

Proyecto Pelicano



MOTIVACIÓN





DISEÑO Y SISTEMAS

CARACTERÍSTICAS DEL NGMTT



- Ala alta con diedro negativo y estrechamiento.
- Borde de ataque del ala perpendicular a la corriente incidente.
- Cola en T.
- Tren de aterrizaje en Tándem.
- Turbohélices situados en góndola en contrarrotación.

AVIONES SIMILARES



Lockheed C-130 Hercules



Airbus A400M Atlas



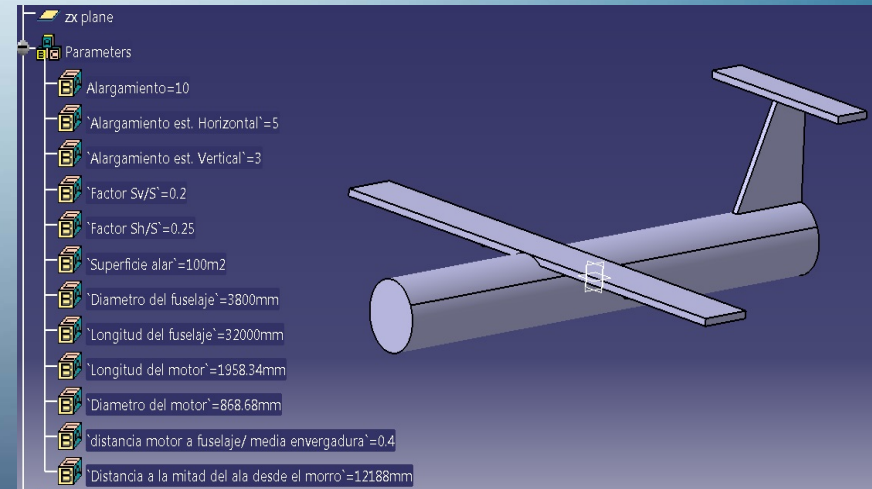
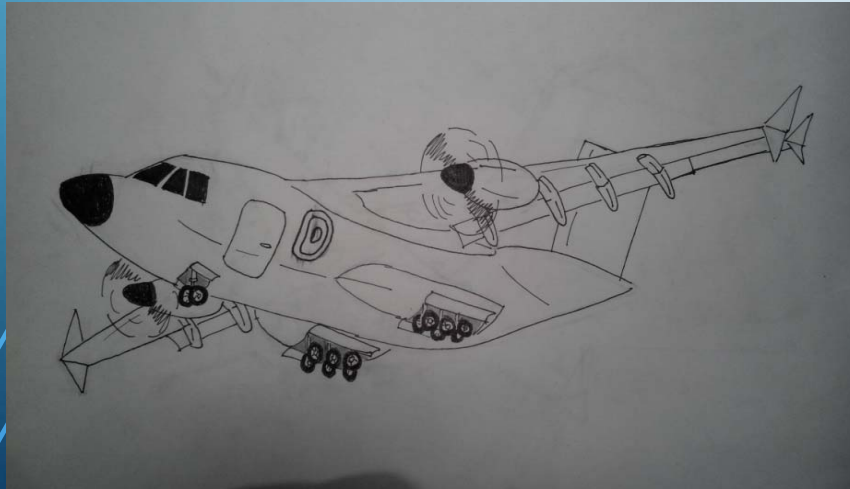
CASA C-295



