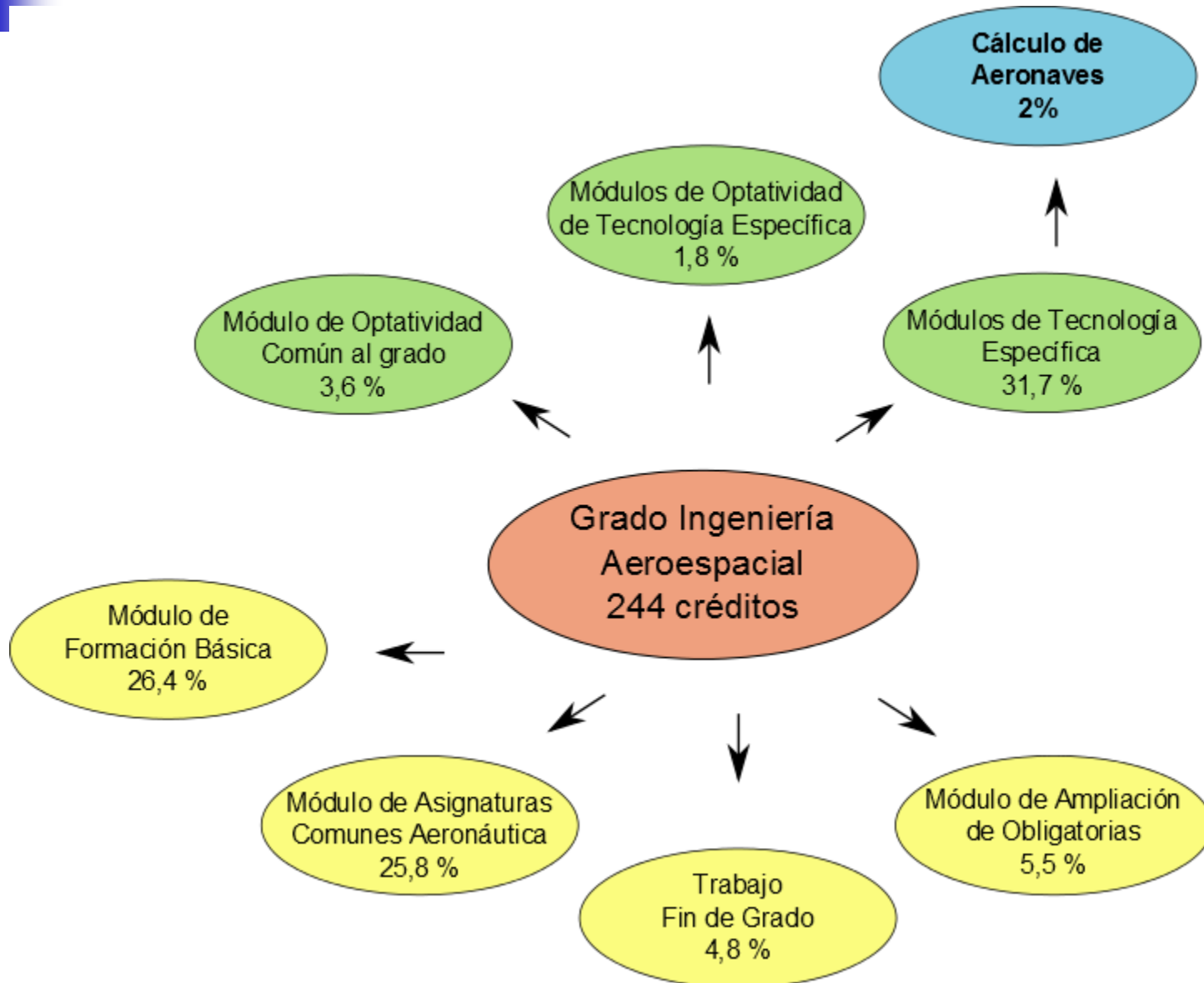




Introducción

- Estudios de Ingeniería Aeronáutica
- Diseño de Aviones/Cálculo de Aviones
- Objetivos de la Asignatura
- Organización de la Asignatura
- Proyecto Docente
- Metodología Docente
- Calificación y Evaluación
- Foros de Debate
- Planificación de la Asignatura
- Material Didáctico
- Contenido de la Asignatura
- Textos Recomendados
- Software

Estudios de Ingeniería Aeronáutica

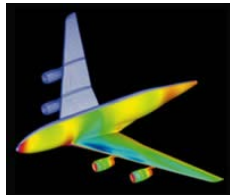


Información de Contacto

- Profesor: Sergio Esteban
- Oficina: PB, Esquina NO, Núm. 8
- E-mail: sesteban@us.es
- Página web de la asignatura:
 - <http://aero.us.es/adesign/>
 - Plataforma Enseñanza Virtual: <http://ev.us.es>
- Tutorías Curso 2018-2019 (Flexibles):

Aircraft Design: Multidisciplinary Task

It implies collaboration between engineers from different branches, which is always a challenge.
It is not a direct but an iterative process



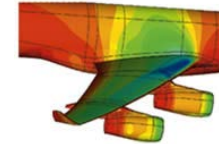
Numerical Aerodynamics



Wake Analysis



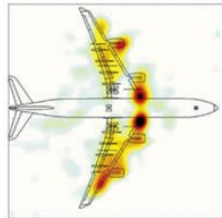
Wind Tunnel Tests



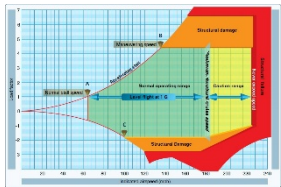
Propulsion



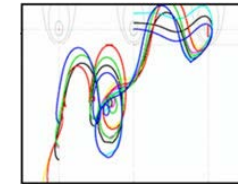
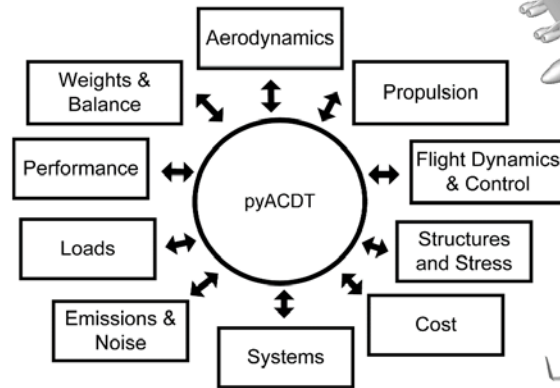
Aeroelasticity



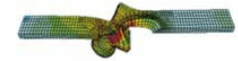
Noise reduction



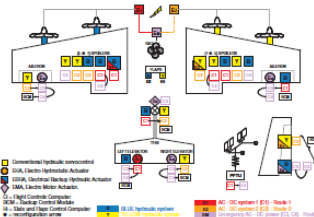
Flight Envelope



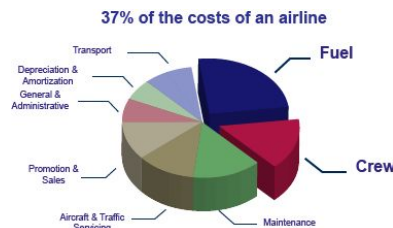
Control Laws



Strength of Materials and Structures



Aircraft Systems



Airplane Costs

The first design is not usually the good one! - But it's a good start!

La belleza está en los ojos a través de los que la observan

"Dream airplanes" – C. W. Miller

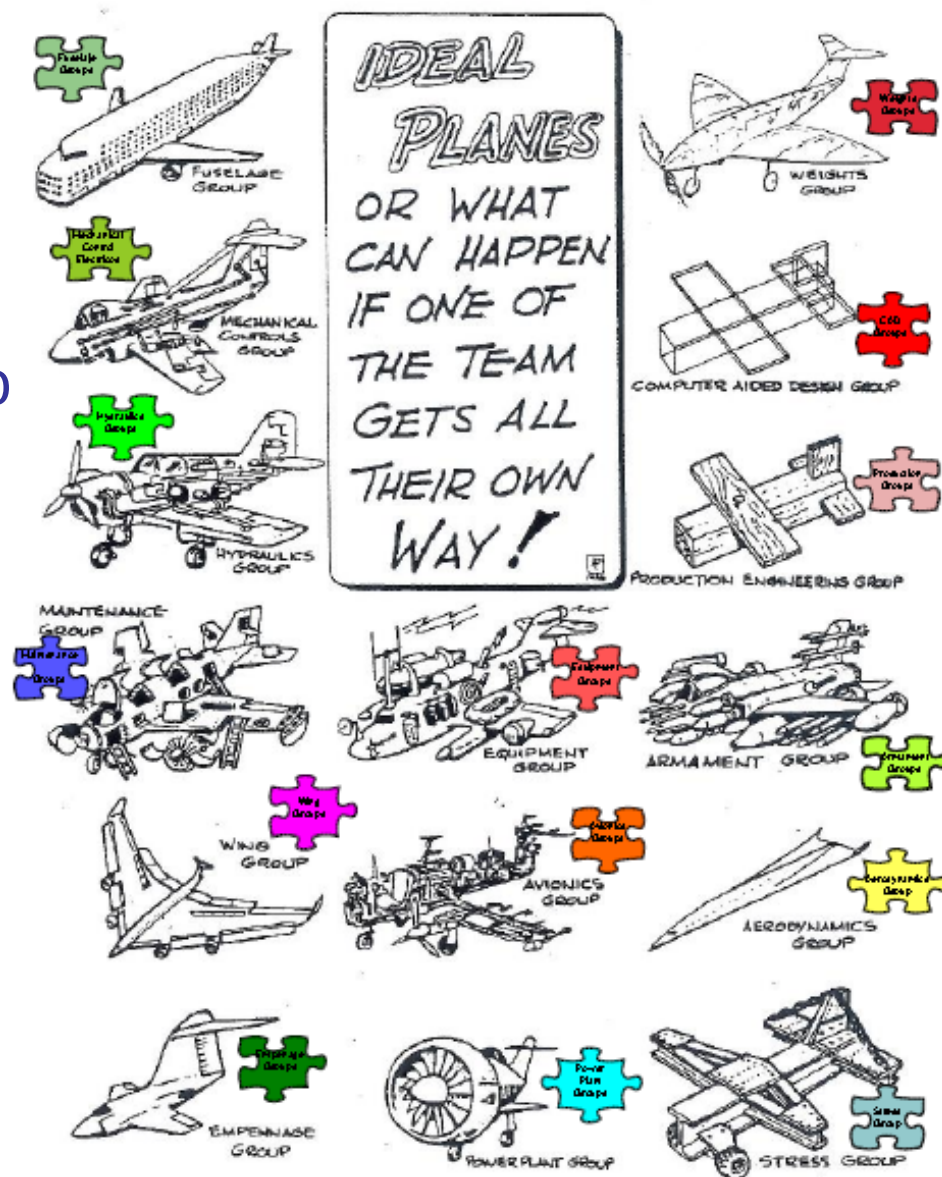


Visión no concurrente
de la ingeniería de DISEÑO

La belleza está en los ojos a través de los que la observan

“Dream airplanes” – C. W. Miller

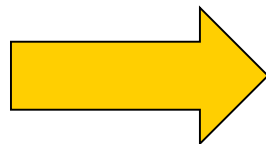
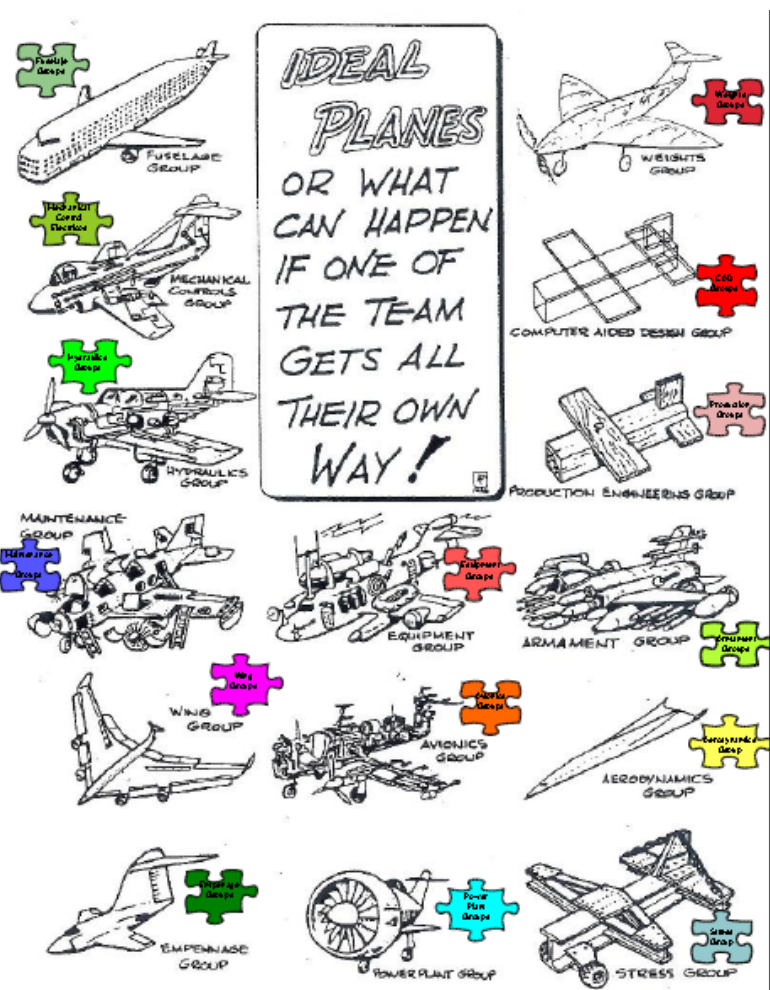
Cada una de las áreas de diseño es parte de un gran puzzle que conforma un diseño basado en la Ingeniería Concurrente



La belleza está en los ojos a través de los que la observan

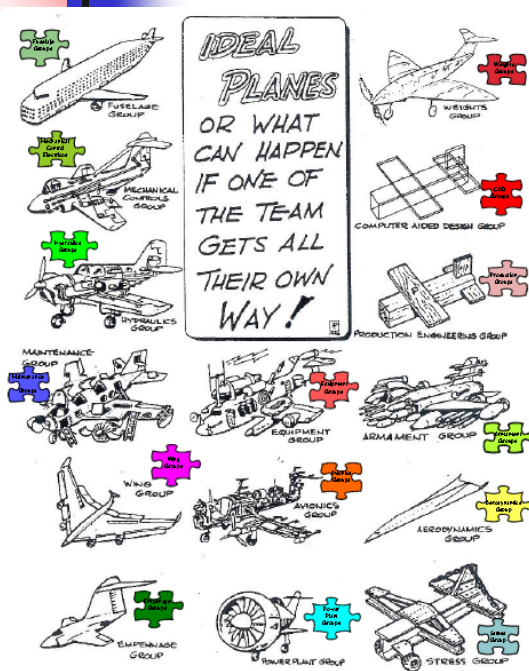
“Dream airplanes” – C. W. Miller

Proveer herramientas para “completar” en puzzle

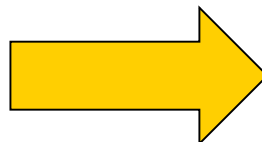


La belleza está en los ojos a través de los que la observan

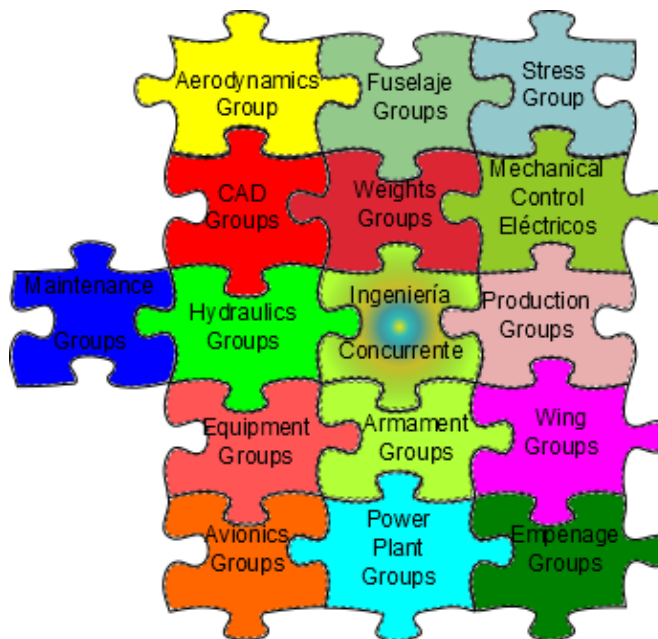
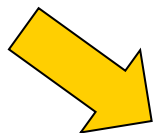
“Dream airplanes” – C. W. Miller



INGENIERÍA CONCURRENTE



ELEMENTO COHESIONADOR



Aircraft Design Phases - I

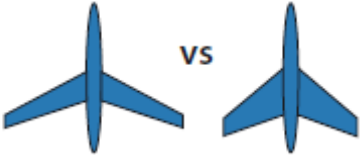
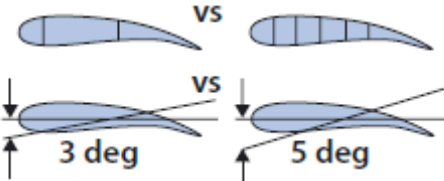
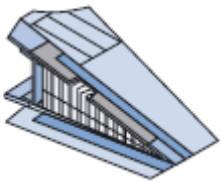
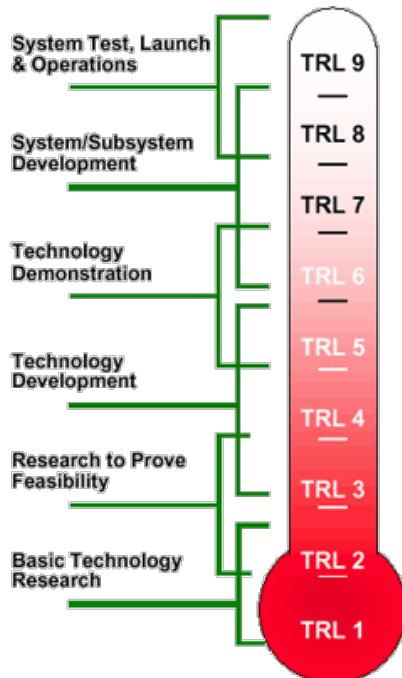
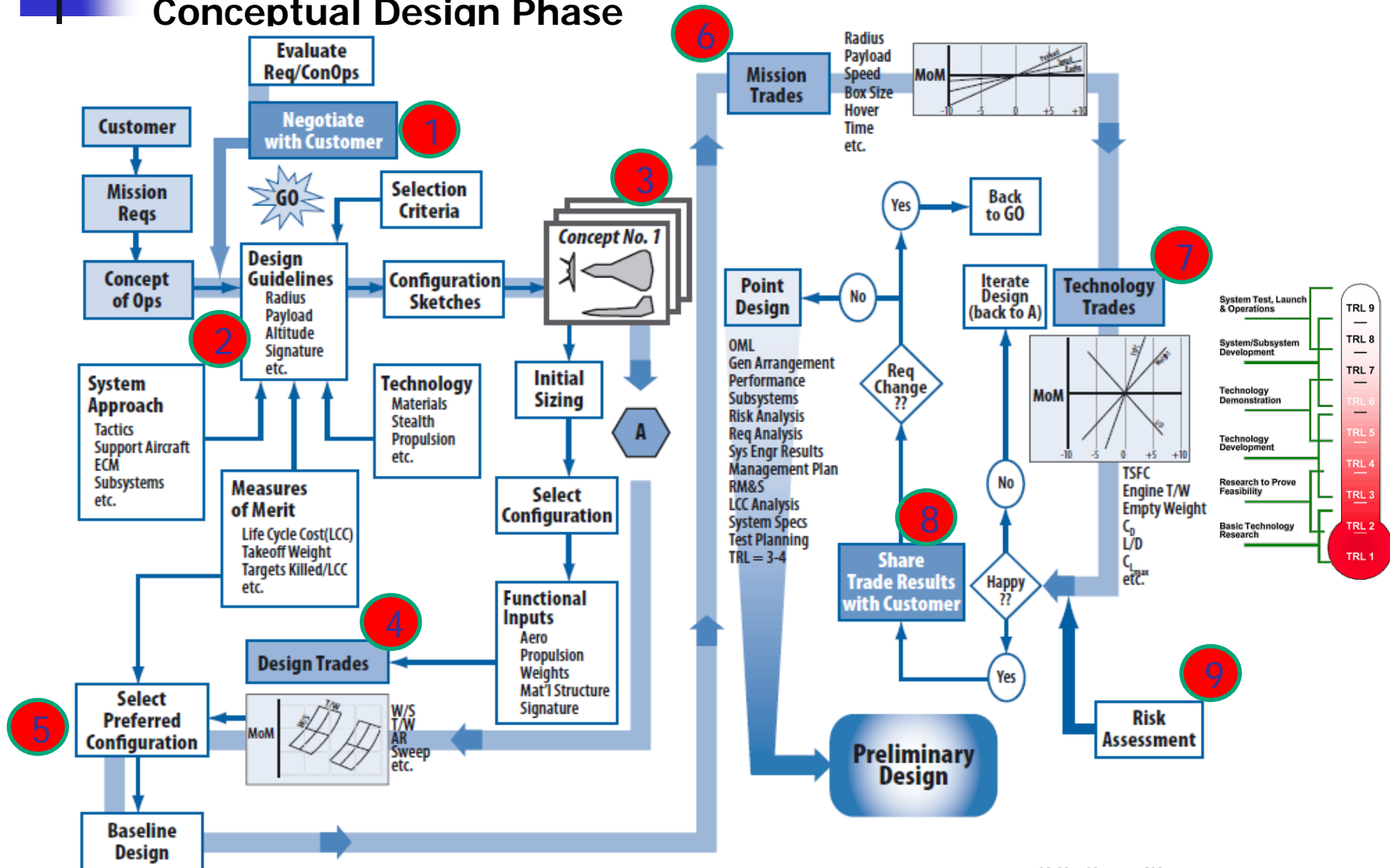
	Phase 1 Conceptual Design	Phase 2 Preliminary Design	Phase 3 Detail Design					
								
Known	Basic Mission Requirements Range, Altitude, & Speed Basic Material Properties σ/ρ E/ρ $\$/lb$	Aeroelastic Requirements Fatigue Requirements Flutter Requirements Overall Strength Requirements	Local Strength Requirements Producibility Functional Requirements					
Results	<table border="1"> <tr> <th>Geometry</th> <th>Design Objectives</th> </tr> <tr> <td>Airfoil Type R t/c λ Δ</td> <td>Drag Level Weight Goals Cost Goals</td> </tr> </table>	Geometry	Design Objectives	Airfoil Type R t/c λ Δ	Drag Level Weight Goals Cost Goals	Basic Internal Arrangement Complete External Configuration <i>Camber & Twist Distribution</i> <i>Local Flow Problems Solved</i> Major Loads, Stresses, Deflections	Detail Design <i>Mechanisms</i> <i>Joint Fittings and Attachments</i> Design Refinements as Result of Testing	
Geometry	Design Objectives							
Airfoil Type R t/c λ Δ	Drag Level Weight Goals Cost Goals							
Output	Feasible Design	Mature Design	Shop Designs					
TRL	2 – 3	4 – 5	6 – 7					

Figure 1.14 The three phases or levels of aircraft design [12].

Aircraft Design Phases - II

Conceptual Design Phase

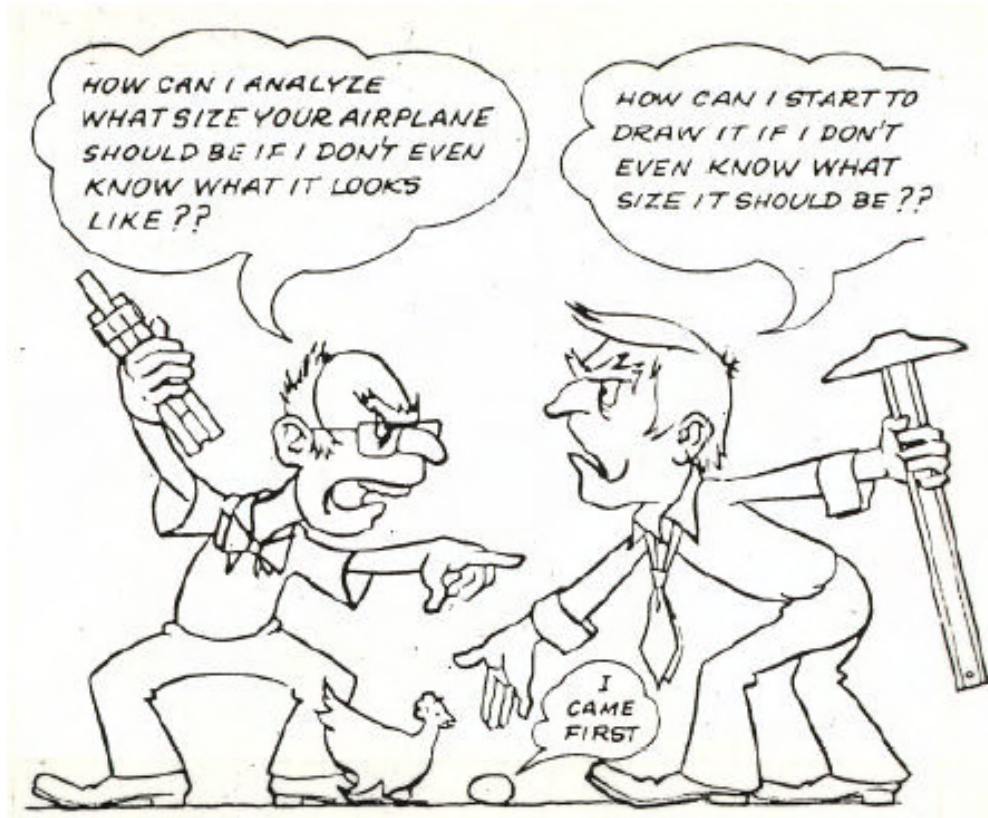


MoM = Measure of Merit

What's Airplane Design

Where do we start?

Classical Aircraft Sizing I



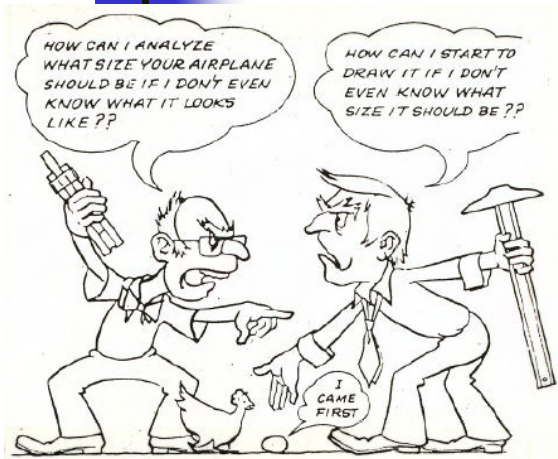
Aerospace and
Ocean Engineering

from Sandusky, Northrop

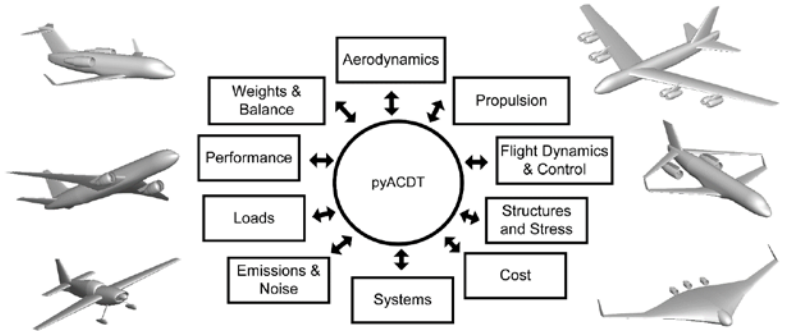
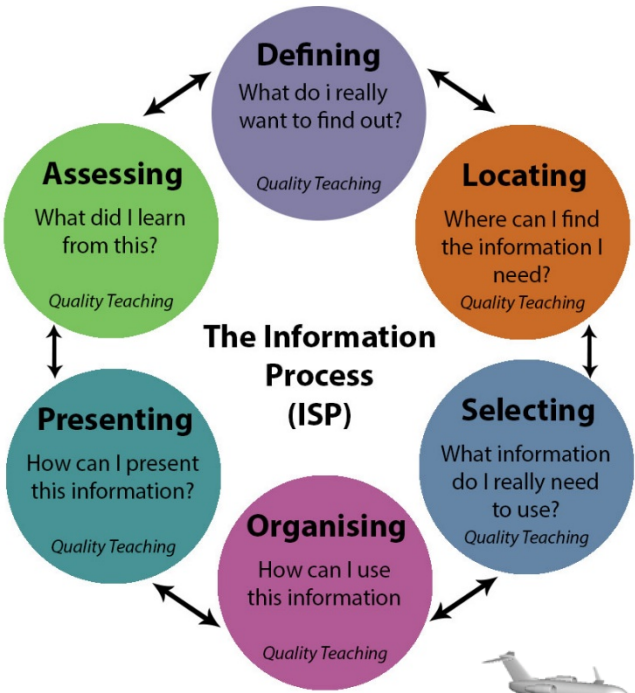
slide 1

12/2/97

How do we teach Aircraft Design?



ce and from Sandusky, No



Objetivos de la Asignatura - I

- Basado en la metodología Aprendizaje Basada en Proyectos PBL (Project Based Learning) de Universidades de EE.UU.
- Los principales objetivos son:
 - Dotar al Ingeniero Aeronáutico de una **formación básica teórica y práctica** en el área de **diseño de aeronaves**
 - Aprender a **utilizar** todas las **herramientas, métodos y procedimientos** que se emplean en la **industria** durante el proceso de diseño conceptual.
 - **Unificar** los **conocimientos adquiridos** a lo largo de la carrera y ser capaces de aplicarlos a un problema de ingeniería real.

INGENIERÍA CONCURRENTE

- Dotarles de la **primera experiencia** con la industria:
 - Aprender a manejar un proyecto de grandes dimensiones con **metas, hitos y fechas límite**.
 - Experimentar los retos de una industria competitiva:
 - Estudiantes trabajan en grupos y completan el diseño de un aeronave que cumpla los requisitos del RFP propuesto por el instructor.

BIENVENIDOS A LA INGENIERÍA EN LA VIDA REAL

Objetivos - II

- Aprender a **trabajar en grupos**: Ingeniería **Concurrente/ Colaborativa**
 - Enseñarles que en la industria de hoy no hay sitio para el concepto de "cubical engineering."
 - Definición:
 - **Trabajar en grupo \neq compartir trabajos ya hechos.**
 - **Trabajar en grupo = compartir responsabilidades para obtener una meta.**
 - *Modus operandi* de las empresas de ingeniería actuales.
 - Desmitificar el concepto de "*cubical engineer*."
 - Los ingenieros tienen que interactuar con otros ingenieros.
 - Ya no existe la financiación ilimitada: optimización de recursos: Tiempo limitado



cubical engineer



Co-working spaces

Objetivos - III

- Objetivo: **responsabilidades individuales en un grupo de trabajo**
- Aprender a no depender de los ordenadores.
 - Capaz de **interpretar** los **datos** que resultan de los **cálculos**.
 - Los **ordenadores** son maquinas que **hacen lo que les decimos**
 - NO SON DEIDADES CON RESPUESTAS MÁGICAS.

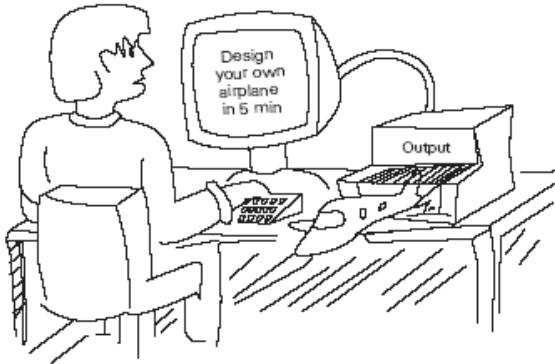


Fig. 1.3 Student view of design



Fig. 1.4 The 'real' design process



Your Vision !!

What you are going to find !!

**¡NO SOIS CONTABLES!, ¡SOIS INGENIEROS!
SENTIDO COMÚN ("EDUCATED GUESS")
DEJA QUE LAS ECUACIONES OS HABLEN!!**

Pero ... Que es un ingeniero?

What is an Engineer?

“An engineer is a professional practitioner of engineering, concerned with applying scientific knowledge, mathematics, and ingenuity to develop solutions for technical problems.”

“Engineers design materials, structures, and systems while considering the limitations imposed by practicality, regulation, safety, and cost” (National Society of Professional Engineers)

NSPE

“The word engineer is derived from the Latin roots ingeniare (“to contrive, devise”) and ingenium (“cleverness, ability”)” (Oxford Dictionary)

Oxford
Dictionary of
English

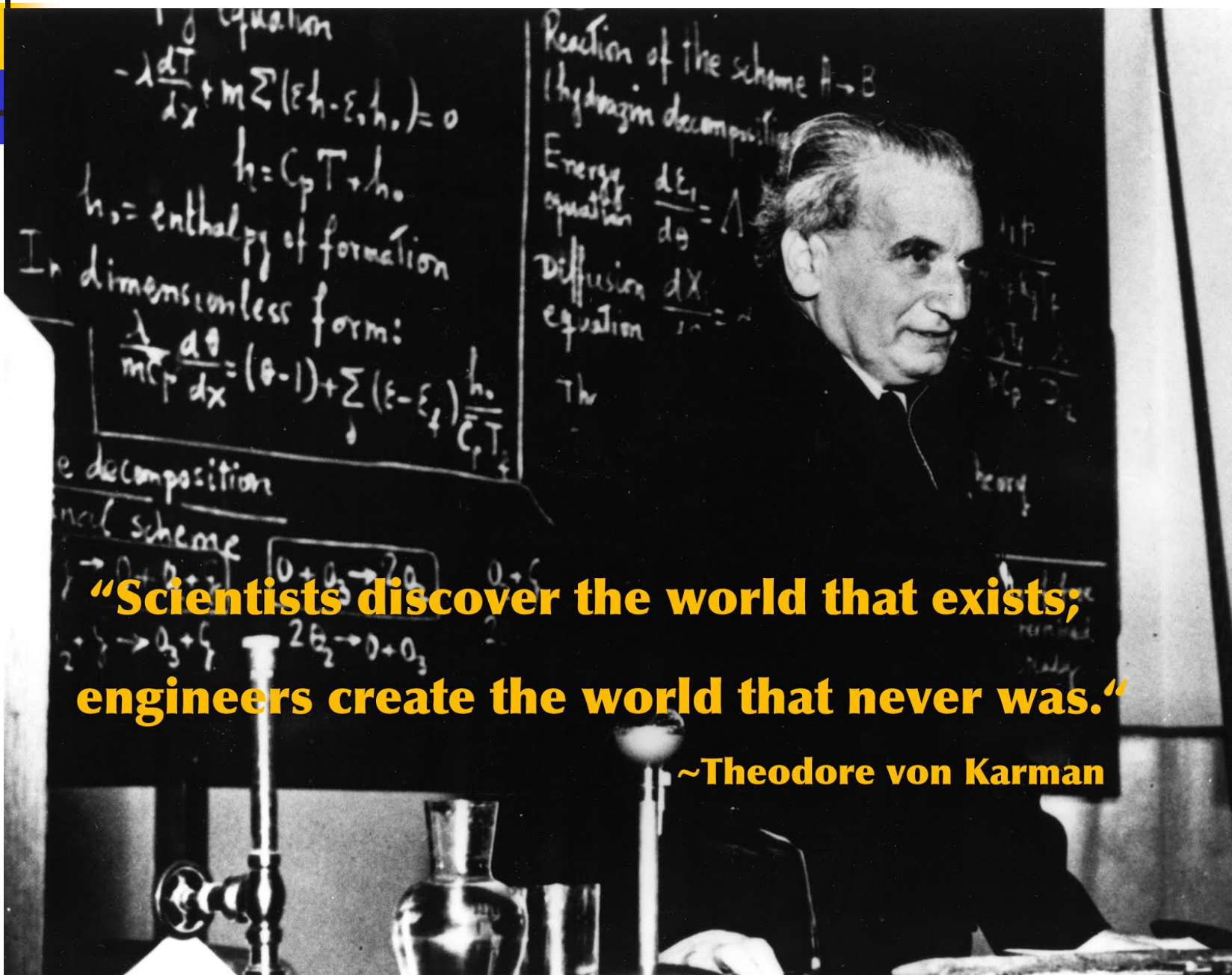
“One who is trained or professionally engaged in a branch of engineering.”

He is the one who is able to solve a problem using the least possible effort

Its main function is to make designs or develop technological solutions to social, industrial or economic needs

- Theodore von Kármán:
 - Father of supersonic flight





**“Scientists discover the world that exists;
engineers create the world that never was.”**

~Theodore von Karman

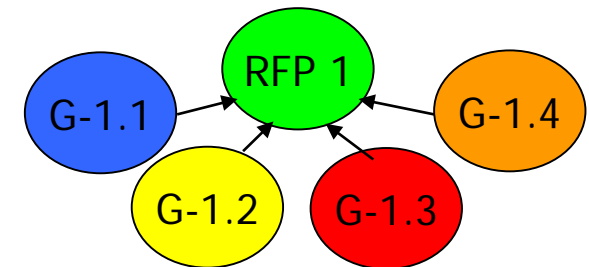
What is an Engineer?



