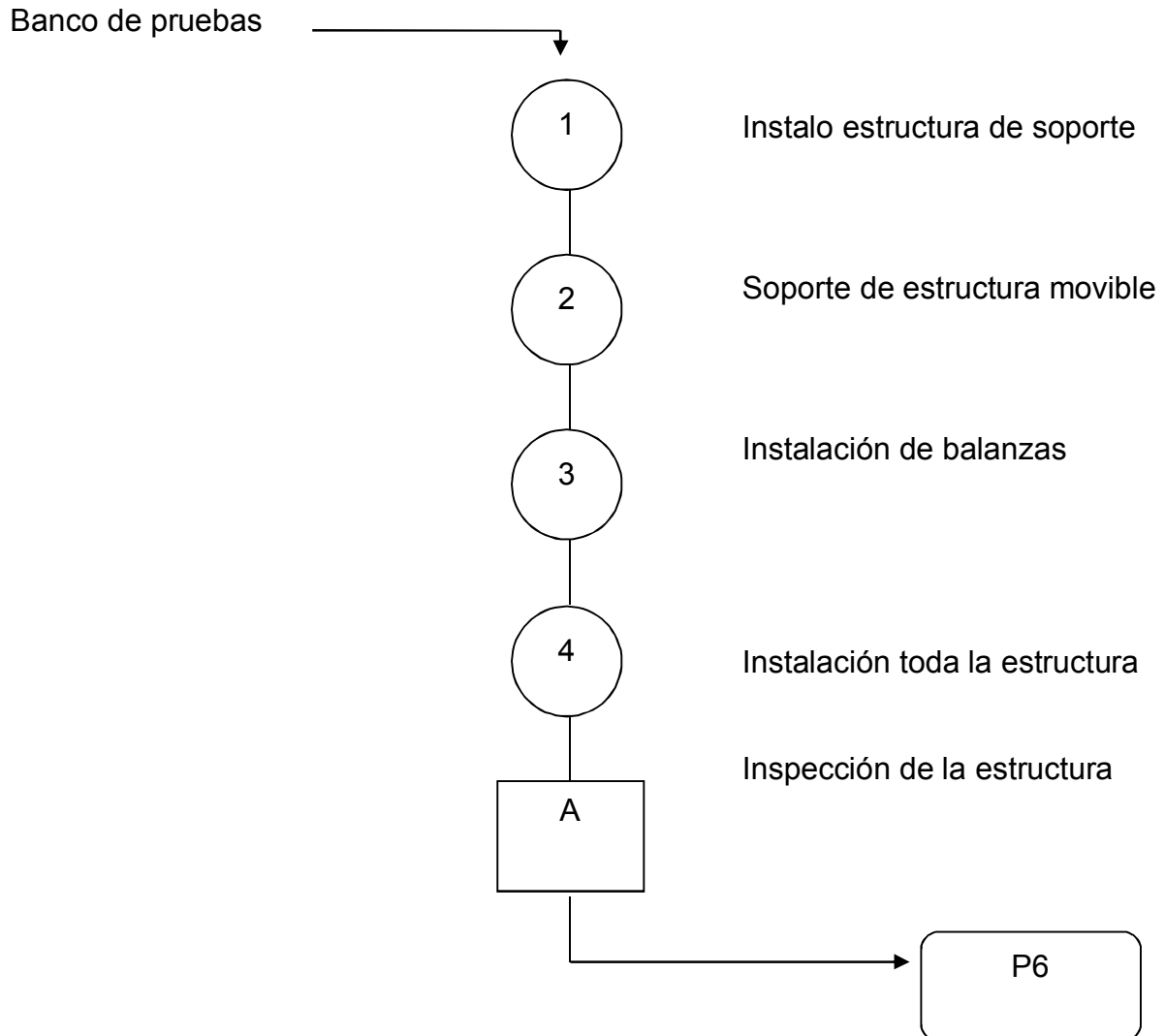


Figura 3.22 Banco de Pruebas, instalado.  
Fuente: Investigación de Campo

### 3.12.1 Diagrama de la instalación del banco de pruebas de peso y balance en el laboratorio de instrumentación y aviónica, aula 1.13.




