


UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA

FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO


Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Ana Milena	
Apellido (s):	Gómez Ruiz	
Código:	20132375032	
E-mail:	Anita_mile07@hotmail.com	
Teléfono fijo:	2990865	
Celular:	3202765437	

Ejecutor 2

Nombre (s):	Cristian Guillermo	
Apellido (s):	Pulido Garzón	
Código:	20141375039	
E-mail:	cristianpg.hv@hotmail.com	
Teléfono fijo:	6025029	
Celular:	3042480413	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Diseño conceptual y preliminar del ala de un avión	
Duración (estimada):	3 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	
	Prestación y Servicios Tecnológicos	X
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:		
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de procesos industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño e ingeniería mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Diseño de elementos	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

CONTENIDO

1. Resumen
2. Planteamiento del problema
3. Estado del arte
4. Justificación
5. Objetivos
 - 5.1. Objetivo general
 - 5.2. Objetivos específicos
6. Marco teórico
 - 6.1. Diseño conceptual
 - 6.2. Diseño preliminar
 - 6.3. Fases del proyecto de un avión
7. Metodología
8. Cronograma
9. Bibliografía

RESUMEN

El análisis por elementos finitos tiene muchos campos de aplicación, uno de ellos y quizá en el que mayor aportes se pueden realizar, es el diseño y optimización de aeronaves, donde mediante una correcta determinación y manipulación de las diferentes variables del proceso, se pueden garantizar resultados fiables y acertados que finalmente se traducen en reducción de costos, diseño y optimización de operaciones.

Recientemente el sector aeronáutico Colombiano ha iniciado la implementación de este tipo de herramientas con el objeto de garantizar confiabilidad en los diversos sistemas y componentes de las aeronaves, desarrollando así tranquilidad ante la posibilidad de fallas durante las operaciones aéreas.

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

El diseño y construcción de aeronaves es un campo de vital importancia el cual se ha venido desarrollando a escala mundial a través de los años, actualmente se busca optimizar los diseños e innovar en cuanto a los materiales empleados con el objetivo de hacer más eficiente el proceso del vuelo.

Al momento de realizar un proyecto de diseño de un avión se debe establecer el propósito o el uso que se le dará, teniendo en cuenta sus especificaciones para de esta manera estipular las fases y el tamaño del proceso de diseño preliminar del avión, el cual juega un papel de vital importancia para determinar las posibles fallas que se pueden presentar a futuro, en el proyecto, así como las condiciones bajo las cuales operará.

Ahora bien todos y cada uno de los elementos que componen un avión son indispensables para lograr un aumento de la eficiencia del mismo, es por ello que constantemente se busca innovar en su diseño; uno de los elementos que es muy susceptible a la optimización son las alas debido a las diferentes condiciones que deben soportar durante las fases del vuelo desde el despegue hasta el aterrizaje. Si se da un vistazo a los elementos que componen las alas así como los diferentes diseños que se han desarrollado y adoptado por los fabricantes es posible comprender su importancia.

Colombia es un país que ha tenido un desarrollo interesante en la evolución de la aviación, en un inicio era vista únicamente con el propósito de diversión para entretener al público, pero después fueron empleados para la entrega de correo, durante de la segunda guerra mundial se adquirieron aeronaves con el fin de transportar carga y pasajeros, poco a poco se fue adquiriendo cierto grado de confianza a la hora de volar. En cuanto a la fabricación de aeronaves se ve como desde hace algunos años hasta la actualidad se diseñan y construyen aviones a nivel nacional, a partir de modelos ya existentes a los que se les realizan ciertas modificaciones a nivel de su estructura, aerodinámica y aviónica, un ejemplo de lo anterior es la fabricación en los años 90's del avión Gavilán el cual surge ante la necesidad de un avión económico, seguro y como resultado de varios asuntos legales, altos costos de seguros, las constantes fallas de los aviones monomotores no solo en Colombia sino a nivel mundial.

En este proyecto en particular se busca determinar las fuerzas que intervienen en el cuerpo estructural de un perfil alar recto realizar un diseño conceptual un diseño preliminar del mismo, con el objeto de reducir costos de producción y manteniendo la funcionalidad del avión.