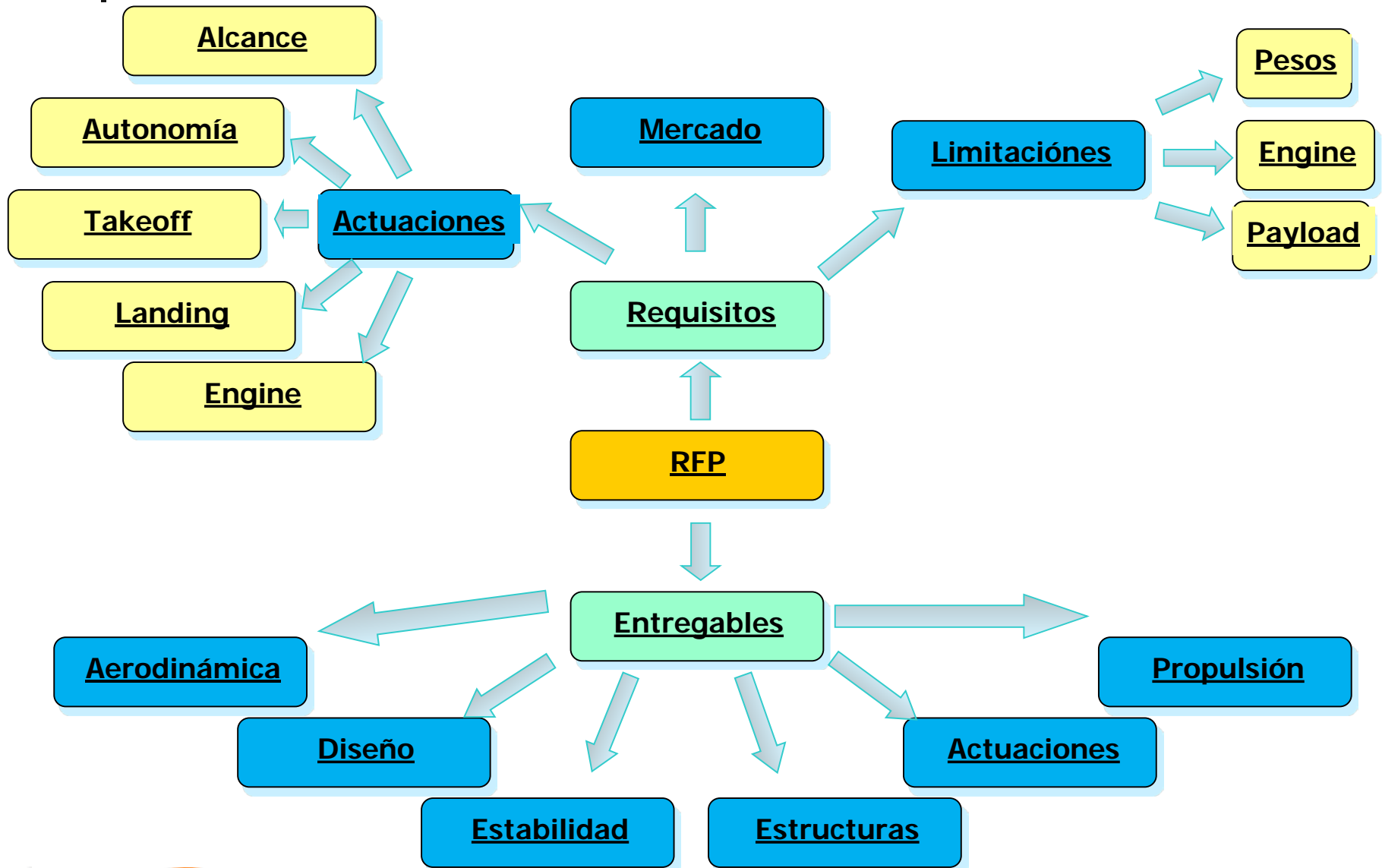
The Knack <https://www.youtube.com/watch?v=Dx6HojLBsnw>

Organización de la Asignatura

- Los alumnos trabajan en grupos reducidos (5 áreas de intensificación).
 - Aerodinámica, Actuaciones/Propulsión, Estabilidad y Control, Estructuras, Diseño y Sistemas.
- Cada grupo tendrá que desarrollar el proyecto de un avión.
 - Se proveen RFP's detallados: Se define las misiones y especificaciones a seguir con diferentes requisitos.
 - Descripción de la oportunidad de mercado
 - Requisitos de Diseño
 - Requisitos Entregables
 - Anexos
 - **Competición** entre grupos por el **mejor diseño**.
 - Para la **componente educativa** del alumno, es igual de importante
 - Que el **problema** esté **correctamente definido**.
 - **Dejar grados de libertad** que permitan que el alumno pueda **"volar"**.
 - Dar **soporte técnico** a los alumnos: Herramientas
 - Ingeniería.
 - Educación
 - Gestión de grupos.
- Seguimiento periódico, con presentaciones regulares sobre el estado de los proyectos y entrega de informes.



Request For proposal - RFP



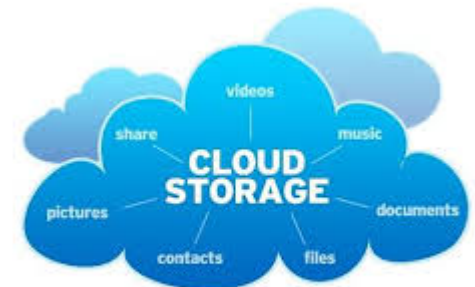
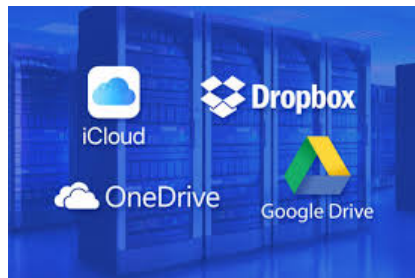
Proyecto Docente - I

- ¿Cómo se aborda?
- El profesor se pone 3 "gorros"

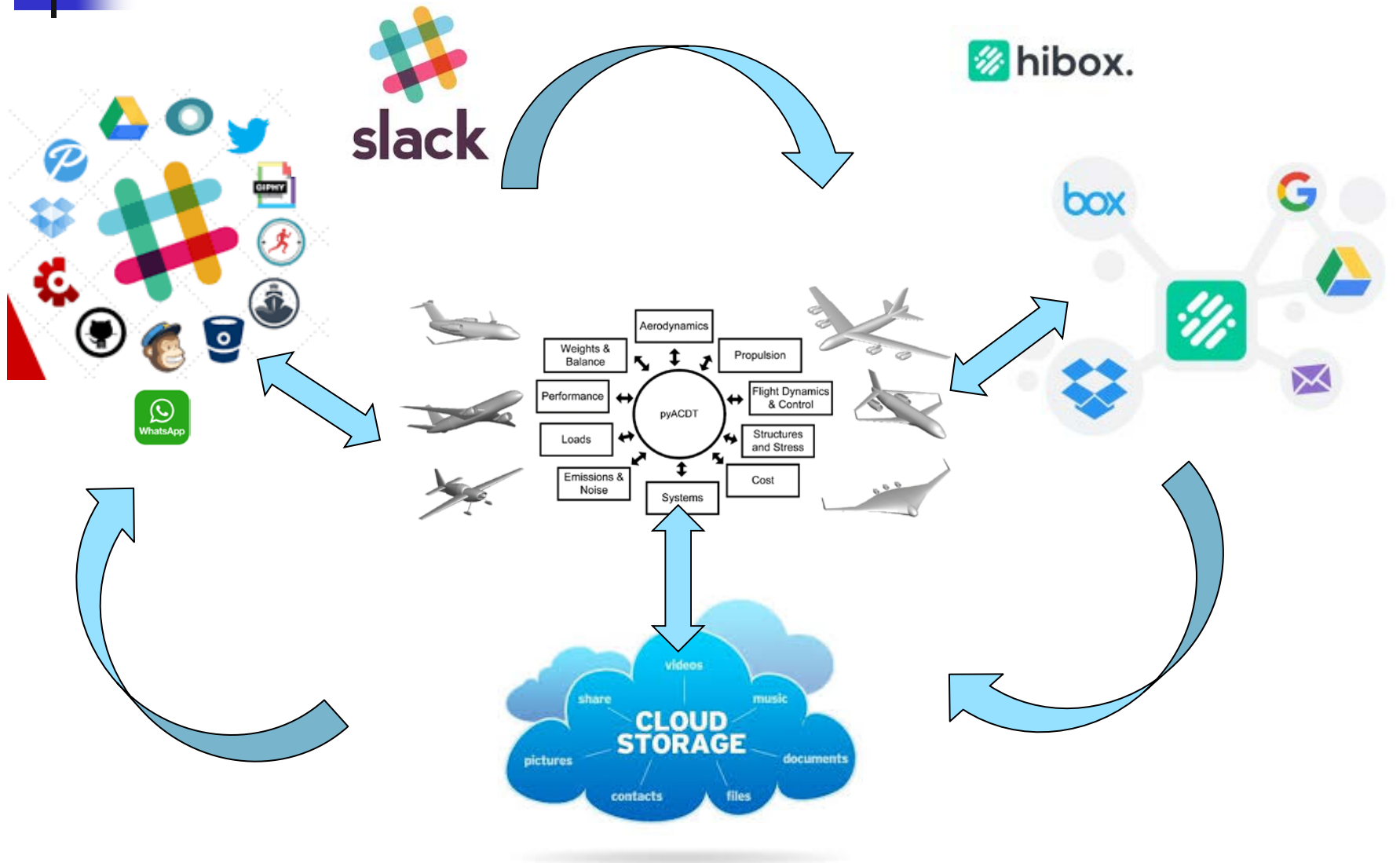


Objetivos de la Asignatura - III

- **Proporcionar herramientas para Gestión de Grupos:**
 - Empleo de TICs para gestionar la información de las diferentes áreas del grupo
 - Gestión de datos: alojamiento de datos multiplataforma: dropbox, gmail, etc...
 - Gestión de comunicación: foros, mensajería multiplataforma (whatsapp, etc...)
 - Nube de datos que permita controlar la gestión de versiones a 2 niveles
 - Nivel inferior: gestión de cambios de datos creados por las diferentes subáreas
 - Nivel superior: gestión de cambios de datos empleados por las distintas subáreas



Objetivos de la Asignatura - III



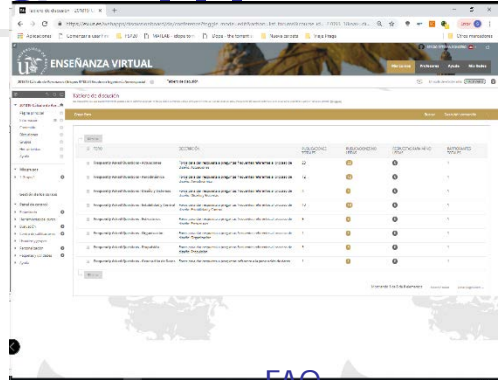
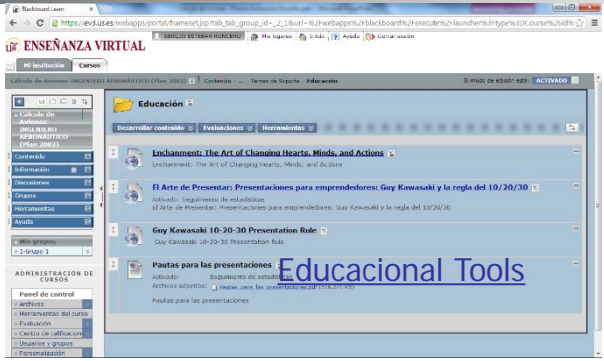
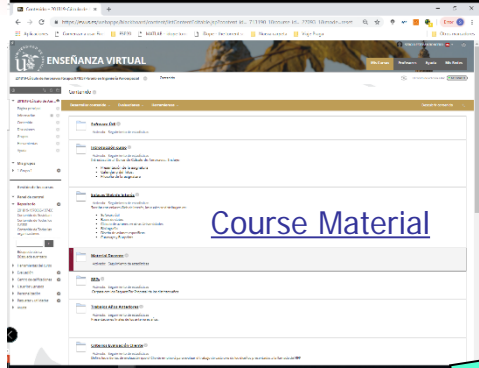
Objetivos de la Asignatura - III

- **Comunicación efectiva** con el resto de tus **compañeros**.
 - Ser capaces de **transmitir** sus **ideas**.
 - Ser capaz de **escuchar** las **ideas** de los **demás**.
 - Aceptar las **críticas** y **valorarlas**.
 - Se potencia Feedback del resto de grupos/competidores en la Revisiones.
 - Aprender a **confiar** en el **trabajo** de los **miembros** de vuestro equipo.
 - Saber que el **resto** de **miembros** de vuestro grupo **depende** de **vosotros**.
- **Prepararlos para un mundo real competitivo**.
 - Aprender a ser Ingeniero en el mundo real = resolver problemas.

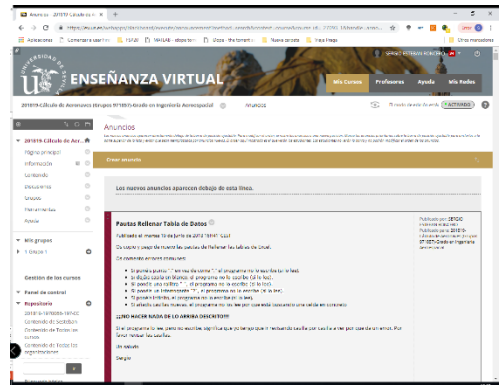
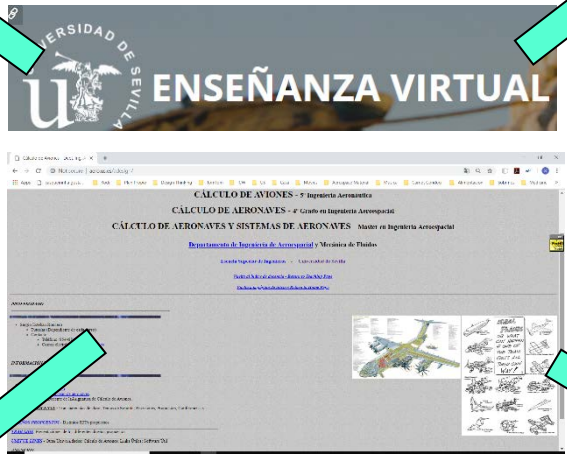
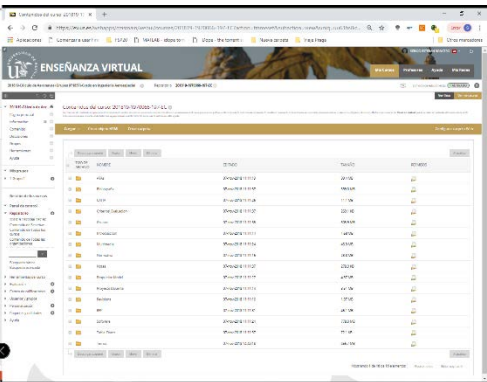


ES TAREA DE LOS DOCENTES DAR HERRAMIENTAS A LOS ALUMNOS

Objetivos de la Asignatura - III



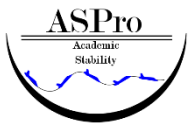
<https://ev.us.es/>



Supporting Material (+ 2.5 GB Info)

Communication

<http://aero.us.es/adesign/>



Academic Custom Made Tools

Organización de la Asignatura - II

- ¿Asistencia Obligatoria?
 - ¿Sólo se tiene que asistir a las clases propias del área elegida? -> FALSO
 - Se va a evaluar: realimentación de alumnos
 - Concepto de ingeniería concurrente requiere que tod@s entiendan lo que hace el resto de áreas
- Presentaciones se irán colgando en la página de la asignatura.
 - <http://aero.us.es/adesign/>
 - Ya existen las presentaciones del año pasado, pero se irán revisando a lo largo del curso.
 - Enseñanza Virtual: <http://ev.us.es>
- A final de semana se entregarán los RFP
- Definición de grupos (a lo largo de esta semana)

Proyecto Docente - II

- 3 Formatos: clases de tipo presencial, sesiones de control, tutorías de grupo:
 - **Clases presenciales** (36 horas). Las clases presenciales serán sesiones académicas de teoría: **PROFESOR => INSTRUCTOR.**
 - Diseño preliminar
 - Diseño detallado
 - Diseño avanzado
 - **Sesiones de control** (6 horas): Cada grupo presentará los progresos del diseño del avión, entregará un informe cumpliendo los requisitos propuestos para cada una de las revisiones y harán una presentación del trabajo al resto de la clase: **PROFESOR => CONTRATISTA.**
 - Revisión I - diseño preliminar
 - Revisión II - diseño detallado.
 - Revisión III - diseño avanzado y optimización.
 - **Examen Final – Sesión de control final**
 - **Sesiones de tutoría** (6 horas): profesor hace de consultor, dando pautas de forma independiente a cada uno de los grupos sobre el diseño propuesto: **PROFESOR => CONSULTOR.**
 - Tutoría I - pautas referentes a la Revisión I: diseño detallado.
 - Tutoría II - pautas referentes a la Revisión II: diseño avanzado y optimización.
 - Tutoría III - pautas referentes a la Revisión III, y para el diseño final.

Metodología Docente

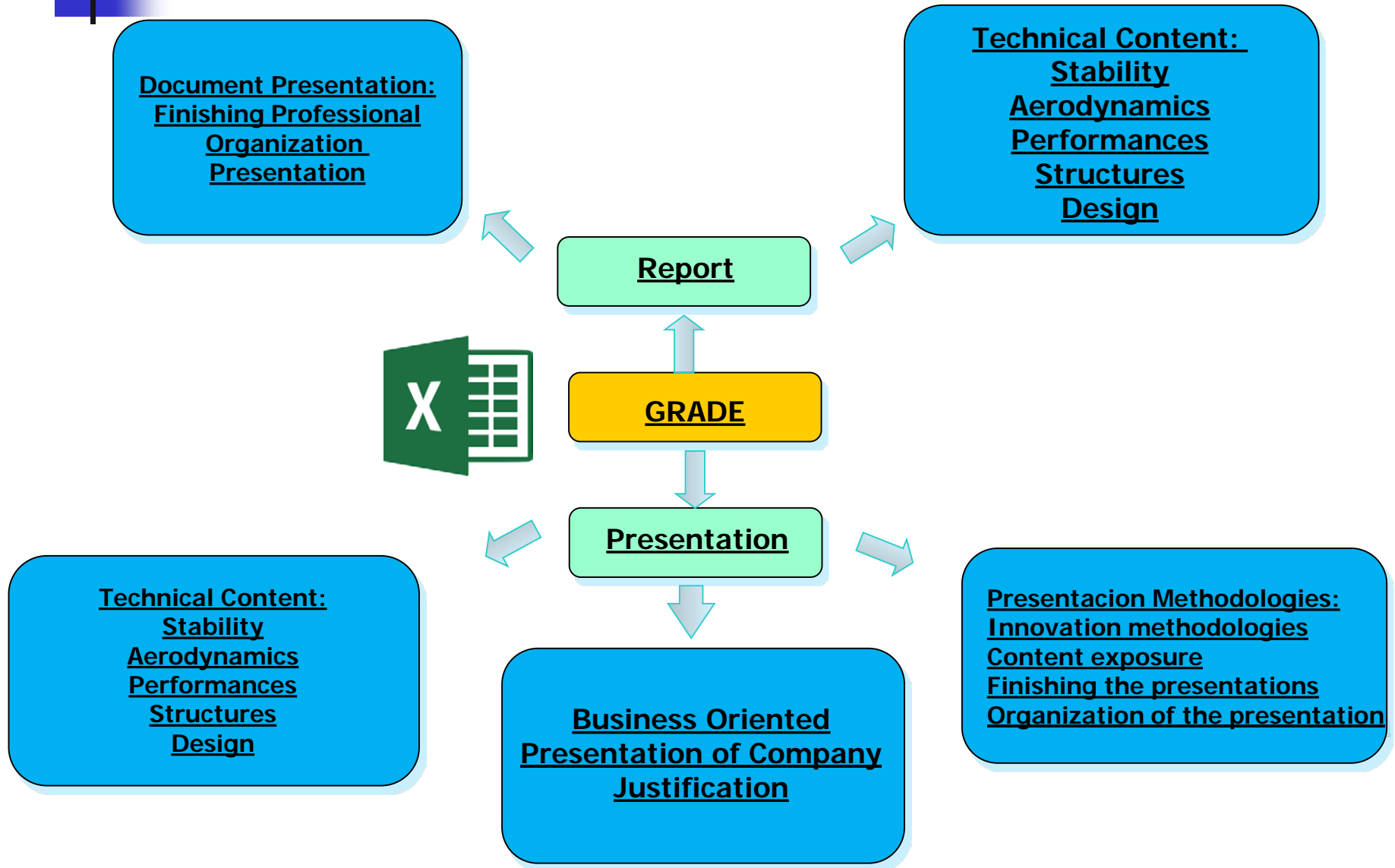
- La metodología del proyecto docente se basa en los siguientes mecanismos:
 - **Sesiones académicas de teoría.**
 - Profesor Instructor
 - **Grupos de Trabajo:** Grupos de áreas de trabajo.
 - **Exposiciones:** Defensa del estado del proyecto (3).
 - Profesor Contratante
 - **Tutorías especializadas:** después de cada exposición (sesión de control) tutorías con cada grupo individualizadas (3).
 - Profesor Consultor
 - **Sesiones virtuales:** Uso de la plataforma de enseñanza virtual de la US como foro de comunicación con los alumnos
 - **Seminarios:** Los seminarios se ofrecerán puntualmente y con carácter ocasional. Pueden intervenir como profesores invitados expertos en la materia.
 - **Visitas de prácticas.**
 - Laboratorios, caso prácticos
 - **Página web de la asignatura:** Los materiales didácticos del curso, en formato de páginas HTML o PDF, se podrán obtener también a través de la página web.
 - **Tutorías:** 6 horas a la semana:
 - Horario flexible, suelen ser necesarias bastantes más horas de tutorías.
 - Empleo de correo electrónico como herramienta de comunicación sobre dudas comunes.

Calificación y Evaluación - I

- Cada componente del grupo se encargará de un área de diseño.
- Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación superior o igual a 5 puntos (sobre 10) de la nota final, la cual vendrá determinada por la **suma de las notas obtenidas** en
 - Parte asociada al **trabajo individual de cada persona** (~35%).
 - Evaluación de la parte individual realizada por cada alumno.
 - Parte asociada al **trabajo de grupo** (~40%).
 - Evaluación del documento final en su conjunto
 - **Presentación Final** (~10%).
 - Defensa en grupo del proyecto final
 - **Sesiones de control** (~15%)
 - Presentación y documento técnico de la 1ª sesión de control (~5%).
 - Presentación y documento técnico de la 2ª sesión de control (~5%).
 - Presentación y documento técnico de la 3ª sesión de control (~5%).
 - Asistencia (~5%)
 - Se realizan **evaluaciones individuales** dentro del propio grupo de trabajo para evitar "**billete gratis**" → **potenciar compromiso con el grupo**

¡NO HAY EXAMEN FINAL!

Grading and Evaluation - III



Grading and Evaluation - IV

Document Presentation:

Technical Content

Report

GRADE

Presentation



Technical Content:

Asignatura	G1	G2	G3	G4	G5	G6	EVALL
1. Contenido Técnico Presentación	8,00	8,00	9,50	8,75	8,00	9,50	10
2. Procedimientos Presentación	8,00	8,00	9,25	8,00	7,00	9,00	10
Total Contenido Presentaciones	7,86	7,77	9,06	8,66	8,13	8,65	85

Student Evaluation

Presentation Methodologies & Business Oriented

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	EVALL
1. Contenido Técnico Presentación							
Contestualización	8,00	8,00	9,50	8,75	8,00	9,50	10
Business-Oriented	8,00	8,00	9,25	8,00	7,00	9,00	10
Presentación del Equipo de trabajo	9,25	8,00	9,25	8,00	7,00	9,25	5
Justificación	7,00	8,00	9,25	8,75	8,00	9,00	10
Diseño	8,75	7,75	8,96	9,21	8,16	8,02	10
Aerodinámica	8,47	7,76	8,89	8,58	9,04	8,13	10
Estabilidad	9,01	7,94	8,82	8,40	8,36	8,23	10
Estructuras	8,95	7,13	8,77	8,83	8,68	8,13	10
Actualizaciones	8,06	7,49	8,36	9,10	8,32	8,82	10
Total Contenido Técnico Presentaciones	7,96	7,77	9,06	8,66	8,13	8,65	85
2. Procedimientos Presentación							
Innovación metodologías	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	10
Exposición de contenidos	8,00	8,00	8,00	9,00	8,00	9,00	30
Acabado de las presentaciones	9,00	9,00	9,00	9,00	8,00	9,00	30
Organización de la presentación	9,00	9,00	9,00	9,00	8,00	9,00	30
Total Proc. Pres.	8,60	8,60	8,60	8,90	8,00	8,90	100
3. Total Contenido Presentaciones							
Total Contenido Técnico Presentaciones	7,86	7,77	9,06	8,66	8,13	8,65	80
Total Procedimientos Presentación	8,60	8,60	8,60	8,90	8,00	8,90	20
Nota Final	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70	100

Alumno	Nota Final	Nota Final	Nota Final	Nota Final	Nota Final	Nota Final
Alumno 1	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 2	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 3	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 4	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 5	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 6	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 7	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 8	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 9	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 10	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 11	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 12	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 13	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 14	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 15	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 16	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 17	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 18	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 19	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 20	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 21	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 22	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 23	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 24	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 25	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 26	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 27	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 28	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 29	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 30	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 31	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 32	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 33	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 34	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 35	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 36	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 37	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 38	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 39	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 40	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 41	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 42	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 43	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 44	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 45	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 46	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 47	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 48	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 49	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 50	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70

Alumno	Nota Final	Nota Final	Nota Final	Nota Final	Nota Final	Nota Final
Alumno 1	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 2	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 3	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 4	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 5	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 6	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 7	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 8	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 9	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 10	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 11	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 12	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 13	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 14	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 15	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 16	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 17	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 18	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 19	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 20	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 21	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 22	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 23	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 24	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 25	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 26	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 27	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 28	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 29	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 30	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 31	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 32	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 33	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 34	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 35	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 36	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 37	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 38	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 39	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 40	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 41	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 42	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 43	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 44	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 45	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 46	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 47	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 48	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 49	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70
Alumno 50	8,01	7,94	8,92	8,71	8,10	8,70

Calificación y Evaluación - II

- Criterios de evaluación:
 - Búsqueda de una metodología para poder evaluar algo tan complejo como el diseño de un avión.
 - Búsqueda de criterios objetivos
- Metodología objetiva:
 - Para cada una de las áreas analizadas se emplea una serie de descriptores basados en los requisitos del RFP con varemos en función de la importancia asignada
- Elementos evaluados:
 - Evaluación de la parte individual realizada por cada área
 - Evaluación en su conjunto del contenido del informe
 - Evaluación Técnica de las Presentaciones
- Elementos evaluados:
 - Actas de reuniones: asistencia a las mismas
 - Costes de asesoría.

Calificación y Evaluación - III

- Evaluación de la parte individual realizada por cada área
 - Diseño y Sistemas
 - Aerodinámica
 - **Estabilidad y Control**
 - Estructuras
 - Actuaciones
 - Propulsión

Evaluación de la parte individual
Ejemplo: Estabilidad y Control

3. Estabilidad Longitudinal y Lateral:		EVAL3
1	Justificación/Motivación	5
2	Elección preliminar	5
3	Modelado longitudinal (estático) vs W(t)	15
4	Estudio Centros de gravedad vs W(t) (SM)	10
5	Estabilidad Estática: trimado longitudinal	30
6	Estudio Selección Superficies Longitudinal	15
7	Modelado lateral-direccional (estático)	15
8	Estabilidad Estática: trimado lateral-direccional	30
9	Estudio Selección Superficies Lateral-Direccional	15
10	Derivadas de estabilidad longitudinal	15
11	Estudio Estb. Dinámica longitudinal	15
12	Derivadas de estabilidad lateral-direccional	15
13	Estudio Estb. Dinámica lateral-direccional	15
14	Estudio modelado derivas y superficies de control	15
15	Comparativas Normativa	10
17	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
18	Lógica Resultados Finales	20
19	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
20	Métodos empleados	10
21	Organización documento	10
22	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		295
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Estabilidad		

Calificación y Evaluación - IV

- Evaluación en su conjunto del contenido del informe
 - Diseño y Sistemas
 - Aerodinámica
 - Estabilidad y Control
 - Estructuras
 - Actuaciones
 - Propulsión
 - Business Plan
 - Contenido Técnico

Evaluación conjunta del informe

Ejemplo:

- Business plan
- Documento técnico

7. Business Plan:		EVAL7
1	Adecuación RFP	10
2	Visión Comercial	10
3	Organización Ing Concurrente	10
4	Optimización	10
5	Justificación	10
Total Business		50
Documento Técnico		EVAL8
1	Contenido Técnico (suma media de áreas)	0,9
2	Acabado Documento Profesional	0,05
3	Organización	0,03
4	Innovación	0,02
Total Documento Técnico		1

Calificación y Evaluación - V

■ Evaluación Técnica de las Presentaciones

■ Diseño y Sistemas

- Aerodinámica
- Estabilidad y Control
- Estructuras
- Actuaciones
- Propulsión
- Contenido Técnico

1. Diseño:		EVAL1
1	Evolución del diseño	20
2	Dibujos CAD	30
3	Detalles Dibujos CAD	10
4	Planos/dimensiones	10
5	Descripción geométrica	40
6	Justificación de elementos diseño	15
7	Configuración general del avión	15
8	Avances tecnológicos	5
Total		145

■ Procedimientos Presentación

	Procedimientos Presentación						
	Innovación	8,00	8,00	10,00	9,00	9,00	9,00
Exposición	9,00	8,50	9,50	9,25	9,00	9,25	8,50
Acabado	9,00	8,75	9,50	9,75	9,00	9,50	8,75
Organización	9,00	9,00	9,75	9,75	9,00	9,50	9,00
Total Proc. Pres.	8,80	8,60	9,68	9,45	9,00	9,33	8,60
Total Final	8,94	8,71	9,49	9,39	8,79	9,09	8,67

Evaluación de la parte individual

<u>1. Diseño:</u>		EVAL1
1	Justificación/Motivación	10
2	Brainstorming	5
3	Estudio preliminar de aviones similares	5
4	Evolución del diseño	20
5	Dibujos CAD	30
6	Detalles Dibujos CAD	10
7	Planos	10
8	Descripción geométrica	40
9	Justificación de elementos diseño	15
10	Configuración general del avión	15
11	Avances tecnológicos	5
12	Justificación del diseño final - Pros/Cons	5
13	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
14	Lógica Resultados Finales	20
15	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
16	Métodos empleados	10
17	Organización documento	10
18	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		240
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Diseño		
<u>2 Aerodinámica:</u>		EVAL2
Introducción/Motivación		10
1	Justificación perfiles	10
2	Análisis perfil	20
3	Análisis ala (3D)	30
4	Optimización Ala (3D)	10
5	Análisis perfiles HTTP y VTP	20
6	Análisis HTP y VTP (3D)	15
7	Cálculo Estimación polar	50
8	Metodología Estimación Polar	10
9	Optimización Polar	10
10	Superficies hipersustentadoras	20
11	Mejora eficiencia aerodinámica	10
12	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
13	Lógica Resultados Finales	20
14	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
15	Métodos empleados	10
16	Organización documento	10
17	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		285
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Aerodinámica		

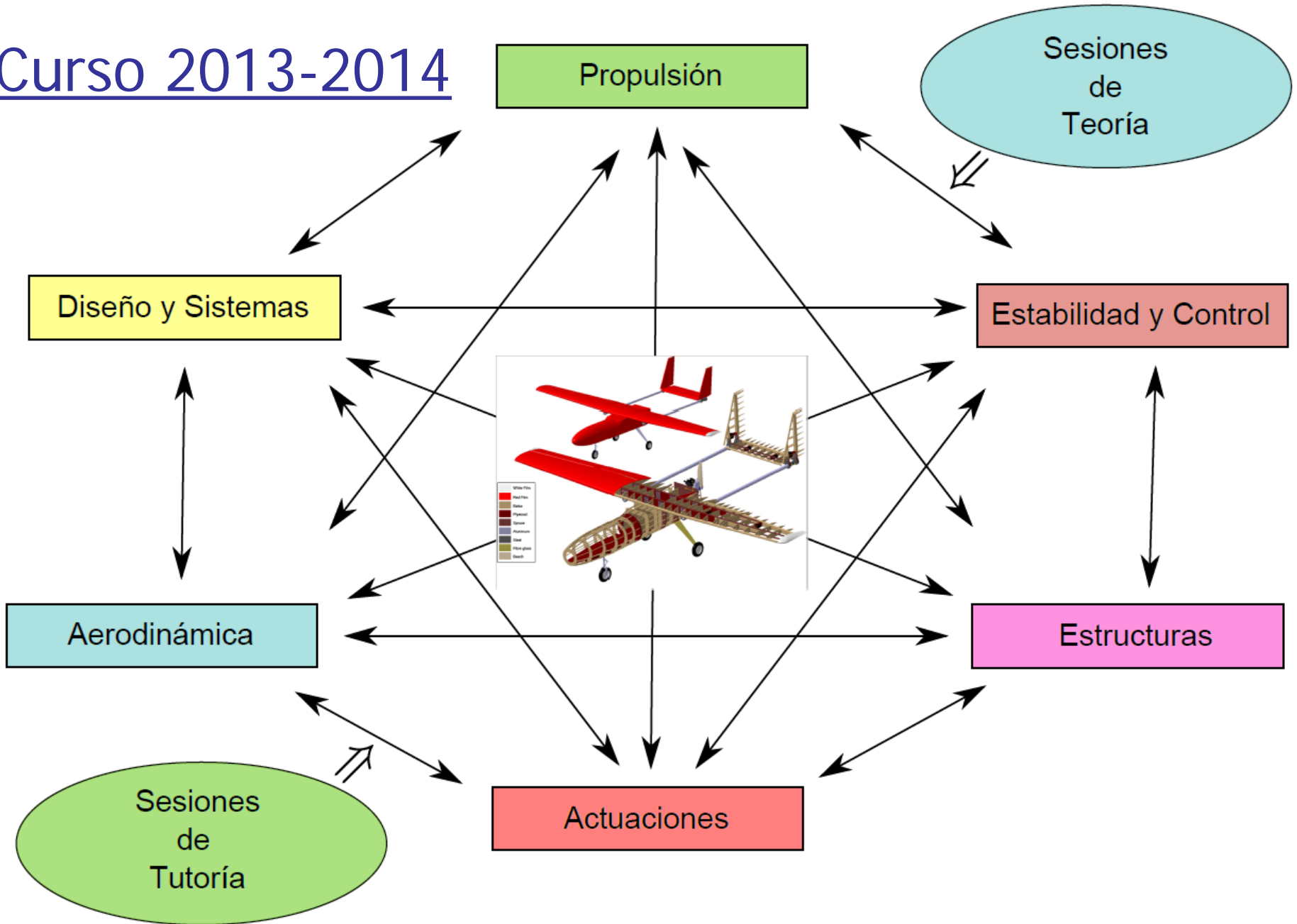
<u>3. Estabilidad Longitudinal y Lateral:</u>		EVAL3
1	Justificación/Motivación	5
2	Elección preliminar	5
3	Modelado longitudinal (estático) vs W(t)	15
4	Estudio Centros de gravedad vs W(t) (SM)	10
5	Estabilidad Estática: trimado longitudinal	30
6	Estudio Selección Superficies Longitudinal	15
7	Modelado lateral-direccional (estático)	15
8	Estabilidad Estática: trimado lateral-direccional	30
9	Estudio Selección Superficies Lateral-Direccional	15
10	Derivadas de estabilidad longitudinal	15
11	Estudio Estb. Dinámica longitudinal	15
12	Derivadas de estabilidad lateral-direccional	15
13	Estudio Estb. Dinámica lateral-direccional	15
14	Estudio modelado derivas y superficies de control	15
15	Comparativas Normativa	10
16	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
17	Lógica Resultados Finales	20
18	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
19	Métodos empleados	10
20	Organización documento	10
21	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		295
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Estabilidad		
<u>4. Estructuras:</u>		EVAL4
1	Justificación/Motivación	10
2	Dimensionado preliminar	15
3	Métodos estimación pesos sistemas	30
4	Diseño de Sistema	15
5	Estudio pesos sistemas	30
6	Comparativa pesos (aviones similares)	15
7	Definir las cargas: Aerodinámicas y Estructurales.	15
8	Tren de aterrizaje y clearances	15
9	Estudio envolvente centro de gravedad.	30
10	Lógica empleada uso de materiales.	10
11	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
12	Lógica Resultados Finales	20
13	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
14	Métodos empleados	10
15	Organización documento	10
16	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		255
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Estructuras		

<u>5. Actuaciones:</u>		EVAL5
1	Justificación/Motivación	10
2	Selección de carga alar (W/S)	30
3	Curvas de actuaciones (T/Pwr vs. h and V)	15
4	Curvas de actuaciones (SFC vs. h and V)	10
5	Actuaciones: Despegue	10
6	Actuaciones: Subida	10
7	Actuaciones: Crucero.	15
8	Actuaciones: Vuelo Espera.	10
9	Actuaciones: Aterrizaje:	10
10	Análisis misión completa (cumplimiento misión)	15
11	Optimización de operaciones	15
12	V-n diagram	15
13	Carga de pago-alcace	15
14	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
15	Lógica Resultados Finales	20
16	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
17	Métodos empleados	10
18	Organización documento	10
19	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		250
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Actuaciones		
<u>6. Propulsión:</u>		EVAL6
1	Justificación/Motivación	10
2	Análisis y selección de planta de potencia	10
3	Descripción Planta Propulsora	10
4	Innovación Planta Propulsora	10
5	Diseño/Adecuación Planta Propulsora (Geometria, tomas...)	10
6	Curvas de actuaciones (T/Pwr vs. h and V)	15
7	Curvas de actuaciones (SFC vs. h and V)	10
8	Actuaciones: Despegue	10
9	Actuaciones: Subida	10
10	Actuaciones: Crucero.	15
11	Actuaciones: Vuelo Espera.	10
12	Actuaciones: Aterrizaje:	10
13	Análisis misión completa (cumplimiento misión)	15
14	Estudio Consumo Combustible	15
15	Optimización de operaciones	15
16	Futuras Mejoras/Recomendaciones	10
17	Lógica Resultados Finales	20
18	Coordinación otras áreas (Ing. Concurrente)	15
19	Métodos empleados	10
20	Organización documento	10
21	Cohesión con el resto del documento	5
Total (sin % carga trabajo)		245
Num Componentes		
Carga de trabajo (num de personas)		
Total Parte Propulsión		

Distribución de Áreas de Intensificación

- Grupos de Trabajo:
 - Alumnos se dividen en grupos de trabajo reducido
 - Los alumnos tienen **libertad** para elegir los **componentes** del, con la única restricción referente al número de integrantes (definido por año por el instructor).
- Cada grupo estará constituido por 5 áreas de investigación,
 - las cuales están **intrínsecamente relacionadas**,
 - Aerodinámica
 - Actuaciones/Propulsión
 - Estabilidad y Control
 - Estructuras
 - Diseño y Sistemas
- **Tarea del profesor** conseguir que los alumnos entiendan el **grado interconexión existente** entre las áreas para crear un entorno de **ingeniería concurrente cohesionado**.