EVOLUCIÓN DEL DISEÑO



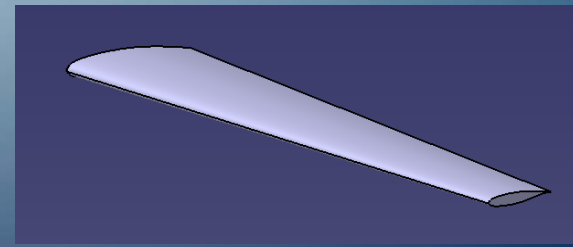
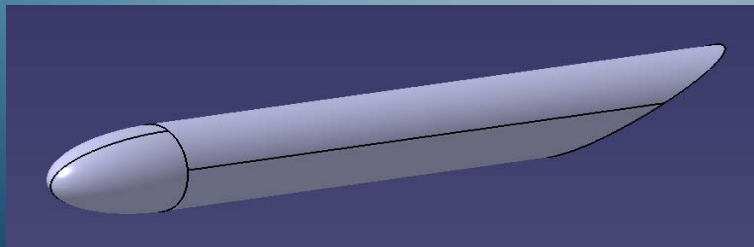
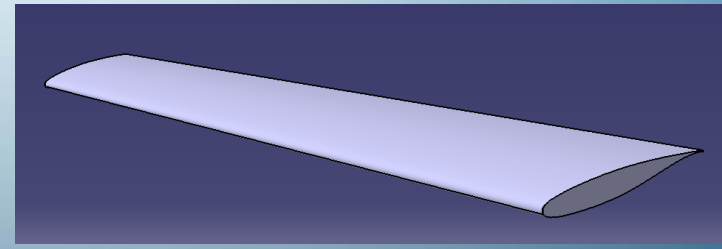
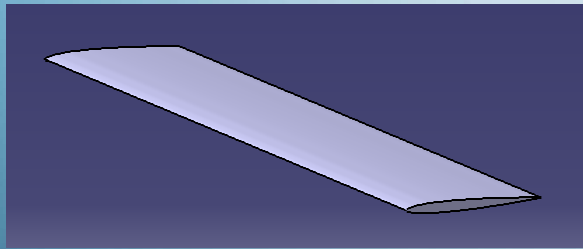
- Primera revisión: Diseño parametrizado de formas simples.



EVOLUCIÓN DEL DISEÑO



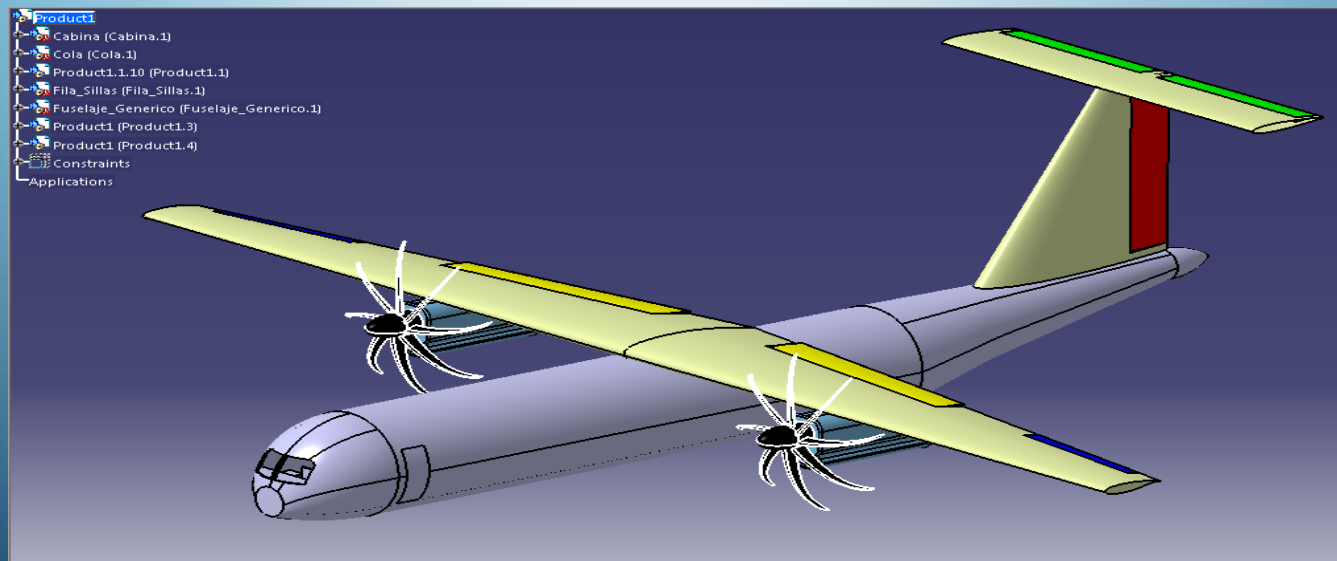
- Segunda revisión: Piezas con formas más precisas para proporcionar datos al resto de departamentos.