1.1. ESTADO DEL ARTE

Desde un inicio el diseño de aeronaves se inspiró en el vuelo de las aves, los primeros diseños fueron desarrollados por el inventor Leonardo Da Vinci, entre sus principales contribuciones se encuentran el tornillo aéreo o hélice, aunque Leonardo nunca pudo construir estas máquinas más adelante en los siglos XIX y XX, se creó un prototipo de su diseño y el cual era capaz de volar.

Posteriormente se desarrollaron artefactos más livianos que el aire como el globo y luego de varios fracasos e innumerables intentos, en 1890 se creó el primer avión llamado "Eolé" que voló a una altura de 20 cm y recorrió una distancia de 50 metros.

A la postre se realizaron varios experimentos con cometas, los cuales aportaron conocimientos sobre la aerodinámica y la estabilidad del vuelo, esto junto con todos los logros en este campo del siglo XIX, el desarrollo de los motores a gasolina fueron fundamentales en el éxito de los hermanos Wright conocidos como los padres de la aviación, quienes diseñaron, fabricaron y volaron la primer aeronave más pesada que el aire propulsada por motor en 1903.

Otro actor importante fue el Brasileño Alberto Santos-Dumont quien en 1906 realizó el primer vuelo de un avión que volara por sus propios medios, a diferencia del de los hermanos Wright, que necesitaba la ayuda externa de una catapulta para iniciar el vuelo.

Durante algunos años se siguieron desarrollando vuelos cortos en Estados Unidos y Europa, en 1915 se realiza pruebas de un avión fabricado completamente en metal y cuatro años más tarde se lleva a cabo el primer vuelo trasatlántico sin escalas entre Canadá e Irlanda.

En las dos guerras mundiales se realizaron grandes progresos en cuanto al desarrollo de aeroplanos y motores, en la primera guerra mundial se emplearon aeronaves ligeras y pequeñas usadas para el reconocimiento, ataque y bombardeo, una vez finalizado este conflicto bélico dichas aeronaves fueron utilizadas por los aviadores entrenados durante la guerra para el transporte de pasajeros, y actividades como fotografía aérea, propaganda, vuelos de entrenamiento, exhibiciones acrobáticas, las cuales representaban un beneficio económico para ellos.

En 1930 y 1940 crecieron rápidamente vuelos transoceánicos y de pasajeros, luego en la segunda guerra mundial la aviación fue de vital importancia para la consecución de los objetivos bélicos, lo que implicó un avance en cuanto al desarrollo de tecnologías y el incremento del número de aviones fabricados. Una vez finalizado el conflicto, la producción de aviones militares se redujo drásticamente y aumento la demanda de aviones comerciales.

Ahora bien en cuanto a los aviones empleados para el transporte de pasajeros creció rápidamente debido al desarrollo de aviones más seguros y cómodos. En Europa se inicia en 1919, mientras que en Estados Unidos se da en 1927.

Posteriormente se dieron avances en cuanto a velocidad, altura y longitudes que los aviones podían recorrer gracias a los avances en cuanto a los motores y turbinas con los que estos eran impulsados.

En 1952 el avión Británico De Havilland Comet inicio su servicio, el Boeing 707 en 1958, el Douglas DC-8, Convair 880, 990, aparecieron a finales de la década de 1950, estos aviones tienen la capacidad de transportar más de 100 pasajeros y una velocidad aproximada de 900 Km/h.

Aviones como el Boeing 737, DC-9, el Fokker F-28 y el BAC-111, aparecieron en 1960. Boeing 747 el cual fue el primer avión de fuselaje alto entro en servicio en 1970, junto con el Douglas DC-10, El Lockheed 1011 Tristar los cuales son aviones con capacidad cercana a 300 pasajeros y son empujados por tres motores montados en la cola.

En la cima del desarrollo de la tecnología aeronáutica encontramos al avión supersónico comercial o SST el cual disminuye los tiempos en los recorridos.

A lo largo de la historia de la aviación es evidente que el desarrollo de las tecnologías gira en torno a tres variables importantes: materiales, diseño y actualmente el desarrollo de nuevos combustibles.