Curso 2013-2014



Tutorías y Foros de Debate

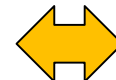
Herramientas para Potenciar la Figura **CONSULTOR** ↔ **GRUPO**



Herramientas TIC

- **Foro de Debate Común:**
 - Se emplea el Foro de Debate para responder dudas comunes a todas las áreas.
- **Foro de Debate por Grupo:**
 - Cada grupo tiene asignado un foro de debate directo con el instructor:
 - Comunicación directa sin que el resto de grupos tenga conocimiento de la información abordada.
- **Foro de Debate por Áreas:**
 - Todos los alumnos tienen asignados un área de especialización:
 - diseño, aerodinámica, estructuras, actuaciones, propulsión y estabilidad.
 - Se creará un foro de debate especializado para cada una de las 6 áreas
- **Foro de Debate de la Asignatura:**
 - Una de las aportaciones más importante a la mejora de la docencia de la asignatura:
 - Mesa redonda con los alumnos al finalizar la última sesión de control: PRESENTACIÓN FINAL

PODEMOS APRENDER DE LOS ALUMNOS



DEBEMOS APRENDER

Planificación de la Asignatura

- Para organizar el trabajo se plantean 3 sesiones de control
 - Etapas del diseño planificadas con entregas de documentos y presentaciones:
 - Diseño Preliminar (05-03-19)
 - 8 Clases de teoría previas a la revisión.
 - 1 Clase presentaciones
 - Revisión 2.0 – (22-04-19)
 - 8 Clases de teoría previas a la revisión.
 - 1/2 Clases presentaciones
 - Revisión 3.0 – (28-05-19)
 - 8 Clases de teoría previas a la revisión.
 - 2 Clases comodín
 - Entrega Final – (5-06-19).
 - 6 días entre rev. 3.0 y entrega final.

Calendario (Entregas)

Diseño Preliminar

Revisión 2.0

febrero 2019						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

marzo 2019						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

abril 2019						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Revisión 3.0

mayo 2019						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

junio 2019						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Entrega Final

Calendario (Entregas)

Diseño Preliminar

Revisión 2.0

febrero 2019

lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

marzo 2019

lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

abril 2019

lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Revisión 3.0

mayo 2019

lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

junio 2019

lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Entrega Final

Material Didáctico

Potenciando Herramientas TIC



- TICs: Material didáctico disponible para los alumnos:
 - Presentaciones y material colgado en la página de la asignatura.
 - <http://aero.us.es/adesign/> y <http://ev.us.es>
 - Diapositivas empleadas en las lecciones teóricas.
 - Diapositivas adicionales sobre temas de soporte adicional.
 - Pautas referentes a las tareas a realizar posteriormente a las sesiones de control.
 - RFP propuestos en años anteriores (2006-2013).
 - Comparativas de aeronaves similares a los propuestos en RFP's.
 - Presentaciones de los trabajos presentados por los alumnos en cursos anteriores (2006-2015).
 - Información adicional sobre las diapositivas de otros programas educativos referentes al diseño de aeronaves.
 - Información sobre software útil para la asignatura de Cálculo de Aviones.
 - **Foro de discusión: Base de datos: Frequently Asked Questions**

Material Docente

Blackboard Learn

https://ev3.us.es/webapps/portal/frameset.jsp?tab_tab_group_id=_2_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2FLauncher%3Ftype%3DCourse%26id%

SERGIO ESTEBAN RONCERO Mis lugares Inicio Ayuda Cerrar sesión

ENSEÑANZA VIRTUAL

Mi institución Cursos

Cálculo de Aviones-INGENIERO AERONÁUTICO (Plan 2002) Contenido Material Docente El modo de edición está: **ACTIVADO**

Material Docente

Desarrollar contenido Evaluaciones Herramientas

- Material Revisiones
- Diapositivas Rev 1
- Diapositivas Rev 2
- Diapositivas Rev 3
- Diapositivas Rev Final
- Temas de Soporte
 - Activado: Seguimiento de estadísticas
 - Temas adicionales de soporte

ADMINISTRACIÓN DE CURSOS

Panel de control

- Archivos
- Herramientas del curso
- Evaluación
- Centro de calificación
- Usuarios y grupos
- Personalización

Temario

Blackboard Learn

https://ev3.us.es/webapps/portal/frameset.jsp?tab_tab_group_id=_2_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%...

SERGIO ESTEBAN RONCERO Mis lugares Inicio Ayuda Cerrar sesión

ENSEÑANZA VIRTUAL

Mi institución Cursos

Diapositivas Rev 3

Desarrollar contenido Evaluaciones Herramientas

Tema 11: Actuaciones Detalladas

Activado: Seguimiento de estadísticas

Archivos adjuntos: [Tema 11 - Actuaciones Detalladas.pdf](#) (7,14 MB)

Determinación de las actuaciones: estudio de los diferentes segmentos: despegue, subida, crucero, espera, descenso y aterrizaje

Tema 12: Estructuras Detalladas

Activado: Seguimiento de estadísticas

Archivos adjuntos: [Tema 12 - Estructuras Detalladas.pdf](#) (2,461 MB)
[Tema 12.1 Extra Estimacion Pesos \(Commercial Transport Structure\).pdf](#) (2,521 MB)
[Tema 12.2 Extra Estimacion Pesos \(Commercial Transport Systems\).pdf](#) (1,023 MB)
[Tema 12.3 Extra Estimacion Pesos \(General Aviation Structure\).pdf](#) (1,92 MB)
[Tema 12.4 Extra Estimacion Pesos \(General Aviation Systems\).pdf](#) (786,408 KB)
[Tema 12.6 Extra Estimacion Pesos \(Military Transport Systems\).pdf](#) (558,441 KB)
[Tema 12.7 Extra Estimacion Pesos \(Fighter\).pdf](#) (2,371 MB)

Definición de línea de trabajo para las Estructuras Detalladas

Determinación de pesos estructurales y de los sistemas del avión.

1. Estimación Pesos para Military Transport Airplanes (MTA) - DAR Corp
 1. Estimación de pesos de las estructuras MTA
 2. Estimación de pesos de los sistemas MTA.
2. Estimación Pesos para General Aviation Airplanes (GAA) - DAR Corp
 1. Estimación de pesos de las estructuras GAA.
 2. Estimación de pesos de los sistemas GAA (Revisado Curso 20012/2013).
3. Estimación Pesos para Commercial Transport Airplanes (CTA) - DAR Corp
 1. Estimación de pesos de las estructuras CTA (Revisado Curso 20012/2013).

Temas de Soporte - I

Blackboard Learn

https://ev3.us.es/webapps/portal/frameset.jsp?tab_tab_group_id=_2_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%...

ENSEÑANZA VIRTUAL

Mi institución Cursos

Cálculo de Aviones- INGENIERO AERONÁUTICO (Plan 2002)

Contenido Información Discusiones Grupos Herramientas Ayuda

Mis grupos 1-Grupo 1

ADMINISTRACIÓN DE CURSOS

Panel de control Archivos Herramientas del curso Evaluación Centro de calificación Usuarios y grupos Personalización Paquetes y utilidades

Temas de Soporte

Desarrollar contenido Evaluaciones Herramientas

Propulsión
Activado: Seguimiento de estadísticas
Temas de soporte para el área de propulsión.

Aerodinamica
Activado: Seguimiento de estadísticas
Temas de soporte para el área de aerodinámica.
2ª Revisión:
- Tema 05.1 Extra Introducción Perfiles NACA
- Tema 05.2 Extra Alas Regime Incompresible
- Tema 05.3 Extra Calculo CLalpha
- Tema 05.4 Extra Estimacion del CLmax
- Tema 05.5 Extra Oswald Efficiency

Diseño y Sistemas
Activado: Seguimiento de estadísticas
Presentación y archivos utilizados en el Seminario de CATIA para diseño paramétrico y part product impartido por los alumnos Alejandro Martín y Francisco Robles

Estabilidad y Control
Activado: Seguimiento de estadísticas
temas de soporte para el área de estabilidad y Control

Temas de Soporte - II

Blackboard Learn

https://ev3.us.es/webapps/portal/frameset.jsp?tab_tab_group_id=_2_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%...

ENSEÑANZA VIRTUAL

Mi institución Cursos

Cálculo de Aviones-INGENIERO AERONÁUTICO (Plan 2002) Contenido > ... > Temas de Soporte > Educación El modo de edición está: **ACTIVADO**

Educación

Desarrollar contenido Evaluaciones Herramientas

- Enchantment: The Art of Changing Hearts, Minds, and Actions**
Enchantment: The Art of Changing Hearts, Minds, and Actions
- El Arte de Presentar: Presentaciones para emprendedores: Guy Kawasaki y la regla del 10/20/30**
Activado: Seguimiento de estadísticas
El Arte de Presentar: Presentaciones para emprendedores: Guy Kawasaki y la regla del 10/20/30
- Guy Kawasaki 10-20-30 Presentation Rule**
Guy Kawasaki 10-20-30 Presentation Rule
- Pautas para las presentaciones**
Activado: Seguimiento de estadísticas
Archivos adjuntos: [Pautas para las presentaciones.pdf](#) (516,271 KB)
Pautas para las presentaciones

ADMINISTRACIÓN DE CURSOS

Panel de control

- Archivos
- Herramientas del curso
- Evaluación
- Centro de calificación
- Usuarios y grupos
- Personalización

Foros de Debate

Blackboard Learn

https://ev3.us.es/webapps/portal/frameset.jsp?tab_tab_group_id=_2_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%...

SERGIO ESTEBAN RONCERO Mis lugares Inicio Ayuda Cerrar sesión

ENSEÑANZA VIRTUAL

Mi institución Cursos

Cálculo de Aviones-INGENIERO AERONÁUTICO (Plan 2002) Tablero de discusión El modo de edición está: **ACTIVADO**

Tablero de discusión

Los foros se componen de secuencias de discusión individuales que se pueden organizar conforme a un tema concreto. Cree foros para organizar las discusiones. [Más ayuda](#)

Crear foro Buscar

<input type="checkbox"/> Foro	Descripción	Total de publicaciones	Publicaciones no leídas	Participantes totales
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Actuaciones	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Actuaciones	3	0	1
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Aerodinámica	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Aerodinámica	3	0	1
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Diseño y Sistemas	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Diseño y Sistemas	2	0	1
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Estabilidad y Control	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Estabilidad y Control	1	0	1
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Estructuras	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Estructuras	1	0	1
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Organización	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Organización	0	0	0
<input type="checkbox"/> Frequently Asked Questions - Propulsión	Foros para dar respuesta a preguntas frecuentes referentes al proceso de diseño: Propulsión	0	0	0

Mostrando 1 de 7 de 7 elementos [Mostrar todos](#) [Editar paginación ...](#)

Contenido de la Asignatura

- 1. Introducción al Cálculo de Aviones
- 2. Configuración General
- 3. Dimensionado Preliminar e Inicial
- 4. Ingeniería Concurrente - Revisión I
- 5. Aerodinámica Preliminar
- 6. Actuaciones Preliminares
- 7. Estructuras Preliminares
- 8. Estabilidad y Control Preliminares
- 9. Ingeniería Concurrente - Revisión II
- 10. Aerodinámica Detallada
- 11. Actuaciones Detalladas
- 12. Estructuras Detalladas
- 13. Estabilidad y Control Detalladas
- 14. Maniobras y Diagrama V-n
- 15. Ingeniería Concurrente - Revisión III
- 16. Optimización del Diseño

Se recomienda el uso de herramientas para facilitar el diseño: software

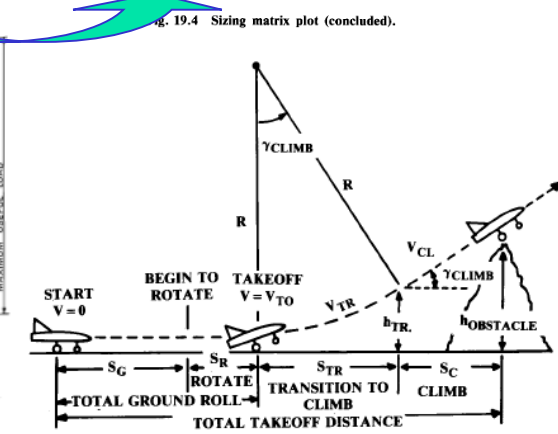
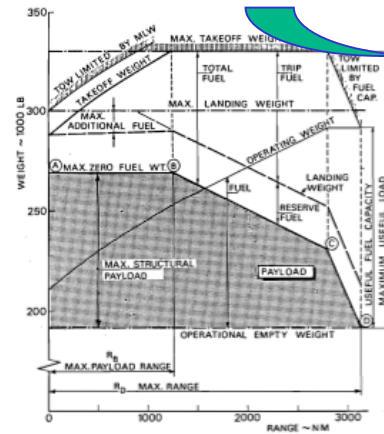
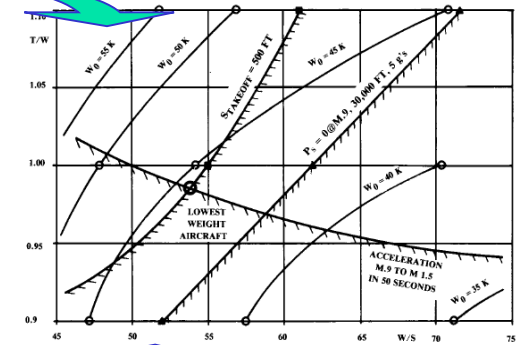
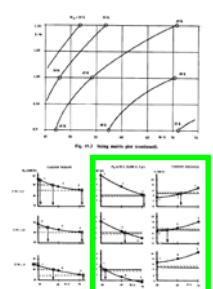
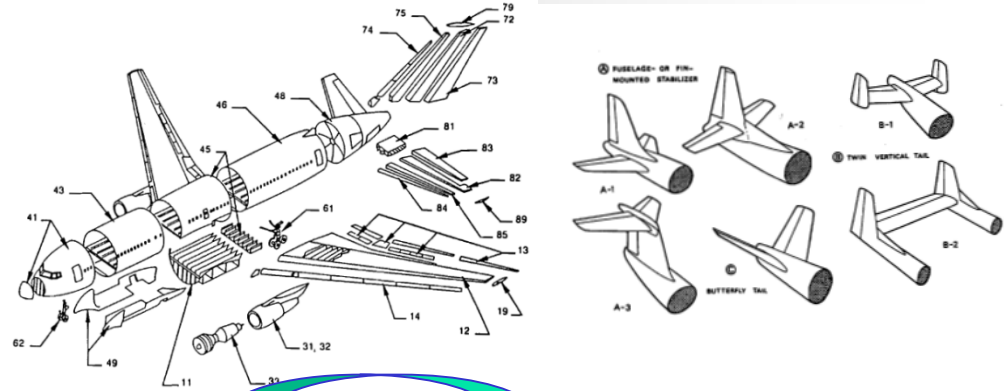


Fig. 8-3. Derivation of the payload-range diagram

Fig. 17.17 Takeoff analysis.



Libros de Texto y Referencias

■ Bibliografía Principal:

- *Aircraft Design: a conceptual approach*, D.P. Raymer, AIAA Education Series, 2006,2009,2013.
- *Fundamentals of Aircraft and Airship Design*, L.M Nicolai, G.E. Carichner, AIAA Education Series, 2010.
- *Airplane Design*, J. Roskam, Darcorporation, 1989
- *Synthesis of subsonic airplane design*, E. Torenbeek, Springer, 1982
- *Aircraft Design. A K, kundu*, Cambridge Aerospace Series, 2010

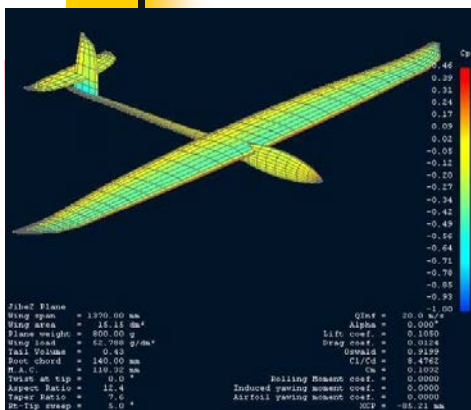
■ Bibliografía Adicional:

- *Aircraft Design Projects for engineering students*, L.R. Jenkinson, J.F. Marchman III, Butterworth-Heinemann; Illustrate edition, 2003.
- *The design of the aeroplane*, D. Stinton.
- *Fundamentals of aircraft design*, L.M. Nicolai. Mets, 1984.
- *Methods for estimating drag polars of subsonic airplanes*, J. Roskam, 1971.
- *Methods for estimating stability and control derivatives of conventional subsonic airplanes*, J. Roskam, 1971.
- *Airframe Structural Design: Practical Design Information and Data on Aircraft Structures* by Michael Chun-Yung Niu and Mike Niu, Adaso Adastra Engineering Center, 1999.
- *Analysis and Design of Flight Vehicle Structures*, E. F. Bruhn, Jacobs Pub, 1973.
- *Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls: Part 1*, J. Roskam, Darcorporation, 1999.
- *Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls: Part 2*, J. Roskam, Darcorporation, 1999.
- *Dynamics of Flight, Stability and Control*, 3rd Ed., B. Etkin y L.D. Reid, John Wiley & Sons, 1996.
- *Performance, Stability, Dynamics, and Control of Airplanes*, 2nd Ed., Bandu N. Pamadi, AIAA Education Series, 2004.

Enhanced Aircraft Design???

- Can software automatically Design Aircrafts?

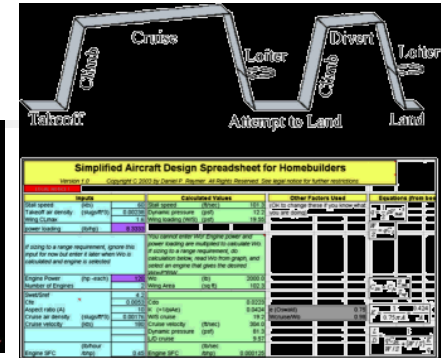
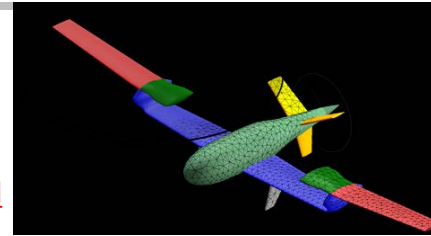





Software Available

- Aircraft Design & RDS Website

- Dan Raymer
- <http://www.aircraftdesign.com/>
- Free Software: <http://www.aircraftdesign.com/ac-size.html>



- Open SVG

- NASA Open Source Parametric Geometry
- <http://www.openvsp.org/>

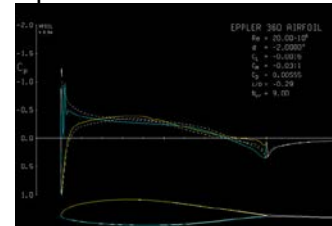
- CEASIOM - Aircraft Design

- Computerised Environment for Aircraft Synthesis and Integrated Optimisation Methods
- <http://www.ceasiom.com/>



- XFOIL

- Subsonic Airfoil Development System (MIT, USA)
- <http://web.mit.edu/drela/Public/web/xfoil/>



- XFLR5

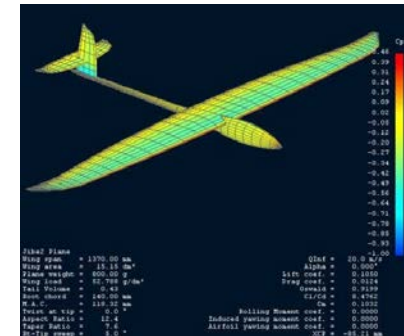
- XFLR5 is an analysis tool for airfoils, wings and planes operating at low Reynolds Numbers
- XFOIL
- <http://www.xflr5.com/xflr5.htm>

- MACHUP

- Design Airframes in your browser (Utah State University)
- <http://aero.go.usu.edu/>

- TYPHON UDX

- Integrated design and simulation tool.
- <https://www.comquestventures.com/typhon-udx-academic/>



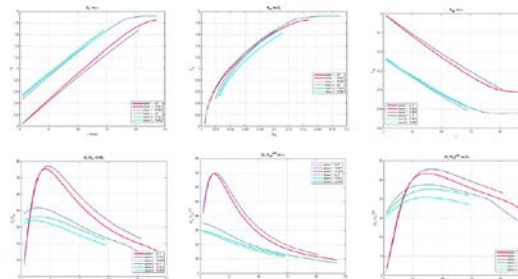
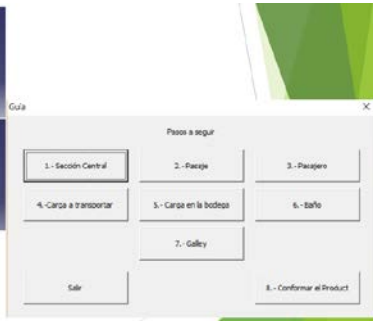
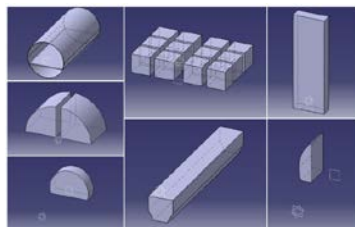
MachUp 3

Aerodynamic Analysis for Fixed-Wing Aircraft

Now includes viscous effects.



Supporting Tools



Postprocesado 3D

Los archivos principales de la carpeta 3D permite analizar los resultados obtenidos Wing and Plane.
Permite definir los valores del aeroplano.
Lectura de los archivos seleccionados para compilar.
Procesar los resultados.

- Lectura de los archivos
- Ejecutable principal
- Archivos exportados
- Generación de resultados 3D
- Lectura de resultados 2D

Conclusión

- Conclusiones:
 - Diseño es un reto.
 - Diseño es importante.
 - ¡Diseño es divertido!
 - Todavía hay sitio para los soñadores.
- ¿Qué es lo que han hecho vuestros compañeros?
- ¿¿¿Qué se espera de vosotros????
- ¿Y vosotros que opináis?
 - ¿Qué esperáis aprender en la asignatura?
 - ¿Qué esperáis del profesor?



¿Qué es el Diseño de Aviones?

Problema Conceptual de Diseño

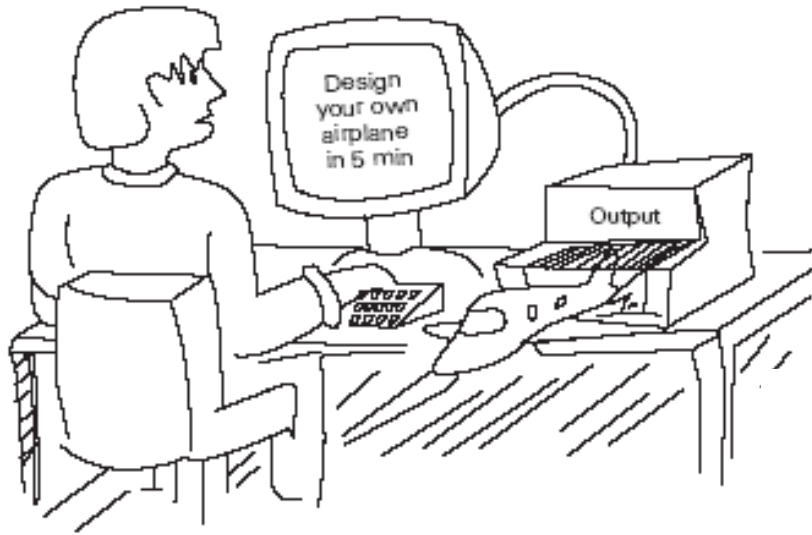


Fig. 1.3 Student view of design

¡¡Vuestra Visión!!



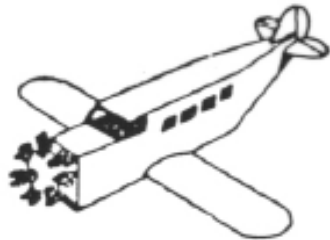
¡¡Lo que os vais a encontrar!!

Fig. 1.4 The 'real' design process

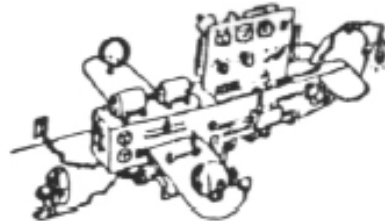
Desafío Multidisciplinar - I

La belleza está en los ojos a través de los que la observan

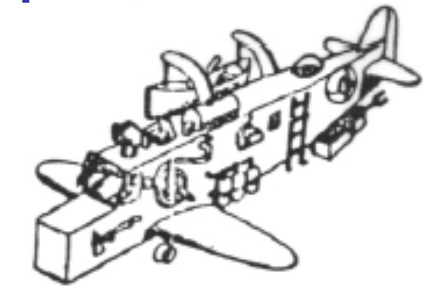
“Dream airplanes” – C. W. Miller



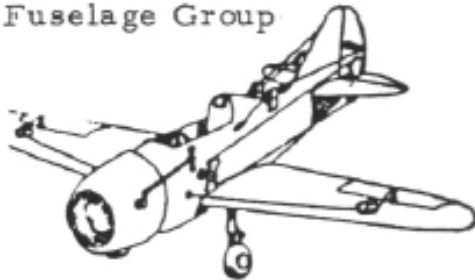
Fuselage Group



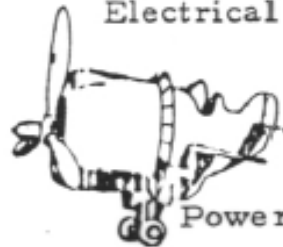
Electrical Group



Equipment Group



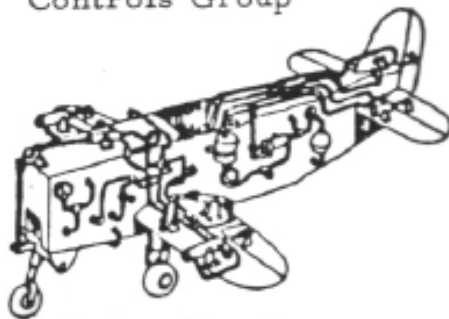
Controls Group



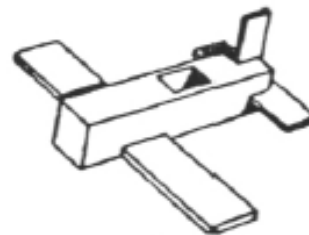
Power Plant Group



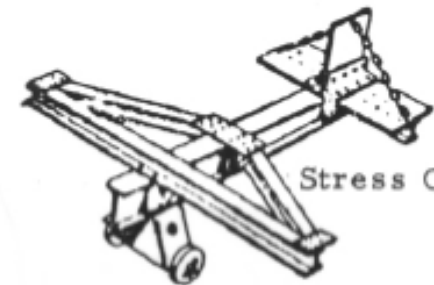
Aerodynamics Group



Hydraulics Group



Lift Group

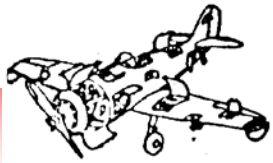


Stress Group

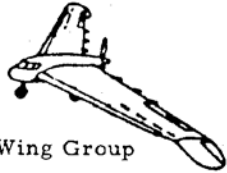


Production Engineering Group

Special Interest Groups



Service Group



Wing Group



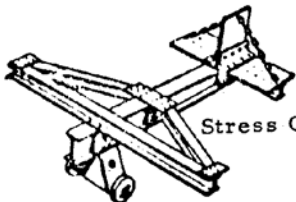
Empennage Group



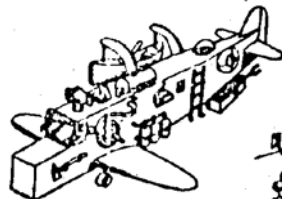
Armament Group



Aerodynamics Group



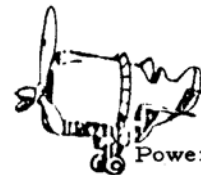
Stress Group



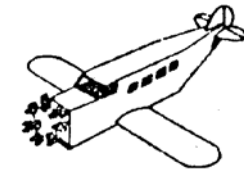
Equipment Group



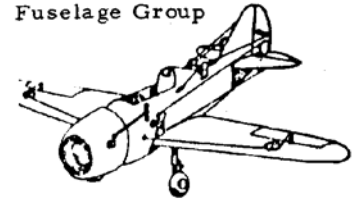
Electrical Group



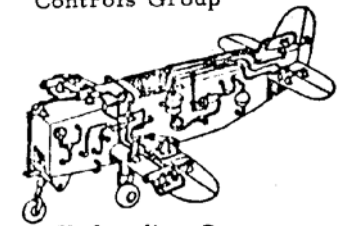
Power Plant Group



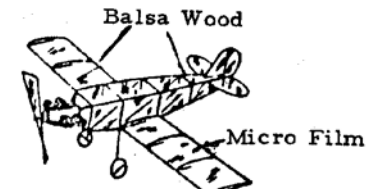
Fuselage Group



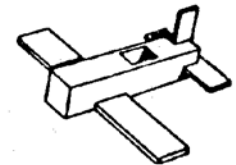
Controls Group



Hydraulics Group



Weight Group



Loft Group



Production Engineering Group

A completed airplane in many ways is a compromise of the knowledge, experience and desire of the many engineers that make up the various design and production groups of an airplane company.

It is only being human to understand why the engineers of the various groups feel that their part in the design of an airplane is of greater importance and that the headaches in design are due to the requirements of the other less important groups.

This cartoon "Dream Airplane" by Mr. C. W. Miller, Design Engineer of the Vega Aircraft Corporation, indicates what might happen if each design vs. production group were allowed to take itself too seriously.

Desafío Multidisciplinar - II

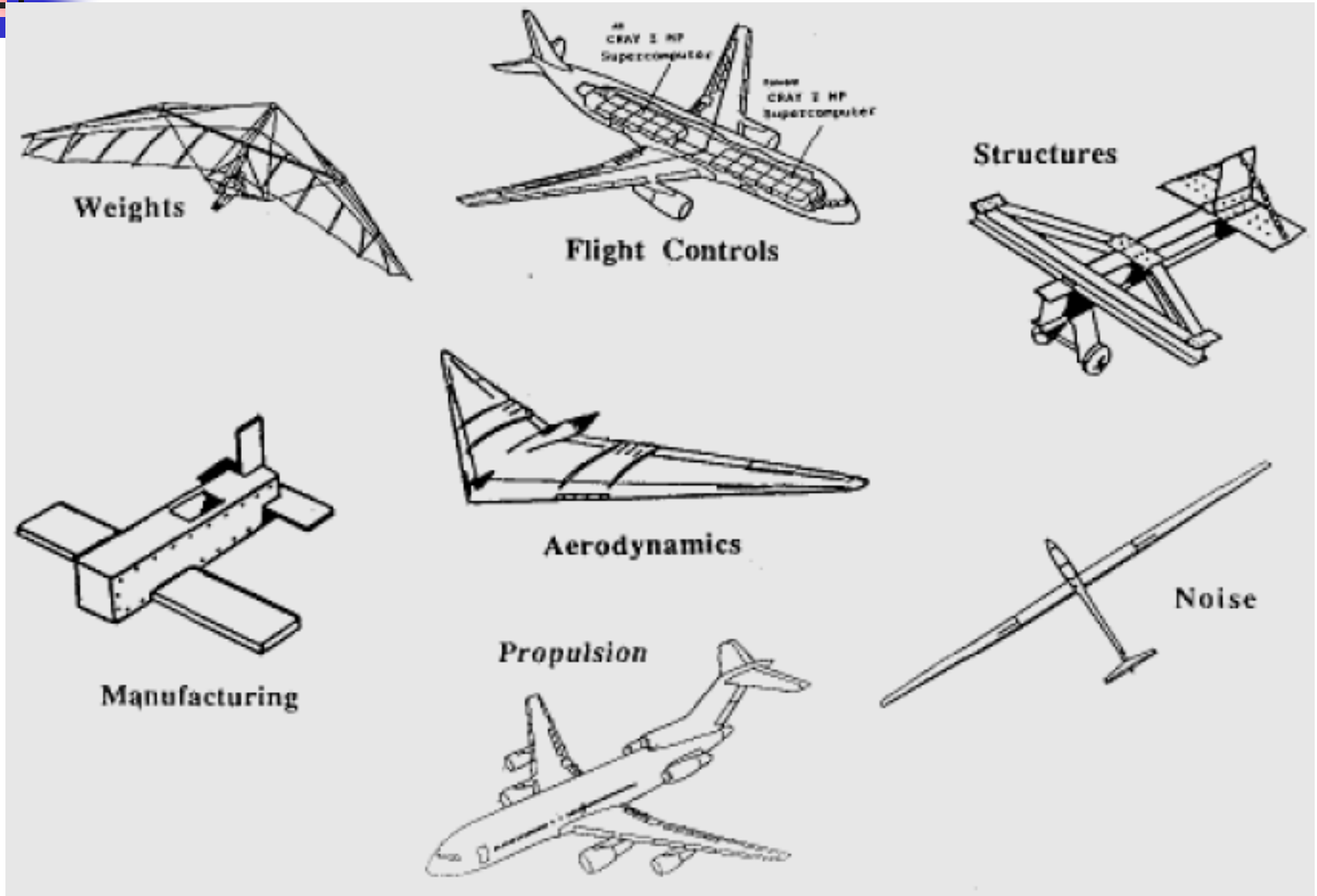


Figure 4. One can only make one thing best at a time.

What does create a good DESIGNER?

Self-confident and able to accept with impartiality both the shortcomings of the poor solutions they propose, and the praise of their successes.

This is really cool... Isn't?
Is this an UTOPIA???

What kind of tools do we need to teach students?

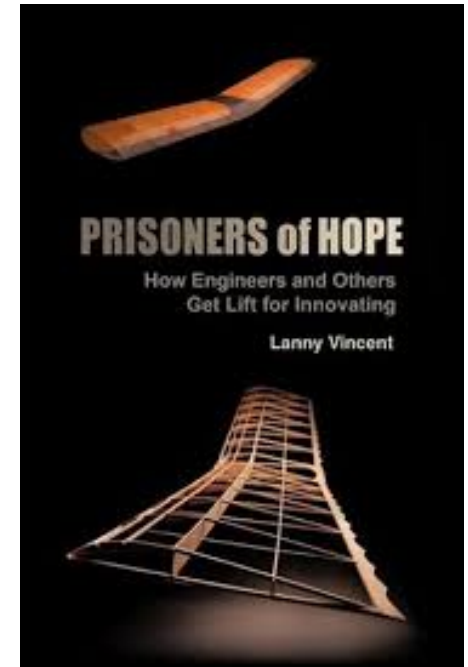
Good Designer?

Good Brainstormer?

Is there hope for engineers?

What is design?

ENGINEERS FOR
HOPE

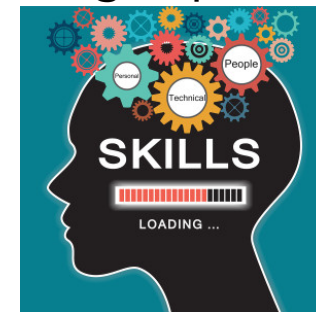


Corey Ford
cford@stanford.edu

¿Que es lo que hace un buen diseñador?

- NRC publication *"Improving Engineering Design, Designing for Competitive Advantage"*
 - Siempre **haciendo preguntas**, **curiosidad** sobre cualquier cosa.
 - Gran **poder** de **asociación**: les permite **reconocer** y **recurrir** de forma paralela a **otros campos** en busca de ideas:
 - Los diseñadores tienen un interés ecléctico y a menudo deambulan lejos del camino de la ciencia y la ingeniería.
 - Buscando **soluciones intermedias**.
 - **Interesados** en **todo**.
 - Cuando se les **presenta** un **problema**, siempre tiene **multitud** de **respuestas**, y busca **interacciones** con **colegas** para separar las **buenas** de las **malas**

“BRAINSTORMING”



- **Segur@s** de si mism@s y capaces de aceptar con imparcialidad tanto los **defectos** de las soluciones pobres que proponen, como de los **elogios** de sus éxitos.

¿Sois Buenos Diseñadores?