De esta manera se completo el proceso de instalación del Banco de Pruebas de peso y balance.

Se realizo todas las pruebas operacionales, en el cual se fundamento el perfecto funcionamiento.

La instalación del Banco de Pruebas se realizo en un 100 %.

### 3.13 Manual de Operación del banco de pruebas de peso y balance

	<b>LABORATORIO DE INSTRUMENTACION Y AVIONICA</b>	<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE PESO Y BALANCE</b>	<b>Código :</b> AMJ-MI-08
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Vizcaíno García Diego Byron	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> TLGO. ULICES CEDILLO	<b>Fecha :MAR 2014</b>

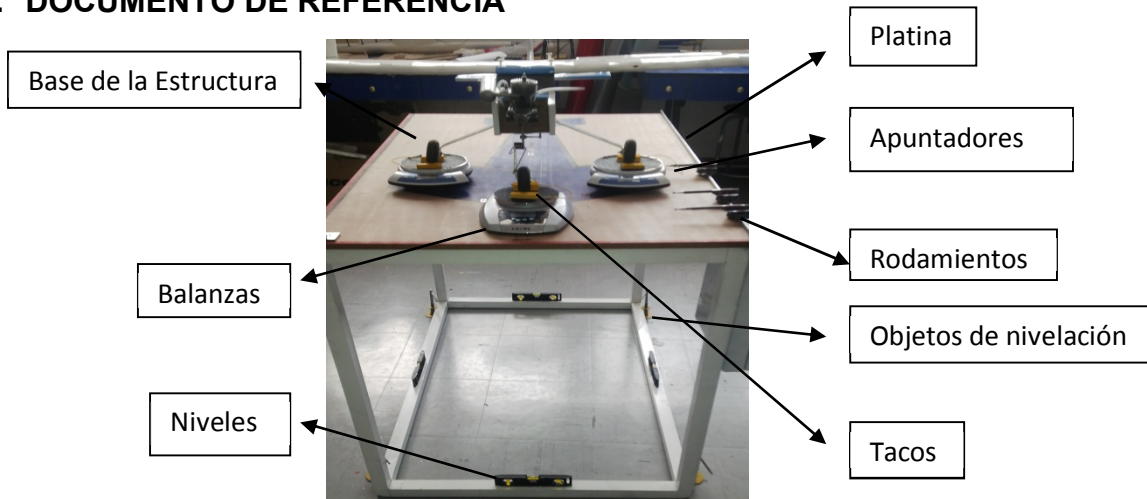
#### 1. OBJETIVO

Realizar una guía comprensible para el estudiante del Instituto, el técnico aeronáutico y personas en general acerca del funcionamiento.

#### 2. ALCANCE


Utilización óptima del Banco de Pruebas.

#### 3. DOCUMENTO DE REFERENCIA



#### 4. PROCEDIMIENTO

Se coloca en nivel el banco de pruebas, utilizando los anclajes encontrados en cada esquina, para poder proceder a la instalación del aeromodelo para su pesaje.

	<b>LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN Y AVIONICA</b>	<b>Pág. : 2 de 2</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE PESO Y BALANCE</b>	<b>Código : AMJ-MI-08</b>
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Vizcaíno García Diego Byron	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> TLGO. ULICES CEDILLO	<b>Fecha :MAR 2014</b>


**Si el banco de prueba es utilizado por personal no capacitado.**

- Verificar que el banco de pruebas se encuentre nivelado.
- Verificar la existencia de una calculadora.
- Verificar la posición del aeromodelo en la estructura.
- Verificar que el aeromodelo se encuentre recto y nivelado en el Banco de Pruebas.
- Tomar las medidas del brazo de palanca, mínimo tres medidas de brazo de palanca y peso existentes.
- Se realiza los cálculos. (ANEXO A)
- Se procede a ubicar en el lugar específico según los cálculos realizados.
- Se verifica la ubicación del C. G. según los cálculos realizados.
- Se señala el C. G., el cual debe encontrarse en el 30% de su MAC.