Los aviones Boeing de fabricación Norteamericana y los Airbus de fabricación Europea son los líderes en la aviación comercial hoy día; los avances que estos dos grandes de la aviación desarrollan se encuentran enfocados en mejorar la eficiencia y el desarrollo de nuevos combustibles amigables con el medio ambiente, debido a la mejora continua del rendimiento de sus productos y la modernización del tráfico aéreo que implican un consumo mayor de combustible.

En Colombia el diseño y fabricación de aviones se ha venido desarrollando aproximadamente desde 1967 en Guaymaral donde se iniciaron los primeros intentos de fabricar un avión, por parte de dos empresas pioneras en este tema: Aviones de Colombia y Aeroleaver, para 1978 Aviones de Colombia había fabricado 98 Aeronaves bajo la licencia de Cessna, las cuales iban desde aviones de instrucción hasta poderosos bimotores.

Por otro lado Aerolaver en 1986 bajo el liderazgo de Erick Leaver junto con su grupo de trabajo conformado por veintidós personas dirigidas por los ingenieros Eduardo Quintero y Jaime Silva, diseñaron y construyeron el Gavilán 358, un avión de carga el cual surgió como solución a una serie de circunstancias legales y económicas presentadas no solo a nivel local sino que también a nivel mundial, además suplir la necesidad de un avión de bajo costo, mono pistón, con capacidad de entre 7 y 8 pasajeros, con una cabina fácil de cargar y apto para pistas cortas.

Una vez el Gavilán logro la certificación de la FAA de los Estados Unidos se encontraba listo para traspasar las fronteras nacionales y fue comercializado a otros países de la región como Venezuela, Chile y Perú. La suerte de la industria Aeronáutica en Colombia dio un giro de 180 grados y paso de ser una de las más prometedoras a encontrarse rezagada en un par de años, debido a la falta de apoyo e incentivos por parte del estado.

Actualmente en Colombia empresas como la Corporación de la industria Aeronáutica de Colombia diseña y fabrica aviones de instrucción, un ejemplo de esto es la fabricación del Calima T-90, el cual reemplazaría a los aviones Mentor T34, con el propósito de brindar un entrenamiento a los pilotos militares con tecnología de última generación e impulsar el desarrollo de la tecnología aeronáutica en Colombia.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la industria de la Aviación en Colombia se ha venido evidenciando un aumento en los desarrollos tecnológicos de los equipos existentes. Como ya es conocido, las aeronaves que se desarrollaron en el territorio nacional tomaron como base otras tecnologías extranjeras y con una serie de puntos de partida o condiciones, se dio origen a aviones como el caso particular del Gavilán 358.

Es aquí donde se busca dar solución en cuanto reducción de costos de fabricación, desarrollando un análisis conceptual y un diseño preliminar de este elemento con el cual se tendrían posibles soluciones que optimicen el funcionamiento favoreciendo así el factor económico.

La idea es dar inicio a un trabajo de análisis soportado con una serie de conocimientos técnicos que justifiquen las posibles alternativas de diseño del perfil alar y que tengan repercusión en el funcionamiento del avión.

Con el análisis que se desarrollará se busca reducir los materiales y el coste en la fabricación de las alas, además de tener un diseño que garantice las funciones para las que fue diseñado el avión mediante un proceso de optimización debido a que los métodos tradicionales son realizados bajo supuestos que hacen que queden sobredimensionados.