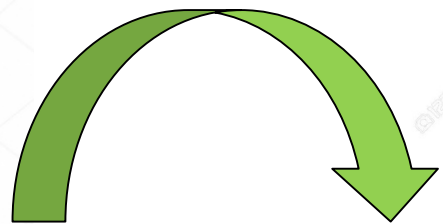
Aircraft Design Phases - II

Right-Brain

LOGICAL
VERBAL
PART AND DETAIL
DIGITAL
SYMBOLIC
ORDER
MATH
RATIONAL
OBJECTIVE
LINEAR
TARGET AND DIRECTION
SYSTEM
ANALYTIC

art
RANDOM
AND
FREE **BIG**
PICTURE
Music
emotion
IMAGINATION
DREAM
SUR-REAL
NOVEL
Colors
Creative
analog
FUN

Left-Brain



Promote Emotional Intelligence



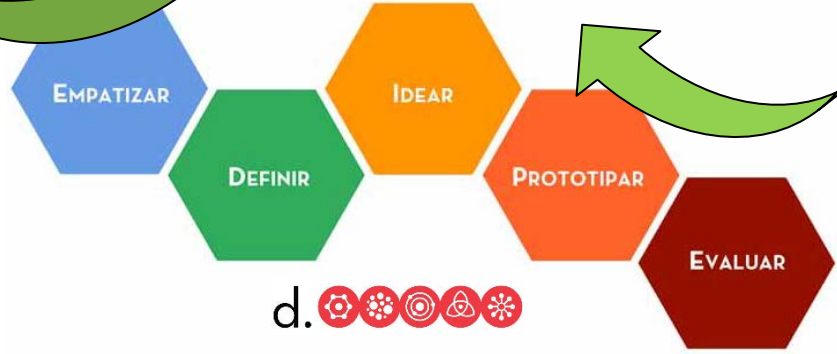
THINK OUTSIDE THE BOX



Make them confident

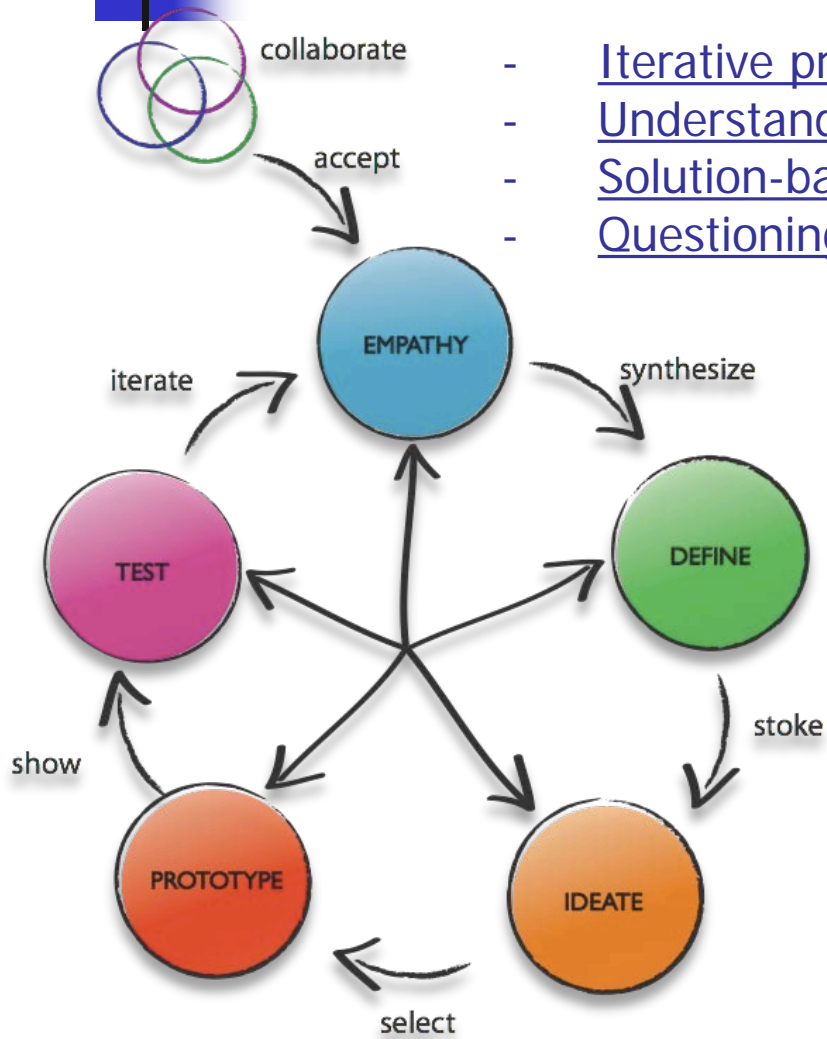


Make them independent



d.

What's Design Thinking?



- Iterative process (human centered)
- Understand the user
- Solution-based approach solve problems
- Questioning the problema & assumptions and implications



Who does Design Thinking?



Companies that have implemented Design Thinking process



Johnson & Johnson

P&G



NETFLIX



MAYTAG



Coca-Cola

"Design thinking helped Apple to innovate while placing their consumers at the heart of the process."

"At Netflix we engage in what we call consumer science: we test new ideas with real customers"

"At Airbnb, design thinking and design research inform strategic decision-making to address User Experiences challenges on the platform"



ABInBev



amazon

IBM

Google



stryker

"At Amazon, we constantly look for new ways to innovate, on behalf of our different customers"

"IBM Designcamps provide the structure for spreading design thinking across the organization as part of a comprehensive approach"

"Instead of waiting to launch a minimal product to understand if an idea is any good, you'll get clear data from a realistic prototype"



AMGEN



UniCredit Bulbank



Roche



MOVE.BG

hesed R&M



UBISOFT

Roche



MOVE.BG

Allianz ING



ciela

TEDX

ONE DESIGN WEEK

EKOHT

vmware METRO

METRO



SXSW MUSIC FILM INTERACTIVE



PMI Project Management Institute

Жубом БУАСТРАД VIENNA INSURANCE GROUP



Република България Министерство на труда и социалната политика

EMPATHEAST



EYEFOCUS accelerator

innowave Varna 2017 Европейска младежка столица



Raiffeisen BANK

Sogood

SAATCHI & SAATCHI

SALZBURG GLOBAL SEMINAR

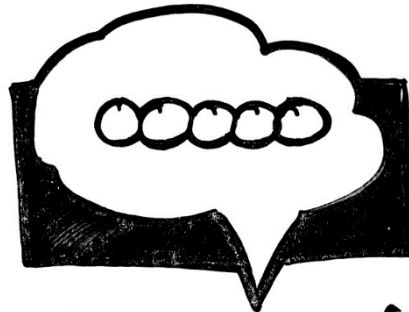
AGCAPITAL

SOCIETE GENERALE ЕКСПРЕСБАНК

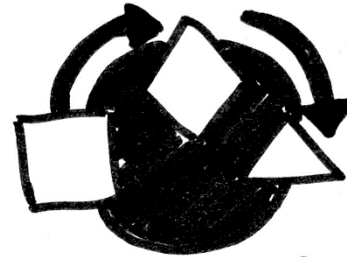
D. MINDSETS. Las premisas del proceso creativo



HUMAN
CENTERED



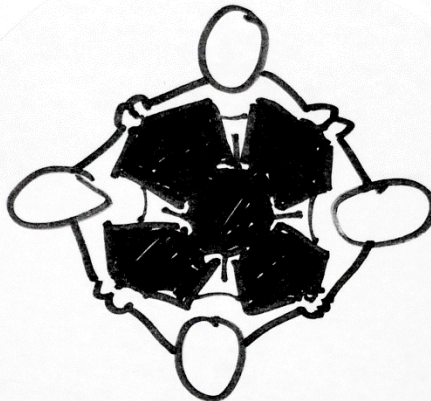
MINDFUL of
PROCESS



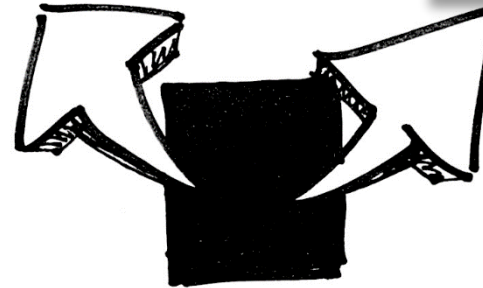
CULTURE
OF
PROTOTYPING



SHOW
DONT
TELL

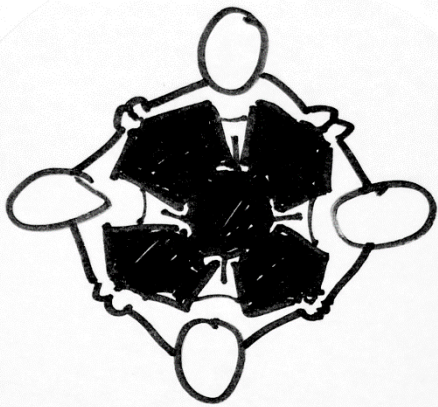


RADICAL
COLLABORATION



BIAS
TOWARD
ACTION

...USING THESE MINDSETS.



**RADICAL
COLLABORATION**



**RADICAL
COLLABORATION**

Colaboración Radical:

Junta equipos de personas de variadas disciplinas y puntos de vista. La diversidad permite salir a la luz ideas radicales.

**OBSERVE
IN**



PAIRS

++

**SYNTHESIZE
IN TEAMS**



**INVITE
OUTSIDERS
TO
BRAINSTORM**



**TEST
WITH
USERS**



RADICAL COLLABORATION



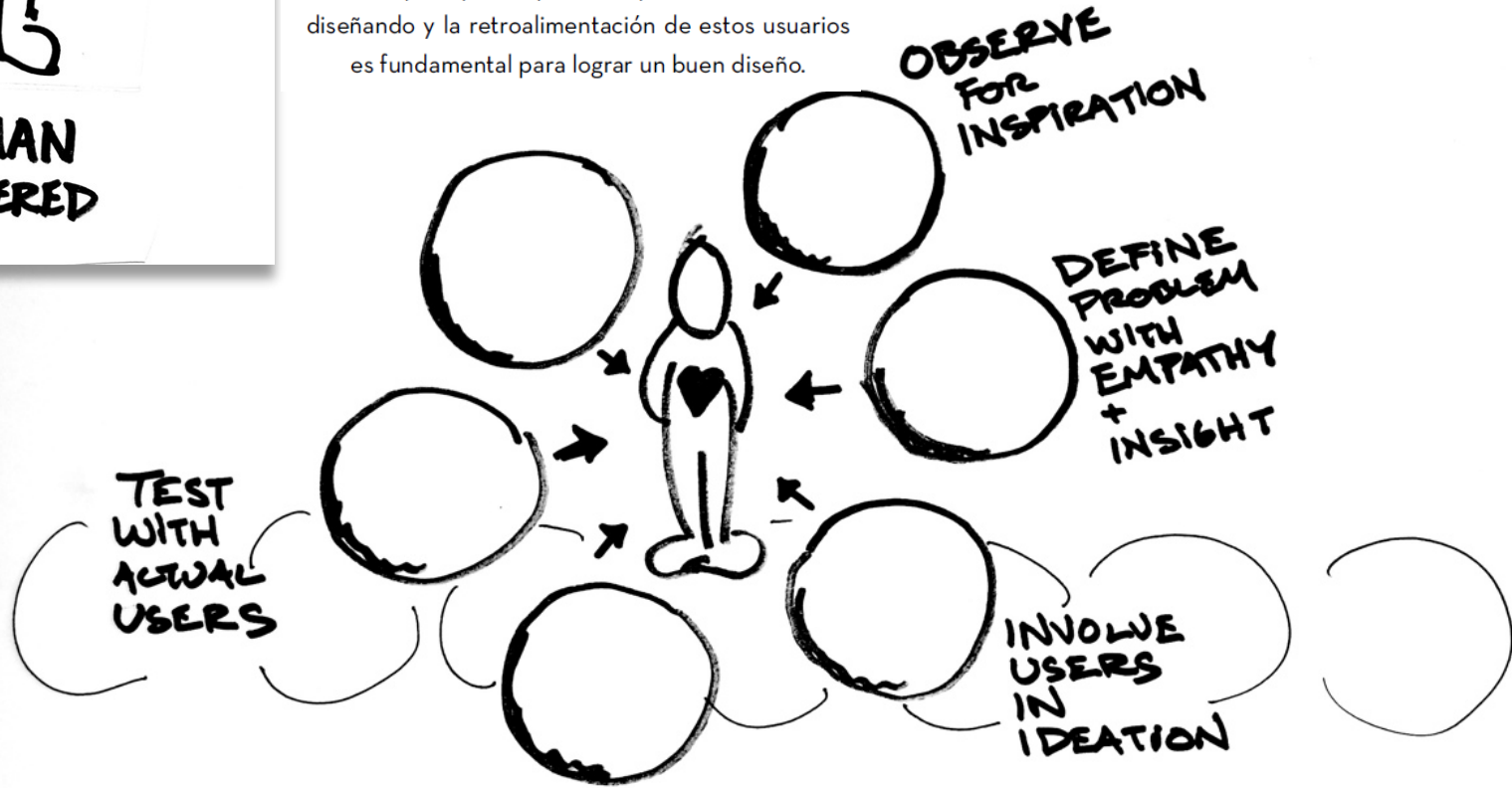
HUMAN
CENTERED

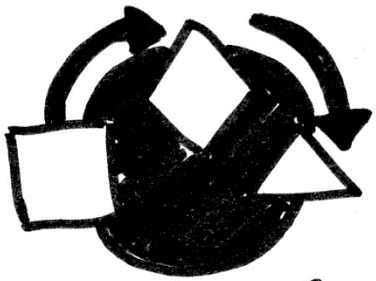


HUMAN
CENTERED

Enfócate en valores humanos:

Tener empatía por las personas para las cuales estás diseñando y la retroalimentación de estos usuarios es fundamental para lograr un buen diseño.





CULTURE OF PROTOTYPING

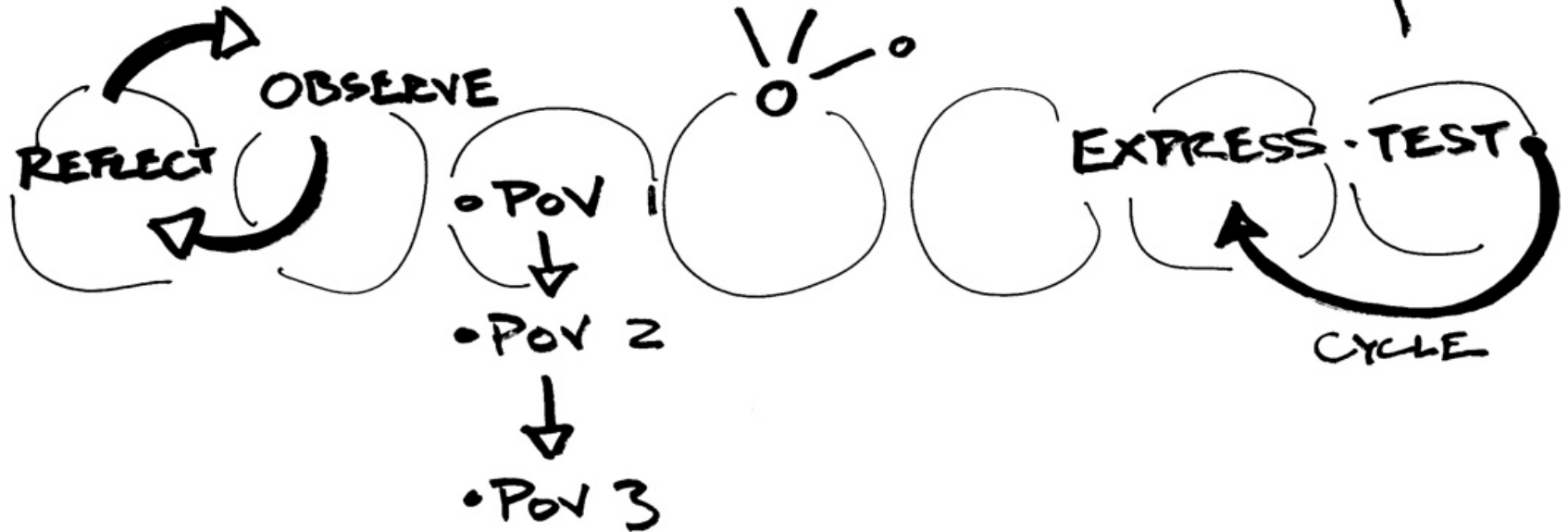
ITERATE!
MANY CYCLES



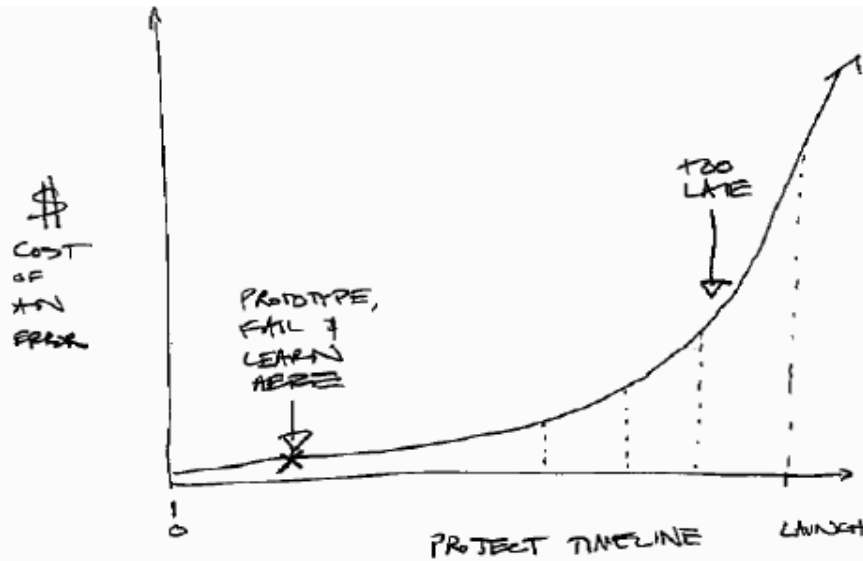
CULTURE OF PROTOTYPING

Cultura de Prototipos:

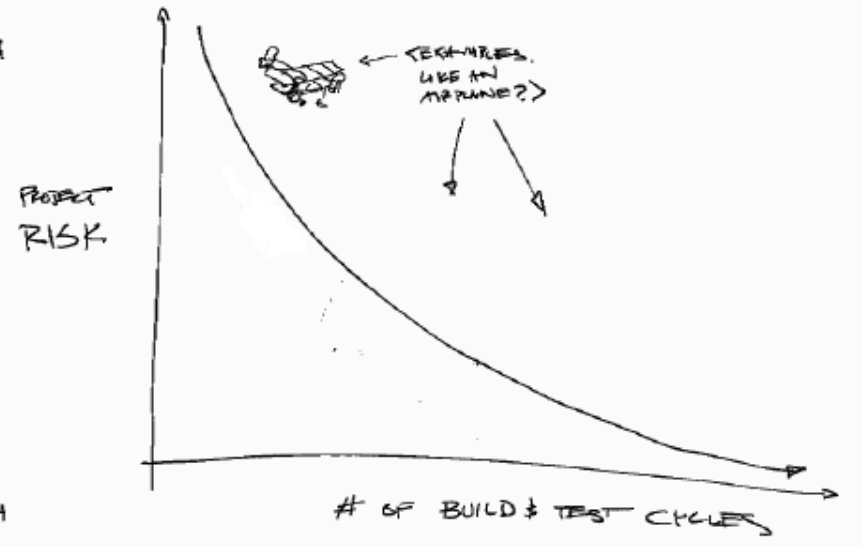
Hacer prototipos no es simplemente una manera de validar las ideas; es una parte integral del proceso de innovación.



PROTOTYPE EARLY



PROTOTYPE OFTEN



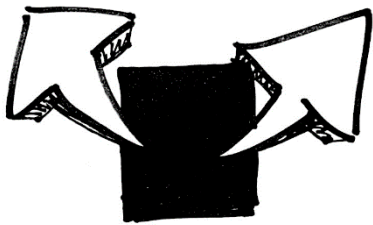
BIAS TOWARDS ACTION



No lo Digas, Muéstralo:

Comunica tu visión de una manera significativa e impactante creando experiencias ,usando visuales ilustrativas y contando buenas historias.





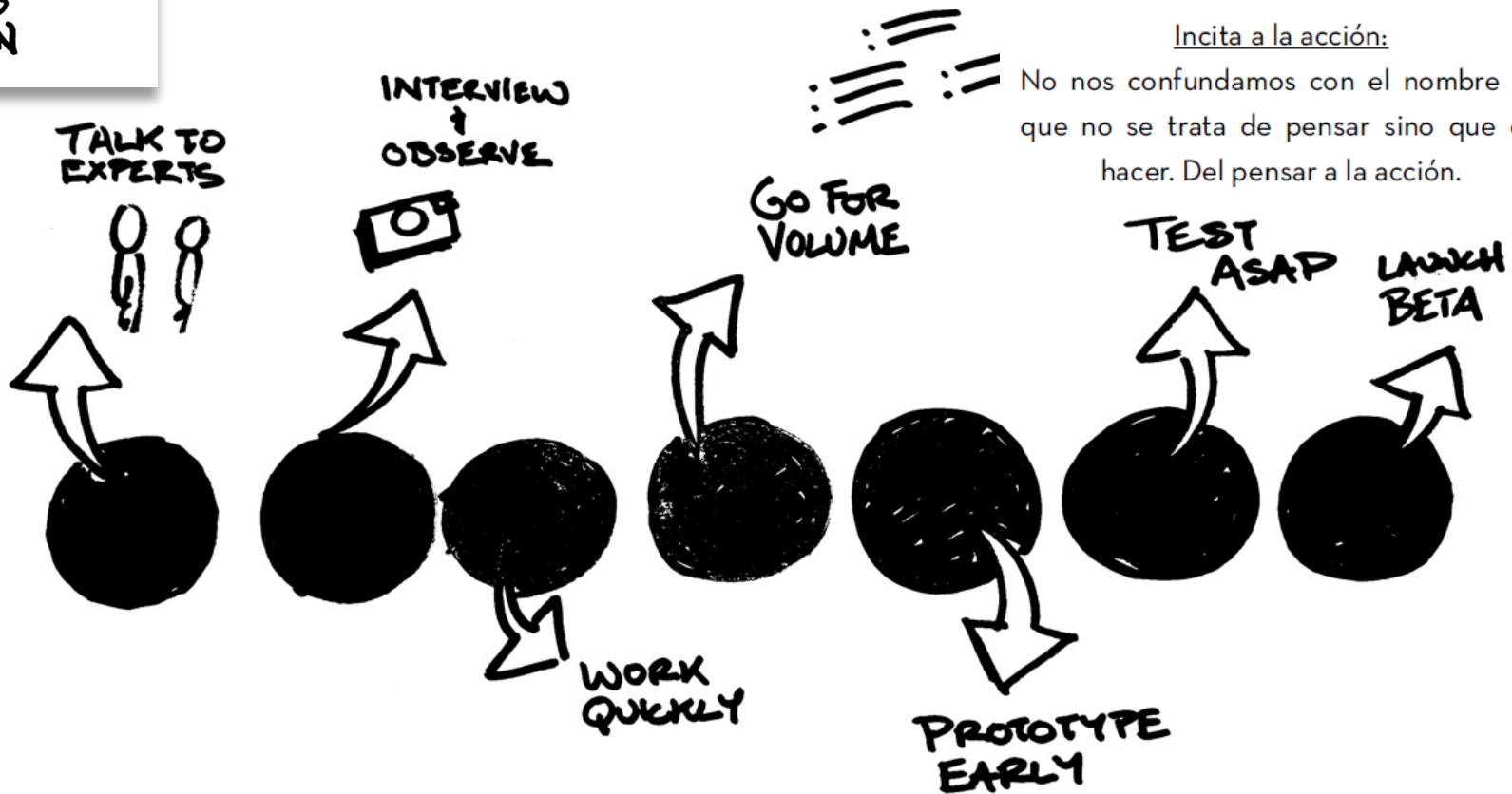
BIAS
TOWARD
ACTION

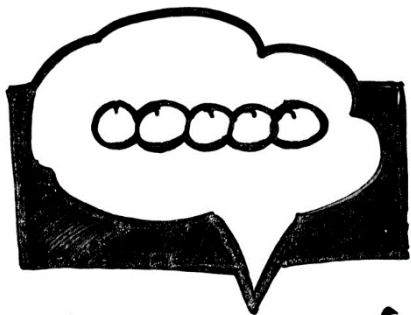


BIAS
TOWARD
ACTION

Incita a la acción:

No nos confundamos con el nombre ya que no se trata de pensar sino que de hacer. Del pensar a la acción.





**MINDFUL of
PROCESS**



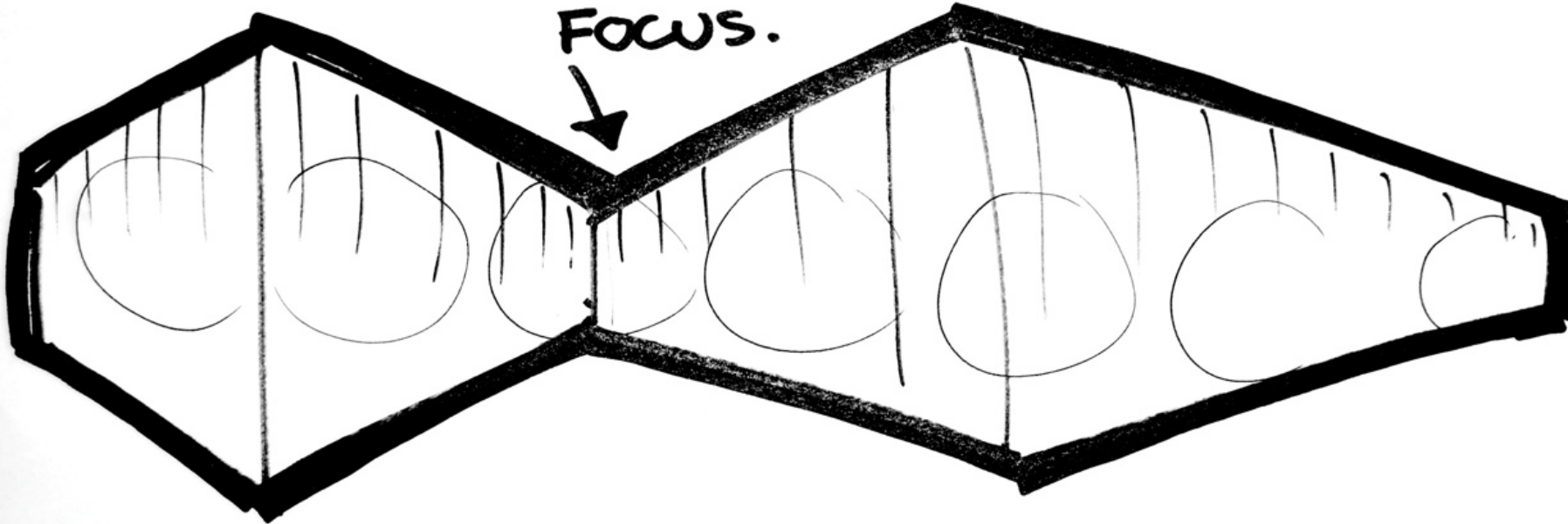
**MINDFUL of
PROCESS**

Estar Consciente Del Proceso:

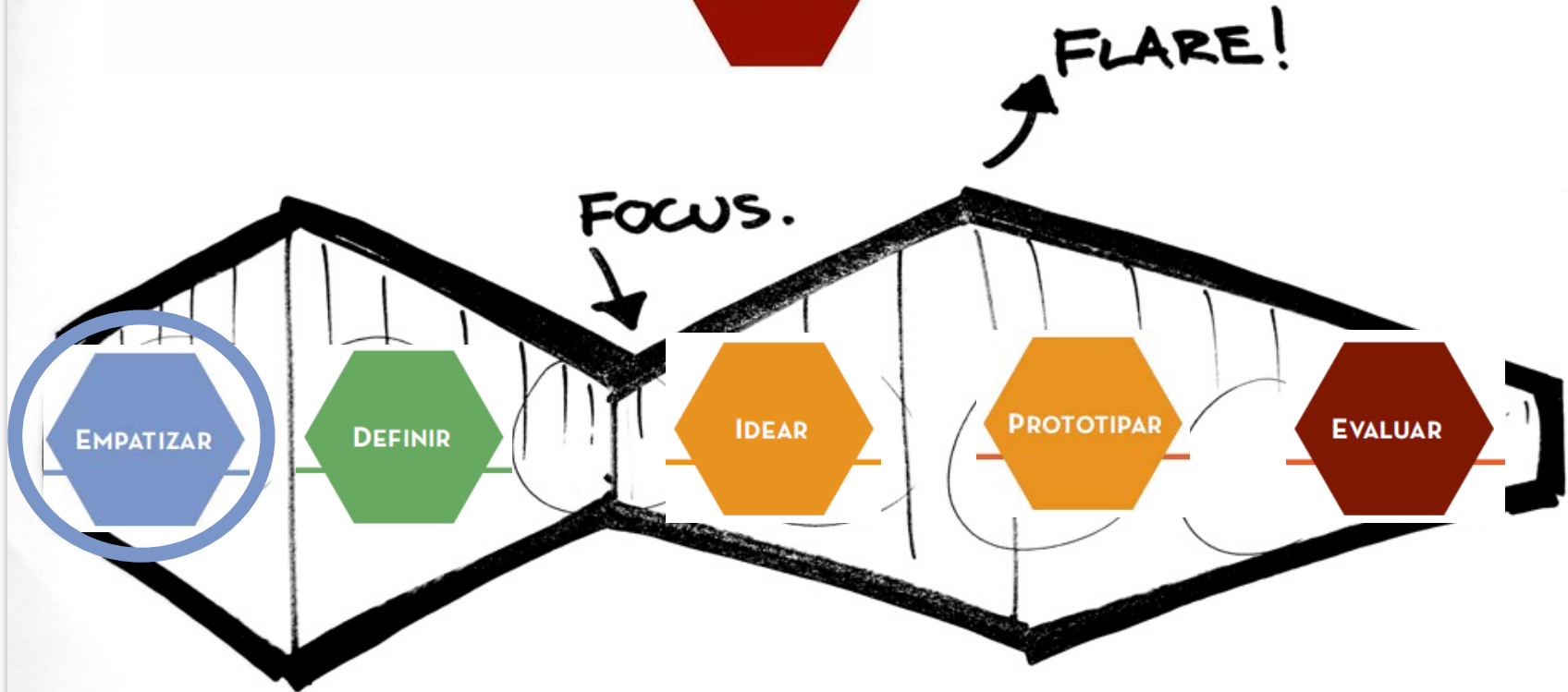
Tener claro el proceso de diseño y saber
qué métodos se utilizan en cada fase.

FLARE!

FOCUS.



"Para crear innovaciones significativas necesitas conocer a tus usuarios y preocuparte de sus vidas"

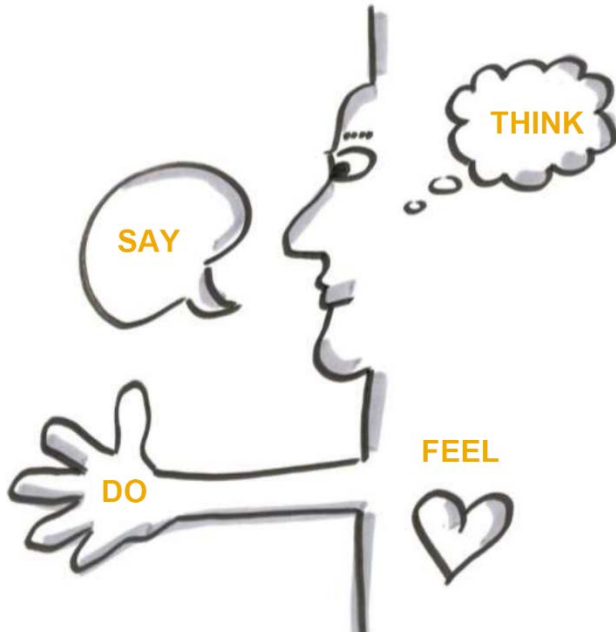
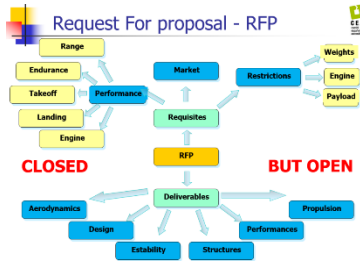


Observar, involucrarte, mirar, escuchar

Empathy

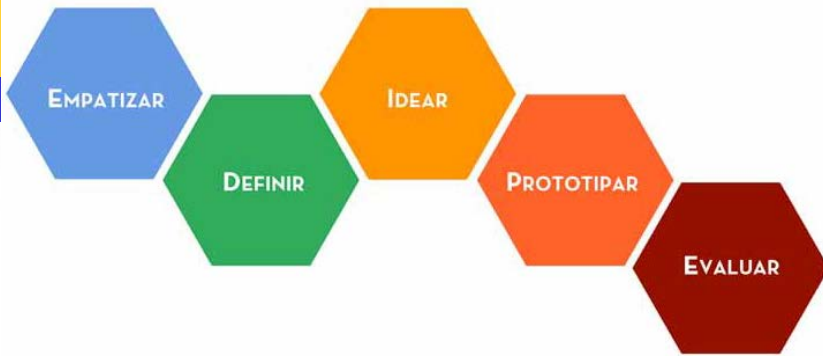
“Para crear innovaciones significativas necesitas conocer a tus usuarios y preocuparte de sus vidas”

Observar, involucrarte, mirar, escuchar



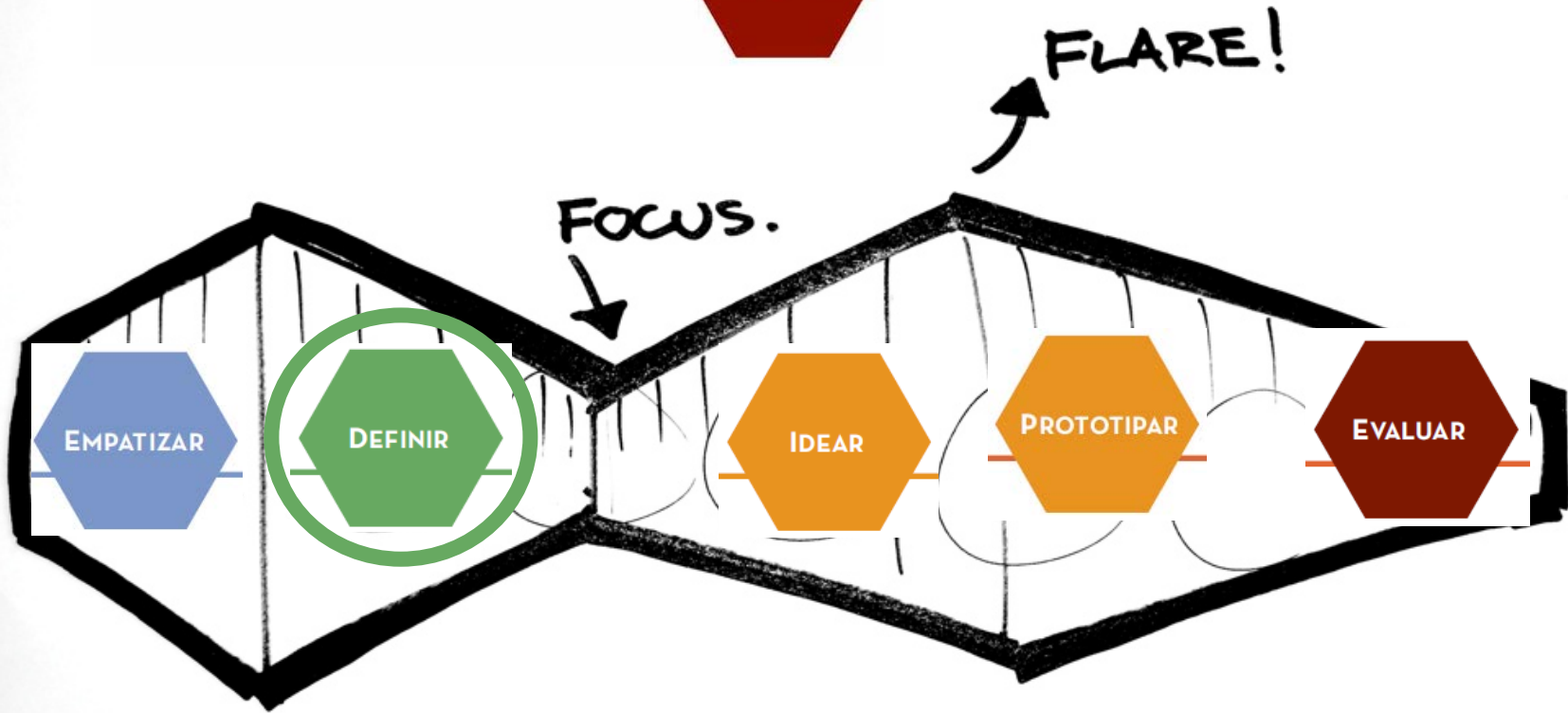
Empathy





“Enmarcando el problema adecuado es la única manera de crear la solución correcta.”