**Si el equipo es usado por personal capacitado.**

- Colocar el banco de pruebas a nivel, luego el aeromodelo.
- Determinar todas las medidas y pesos para la realización de los cálculos.
- Verificar si los cálculos están del centro de gravedad se encuentran den el 30% de la MAC, señalar el centro de gravedad.
- Colocar todo lo utilizado en su lugar.

### 3.14 Manual de Mantenimiento.

	<b>LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN Y AVIONICA</b>	<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS DE PESO Y BALANCE</b>	<b>Código : AMJ-MI-08</b>
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Vizcaíno García Diego Byron	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> TLGO. ULICES CEDILLO	<b>Fecha : MAR 2014</b>

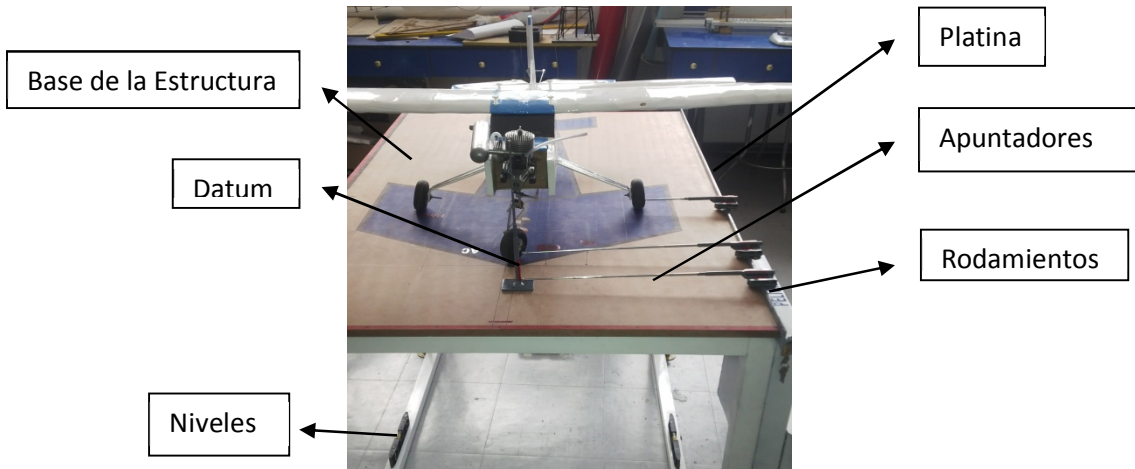
#### 1. OBJETIVO

Realizar un documento donde quede de forma optima la explicación acerca el mantenimiento correcto del banco de pruebas.

#### 2. ALCANCE

Banco de Pruebas de Peso y Balance que se encuentra en el laboratorio de Instrumentación y aviónica, aula 1.13.


#### 3. DOCUMENTO DE REFERENCIA



#### 4. PROCEDIMIENTO

Verificar el buen estado de los objetos móviles y de soporte.

De igual manera los accesorios necesarios para la funcionalidad del banco.

	<b>LABORATORIO DE INSTRUMENTACION Y AVIONICA</b>	<b>Pág. : 2 de 2</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS DE PESO Y BALANCE</b>	<b>Código : AMJ-MI-08</b>
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Vizcaíno García Diego Byron	<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> TLGO. ULICES CEDILLO	<b>Fecha :MAR 2014</b>

**MANTENIMIENTO TRIMESTRAL CHEQUEO VISUAL.**

- a) Realizar una inspección visual en general del banco de pruebas.
- b) Chequear que las estructuras de nivelación se encuentre en óptimo estado, sin daños.
- c) Chequear partes de daño o desgaste de la estructura.
- d) Manualmente revisar la platina.
- e) Revisar que los rodamientos, no, se encuentren obstruidos por alguna partícula en su riel, de igual manera lubricarlos si es necesario con NYCOGREASE GN 10.

**MANTENIMIENTO SEMESTRAL**

- a) Revisar la platina, de igual manera revisar el desgaste de los rodamientos, siendo ese el caso, engrasarlos.
- b) Limpiar toda la estructura de movimiento.

**MANTENIMIENTO ANUAL**

- a) Verificar la batería de las balanzas
- b) Verificar daños en los rodamientos, siendo ese el caso, reemplazarlos de inmediato y revisar daños en la estructura.
- c) Limpiar toda la estructura.