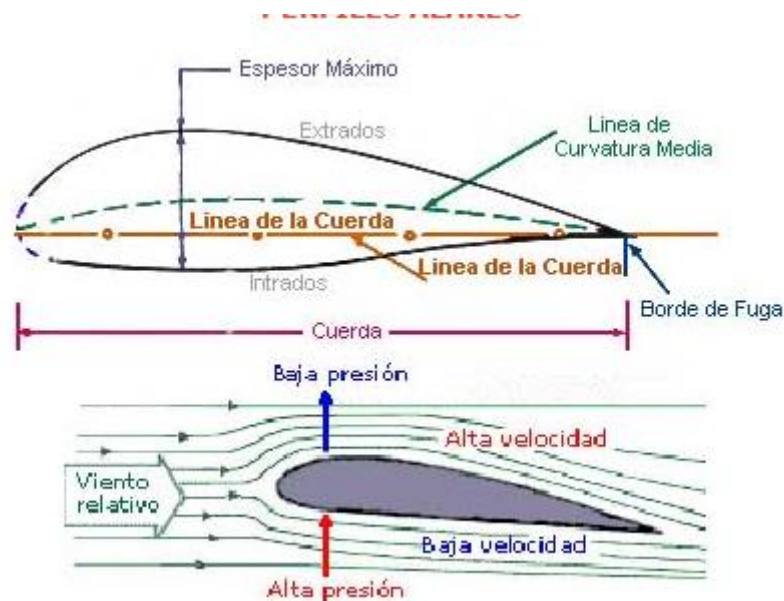


Imagen 1. Perfil alar

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño estructural conceptual de un perfil alar tipo recto.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1. Determinar la configuración inicial de la aeronave acorde con la misión establecida.

2.2.2. Realizar el diseño estructural conceptual.

2.2.3. Realizar una optimización paramétrica de la viga principal y de las cotillas.

3. LIMITANTES

Para el desarrollo del proyecto se establecieron las siguientes limitantes:

3.1. El ala será de tipo recto.

3.2. El diseño no incluye la selección del perfil aerodinámico se utilizará el que tiene actualmente la aeronave.

3.3. No se considera la piel del ala como un elemento estructural, no se diseñaran elementos de unión como remaches, tornillos o soldaduras.

4. MARCO TEÓRICO

Como primera medida se debe definir el proceso correcto para realizar el diseño, las fases, tareas a realizar y los conceptos necesarios para poder desarrollar un análisis apropiado de las variables que se presenten durante el desarrollo del proyecto.

4.1. DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño conceptual se puede dividir en 6 etapas principales que a su vez se subdividen en otras las cuales se presentan a continuación:

4.1.1. Identificación del problema

- 4.1.1.1.** Dominio del diseño.
- 4.1.1.2.** Descomposición del producto.
- 4.1.1.3.** Diagrama estructural del producto.
- 4.1.1.4.** Forma.
- 4.1.1.5.** Función.
- 4.1.2.** Definición del problema
 - 4.1.2.1.** Declaración del problema.
 - 4.1.2.2.** Metas de diseño y objetivos.
 - 4.1.2.3.** Restricciones de diseño.
 - 4.1.2.4.** Dominio del diseño nomenclatura.
 - 4.1.2.5.** Criterios de evaluación del diseño.
- 4.1.3.** Reunión de información.
 - 4.1.3.1.** Base del conocimiento.
 - 4.1.3.2.** Base de datos tecnológica.
- 4.1.4.** Síntesis
 - 4.1.4.1.** Planos 2D
 - 4.1.4.2.** Modelos 3D
- 4.1.5.** Análisis
 - 4.1.5.1.** Modelamiento.
 - 4.1.5.2.** Modelo matemático.
 - 4.1.5.3.** Metamodelo.
 - 4.1.5.4.** Modelo físico
 - 4.1.5.5.** Optimización.
- 4.1.6.** Prototipado
 - 4.1.6.1.** Prototipado virtual.
 - 4.1.6.2.** Prototipado rápido