Definir, procesar, sintetizar

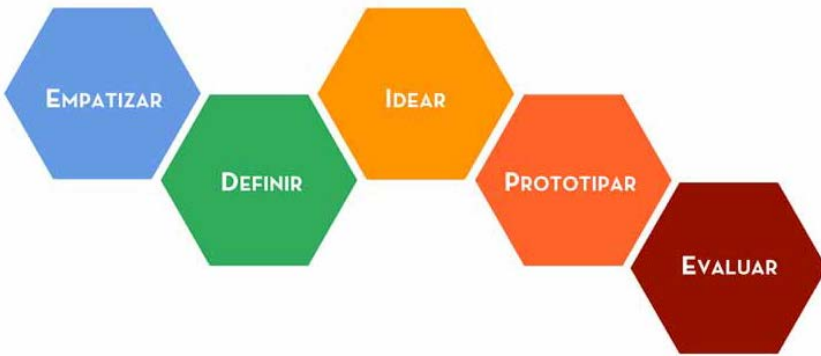


Define

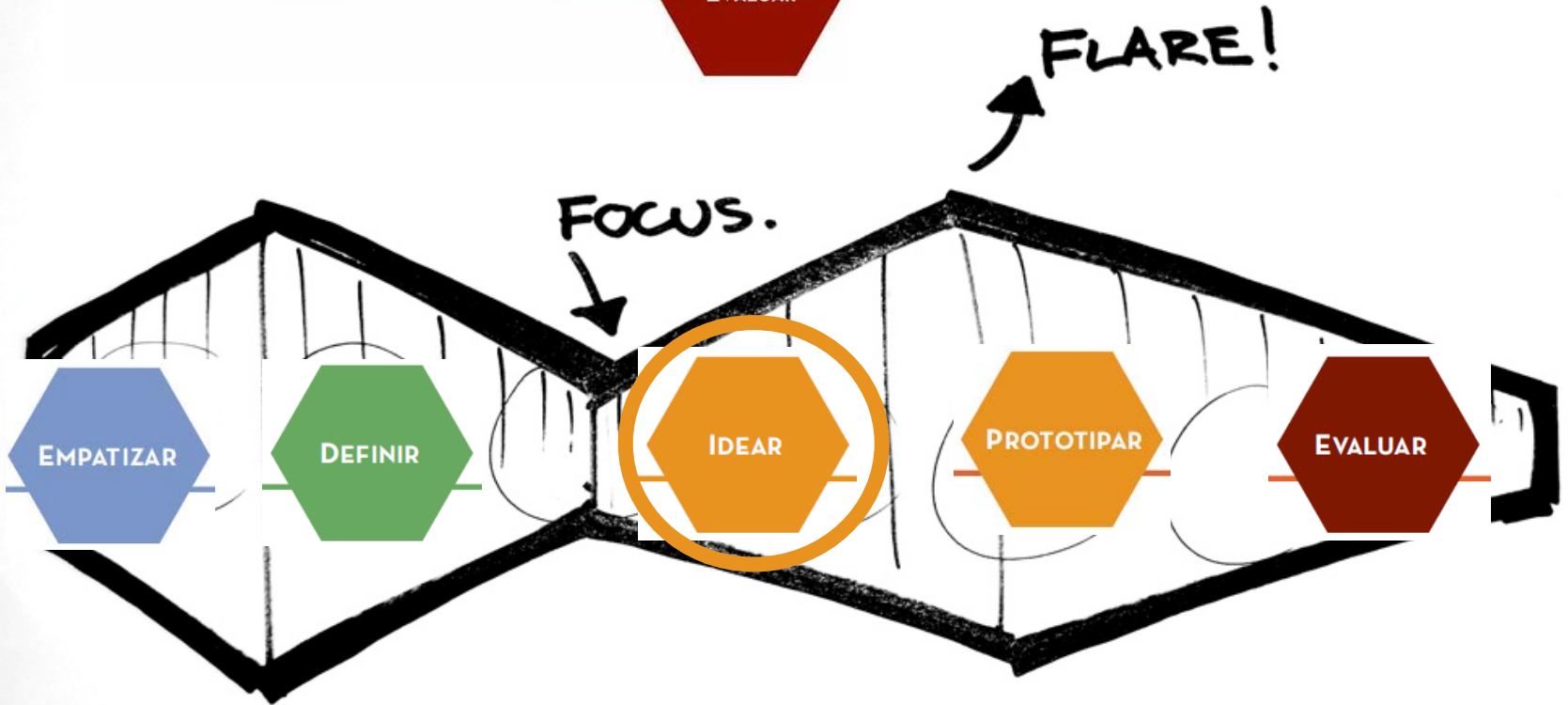
"Enmarcando el problema adecuado es la única manera de crear la solución correcta."

Definir, procesar, sintetizar





"No es sobre tener la idea correcta,
es sobre el crear la mayor cantidad
de posibilidades."

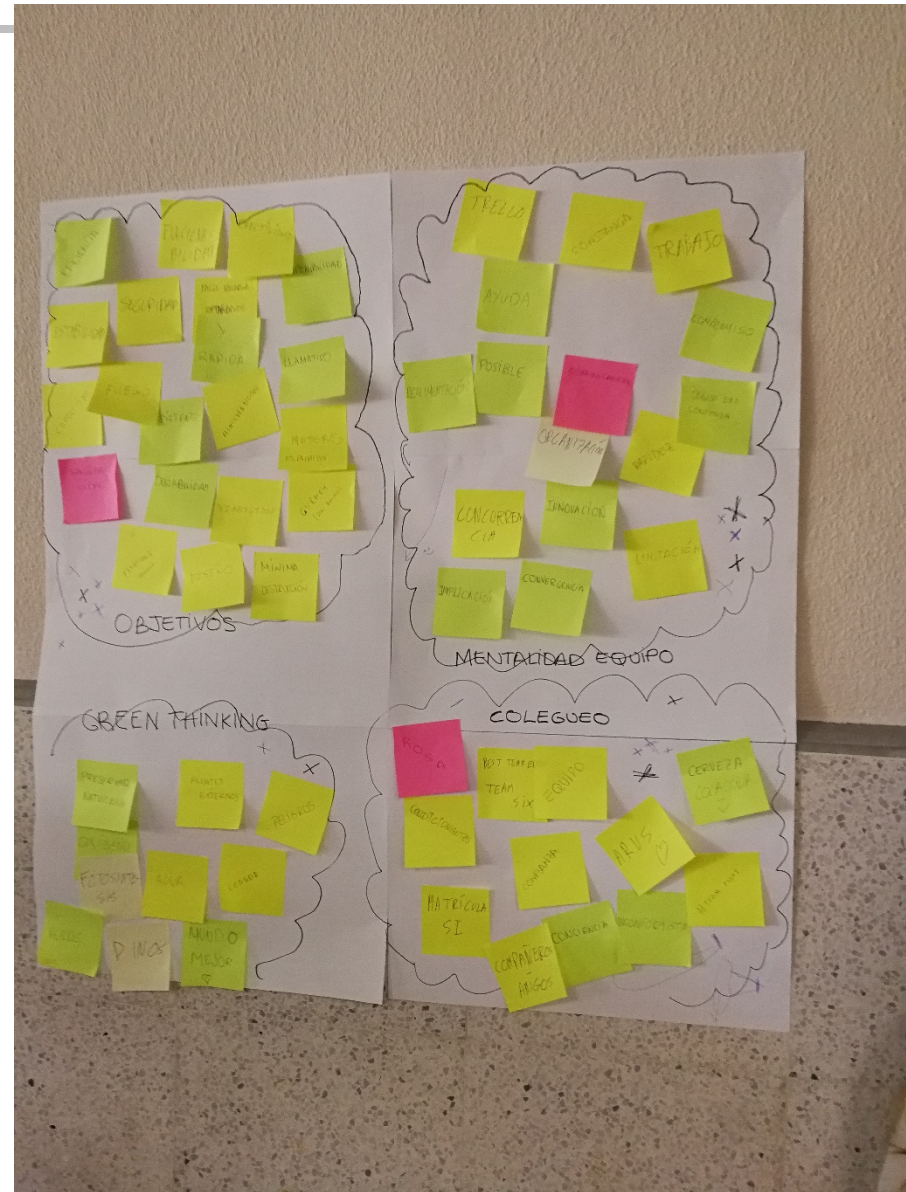
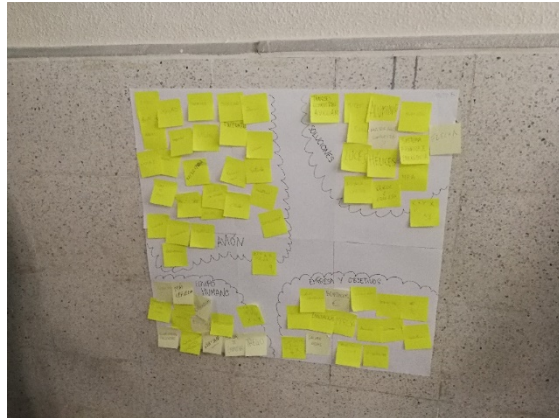


focalizar, diseñar, generar multiples ideas

Ideate

focalizar, diseñar, generar multiples ideas

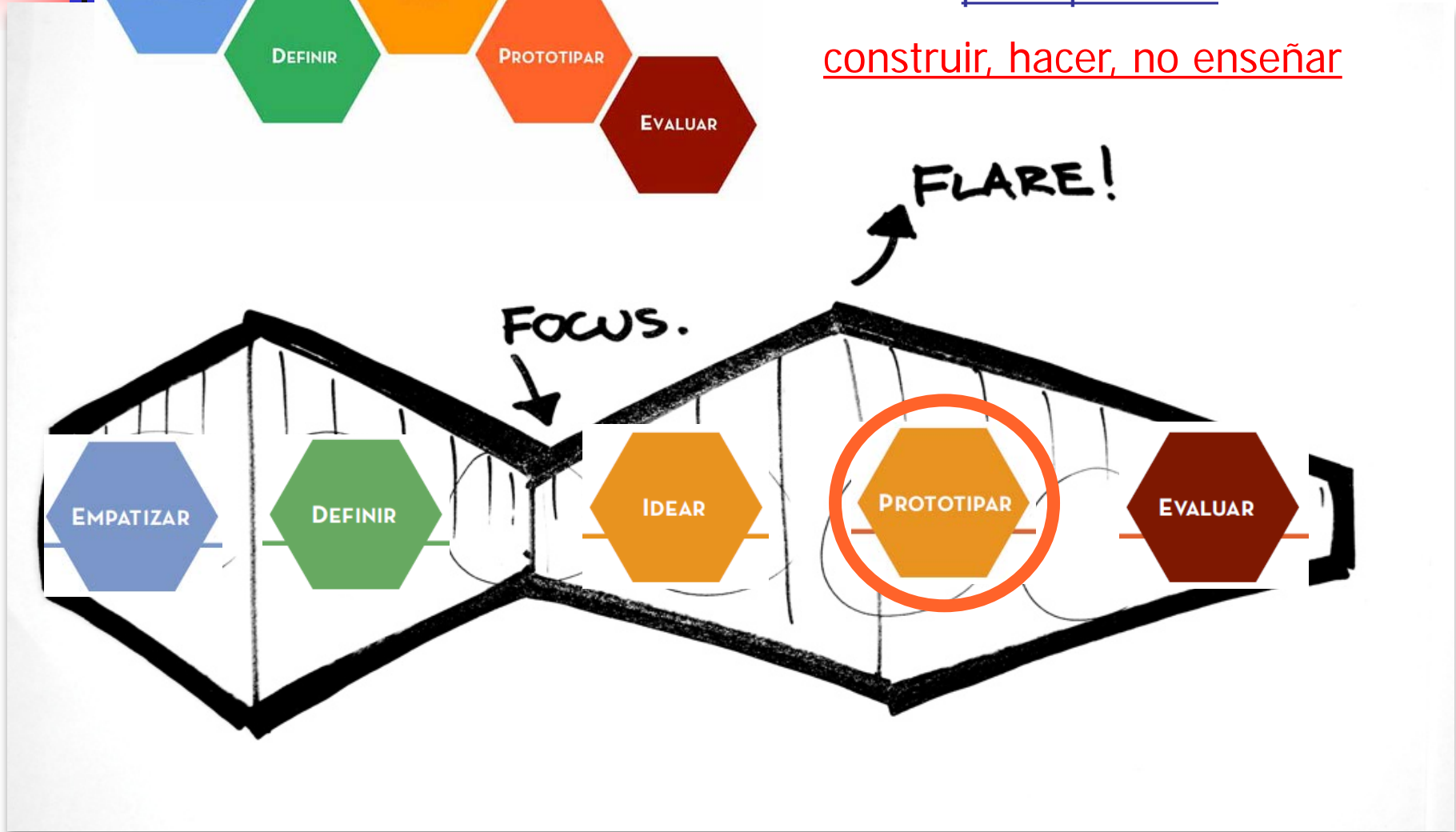
"No es sobre tener la idea correcta,
es sobre el crear la mayor cantidad
de posibilidades."

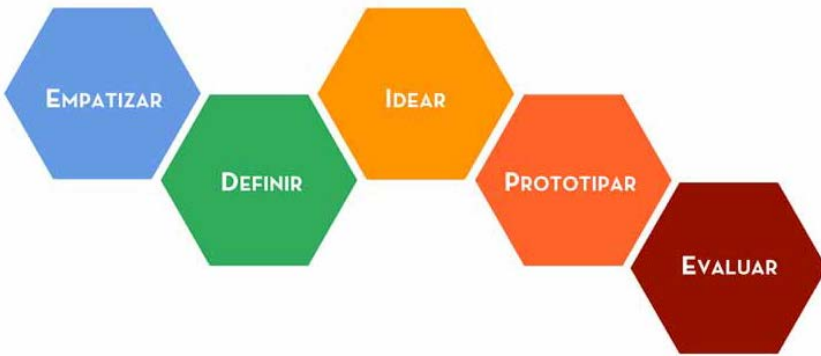




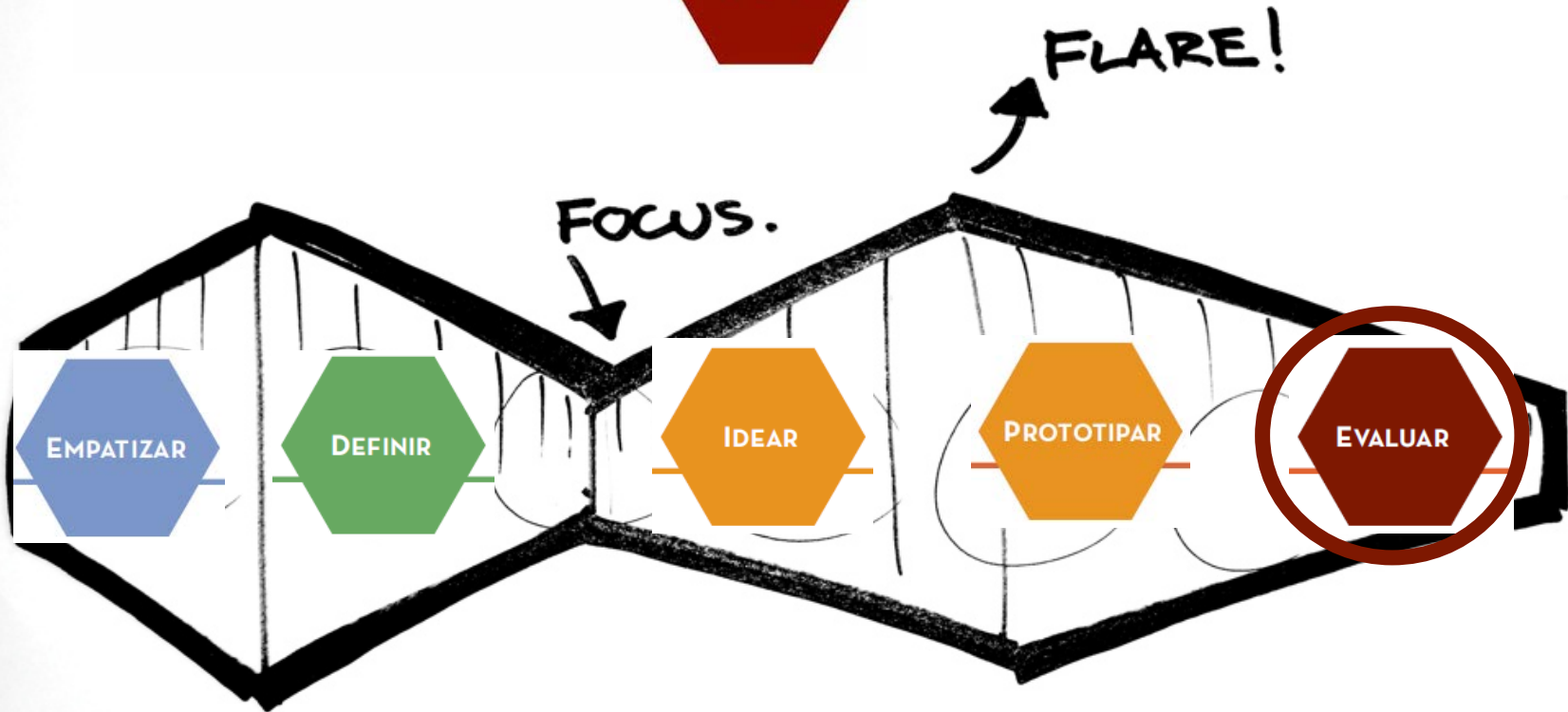
"Construye para pensar y evalúa para aprender."

construir, hacer, no enseñar





“Evaluar te da la oportunidad para aprender sobre los usuarios y las posibles soluciones.”



Don't tell, show... crear experiencias, pide al usuario que compare

Empatizar

“Para crear innovaciones significativas necesitas conocer a tus usuarios y preocuparte de sus vidas”

EMPATIZAR

- Empatía es la base del proceso de diseño que está centrado en las personas y los usuarios. Lo básico para ser empático es:
 - **Observar:**
 - Mira a los usuarios y sus comportamientos en el contexto de sus vidas.
 - Debemos siempre tratar de observar desde el exterior sin entrometerse, las mejores ideas vienen en estas situaciones así.
 - **Involúcrate:**
 - Generar una conversación, esta puede ser desde una pregunta de pasillo, breve o una conversación más estructurada.
 - Prepara algunas preguntas para ir manejando la conversación siempre manteniendo levemente estructurada.
 - Lo importante es siempre preguntar “¿Por qué?” ya que eso descubre nuevos significados, preguntar una y dos veces si es necesario...¿Por qué? ¿Por qué?
 - **Mira y Escucha:**
 - Lo mejor siempre es combinar estas dos, la conversación y el engagement.
 - Pídele también que te explique como hace algunas cosas y que vaya vocalizando lo que pasa por su mente cuando esté en su trabajo.
 - Ten una conversación mientras trabaja y esté en su contexto.

Empatizar

“Para crear innovaciones significativas necesitas conocer a tus usuarios y preocuparte de sus vidas”

EMPATIZAR

- Como Diseñador, los problemas que tratas de resolver no son los tuyos, son problemas de otras personas.
- Para diseñar para estas personas debes adquirir la empatía por lo que ellos son como personas y lo que es importante para ellos.
- La empatía que es el elemento esencial del proceso de diseño.
 - Entonces entras en un modo, en un estado de observación que es el modo empatía.
 - Que es básicamente el trabajo que haces para entender a los usuarios dentro del contexto del cual estás diseñando.
 - Es el esfuerzo por comprender las cosas que hacen y porqué, sus necesidades físicas y emocionales, como conciben el mundo y que es significativo para ellos.
 - Son las personas en acción las que inspiran al diseñador y direccionan una idea una idea en particular.
 - A esta etapa se le llama “immerse” ya que el diseñador debe hundirse en un mar de aprendizaje.

Definir

"Enmarcando el problema adecuado es la única manera de crear la solución correcta."

DEFINIR

- Este modo "definición" es todo sobre traer claridad y enfoque al espacio de diseño en que se definen y redefinen los conceptos.
- Es preciso determinar bien el desafío del proyecto basado en lo aprendido del usuario y su contexto.
- Después de transformarse en un experto instantáneo del problema adquiriendo una empatía invaluable por la persona de la cual estás diseñando, esta etapa es sobre crear coherencia sobre la variada información que se ha reunido.
- El modo definición es crítico para el proceso de diseño ya que la meta de esta etapa es moquetear un "Point of View" (POV) que significa crear una declaración de problema viable y significativo y que será guía para enfocarse de mejor manera a un usuario en particular.

Definir

"Enmarcando el problema adecuado es la única manera de crear la solución correcta."

DEFINIR

- Los insights no aparecen de la nada y repentinamente como por arte de magia.
- Estos insights nacen al procesar y sintetizar la información y enfrentando el problema para hacer conexiones y descubrir patrones racionales.
- Esta debe cumplir con ciertos criterios para que funcione bien:
 - Enmarcar un problema con un enfoque directo.
 - Que sea inspirador para el equipo.
 - Que genere criterios para evaluar ideas y contrarrestarlas.
 - Que capture las mentes y corazones de las personas que has estudiado.
 - Que ayude a resolver el problema imposible de desarrollar conceptos que sirven para todo y para todos.

- Aquí empieza el proceso de diseño y la generación de múltiples ideas.
 - Esta etapa se entrega los conceptos y los recursos para hacer prototipos y crear soluciones innovadoras.
 - Todas las ideas son válidas y se combina todo desde el pensamiento inconsciente y consciente, pensamientos racionales y la imaginación.
- Es un espacio para desarrollar brainstorms y construir ideas sobre previas ideas.
 - En esta etapa se conciben una gran cantidad de ideas que dan muchas alternativas de donde elegir como posibles soluciones en vez de encontrar una sola mejor solución.
 - También se puede trabajar con métodos como croquis, mindmaps, prototipos y storyboards para explicar la idea de la mejor manera.
- Pero el utilizar todas no significa éxito e incluso puede ser peor.
 - A su vez, es necesario también separar el área de generación de ideas con el área de evaluación de ideas.

- La creación de múltiples ideas permite atacar distintos focos:
 - Pensar sobre soluciones que son obvias y por lo tanto aumenta el potencial de innovación del set de posibilidades
 - Aprovechar de mejor manera las distintas visiones de cada equipo de trabajo y el trabajo colectivo
 - Descubrir áreas inesperadas de exploración creando mayor volumen y mayores opciones para innovar.

- El modo Prototipos es la generación de elementos informativos como dibujos, artefactos y objetos con la intención de responder preguntas que nos acerquen a la solución final.
 - O sea no necesariamente debe ser un objeto sino cualquier cosa con que se pueda interactuar.
 - Puede ser un post-it, un cartón doblado o una actividad e incluso un storyboard.
 - Idealmente debe ser algo con que el usuario pueda trabajar y experimentar.
 - Es un proceso de mejora o sea en las fases iniciales de cada proyecto puede ser un poco amplio y el prototipado debe ser de manera rápida y barata de hacer pero que puedan entregar tema para debatir y recibir feedback de usuarios y colegas.
 - Este proceso se va refinando mientras el proyecto avanza y los prototipos van mostrando más características como funcionales, formales y de uso.

- Por que hacer prototipos?
 - Para inventar y construir para pensar en resolver el problema
 - Para comunicar.
 - Si una imagen vale mil palabras, un prototipo vale mil imágenes
 - Para empezar conversaciones.
 - Las conversaciones con los usuarios son más eficientes cuando están concentradas sobre algo con que conversar como un objeto
 - Para cometer errores antes y de manera barata
 - Para evaluar las alternativas.
 - Ayuda a desarrollar bien distintas ideas sin tener que comprometerse con una demasiado temprano
 - Para controlar el proceso de la creación de soluciones.
 - Ayuda a identificar distintas variables para poder descomponer grandes problemas que se puedan evaluar y arreglar de mejor forma.

- Como hacer prototipos?
 - Empieza construyendo:
 - Aun cuando no sepas lo que estás haciendo, el solo acto de recoger un material será suficiente para empezar a andar
 - No le dediques demasiado tiempo a un prototipo:
 - Déjalo ir antes de que te involucres demasiado emocionalmente.
 - Identifica las variables:
 - Cada prototipo debe ir respondiendo preguntas cuando se esté evaluando.
 - Se debe estar atento a las respuestas de la interacción del objeto con el usuario
 - Trabaja los prototipos con un usuario en la mente: pregúntate...
 - ¿Que esperar evaluar con el usuario?
 - Qué tipo de comportamientos esperas?
 - El contestar estas preguntas ayuda a tener un foco

Evaluar

"Evaluar te da la oportunidad para aprender sobre los usuarios y las posibles soluciones."

EVALUAR

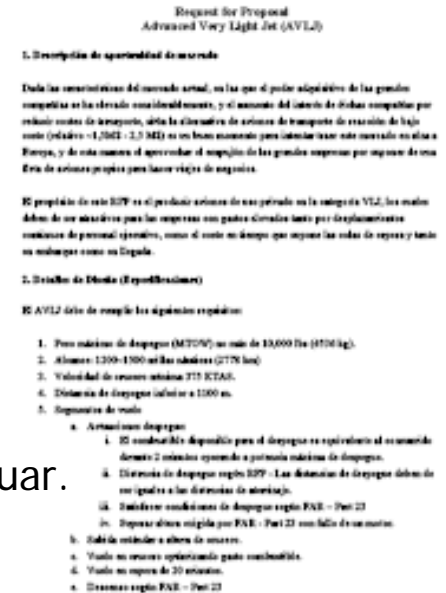
- Este paso consiste en solicitar feedback y opiniones sobre los prototipos que se han creado de los mismos usuarios y colegas además de ser otra oportunidad para ganar empatía por las personas de las cuales estas diseñando de otra manera.
- Una buena regla es siempre hacer un prototipo creyendo que estamos en lo correcto pero debemos evaluar pensando que estamos equivocados.
- Esta es la oportunidad para refinar las soluciones y poder mejorarlas. Idealmente se debe evaluar y testear en el contexto mismo del usuario.

- Por que Evaluar?
 - Para refinar prototipos y soluciones.
 - Informa los siguientes pasos y ayuda a iterar, lo que algunas veces significa volver a la mesa de dibujo
 - Para aprender más sobre el usuario.
 - Es otra oportunidad para crear empatía a través de observaciones y engagement.
 - Muchas veces entrega inesperados insights
 - Para refinar el POV.
 - Algunas veces la evaluación revela que no solo nos equivocamos en la solución pero también en enmarcar bien el problema.

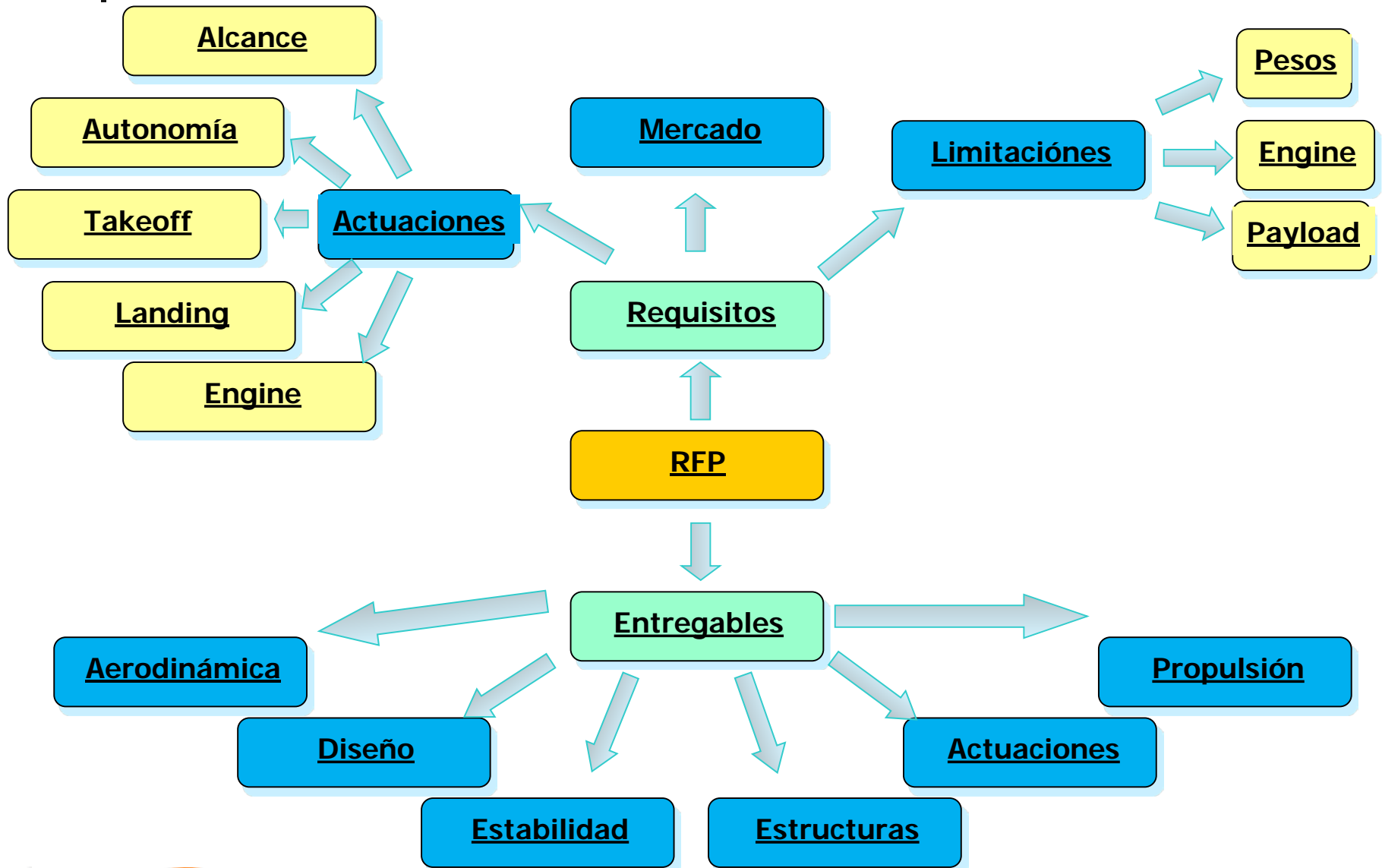
- Como evaluar?
 - No lo digas, muéstralo:
 - Dale a los usuarios tus prototipos sin explicar nada.
 - Deja que la persona interprete el objeto y observa tanto el uso como el mal uso de lo que le entregas y cómo interactúan con él, posteriormente escucha todo lo que tengan que decir al respecto y responde las preguntas que tengan.
 - Crea Experiencias:
 - No es suficiente solo entregarles el objeto, lo ideal es crear el ambiente y recrear la experiencia para tener una visión más acabada del contexto.
 - Pídele al usuario que compare:
 - Esto es, entregarle distintos prototipos para probar dándole al usuario una base para poder comparar, esto revela necesidades potenciales.

Que hacen los diseñadores

- Analizar:
 - Análisis del Request For Proposal (**RFP**)
 - ¿Son requisitos razonables?
- Definir necesidades
 - Opciones en la tecnología:
 - ¿Qué materiales/herramientas tenemos disponibles?
 - ¿Qué sistemas de propulsión hay en la actualidad?
 - ¿Avances en la Aerodinámica?
 - ¿Como Abordar la resolución del problema?
- Definir estrategias de diseño:
 - Ubicación de la carga de pago.
 - Forma y disposición de las superficies sustentadoras.
 - Necesidades de la planta motora.
 - Necesidades estructurales en función de la misión a efectuar.
 - Necesidades de estabilidad y control.



Request For proposal - RFP



; Por dónde empezar?

Classical Aircraft Sizing I



Aerospace and
Ocean Engineering

from Sandusky, Northrop

slide 1 — 12/2/97

Definir una Misión

- Para abordar el dilema de dónde empezar hay que definir los requerimientos de la aeronave:
 - ¿Qué tipo de tarea se supone que tiene que realizar?
 - Autonomía de vuelo
 - Alcance.
 - Rango velocidades.
 - Requisitos de despegue y aterrizaje.
 - Maniobrabilidad.
 - Carga de pago.
- Definición de RFP
- ¿Requisitos de MIL, FAR, JAR?

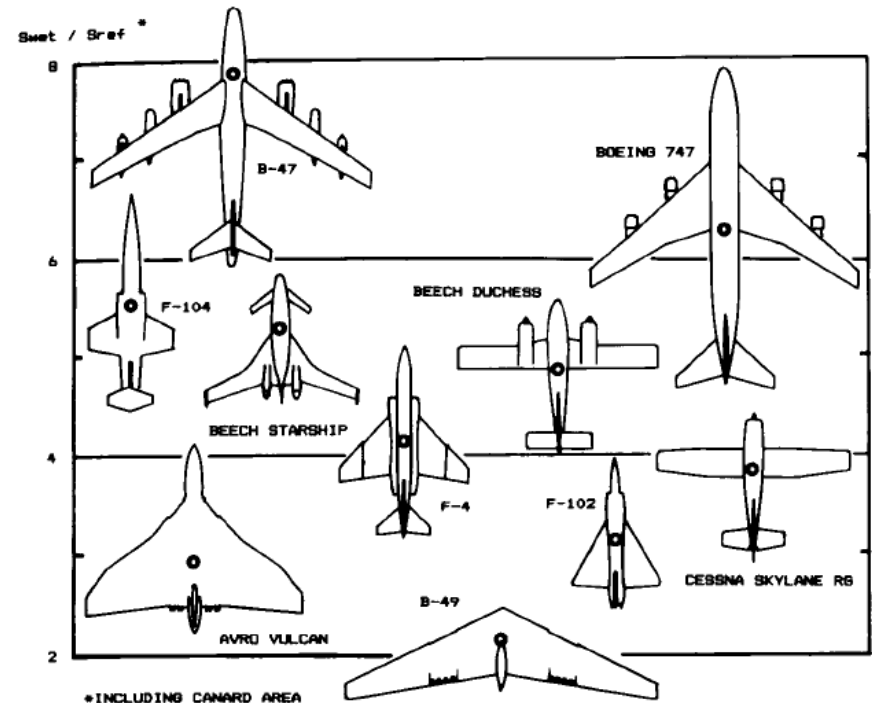


Fig. 3.5 Wetted area ratios.

Perfiles de Misión

- In order de solve the dilemma of where to start need to define the aircraft requirements:
 - What type of mission needs to be conducted?
 - Endurance.
 - Range.
 - Velocities Range.
 - Takeoff and Landing Requirements.
 - Maneuverability.
 - Payload.
- RFP Definition.
- Regulatons Requirements (CS,MIL,FAR...).

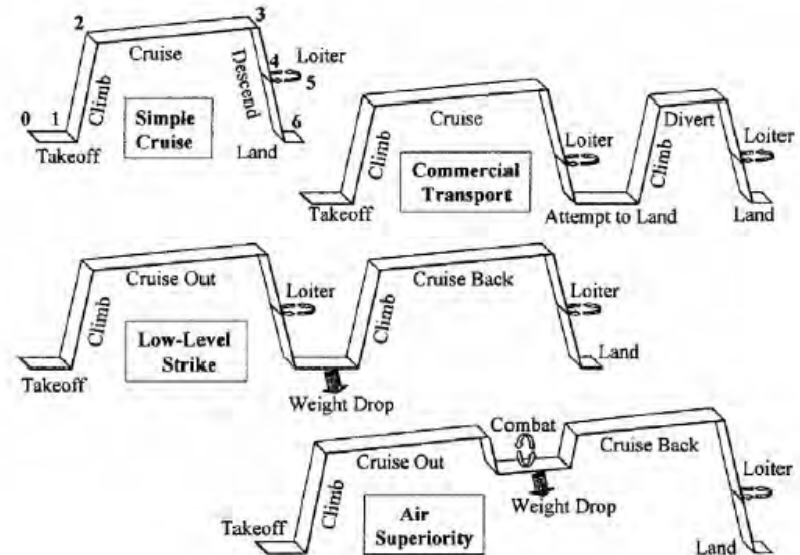
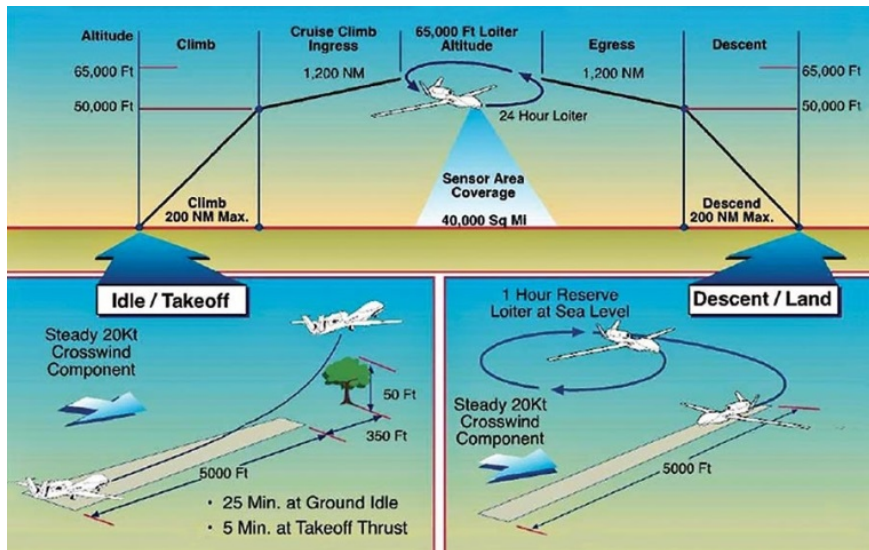
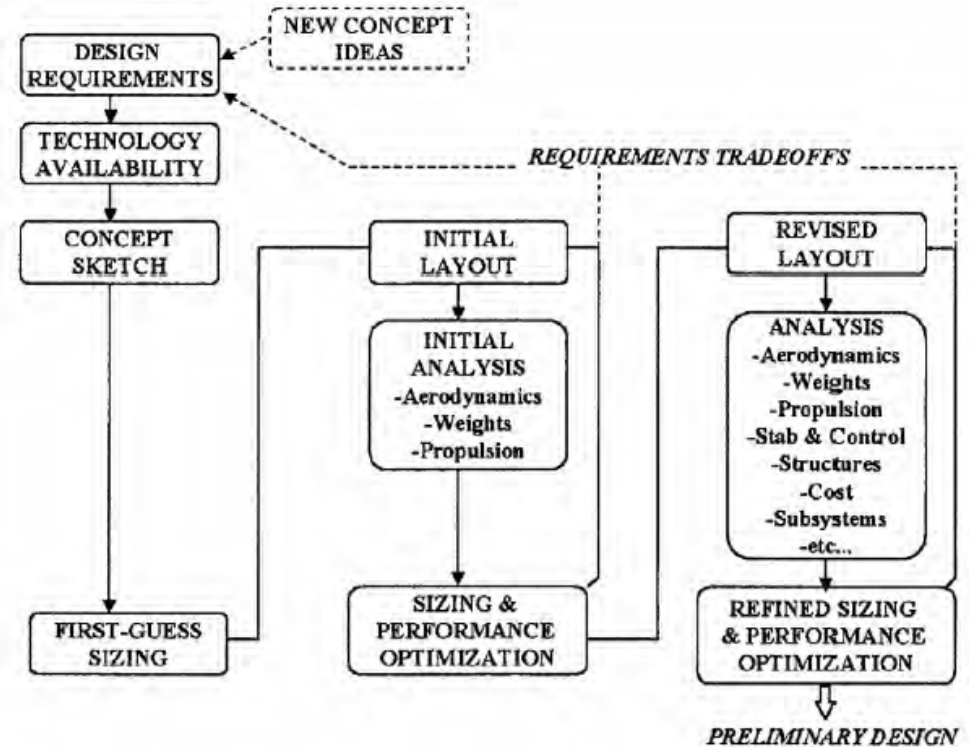


Fig. 3.2 Typical mission profiles for sizing.