### 3.15 Económicos

#### 3.15.1 Costos de materiales del proyecto

Posteriormente se va a detallar los gastos del proyecto.

Tabla 3.5 Gastos Primarios.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario USD.</b>	<b>Costo Total USD</b>
Tubo extruido	4	29.50	118
Lámina de aluminio	2	12.25	24.50
Rodamientos	12	5	60
Platina	1	5.50	5.50
Juegos de Esquineros	2	14	28
Niveles	3	5.80	17,40
Balanzas Electrónicas	3	39.45	118,35
Batería Alcalina 9v.	3	5.14	15,42
Pintura Blanca	4	6.50	26
Pintura Azul	2	6.50	13
Plotter	4	4	16
Revestimiento	4	14	56
Epoxy	1	7.20	7.20
Silicona transparente	3	4.75	14.25
Silicona Blanca	4	4.25	17
Apuntadores	4	2.55	10.20
Pernos	100	0.03	3
Ángulos	2	3.75	7.50
Remachadora pop	1	16	16



Tubo extruido circular	1	17	17
Lamina de aluminio	1	7.50	7.50
Electrodos para suelda TIG de aluminio 6063	16	0.35	5.60
Tabla de MDF doble de 15 líneas	1	25.35	25.35
Cinta de doble acción	1	2.25	2.25
Acrílico	2	2.75	5.50
Varilla con hilo	1	5.60	5.60
Arandelas	36	0,50	18
Tuercas	36	0,25	9
Electrodos	5	0,40	2
<b>Total</b>			<b>671.92</b>

Fuente: Investigación de Campo  
Elaborado por: Diego Vizcaíno

### 3.15.2 Costos de gastos secundarios

Tabla 3.6 Costos Secundarios

Descripción	Costo USD
Gastos Varios	250
Impresiones de Textos	200
<b>Total</b>	<b>450</b>

Fuente: Investigación de Campo  
Elaborado por: Diego Vizcaíno

### 3.15.3 Costo total del proyecto

Tabla 3.7 Costo Total

<b>Costos</b>	<b>Valor USD</b>
Primario	681.12
Secundario	450
<b>Total</b>	<b>1,131.12</b>

Fuente: Investigación de Campo  
Elaborado por: Diego Vizcaíno

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- Por medio de un análisis y evaluación de varias alternativas tanto de materiales y componentes, se determinó cuales eran los más sobresalientes para la construcción del banco de pruebas.
- Se investigó minuciosamente los materiales a utilizar con respecto a los aeromodelos construidos a balsa, en el laboratorio de instrumentación y aviónica de la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- Se construyó con factibilidad un banco de pruebas de peso y balance con los materiales existentes en nuestro medio.
- Se realizó el manual de operación y mantenimiento para las personas que utilicen el banco de pruebas.
- Se implementó un banco de pruebas en optimas condiciones operativas, el cual, reducirá el tiempo de cálculo del peso y balance de los aeromodelos, y el mismo servirá como guía, para los nuevos estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

## **4.2 Recomendaciones**

- Antes de utilizar el banco de pruebas, leer detenidamente el manual de operación, de esta manera podrá optimizar la utilización del mismo.
- En caso de sufrir daños o desgaste en alguna parte de la estructura del banco de pruebas, reemplácelos por otros que tengan las mismas características establecidas.
- Para realizar el mantenimiento respectivo del banco de pruebas, debe guiarse en el manual de mantenimiento del banco de pruebas de peso y balance.

## Glosario de Términos

**Aeronave:** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

**Mantenimiento:** Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

**Manual de Vuelo del Avión (AFM).**- Aprobado FAA- Un documento, elaborado por el titular de un certificado de tipo para una aeronave, que especifica los límites de utilización y contiene las marcas y rótulos y otros requeridos información aplicable a las regulaciones bajo las cuales el aeronave fue certificada.

**Brazo.**- La distancia horizontal desde la punto de referencia del centro de gravedad (CG) de un elemento. El signo es positivo (+) si popa medida del datum o hacia el lado derecho de la línea central cuando se considera un cálculo lateral. El signo es negativo (-) si hacia adelante medido del dato o el lado izquierdo de la línea central cuando se considera un cálculo lateral.