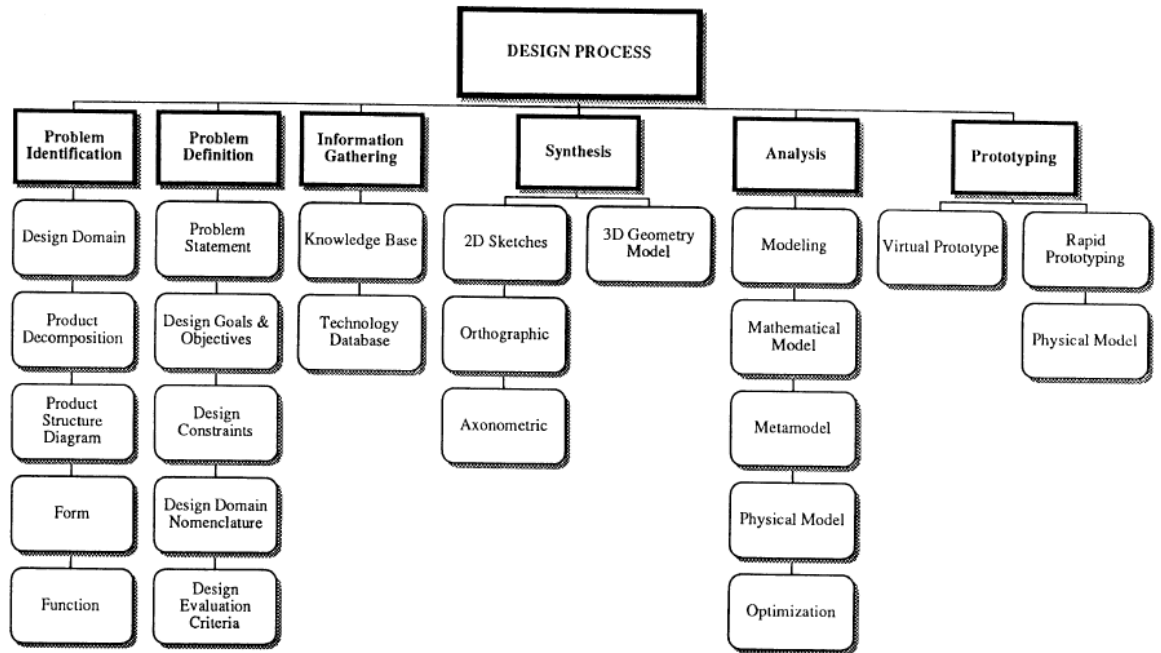


Figura 1. Mapa conceptual del Proceso de Diseño.

4.2. DISEÑO PRELIMINAR.

El diseño preliminar consiste en definir la función y funcionalidad del producto, vida útil, que debe hacer, tiempos de trabajo, para posteriormente tomar decisiones, acerca de los materiales a emplear.

4.3. FASES DEL PROYECTO DE UN AVIÓN

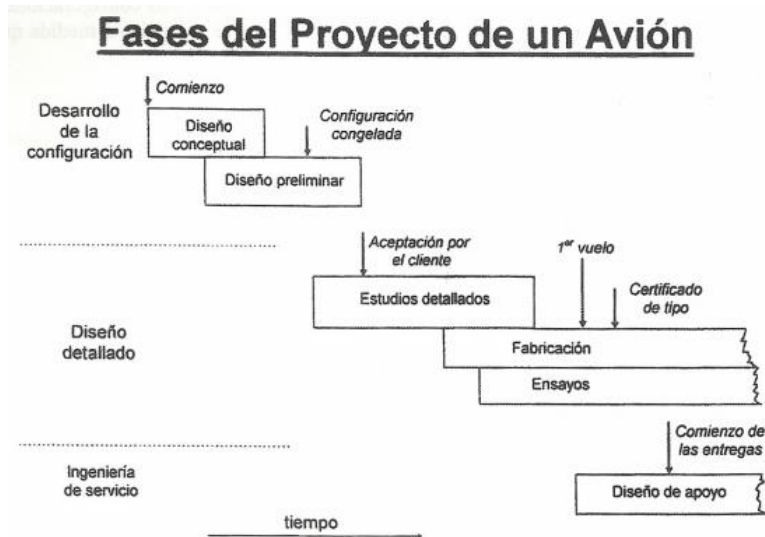


Figura 2. Fases del proyecto de un avión.

El proceso de diseño del ala de un avión está basado en una serie de restricciones tales como la dimensión general del prototipo, peso, superficie alar, selección del perfil alar. Hay que tener en cuenta que para determinar la superficie alar es necesario tener información sobre la carga, y eso depende del tipo de avión al cual se realizara el análisis, en el caso particular de este proyecto es un avión el cual vuela a bajas velocidades.

Tipo de aeromodelo	Carga alar W/S (kg/m^2)
Alta velocidad, alta maniobrabilidad	7.32
Deportivos de velocidad moderada	5.80
Entrenadores de baja velocidad	4.27
Planeadores de ladera	3.97
Planeadores	3.05

Tabla 1. Carga alar según el tipo de aeronave.