Ejemplo de Proceso de diseño

1. Dimensionado inicial a partir de un boceto conceptual
2. Selección planta motora
3. Metas de diseño:
 1. Actuaciones.
 2. Cualidades de Vuelo (Handling Qualities).
 3. Misión.
4. Selección de la geometría de alas.
 1. Ala.
 2. Cola horizontal y vertical.
5. Ratio Empuje-Peso (T/W).
6. Diseño de la carga del ala (W/S).
7. Dimensionado inicial
8. Análisis inicial:
 1. Aerodinámica.
 2. Propulsión.
 3. Pesos.
 4. Estabilidad y Control.
 5. Análisis de Trimado.
 6. Actuaciones.
9. Dimensionado Refinado: Proceso de optimización.
10. Limitaciones basadas en las actuaciones.
11. Dimensionado con limitaciones



Aircraft Design Phases - I

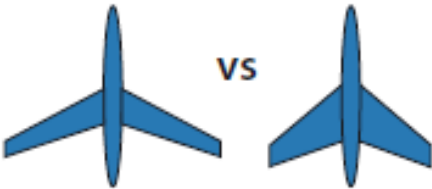
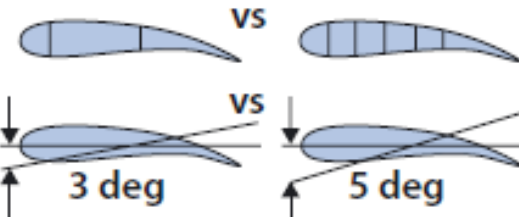
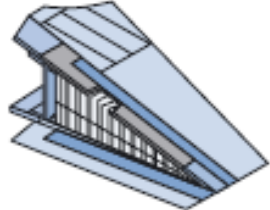
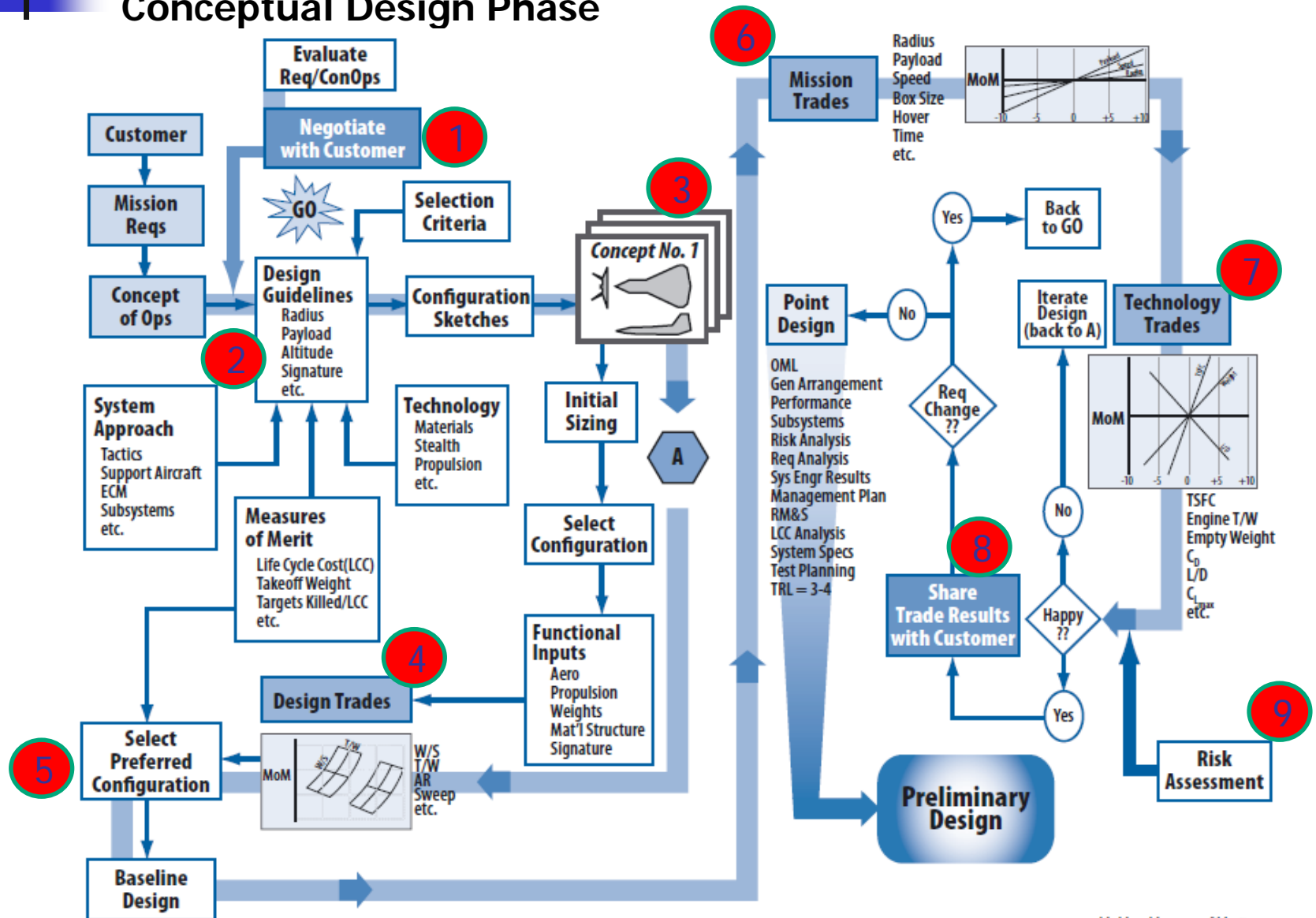
	Phase 1 Conceptual Design	Phase 2 Preliminary Design	Phase 3 Detail Design				
							
Known	Basic Mission Requirements Range, Altitude, & Speed Basic Material Properties σ/ρ E/ρ \$/lb	Aeroelastic Requirements Fatigue Requirements Flutter Requirements Overall Strength Requirements	Local Strength Requirements Producibility Functional Requirements				
Results	<table border="1"> <tr> <th>Geometry</th> <th>Design Objectives</th> </tr> <tr> <td> Airfoil Type R t/c λ Δ </td> <td> Drag Level Weight Goals Cost Goals </td> </tr> </table>	Geometry	Design Objectives	Airfoil Type R t/c λ Δ	Drag Level Weight Goals Cost Goals	Basic Internal Arrangement Complete External Configuration <i>Camber & Twist Distribution</i> <i>Local Flow Problems Solved</i> Major Loads, Stresses, Deflections	Detail Design <i>Mechanisms</i> <i>Joint Fittings and Attachments</i> Design Refinements as Result of Testing
Geometry	Design Objectives						
Airfoil Type R t/c λ Δ	Drag Level Weight Goals Cost Goals						
Output	Feasible Design	Mature Design	Shop Designs				
TRL	2 – 3	4 – 5	6 – 7				

Figure 1.14 The three phases or levels of aircraft design [12].

Aircraft Design Phases - II

Conceptual Design Phase



MoM = Measure of Merit

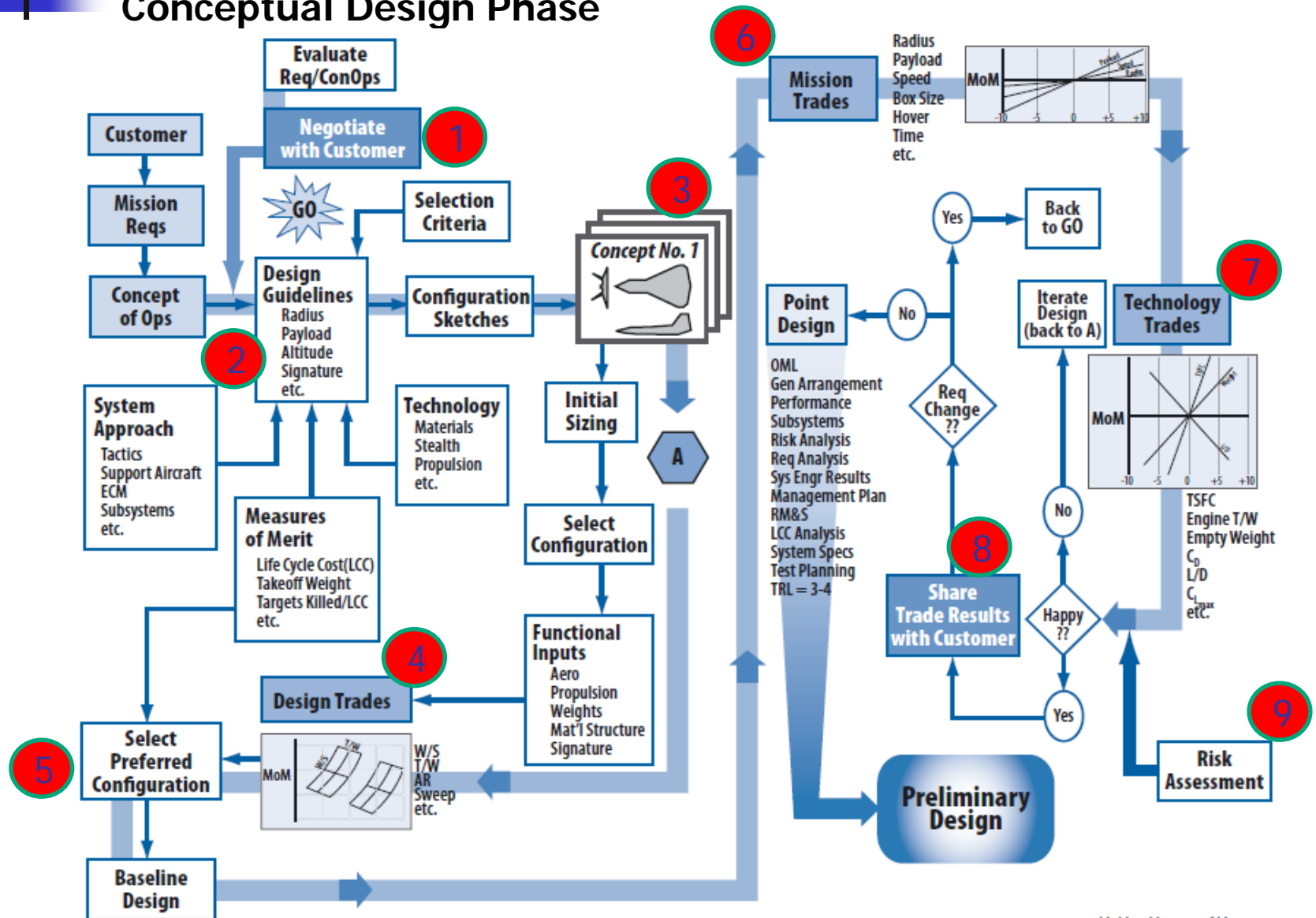
Aircraft Design Phases - II

Conceptual Design Phase - 1

- The conceptual design phase determines the feasibility of meeting the requirements with a credible aircraft design.
- The general size and configuration of the aircraft, the inboard profile, and most of the major subsystems are determined during this phase.
- The first task is to study, evaluate, understand, question, and if necessary negotiate the requirements (or at least ask for a waiver) **(1)**.
- The requirements are flowed down to the design group in a document called Design Guidelines. The Design Guidelines lay out the ground rules for the design study **(2)**:
 - Sensitive information about the MoMs (Measure of Merit),
 - Program strategy,
 - Selection criteria,
 - Significant design decisions,
 - Assumptions about technologies.
- The Design Guidelines document is a living document and is changed or updated when appropriate.
- Brainstorming session to identify all possible solutions to the design problem **(3)**:
 - Wide-open exploration of any and all concepts.
 - Both left- and right brain thinkers should attend as well as any person who will touch the design: for example, engineers and maintenance, manufacturing, and cost personnel.

Aircraft Design Phases - II

Conceptual Design Phase



MoM = Measure of Merit

Aircraft Design Phases - III

Measure of Merit - II

Boeing Studied the Same Design Problem Using Several Figures of Merit

Item	Min Gross Weight	Min Life Cycle cost	Min DOC	Min fuel
TOGW, lb	504,000 ^a	524,000	508,000	547,000
DOC, \$/ton-mile-day	.0516	.0567	.0497 ^a	.0567
Fuel, lb	115,000	127,000	119,000	111,000 ^a
Life cycle cost, \$B	17.7	16.6 ^a	17.7	18.0
Wing loading, psf	136	128	142	115
Thrust/Weight	0.239	0.202	0.238	0.191
Wing Aspect Ratio				
Structural	15 ^b	10.2	13.2	15 ^b
Aerodynamic	8.5	9.9	8.6	14.2
Wing Sweep, deg	41	10	36	13
Wing mean <i>t/c</i>	0.122	0.128	0.090 ^b	0.090 ^b
Takeoff distance, ft	8000 ^b	8000 ^b	8000 ^b	7680
Initial cruise Mach	0.782	0.645	0.790	0.669

^aoptimum design ^bboundary value



source: Jensen, Rettie and Barber, "Role of Figures of Merit in Design Optimization and Technology Assessment"
Journal of Aircraft, Vol. 18, No. 2, Feb. 1981

slide 5 12/2/97

Aircraft Design Phases - III

Measure of Merit - III

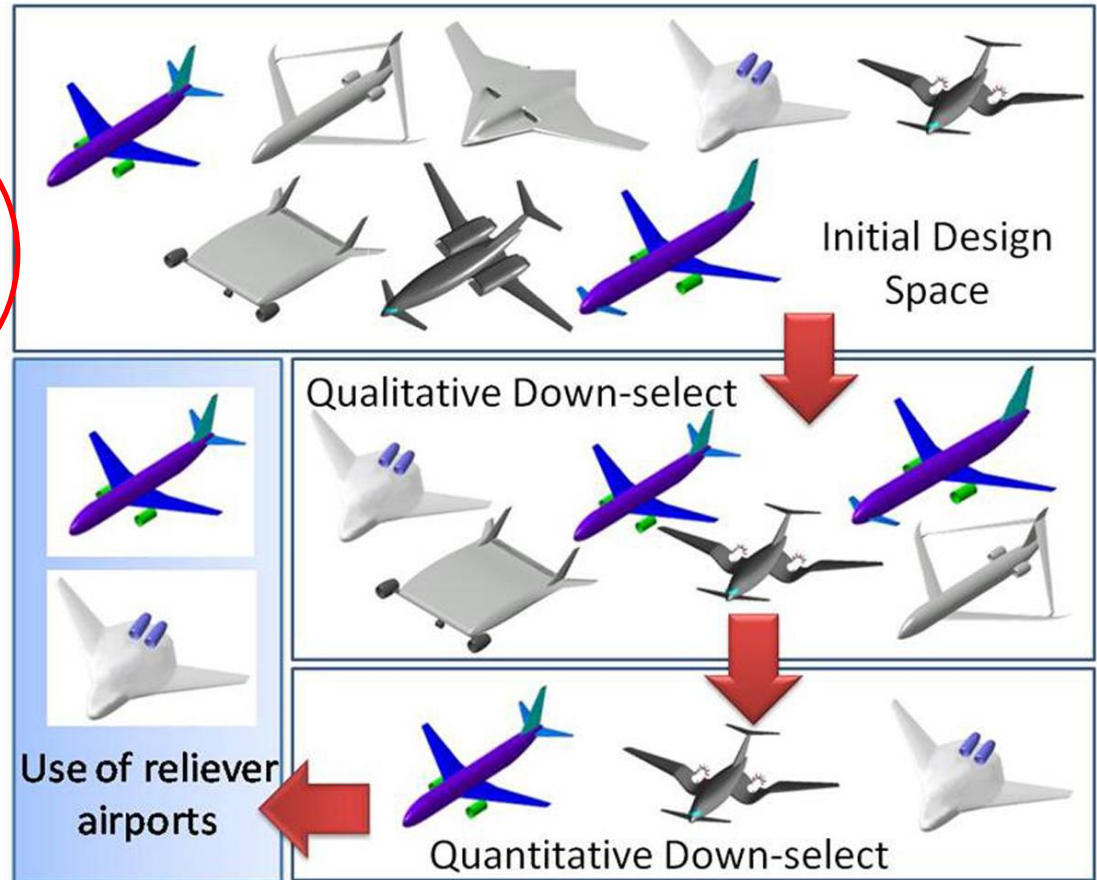
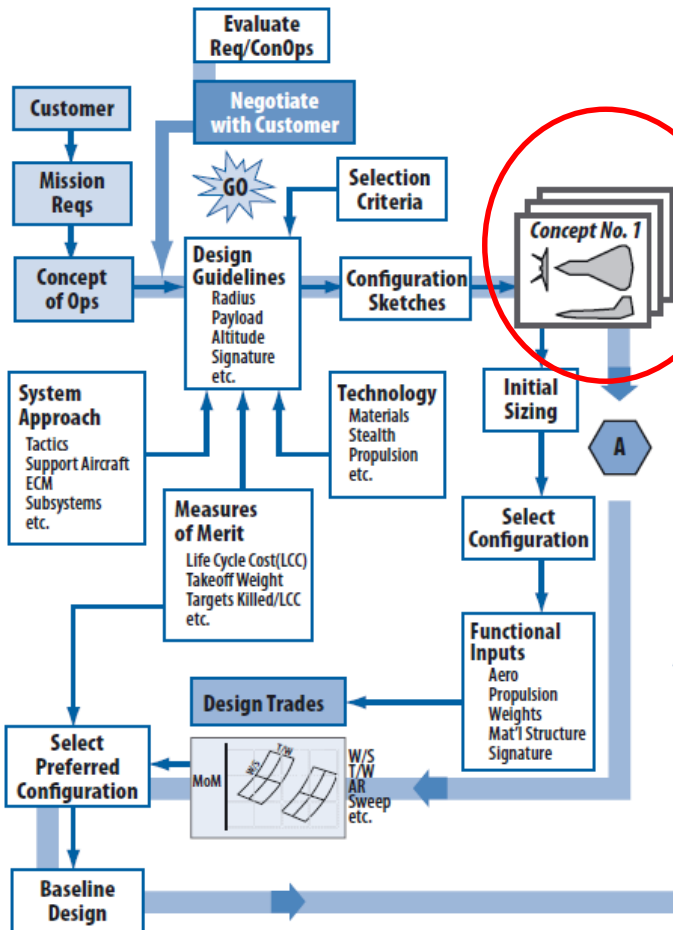
Boeing Found Minimum Gross Weight and DOC Were Best “Average” Figures of Merit

Off-design <u>figure of merit</u>	<u>Penalty in off-design figure of merit, %</u>			
	<u>Gross Weight</u>	<u>Life cycle cost</u>	<u>DOC</u>	<u>Fuel</u>
Gross Weight	-	4.0	0.8	8.5
Life cycle cost	6.6	-	6.6	8.4
DOC	3.8	14.1	-	14.1
Fuel	3.6	14.4	7.2	-
Cumulative Penalty	34.7	53.6	33.9	87.8
Average off- design penalty	5.78	8.93	5.65	14.63

source: Jensen, Rettie and Barber, "Role of Figures of Merit in Design Optimization and Technology Assessment"
Journal of Aircraft, Vol. 18, No. 2, Feb. 1981

Aircraft Design Phases - III

Configuration Sketches - I



Aircraft Design Phases - III



NASA's Greener Aircraft

Configuration Sketches - II



Lockheed Martin's
Advanced Vehicle Concept



NASA's Supersonic Aircraft



Northrop Grumman' Possible Flying Wing

Aircraft Design Phases - III

Configuration Sketches - III

Lockheed Martin



Subsonic Ultra Green Aircraft Research,
The Boeing Company



Icon-II" The Boeing Company.



Hybrid Wing Body H-Series



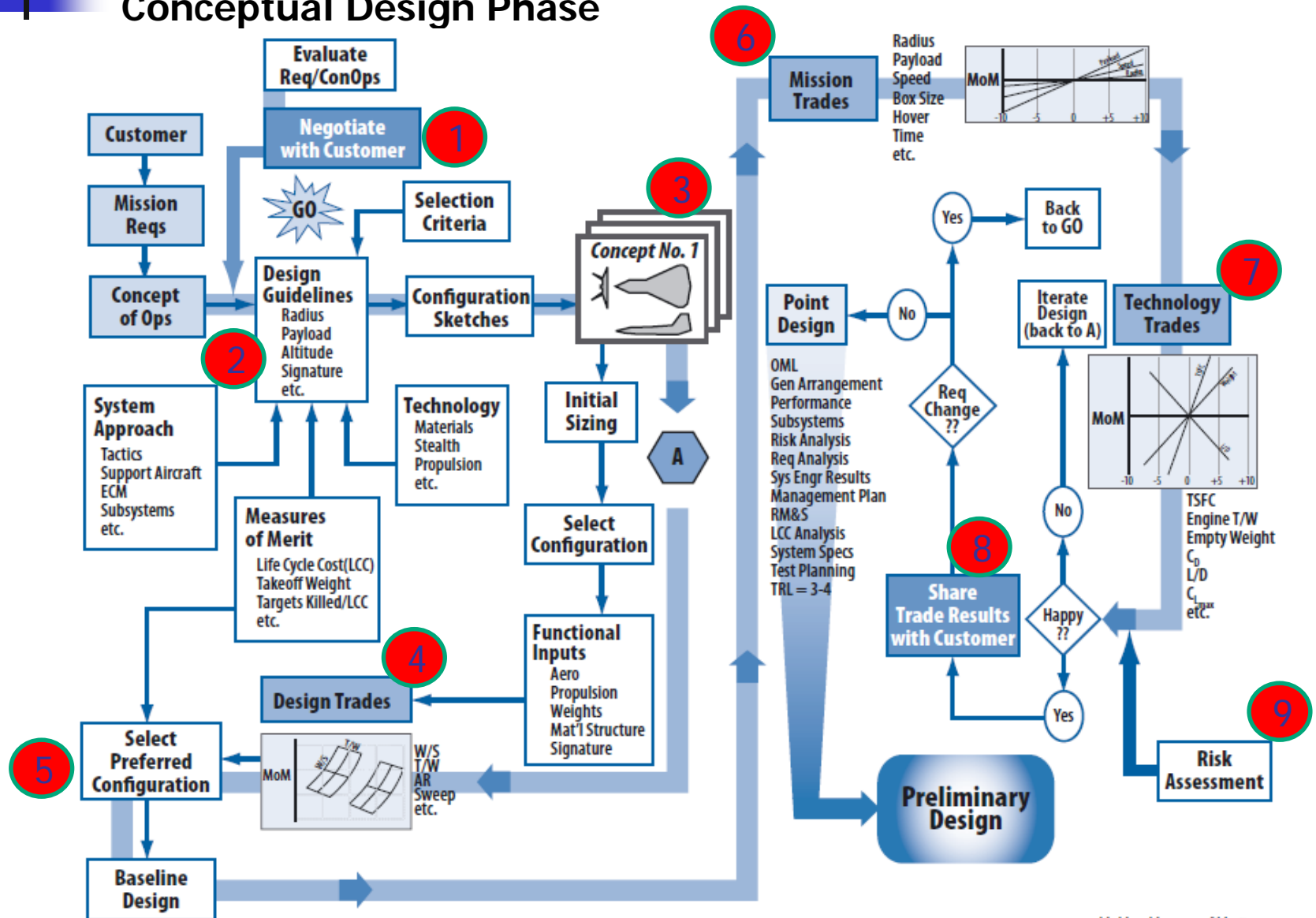
Aircraft Design Phases - IV

Conceptual Design Phase - 2

- *Design trade* studies are conducted around the more promising concepts preliminary estimates of aerodynamics and weights to converge on (4):
 - best wing loading,
 - wing sweep,
 - aspect ratio,
 - thickness ratio, and
 - general wing–body–tail configuratio.
- Selected Preferred Configuration (5).
 - Different engines are considered and thrust loading approaches explored to find the best airframe–engine match.
 - The control surfaces are sized based upon the static stability and control considerations of a rigid aircraft.
- The performance requirements are varied (called *mission trades*) to determine the impact of each performance item on the aircraft size, weight, and cost (6).

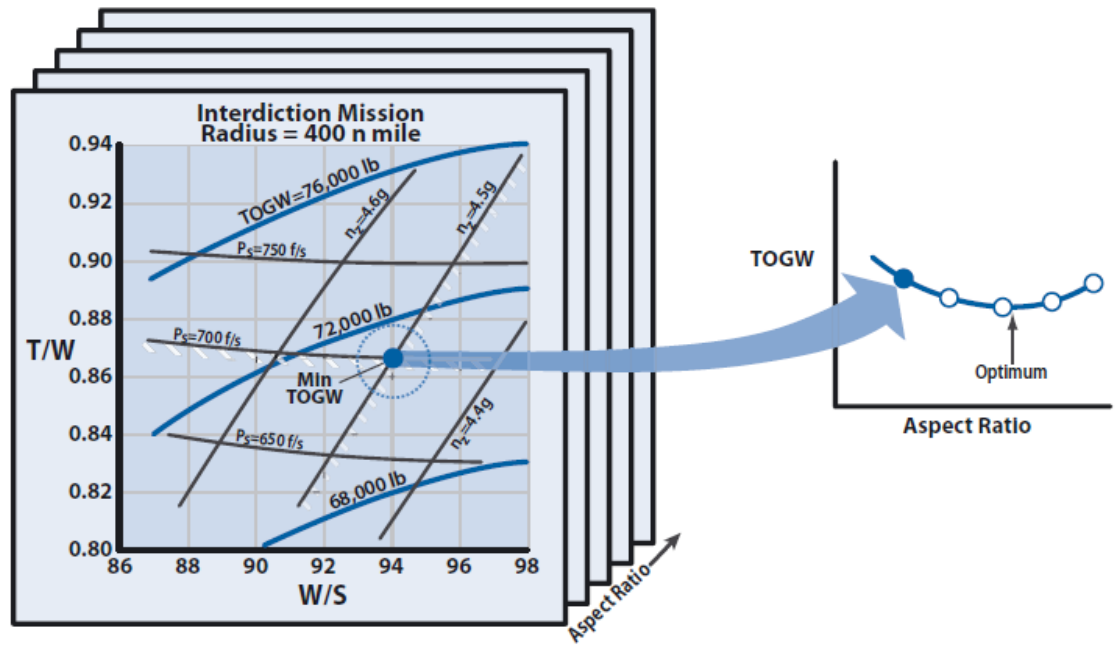
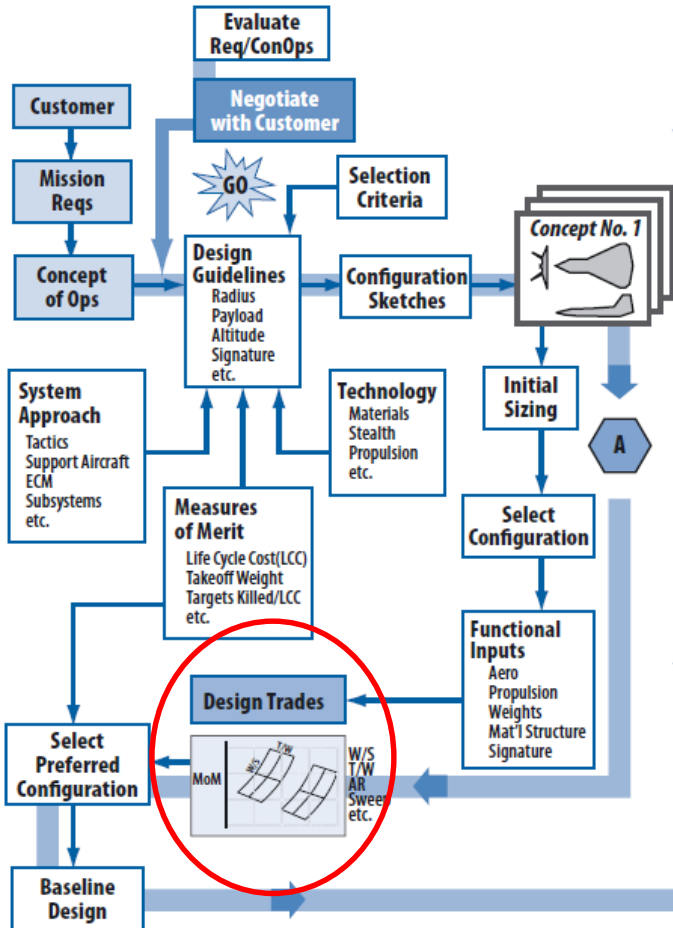
Aircraft Design Phases - V

Conceptual Design Phase



Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - I



Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - II

- Introduce small variations into the Design Matrix: Carpet Plots
- Higher detail analysis but focussed on less variables:
 - These methods are equally important that those used in a more global aircraft design optimization.
- They are divided in:
 - **Design trades:** reduce the weight and cost of the airplane in order to meet a series of performance and mision requirements.
 - Airplane geometry: propulsion and configuration variations.
 - **Requirements trades:** determine the **sensitivity** that the **design** has on the **design requirements** when certain parameters are **varied**.
 - **Growth sensitivities:** estudies the impact on the weight of the airplane the increase of parameters such the drag or the fuel consumption of the airplan

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - III

Table 19.1 Typical trade studies

Design trades	Requirements trades	Growth sensitivities
T/W and W/S	Range/payload/passengers	Dead weight
A, Λ	Loiter time	C_{D_0} and K
$t/c, \lambda$, airfoil	Speed	$C_{D_{wave}}$
High-lift devices	Turn-rate, P_s, n_{max}	$C_{L_{max}}$
BPR, OPR, TIT, etc.	Runway length	Installed thrust and SFC
Materials	Time-to-climb	Fuel price
Configuration	Design-to-cost	
tail type		
variable sweep		
number and type of engines		
maintainability features		
observables		
passenger arrangement		
Advanced technologies		

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - IV

	$W/S = 50$	$W/S = 60$	$W/S = 70$
$T/W = 1.1$	1 $W_0 = 56,000$ lb $P_s = 700$ fps (M0.9, 30k ft, 5g's) $S_{TO} = 340$ ft $a = 46$ s	2 $W_0 = 49,000$ lb $P_s = 330$ fps $S_{TO} = 430$ ft $a = 42$ s	3 $W_0 = 46,000$ lb $P_s = 30$ fps $S_{TO} = 660$ ft $a = 39$ s
$T/W = 1.0$	4 $W_0 = 48,500$ lb $P_s = 430$ fps $S_{TO} = 450$ ft $a = 50.5$ s	5 RESIZED BASELINE $W_0 = 43,700$ lb $P_s = 30$ fps $S_{TO} = 595$ ft $a = 47$ s	6 $W_0 = 42,000$ lb $P_s = -190$ fps $S_{TO} = 800$ ft $a = 45$ s
$T/W = 0.9$	7 $W_0 = 44,000$ lb $P_s = 140$ fps $S_{TO} = 670$ ft $a = 56$ s	8 $W_0 = 39,000$ lb $P_s = -230$ fps $S_{TO} = 810$ ft $a = 53$ s	9 $W_0 = 36,000$ lb $P_s = -320$ fps $S_{TO} = 1070$ ft $a = 51$ s

Require: $P_s \geq 0$ at (M0.9, 30k ft, 5g's)
 $S_{TO} \leq 500$ ft
 $a \leq 50$ s from M0.9 to M1.5

Introduce Variations W/S & T/W

Excess Power

Fig. 19.1 Sizing matrix.

$$P_{s_{used}} = \frac{dh_e}{dt} = \frac{dh}{dt} + \frac{V}{g} \frac{dV}{dt} \longrightarrow P = V(T - D) \longrightarrow P_s = V \left[\frac{T}{W} - \frac{qC_{D0}}{W/S} - n^2 \frac{K}{q} \frac{W}{S} \right]$$

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - V

- It is necessary to represent in the same graph all the considered parameter variations (for example (T/W) y (W/S)).
 - Might be **requisites that are not meet exactly**, and others that are exceed, and a third type that they only serve to provide a magnitude order (for example: takeoff weight comparisson)

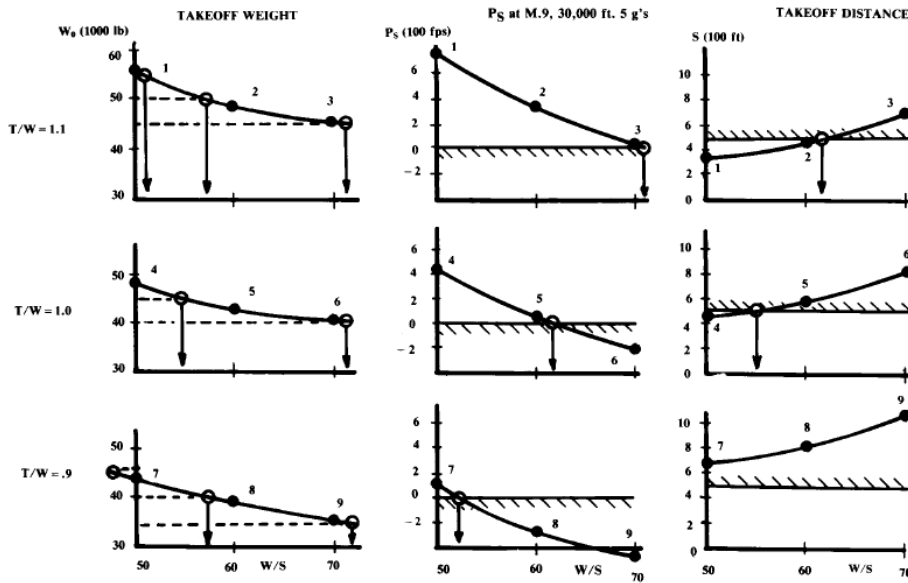


Fig. 19.2 Sizing matrix cross plots.

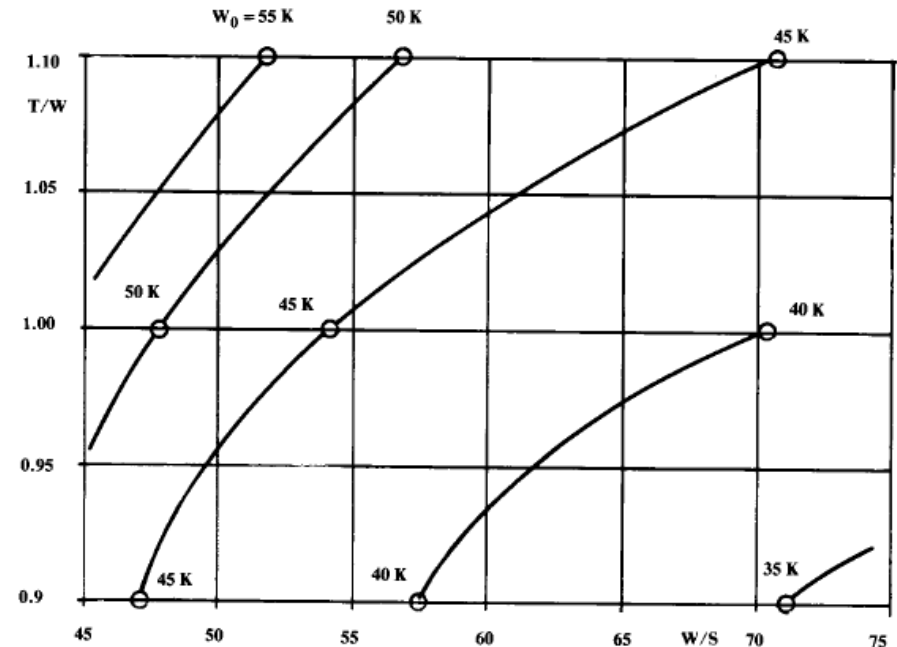
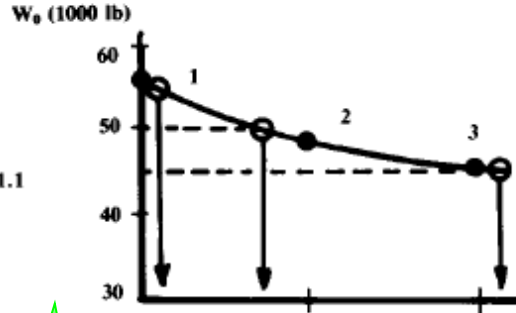


Fig. 19.3 Sizing matrix plot (continued).