EVOLUCIÓN DEL DISEÑO



➤ Tercera revisión: Comienzo del diseño definitivo.



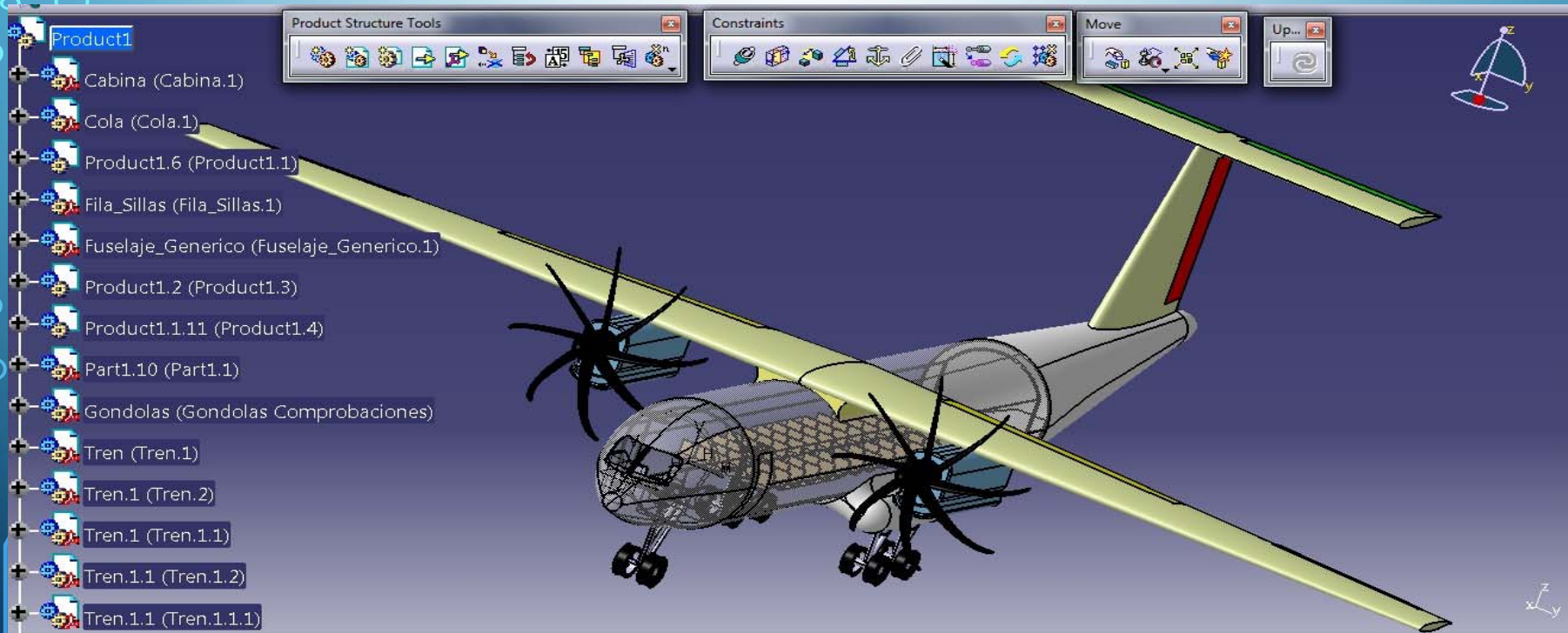
DISEÑO DEFINITIVO