Para la selección del perfil alar se deben tener en cuenta factores como el coeficiente de levantamiento, tipo de flujo que incide en el ala, condiciones de vuelo, características del aire, etc.

4.4. PROCESO DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE UN AVION

El diseño conceptual será usado como un conjunto específico de requerimientos establecidos por la prospectiva del cliente o por una compañía generadora que piensa lo que un futuro cliente puede necesitar. Los requerimientos de diseño incluyen parámetros como el alcance, la carga, las distancias de despegue y de aterrizaje, maniobrabilidad y requerimientos de velocidad.

Dichos requerimientos también incluyen una amplia gama de especificaciones de diseño civiles y militares, las cuales deben ser reunidas. Estas abarcan disipadores de velocidad, pérdida de velocidad, límites de diseño estructural, ángulos de visión de los pilotos, combustible de reserva, entre otras.

Antes de iniciar el diseño, se debe tomar una decisión acerca de las tecnologías que serán incorporadas. Si el diseño no será construido en un futuro cercano, este se debe hacer solo con las tecnologías actualmente disponibles. Si el diseño se realizara en un futuro más distante, se debe desarrollar un estado del arte para determinar que tecnologías emergentes estarán listas para usarse en un determinado tiempo.

Actualmente los diseños usualmente inician con un dibujo conceptual, el cual da una indicación aproximada de cómo se verá el diseño. Un buen dibujo conceptual incluirá las geometrías aproximadas del ala y la cola, la forma del fuselaje, y la localización interna de los componentes primordiales como el motor, la cabina, compartimientos de carga y el de pasajeros, tren de aterrizaje y tal vez los tanques de combustible.

El dibujo conceptual puede ser usado para estimar la aerodinámica y el peso por comparación con diseños previos. Estas estimaciones son empleadas para realizar una primera aproximación del peso total y el peso del combustible para desempeñar determinada misión, mediante un proceso denominado "tamaño". El dibujo conceptual puede no ser necesario para tamaños iniciales si el diseño se asemeja a uno previo.

En este orden el tamaño brinda la información necesaria para desarrollar un plan inicial de diseño.

El plan inicial es analizado para determinar si realmente el tamaño determinado inicialmente es el indicado para la misión. La aerodinámica, pesos y las características de propulsión son analizados para posteriormente usarlas en los cálculos detallados del tamaño. Las técnicas de optimización son empleadas para encontrar la aeronave más liviana o de menor costo capaz de ejecutar la misión diseñada y que reúna todos los requerimientos.

Los resultados de esta optimización incluyen una mejor estimación del peso total requerido, y el peso total de combustible para desempeñar la misión. Los resultados también incluyen revisión de los requerimientos de motor y tamaño de las alas. El producto final de todo esto será el diseño de una aeronave que puede pasar a la fase de diseño preliminar.