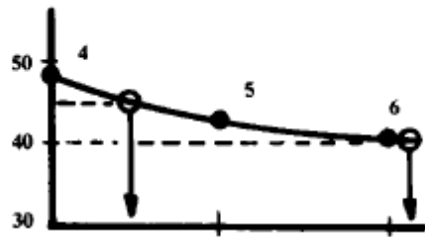
Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - VI

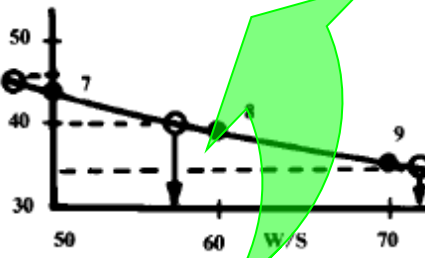
TAKEOFF WEIGHT



$T/W = 1.1$

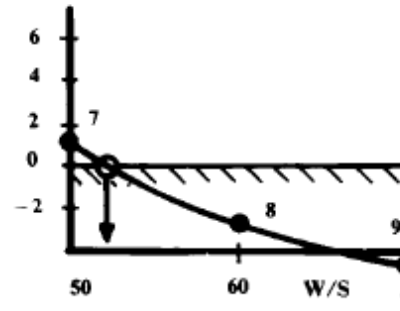
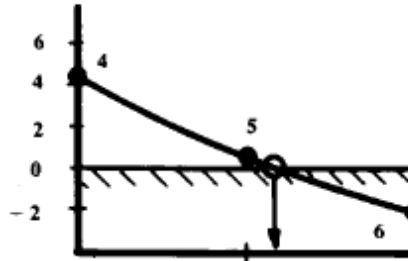
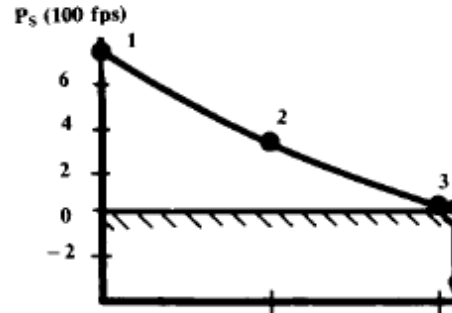


$T/W = 1.0$



$T/W = 0.9$

P_S at M.9, 30,000 ft. 5 g's



TAKEOFF DISTANCE

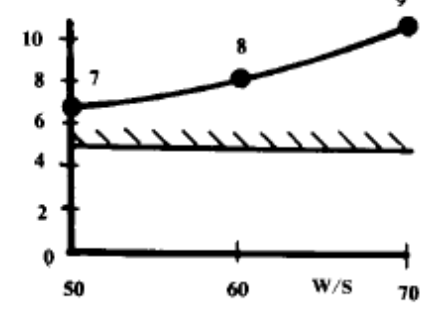
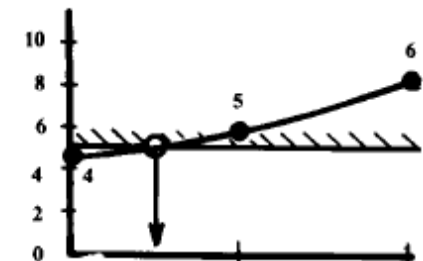
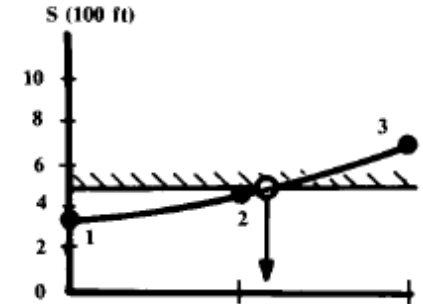


Fig. 19.2 Sizing matrix cross plots.

	$W/S = 50$	$W/S = 60$	$W/S = 70$
$T/W = 1.1$	1 $W_0 = 56,000$ lb $P_S = 700$ fps (M.9, 30k ft, 5g's) $S_{TO} = 340$ ft $t = 60.5$ s	2 $W_0 = 48,000$ lb $P_S = 330$ fps $S_{TO} = 420$ ft $t = 42.5$ s	3 $W_0 = 46,000$ lb $P_S = 30$ fps $S_{TO} = 660$ ft $t = 39.5$ s
$T/W = 1.0$	4 $W_0 = 48,000$ lb $P_S = 430$ fps $S_{TO} = 450$ ft $t = 59.5$ s	5 $W_0 = 43,000$ lb $P_S = 30$ fps $S_{TO} = 390$ ft $t = 47.5$ s	6 $W_0 = 42,000$ lb $P_S = 190$ fps $S_{TO} = 800$ ft $t = 49$ s
$T/W = 0.9$	7 $W_0 = 44,000$ lb $P_S = 140$ fps $S_{TO} = 670$ ft $t = 56.5$ s	8 $W_0 = 39,000$ lb $P_S = 120$ fps $S_{TO} = 810$ ft $t = 53.5$ s	9 $W_0 = 36,000$ lb $P_S = 110$ fps $S_{TO} = 1070$ ft $t = 51.5$ s

Requires: $P_S > 0$ at (M.9, 30k ft, 5g's)
 $S_{TO} < 1000$ ft
 $t < 60$ s from M.9 to M.1.5

Fig. 19.1 Sizing matrix.

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - VII

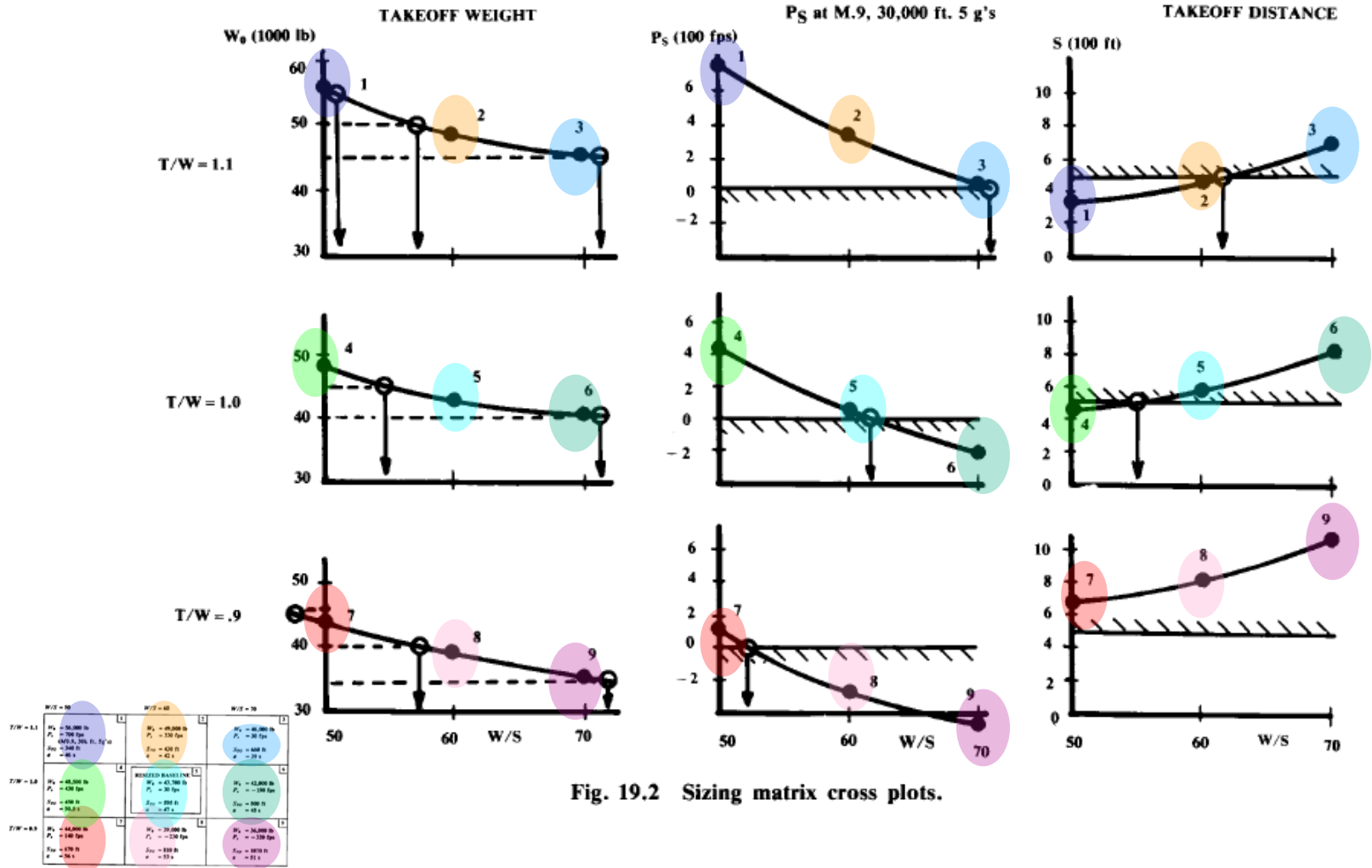


Fig. 19.2 Sizing matrix cross plots.

Fig. 19.1 Sizing matrix.

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - VIII

	$W/S = 50$	$W/S = 60$	$W/S = 70$
$T/W = 1.1$	1 $W_0 = 56,000 \text{ lb}$ $P_s = 700 \text{ fps}$ (M0.9, 30k ft, 5g's) $S_{TO} = 340 \text{ ft}$ $a = 46 \text{ s}$	2 $W_0 = 49,000 \text{ lb}$ $P_s = 330 \text{ fps}$ $S_{TO} = 430 \text{ ft}$ $a = 42 \text{ s}$	3 $W_0 = 46,000 \text{ lb}$ $P_s = 30 \text{ fps}$ $S_{TO} = 660 \text{ ft}$ $a = 39 \text{ s}$
$T/W = 1.0$	4 $W_0 = 48,500 \text{ lb}$ $P_s = 430 \text{ fps}$ $S_{TO} = 450 \text{ ft}$ $a = 50.5 \text{ s}$	5 RESIZED BASELINE $W_0 = 43,700 \text{ lb}$ $P_s = 30 \text{ fps}$ $S_{TO} = 595 \text{ ft}$ $a = 47 \text{ s}$	6 $W_0 = 42,000 \text{ lb}$ $P_s = -190 \text{ fps}$ $S_{TO} = 800 \text{ ft}$ $a = 45 \text{ s}$
$T/W = 0.9$	7 $W_0 = 44,000 \text{ lb}$ $P_s = 140 \text{ fps}$ $S_{TO} = 670 \text{ ft}$ $a = 56 \text{ s}$	8 $W_0 = 39,000 \text{ lb}$ $P_s = -230 \text{ fps}$ $S_{TO} = 810 \text{ ft}$ $a = 53 \text{ s}$	9 $W_0 = 36,000 \text{ lb}$ $P_s = -320 \text{ fps}$ $S_{TO} = 1070 \text{ ft}$ $a = 51 \text{ s}$

Require: $P_s \geq 0$ at (M0.9, 30k ft, 5g's)
 $S_{TO} \leq 500 \text{ ft}$
 $a \leq 50 \text{ s}$ from M0.9 to M1.5

Fig. 19.1 Sizing matrix.

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - IV

- Once represented all plots, all contour lines can be grouped according to the equivalent takeoff weight series :
 - This allows to identify how the variation of parameters (W/S & T/W) influence on the weight of the airplane.
 - Those points that satisfy the requirements are marked on the plots.

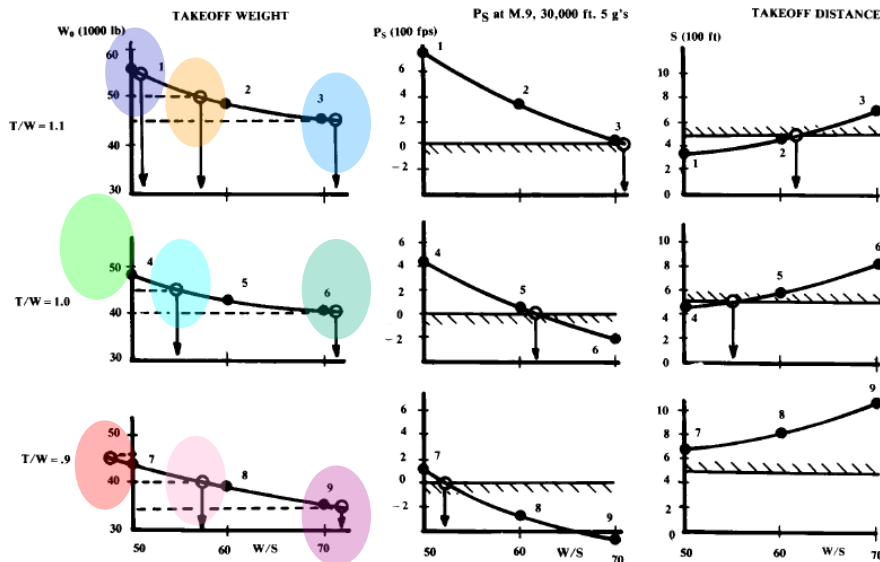


Fig. 19.2 Sizing matrix cross plots.

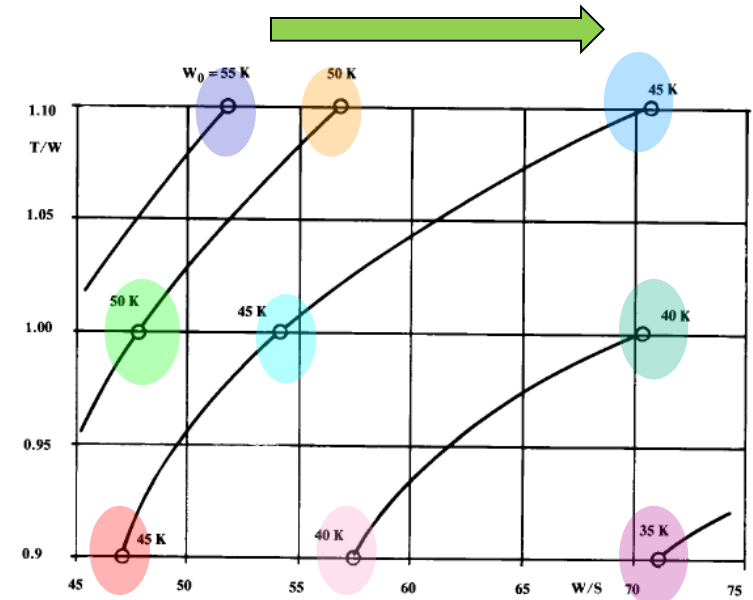
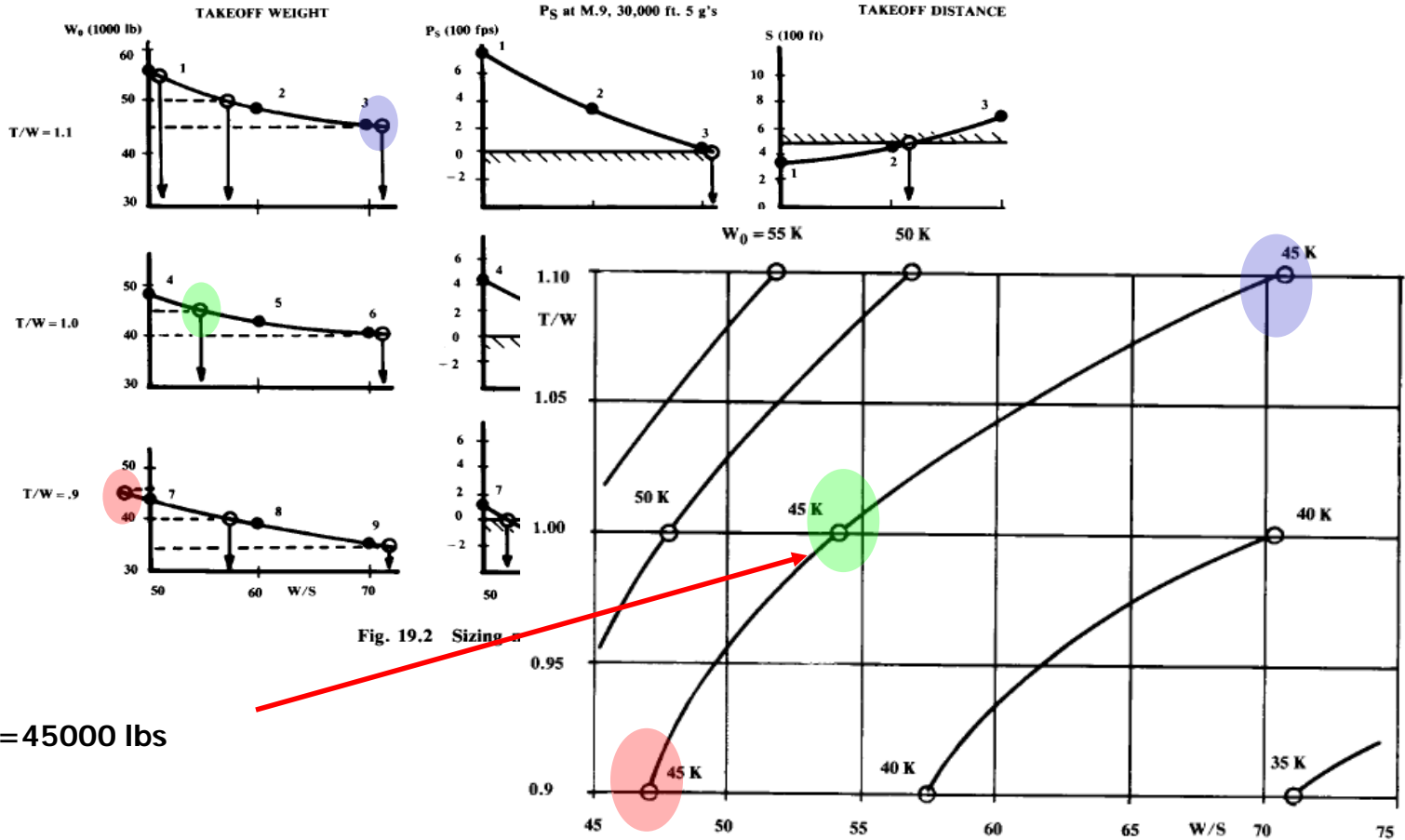


Fig. 19.3 Sizing matrix plot (continued).

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - X



SSA

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - XI

- In order to generate the Sizing Matrix is created by presenting in the same graph (W/S vs. T/W) the variation of the weights as a function of the variables so that the information associated to the different requirements that are satisfied can be represented.

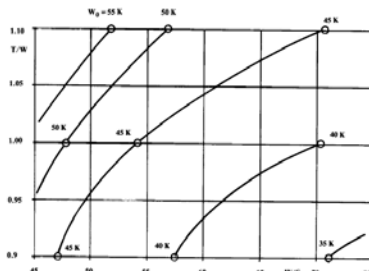


Fig. 19.3 Sizing matrix plot (continued).

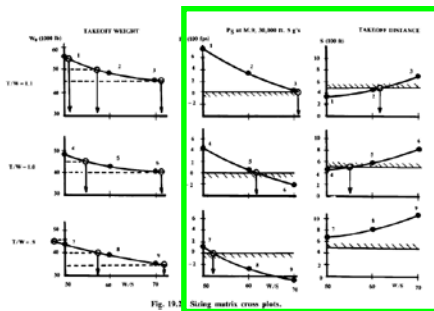


Fig. 19.2 Sizing matrix cross plots.

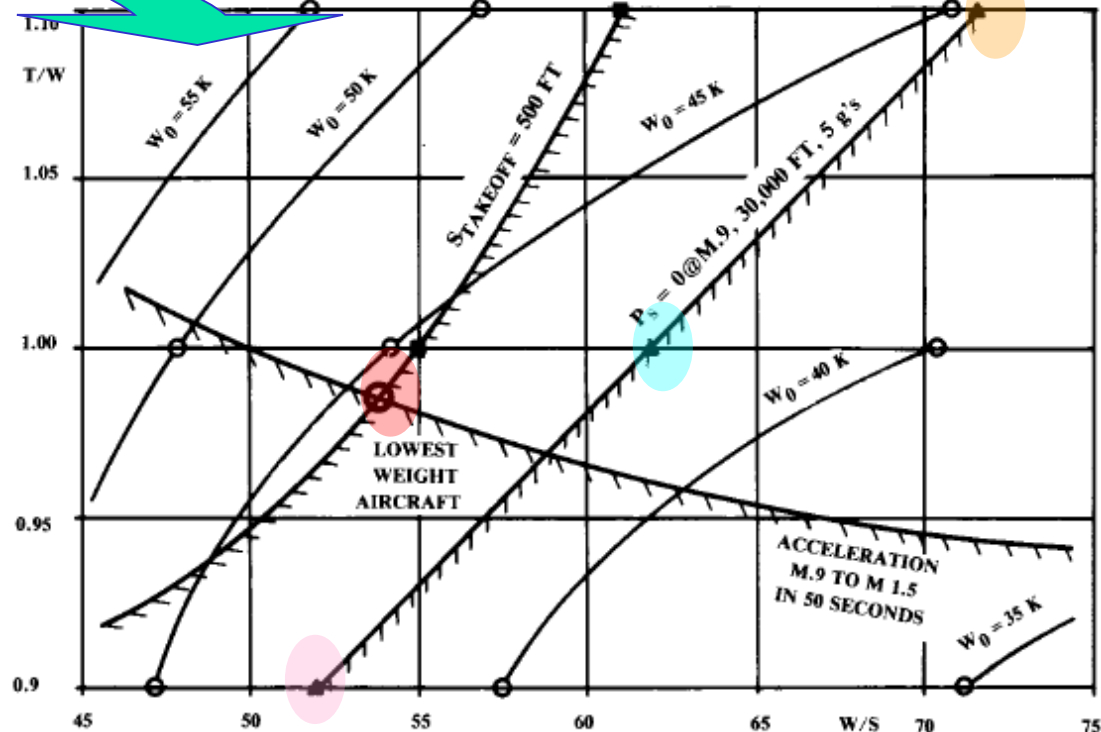


Fig. 19.4 Sizing matrix plot (concluded).

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - XII

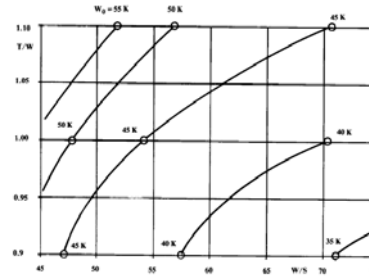


Fig. 19.3 Sizing matrix plot (continued).

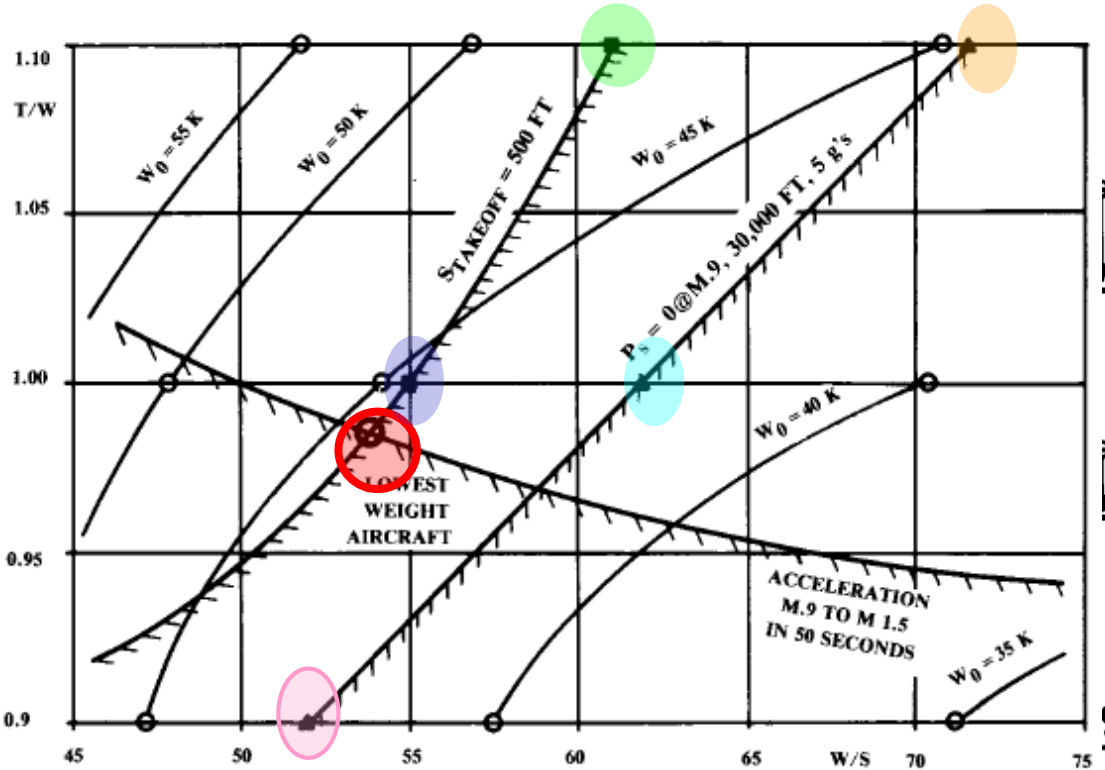


Fig. 19.4 Sizing matrix plot (concluded).

P_S at M.9, 30,000 ft. 5 g's

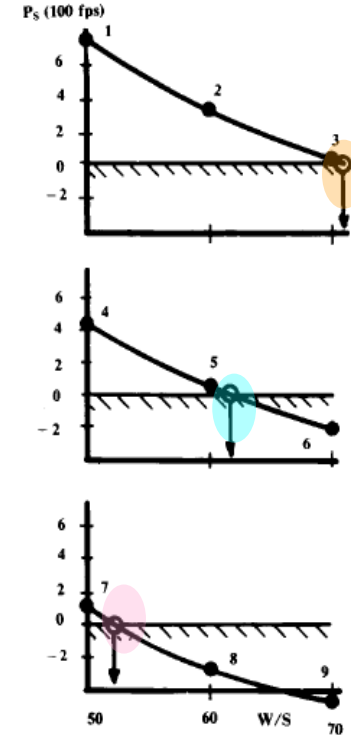
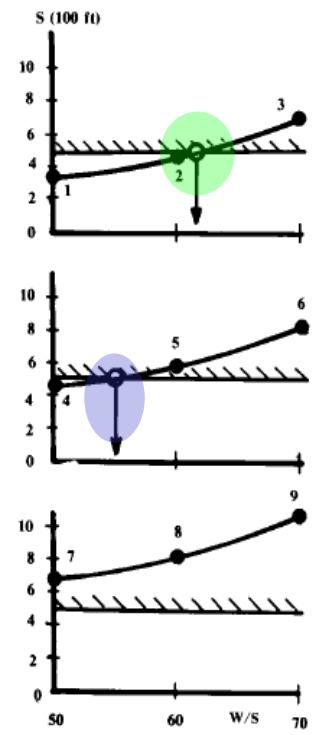


Fig. 19.2 Sizing matrix cross plots.

TAKEOFF DISTANCE



Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - XIII

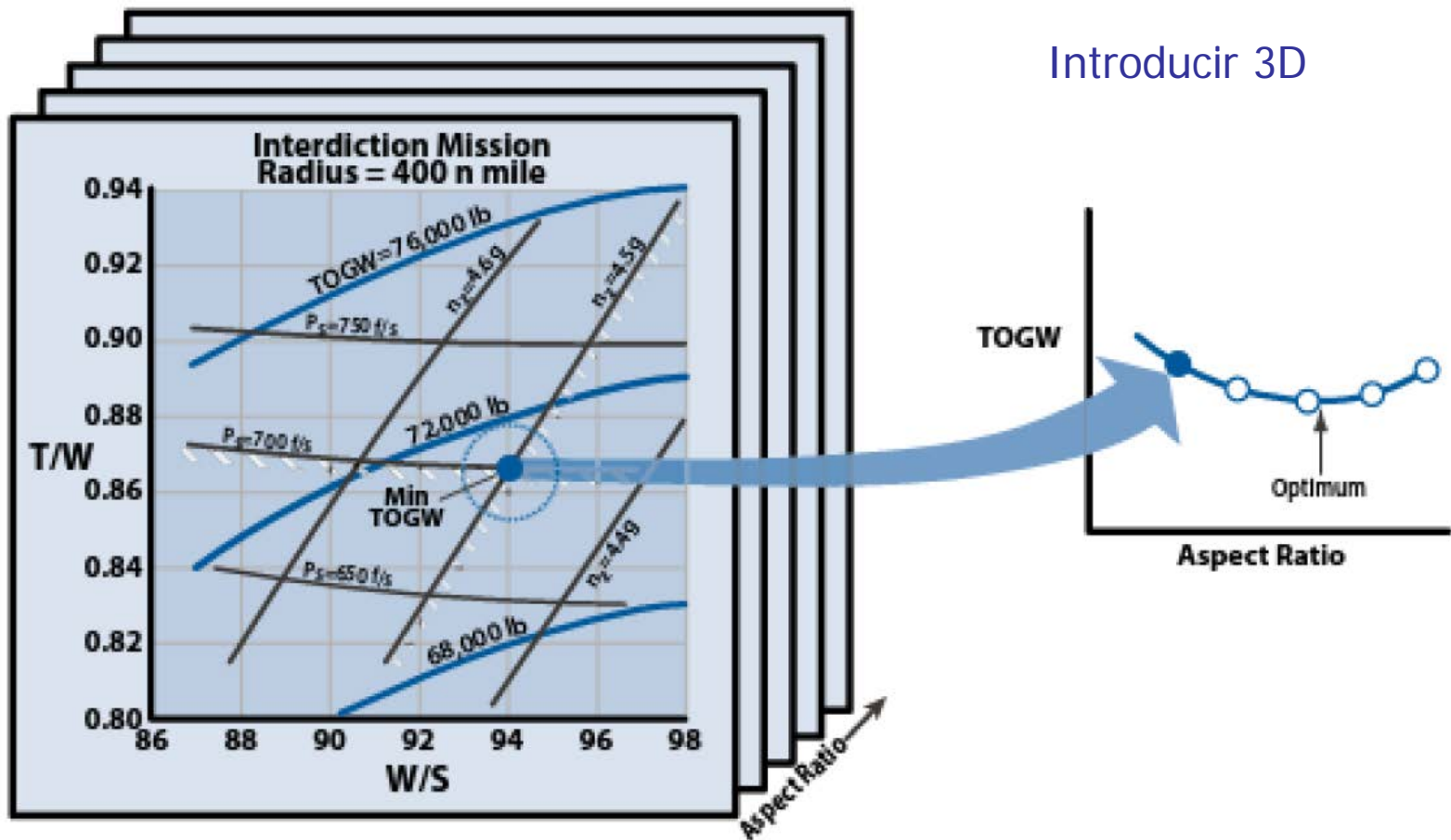
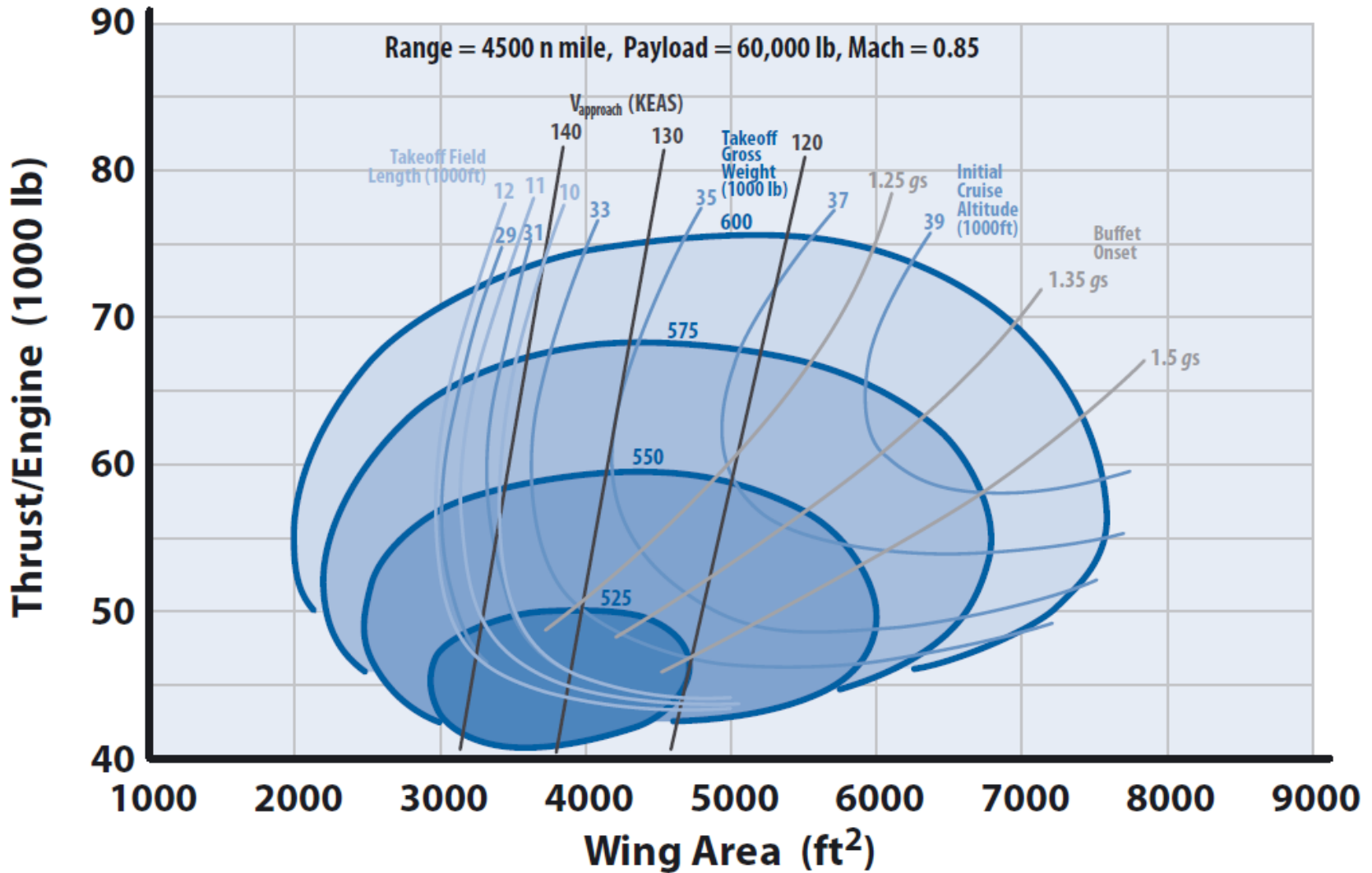


Figure 25.2 Parametric tradeoff showing a three-variable example of wing loading, thrust-to-weight ratio, and aspect ratio.

Aircraft Design Phases - V

Trade Studies - XIV



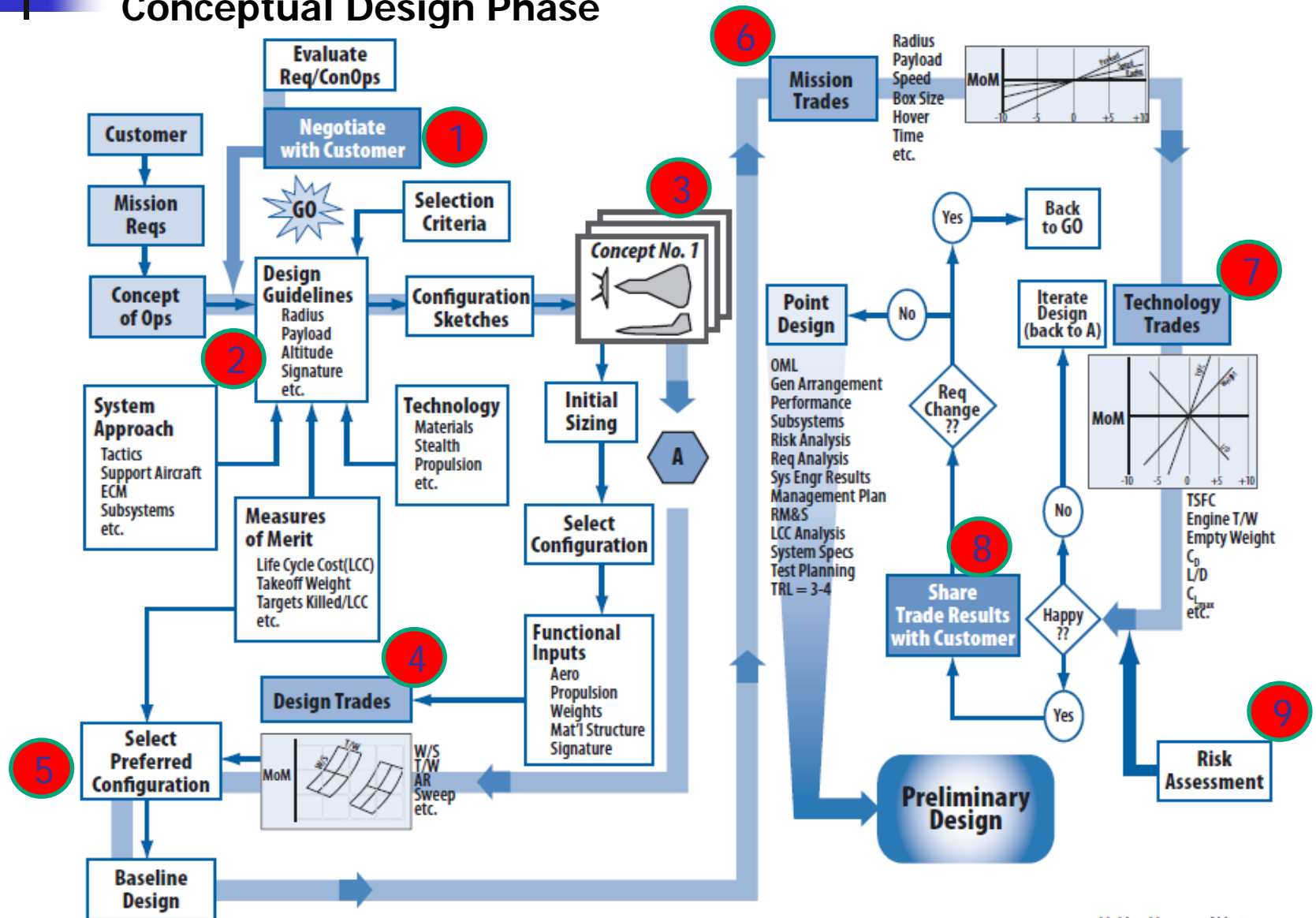
Aircraft Design Phases - VI

Conceptual Design Phase - 3

- The technologies being considered in the design are examined (called *technology trades*) and estimates made of their “maturity” (probability of success) and the consequence of their not meeting the required maturity level (7).
 - This information is then shared with the customer to make sure the customer is comfortable with the penalty each requirement imparts to the design (8).
- The results of the technology trades form the design risk analysis (9).
 - The first look at cost and manufacturing is made at this time.
 - Only gross structural aspects are considered during the conceptual design phase as resources are usually limited and the design is changing weekly.
- The ability of the design to accomplish the given set of requirements is established during this phase,
 - but the details of the configuration are subject to change.
- Most of the work done during this phase is on paper:
 - the manpower varies between 15 and 40 people over a year.
 - The cost of making a design change is small during conceptual design but is extremely large during detail design.