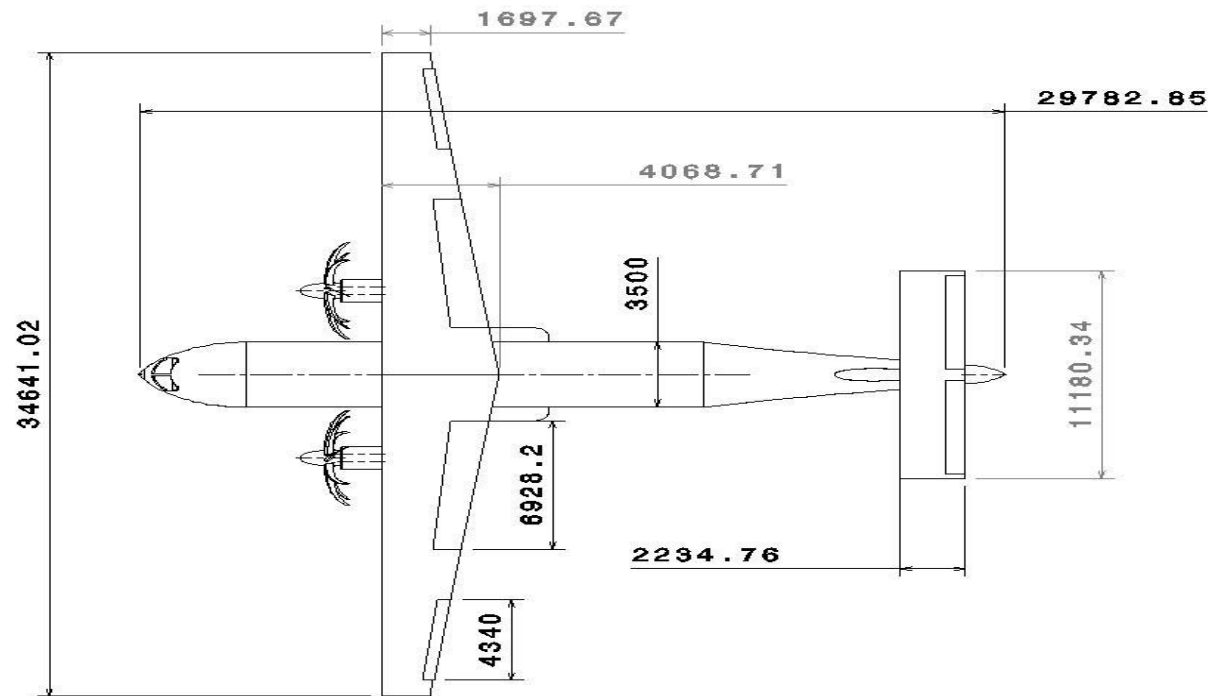
DISEÑO DEFINITIVO



DISEÑO DEFINITIVO



DISEÑO DEFINITIVO



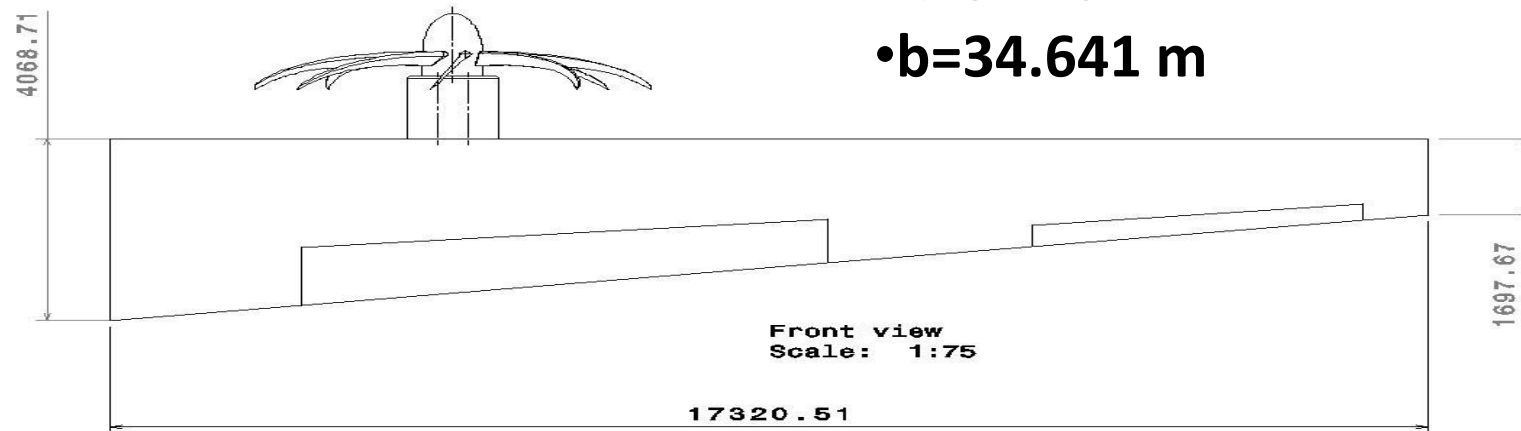
Front view
Scale: 1:200