**Balanceado lateralmente.**- Equilibrado de tal manera que las alas tienden a permanecer nivel.

**Lastre.**- Un peso instalado o transportada en un avión para mover el centro de gravedad a una ubicación dentro de su los límites permisibles.

**Butt (o nalga) Línea Cero.**- Una línea a través del centro de simetría de una aeronave desde la nariz hasta la cola. Sirve como el punto de referencia para la medición de las armas utilizadas para determinar el centro de gravedad lateral.

Momentos laterales que causan que la aeronave Rotar a la derecha son positivos (+), y los que hacen que se girar en sentido contrario son negativos (-).

**Centro de Gravedad (CG).**- El punto en el que un avión equilibraría si estuviera suspendido. Su distancia desde el punto de referencia se determina dividiendo el momento total por el peso total del avión. Es el centro de masa de la aeronave, o el punto teórico en que se supone que todo el peso de la aeronave a ser se concentró. Puede expresarse en porcentaje de MAC (media cuerda aerodinámica) o en pulgadas de la referencia datum.

**Peso en vacío.**- El peso de la estructura del avión, motores, todos los equipos de instalación permanente, y el combustible no utilizable. Dependiendo de la parte de las regulaciones federales bajo que la aeronave fue certificada, ya sea el aceite drenable o total del depósito de aceite está incluido.

**Centro.**- Peso en vacío del rango de gravedad. La distancia entre la permitida hacia delante y hacia atrás - peso vacío CG límites.

**Eje longitudinal.**- Una línea imaginaria a través de un avión desde la nariz hasta la cola, que pasa por su centro de gravedad.

**El peso máximo.**- El peso máximo autorizado de la aeronave y todos los de su equipo como se especifica en el tipo de Hojas de Datos de Certificado (TCDS) para la aeronave.

**Momento.**- Una fuerza que hace o intenta hacer un objeto para girar. Está indicado por el producto del peso de un elemento multiplica por su brazo.

**Peso Neto.**- El peso de la aeronave, menos el peso de las cuñas u otros dispositivos utilizados para mantener la aeronave en las escalas.

**Manual de Operaciones del Piloto (POH).**- Aprobado FAA- Un documento publicado por el fabricante de fuselajes que enumera las condiciones de funcionamiento de un determinado modelo de avión y su motor.

**Datum de Referencia.**- Unas líneas verticales imaginarias en el avión desde el que se miden todas las distancias horizontales para el propósito de equilibrar.

**Factor de reducción o Índice.**- Un número, por lo general 100 o 1000 por que un momento se divide para producir un número menor que es menos probable que cause errores matemáticos cuando calcular el centro de gravedad.

**Techo de servicio.**- La altitud máxima a la que un avión todavía puede mantener una tasa estable de ascenso de 100 pies por minutos.

**Estación.**- Ubicación a lo largo del fuselaje de un avión dado generalmente en términos de distancia de la referencia datum.

**Estación estructural.**- Esta es una ubicación en la aeronave, tales como un mamparo, que se identifica por un número que designa su distancia en pulgadas o ciento MAC del punto de referencia. El punto de referencia es, por tanto, identificado como estación de cero. Las estaciones y los brazos son idénticos. Un elemento situado en la estación 50 tendría un brazo de 50 pulgadas.

**Peso de Tara.**- El peso de las cuñas o dispositivos que se utiliza para mantener una aeronave en la balanza cuando es pesado. El peso de tara se debe restar de la lectura de escala para obtener el peso neto de la aeronave.

**TEMAC.**- Borde posterior de la cuerda media aerodinámica.

**Fichas de Certificado de Tipo de Datos (TCDS).**- El funcionario especificaciones emitidas por la FAA para una aeronave, motor o la hélice.