Aircraft Design Phases - VI

Conceptual Design Phase



MoM = Measure of Merit

Aircraft Design Phases - VII

Preliminary Design Phase - I

- The best configuration in terms of cost and performance from the conceptual design phase is now fine tuned through wind tunnel parametric testing.
- This fine tuning is accomplished with an expensive wind tunnel model capable of representing the general configuration, with provision for minor variations in wing and tail planform and location.
 - The engine is selected and inlet-engine-airframe problems are considered in detail.
 - If the inlet arrangement is complex, an inlet component wind tunnel test might be warranted.
 - Major loads, stresses, and deflections are determined along with considerable structural design.
 - Aeroelastic, fatigue, and flutter analyses are conducted.
 - Some structural components might be built and tested.
 - Refined weight estimates are made and a more thorough performance analysis conducted.
 - Dynamic stability and control analysis influences are determined and six-degrees-of-freedom (6-DOF) rigid aircraft simulations are conducted to establish flight control requirements and handling quality levels.

Aircraft Design Phases - VIII

Preliminary Design Phase - II

- If the aircraft is highly flexible (such as a high aspect ratio wing, a high fineness ratio fuselage, low fuselage damping), the simulation might require consideration of more than six degrees of freedom in order to examine the coupling of the rigid aircraft modes and the flexible aircraft modes.
- The three trade studies (design, mission, and technology) started in the conceptual design phase are continued but with more vigor.
- The design is given serious manufacturing consideration
 - Preliminary plans for jigs, tooling, and production breaks.
 - Refined cost estimates are made.
- The resources for the preliminary design phase are greater than for the conceptual phase and personnel typically number 100 or more people over several years.

Aircraft Design Phases - IX

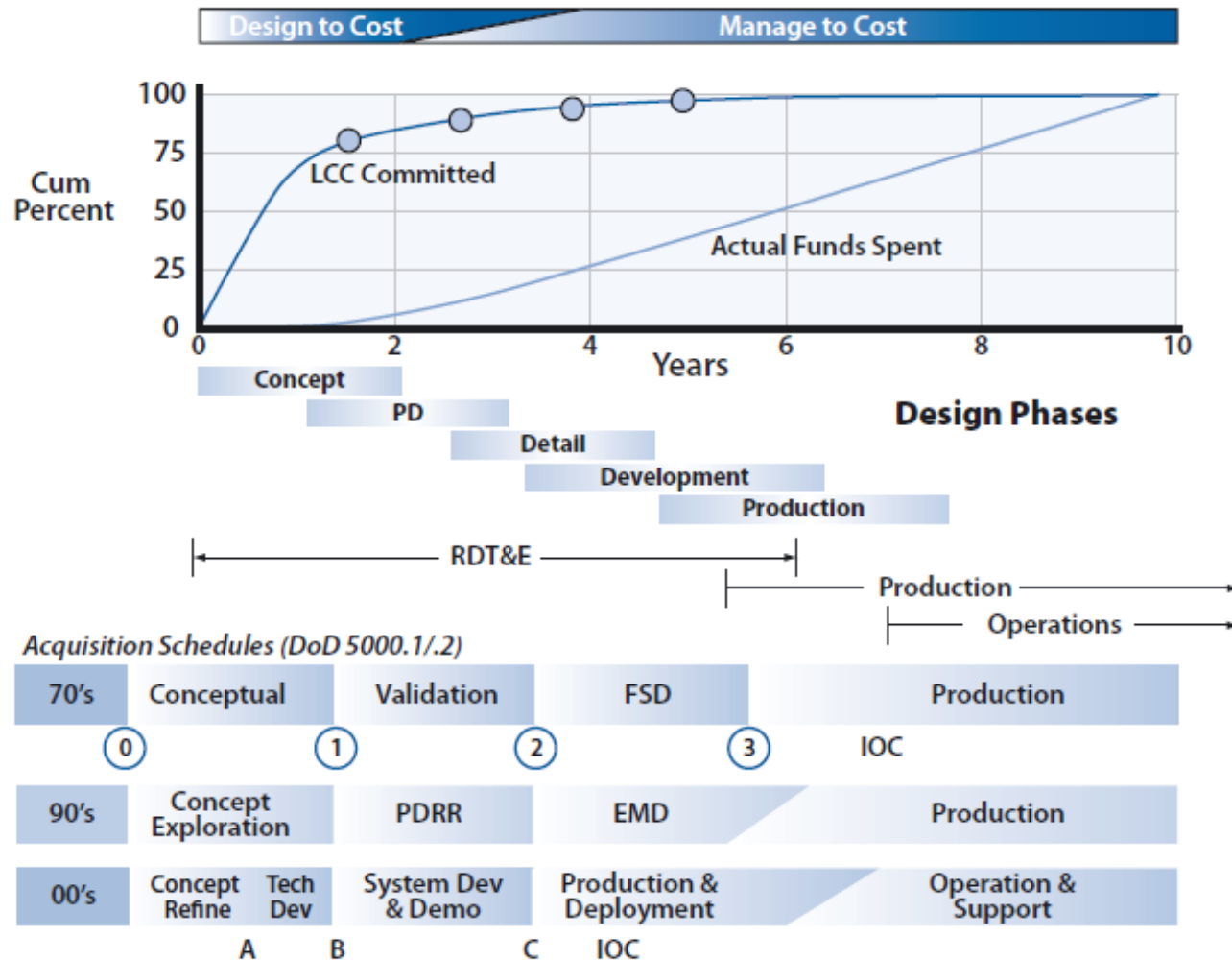
Detailed Design Phase - I

- In the detail design phase, the configuration is “frozen” and the decision has been made to build the aircraft.
 - Detailed structural design is completed.
- All of the detail design and shop drawings of the mechanisms, joints, fittings, and attachments are accomplished.
- Interior layout is detailed with respect to location and mounting of equipment, hydraulic lines, ducting, control cables, and wiring bundles.
 - Sometimes component mock-ups are built to aid in the interior layout.
 - The drawings for the jigs, tooling, and other production fixtures are done at this time.
- A detailed cost estimate based upon work breakdown structure (WBS) is made.
- All equipment and hardware items are specified.
 - Often, system mock-ups (such as fuel system, landing gear, ECS, engine-inlet, and a hardware-in-the-loop flight control system called an iron bird) will be designed, built, and tested during this phase.
- It is important that from this point on the design changes be kept to a minimum because the cost of making a change is large once the drawing hits the shop floor.
- The next step is ordering all the equipment items (called Bill of Materials) and the fabrication and assembly of the prototype (usually at least two prototypes are built).
- Often, the fabrication of some components will be started during this phase as soon as their shop drawings are released.

Aircraft Design Phases - X

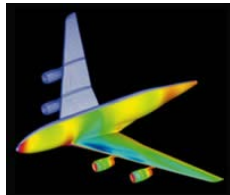
Detailed Design Phase - II

Design phases integrated into the entire US GOVERNMENT program.



Aircraft Design: Multidisciplinary Task

It implies collaboration between engineers from different branches, which is always a challenge.
It is not a direct but an iterative process



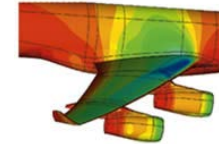
Numerical Aerodynamics



Wake Analysis



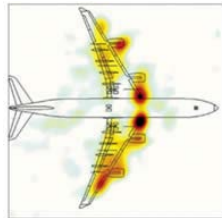
Wind Tunnel Tests



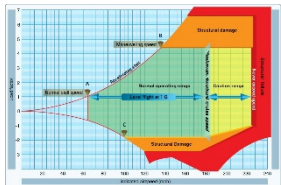
Propulsion



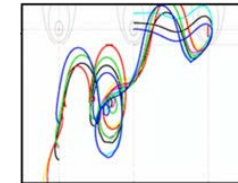
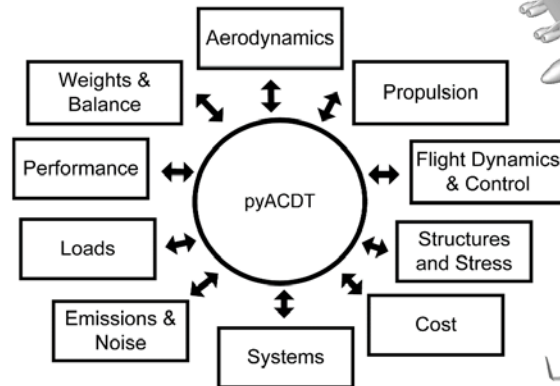
Aeroelasticity



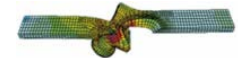
Noise reduction



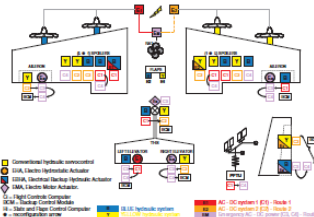
Flight Envelope



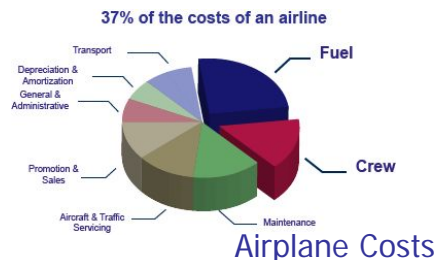
Control Laws



Strength of Materials and Structures



Aircraft Systems



Airplane Costs

The first design is not usually the good one! - But it's a good start!

Ejemplos de diseños I

A Few Novel Concepts



• Blended Wing-Body Concept

- Concept from Bob Liebeck (Douglas A/C)
- Less wetted area (no fuselage)
- Possibly more efficient structure

• Oblique Wing Supersonic Transport

- concept by R.T. Jones
- fore-aft symmetry of lift/better area distribution
- possibly only “practical” SST
- flying wing version also



AD-1, Circa 1980

Ejemplos de diseños II

Another Novel Concept: SpaceShipOne



The White Knight

Pictures from the
Scaled Composites web site

Burt Rutan: Still imagining!

SpaceShipOne



Ejemplos de diseños III

Lockheed, Virginia Tech, NASA Team



Compared to a conventional cantilever design:

- 12-15% less takeoff weight
- 20-29% less fuel
- less noise and emissions

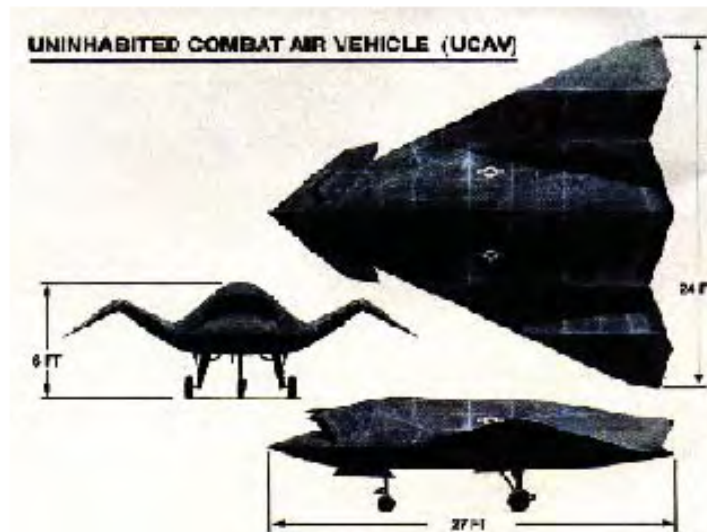
 Aerospace and
Ocean Engineering

slide 35

9/1/04

Ejemplos de diseños IV

The Latest: UCAVs
This one is based on
Nastasi/Kirschbaum/Burhans Patent 5,542,625



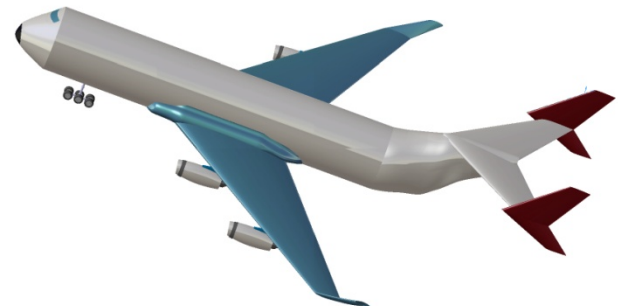
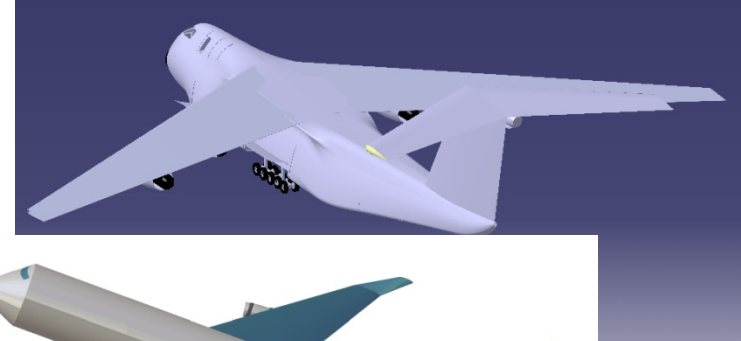
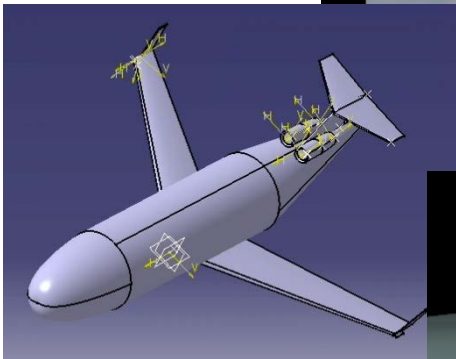
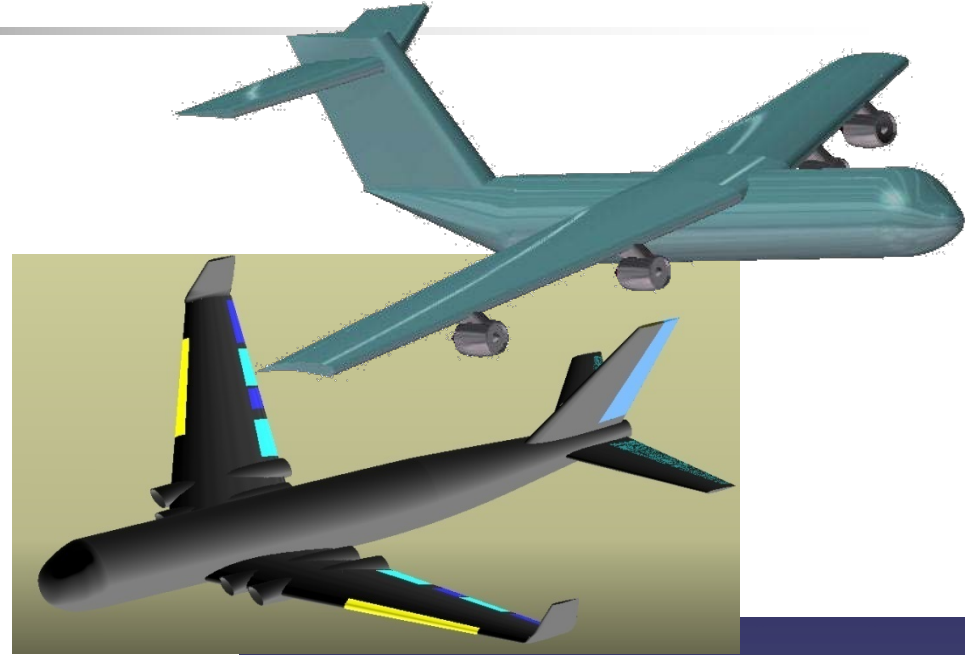
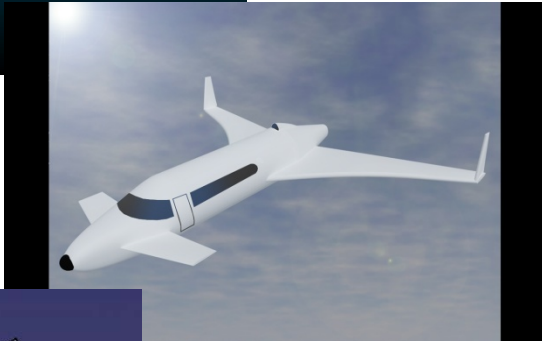
Northrop Grumman Corporation, reprinted by *Aviation Week*, June 16, 1997

The vertical tail is eliminated for stealth, directional control comes from specially coordinated trailing edge deflections

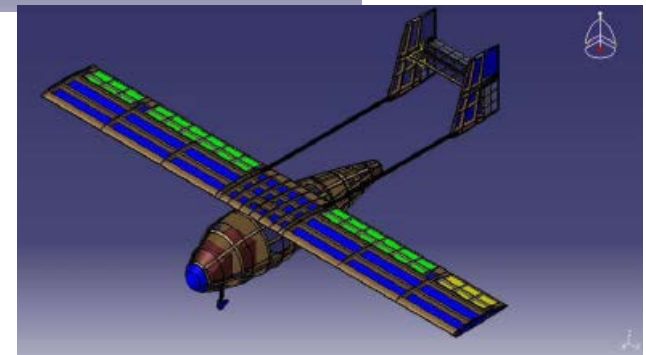
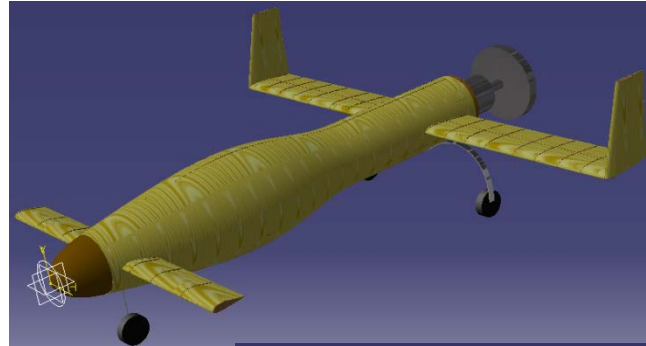


Calculo de Aviones en la ETSI de Sevilla

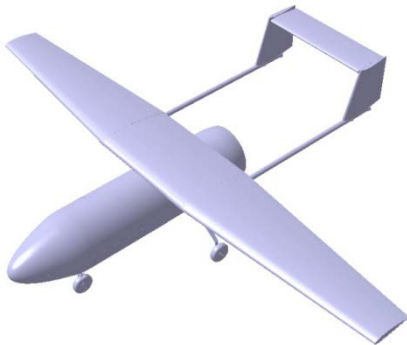
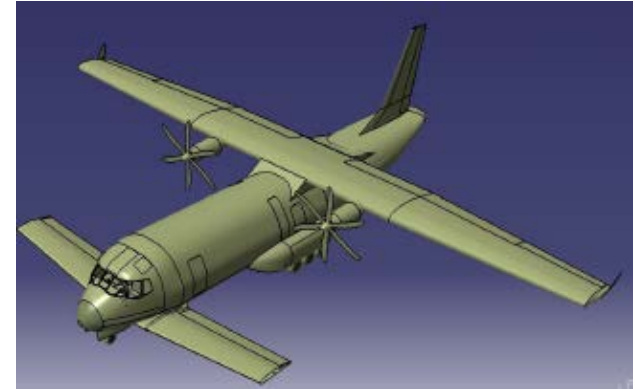
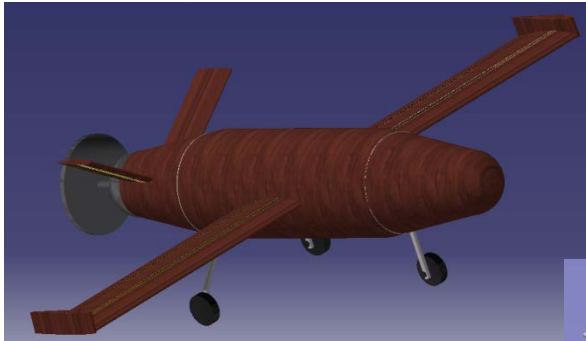
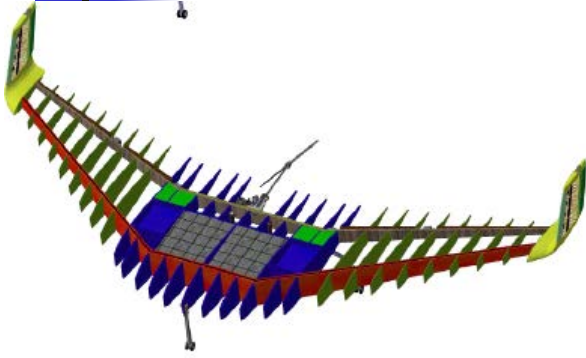
"Cálculo de Aviones" - 2006-07



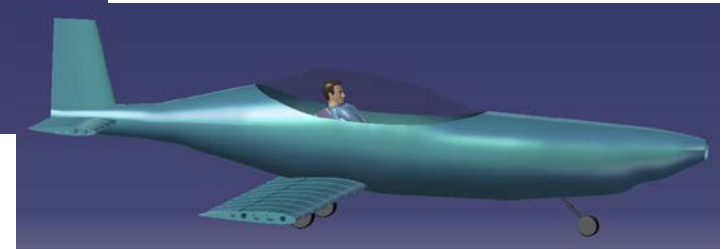
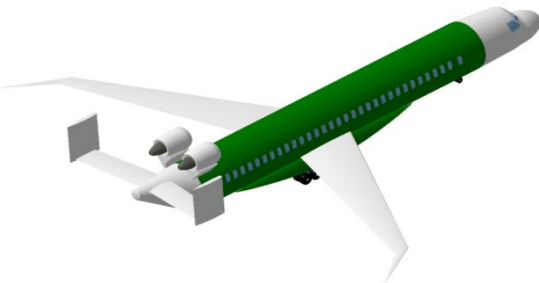
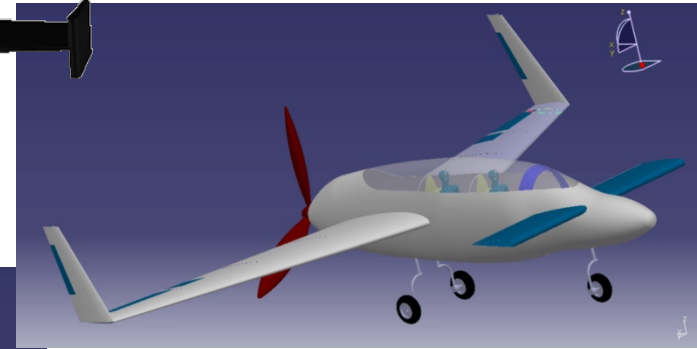
"Cálculo de Aviones" - 2007-08



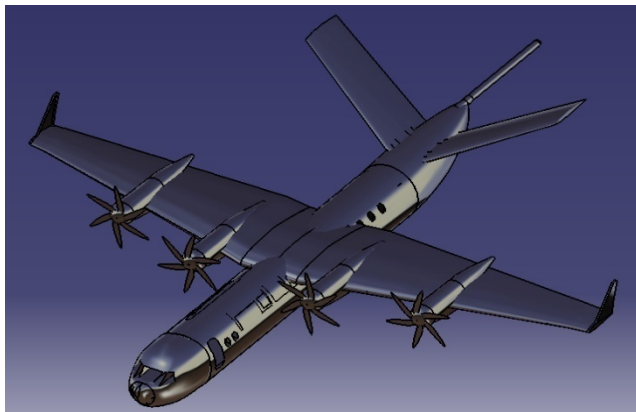
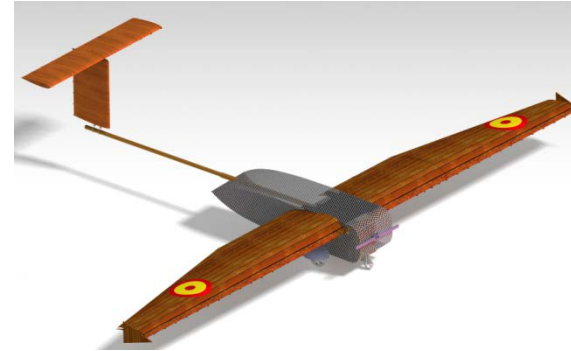
"Cálculo de Aviones" - 2008-09



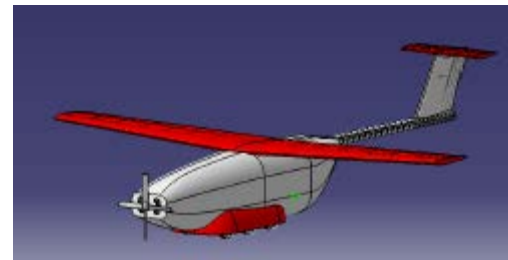
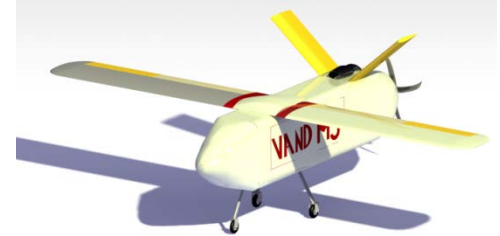
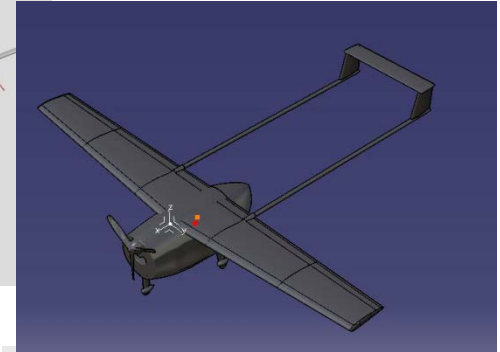
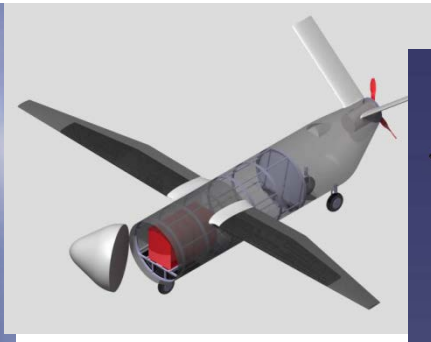
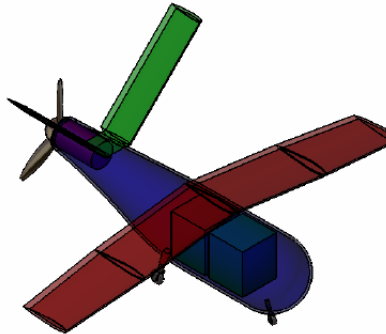
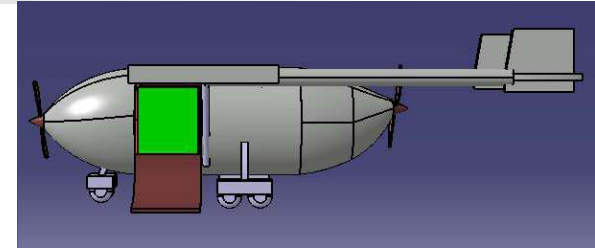
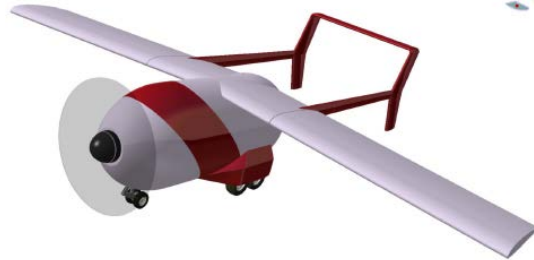
"Cálculo de Aviones" - 2009-10



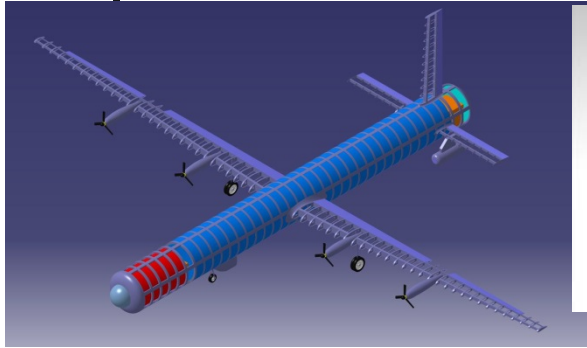
"Cálculo de Aviones" - 2010-11



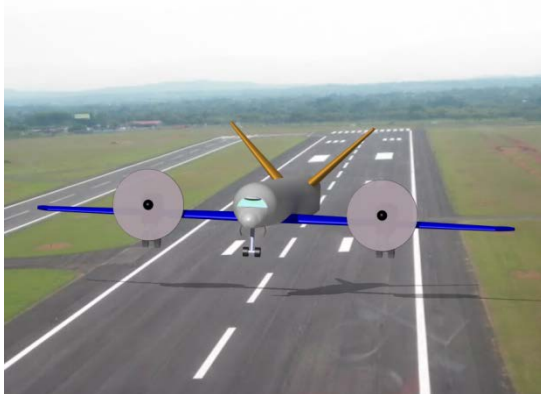
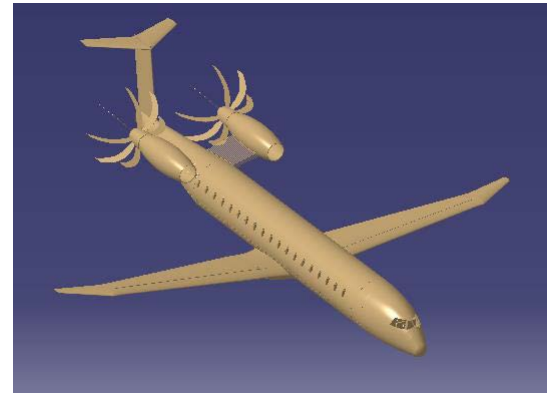
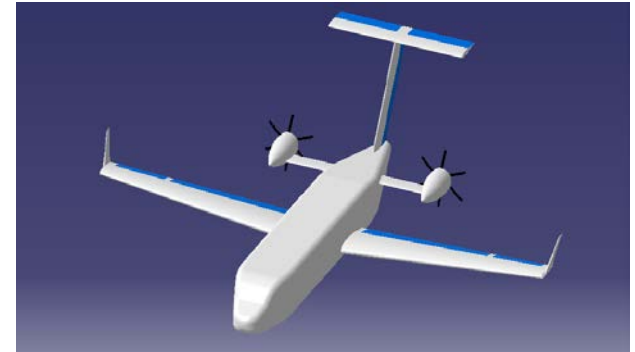
"Cálculo de Aviones" - 2011-12



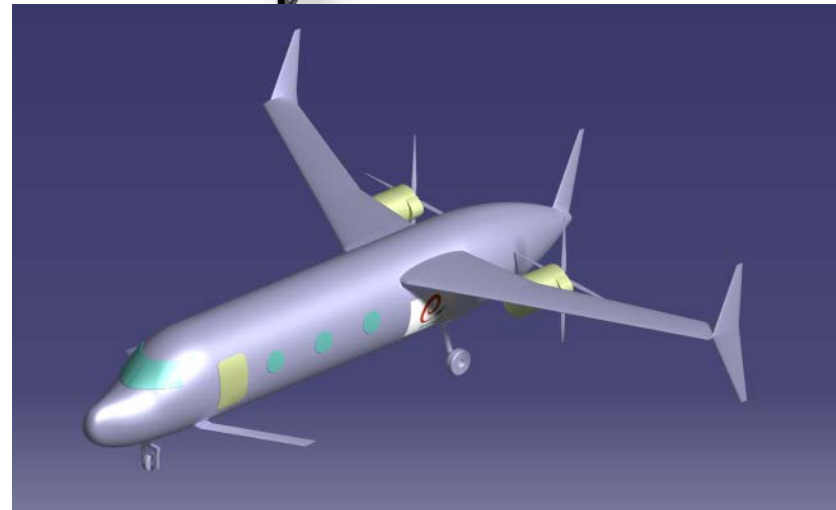
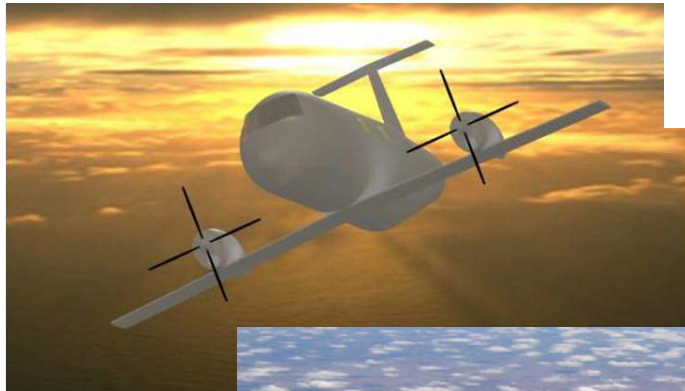
"Cálculo de Aviones" - 2012-13



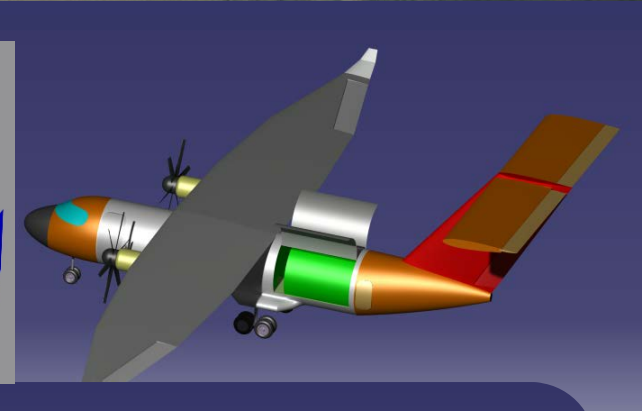
"Cálculo de Aviones" - 2013-14



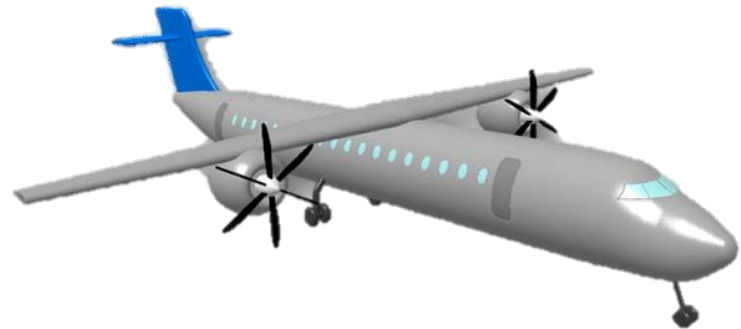
"Cálculo de Aviones" - 2014-15



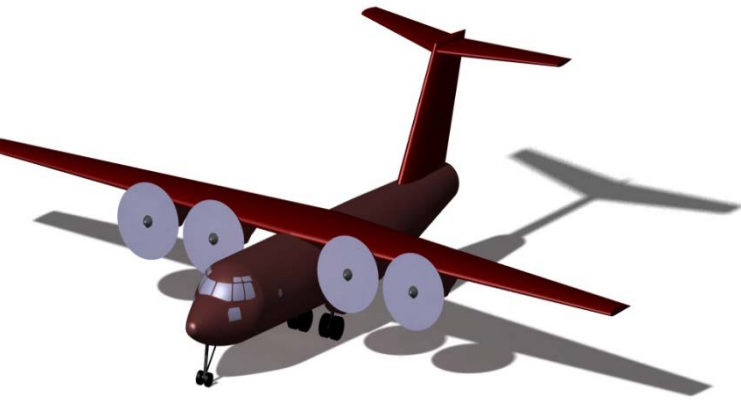
"Cálculo de Aviones" - 2015-16



"Cálculo de Aviones" - 2016-17



"Cálculo de Aviones" - 2017-18



Seguir Aprendiendo

■ Mantenerse al día con la tecnología

- Aviation Week
- American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA)
 - American Aerospace
 - Journals
- Air & Space - Smithsonian
- Flying
- Skies
- Avión Revue
- Aerospace & Defense – Technology...

AVIATION WEEK
& SPACE TECHNOLOGY

AIAA
The World's Forum for Aerospace Leadership