DISEÑO DEFINITIVO



➤ Alas

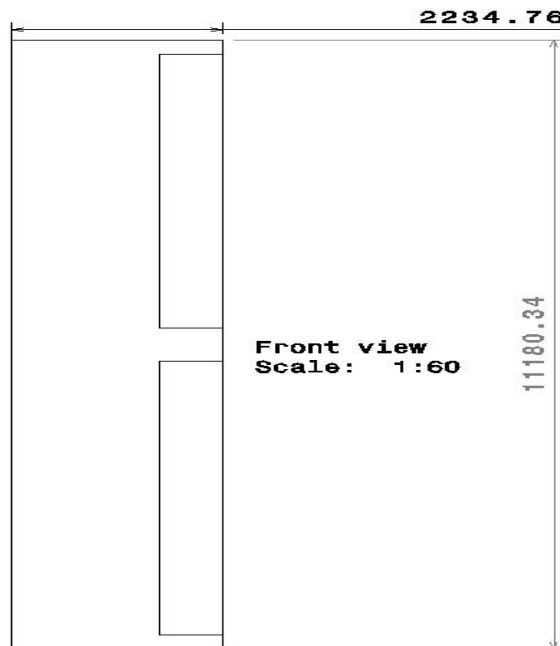
- $S=100 \text{ m}^2$
- $AR=12$
- $\lambda=0.419$
- $b=34.641 \text{ m}$