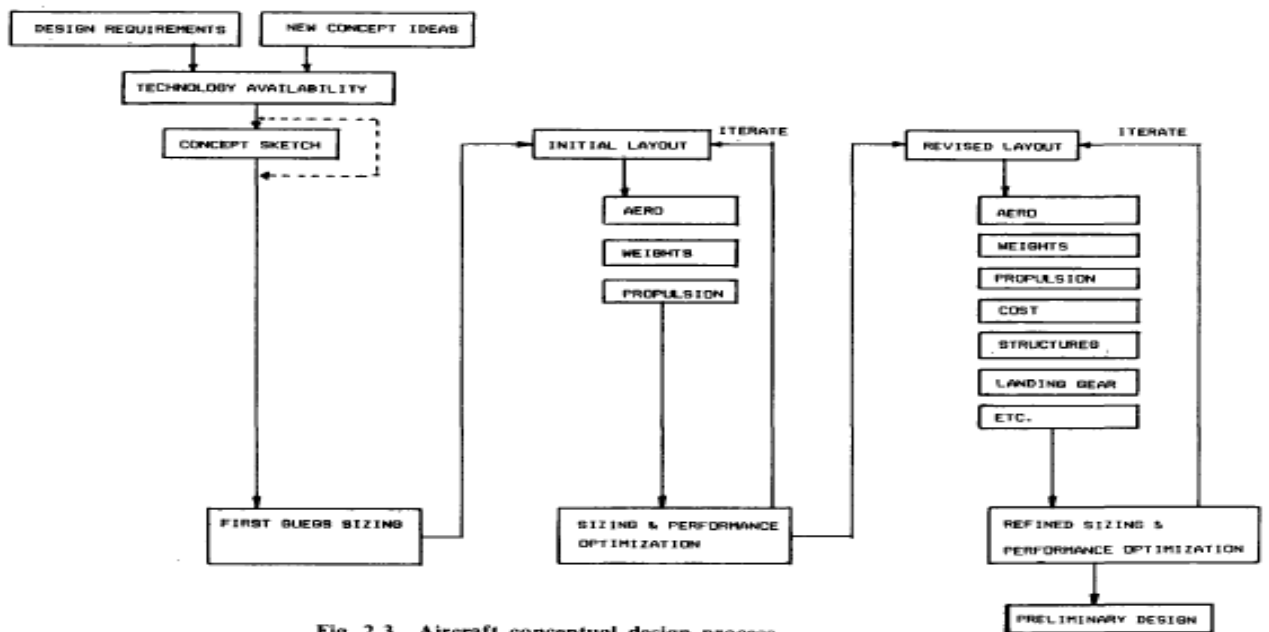


Fig. 2.3 Aircraft conceptual design process.

Figura 3. Proceso de diseño conceptual de una Aeronave.

5. METODOLOGÍA

ACTIVIDAD No.	ACTIVIDAD A REALIZAR	DESCRIPCIÓN
1	Revisión documental	En esta etapa del proyecto se realizará una revisión de la documentación relacionada con el diseño conceptual, diseño preliminar en general, para posteriormente vincularlos al diseño del ala de un avión.
2	Adquisición de planos	Adquirir los planos del ala de un avión, para este caso y debido a la facilidad de consecución de estos se decidió seleccionar el ala de un avión Gavilán.
3	Determinación cargas	Determinar las cargas (fuerzas) a las cuales se encuentre sometida el área del Gavilán en las diferentes fases de

		vuelo
4	Diseño conceptual	A partir de la información sobre el diseño conceptual, y sobre el diseño del ala de un avión en esta etapa se realizara el diseño conceptual del ala de un avión Gavilán.
5	Modelamiento Ansys	Con ayuda del software Ansys, una vez determinadas las cargas que actúan sobre el ala del avión, se pretende realizar el modelamiento y la simulación del comportamiento del ala en las diferentes fases del vuelo, analizar cómo influyen estas sobre la estructura, mediante la observación de las deformaciones y esfuerzos máximos producidos.
6	Optimización	Optimizar el ala del avión mediante la modificación de la geometría (dimensiones) de esta.
7	Diseño preliminar	Determinar las nuevas dimensiones del ala de un avión y los posibles materiales a emplear.

6. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	MESES											
	1				2				3			
	SEMANAS											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación y analisis de información	■	■										
Analisis de geometria del ala			■									
Determinación de las fuerzas				■								
Determinación del modelo matematico					■							
Modelamiento en Ansys						■	■					
Analisis de deformaciones y esfuerzos maximos								■				
Optimización									■			
Analisis dimensiones finales										■		

7. BIBLIOGRAFÍA

[1] <http://www.revistacredencial.com/credencial/content/historia-de-la-aviacion-en-colombia-1911-1950>

[2] <http://www.aviacol.net/noticias-del-aire/avances/entrega-del-ultimo-avion-t-90c-calima.html>.

[3]<http://foros.aviacol.net/fuerza-aerea-colombiana-f11/transporte-gavilan-t251.html>.

[4]http://www.tendencias21.net/Airbus-Boeing-y-Embraer-se-unen-para-desarrollar-biocombustibles_a10847.html.

[5]<http://avesgrandes.blogspot.com/2012/06/marco-teorico-se-entiendepordisen.html>.

[6] http://www.profesorenlinea.cl/mediosocial/Avion_Historia.htm.

[7] <http://www.dinero.com/Imprimir/10009>.

[8] <http://www.ciac.gov.co/productos-y-servicios/fabricacion/61>.