## Abreviaturas Utilizadas

**Pulg:** Pulgadas

**mm:** Milímetros

**kg:** Kilogramos

**Ibs:** Libras

**Cm:** Centímetros

**EPP:** Equipo de protección personal

**Al:** Aluminio

**AMM:** Manual de Mantenimiento del avión

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil

**FAA:** Administración Federal de Aviación

**CG:** Centro de Gravedad

**Datum:** Línea de referencia

**MAC:** Cuerda Aerodinámica Media

**LEMAC:** Borde de ataque de la cuerda aerodinámica media.

**TEMAC:** Borde posterior de la cuerda media posterior



## Bibliografía

### Libros

- **RECHE**, Agustín (2009). “Estructuras principales del Avión” Primera Edición.
- **MALLITASIG**, Luis (2010) “Formación y máquina de largueros, larguerillos y parches utilizados en aviación”.
- **CEDAL**, (2008) “Catalogo de Perfiles”.
- **HERNANDEZ**, Jesús (2005) “Cuando un motor de avión entra en el taller, todos sus elementos tienen que estar identificados el reto de trazar 10.000 piezas,”
- **APUNTES**, I.T.S.A. (2010) “Peso y Balance”

### Manuales

- **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**, FAA-H-8083-1A (2007), “Aircraft Weight and Balance Handbook”.
- **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**, AC 120-27E (2005), “Aircraft Weight and Balance Control”.
- **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**, AC 43,13-1B (2006), Chapter 10, “Weight and Balance”
- **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**, AC 91–23A (1977), “Pilot`s Weight and Balance Handbook”
- **SA226 SERIES**, Maintenance Manual (1998), Chapter 6, “Dimensions and Áreas”.
- **PA-46-350P, MALIBU MIRAGE**, Maintenance Manual (2009), Chapter 8 “Weighing and Balancing”.
- **BOEING**, MD-80 (1999) “AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL”
- **BOEING**, 737-200 MAINTENACE MANUAL, Chapter 49, “AUXILIAR POWER UNIT”.
- **CEDAL**, (2008) “Manual de mantenimiento de aluminio”.

## Net grafía

- <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE44.html> **(en línea)**.
- <http://www.ginecoweb.com/Piloto%20Privado/Preguntas%20PESO%20Y%20BALANCE%201%20INAC.pdf> **(en línea)**.
- [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/guias\\_man/mia/data/apendice\\_a/procedimiento\\_f\\_dgac\\_a\\_013\\_mia\\_rev5.PDF](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/guias_man/mia/data/apendice_a/procedimiento_f_dgac_a_013_mia_rev5.PDF) **(en línea)**.
- [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC/Alteraciones\\_y\\_Reparaciones\\_Parte\\_1.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC/Alteraciones_y_Reparaciones_Parte_1.pdf) **(en línea)**.
- [http://www.pilotfriend.com/training/flight\\_training/wt\\_bal.htm](http://www.pilotfriend.com/training/flight_training/wt_bal.htm) **(en línea)**.
- <http://www.iata.org/training/courses/Pages/aircraft-weight-balance-talp01.aspx> **(en línea)**.
- [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aircraft/media/FAA-H-8083-1A.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/FAA-H-8083-1A.pdf) **(en línea)**.
- <http://www.flyingcg.com/> **(en línea)**.
- [http://avstop.com/ac/Aviation\\_Maintenance\\_Technician\\_Handbook\\_General/ch4.html](http://avstop.com/ac/Aviation_Maintenance_Technician_Handbook_General/ch4.html) **(en línea)**.
- <http://www.luizmonteiro.com/wbc.aspx> **(en línea)**.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Center\\_of\\_gravity\\_of\\_an\\_aircraft](http://en.wikipedia.org/wiki/Center_of_gravity_of_an_aircraft) **(en línea)**.
- <http://www.manualvuelo.com/PRE/PRE42.html> **(en línea)**.
- <http://torroja.dmt.upm.es/media/files/ca.pdf> **(en línea)**.
- <http://www.actiweb.es/aeronautico/archivo1.pdf> **(en línea)**.
- <http://home.comcast.net/~clipper-108/AVIONES.PDF> **(en línea)**.
- <http://avion.microsiervos.com/sabias/sabias-peso-aviones.html> **(en línea)**.
- <http://www.iacc.gob.cu/Documentos/manuales/ManualInspector.pdf> **(en línea)**.