DISEÑO DEFINITIVO



➤ Estabilizador horizontal

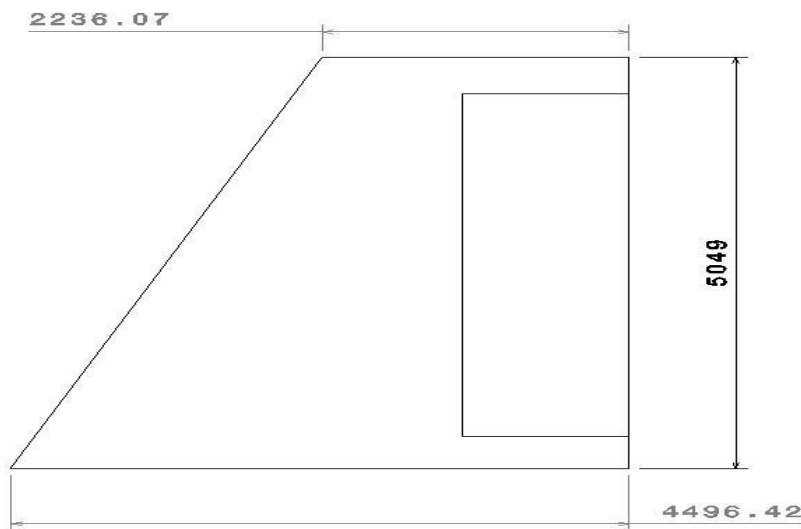


- $S=25 \text{ m}^2$
- $AR=5$
- $\lambda=1$
- $b=11.1803 \text{ m}$

DISEÑO DEFINITIVO



➤ Estabilizador vertical



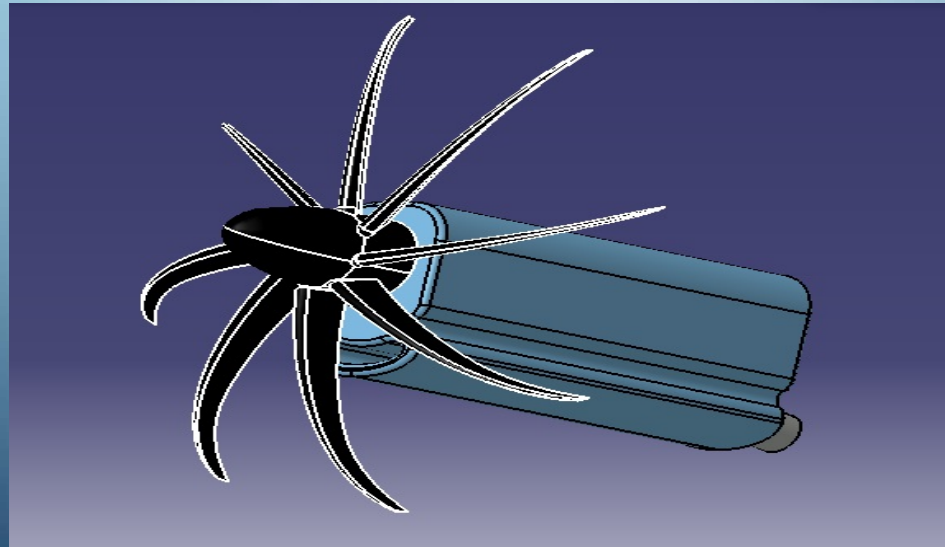
Front view
Scale: 1:40

- $S=17 \text{ m}^2$
- $AR=3$
- $\lambda= 0.4972$
- $h= 5.0497 \text{ m}$

DISEÑO DEFINITIVO



- Motor: Europrop TP400 (Motor derecho e izquierdo en contrarrotación).

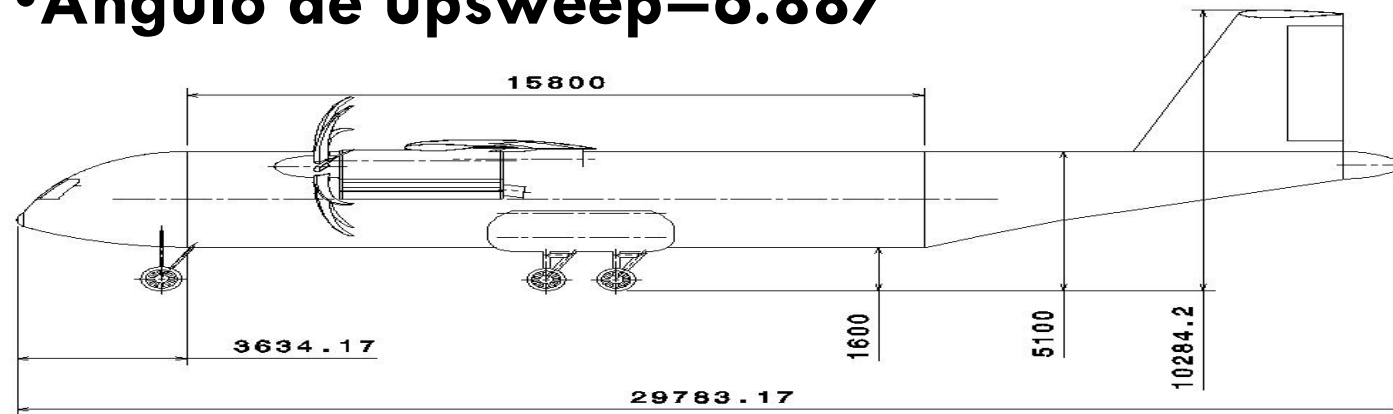


DISEÑO DEFINITIVO



➤ Fuselaje

• **Ángulo de upsweep=6.887°**

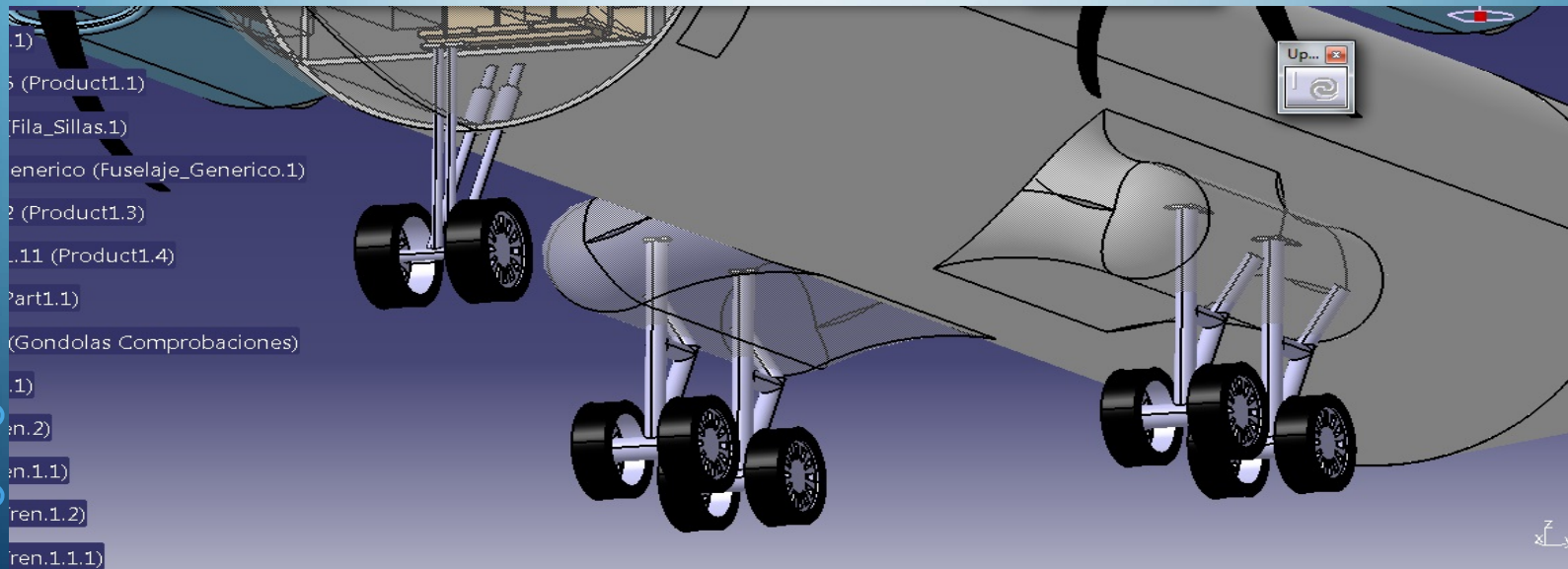


Front view
Scale: 1:120

DISEÑO DEFINITIVO



➤ Tren de aterrizaje: Triciclo en línea de 2



DISEÑO DEFINITIVO



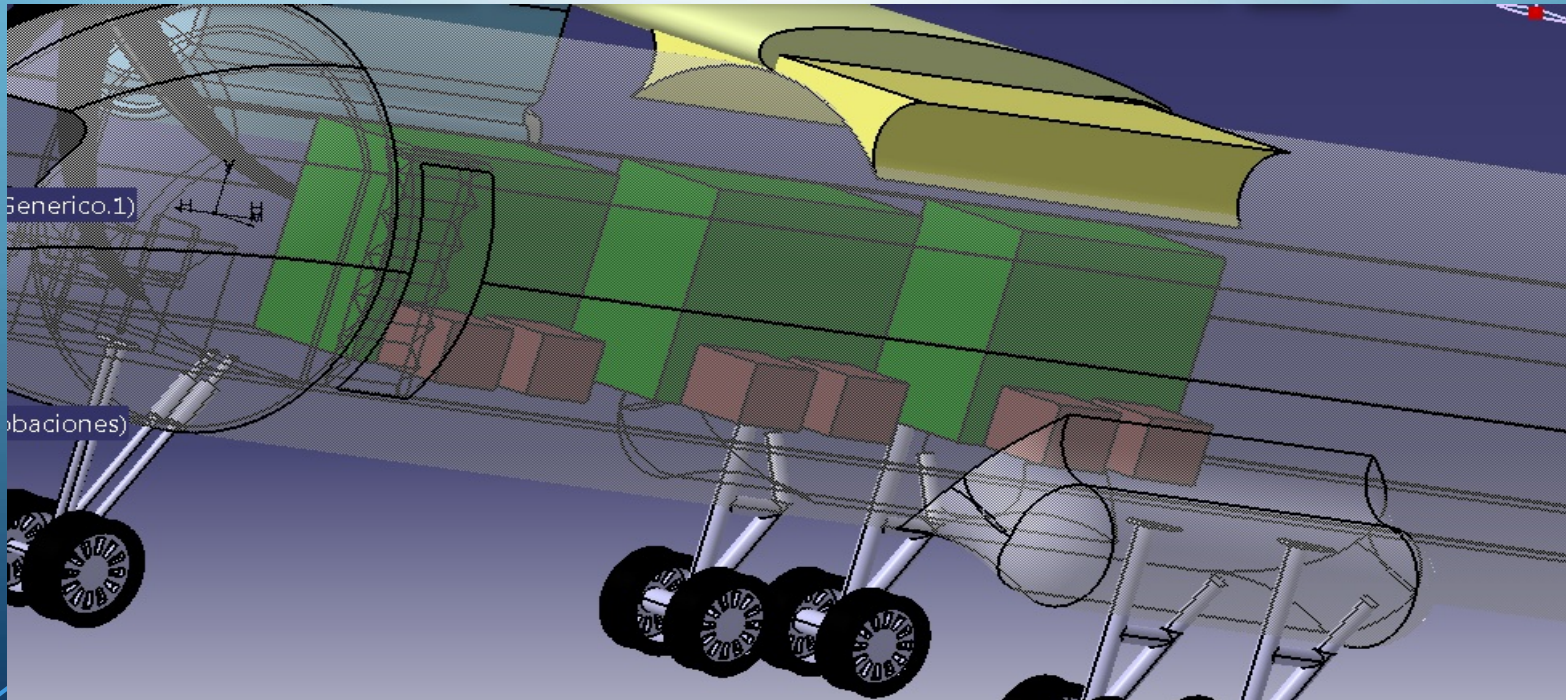
➤ Tren de aterrizaje: Triciclo en línea de 2

- $H_{cdg}=3.75$ m
- $H_{fus}=1.6$ m
- Distancia morro-tren delantero=3.09m
- **En términos de reparto del peso en los trenes:**
 - Cdg más adelantado=10.15m
 - Cdg más atrasado=11.50m
- **En términos de prevención del vuelco:**
 - $T=4.5$ m (lateral)
 - $B=9$ m (longitudinal)
 - $\emptyset_{\text{overturn}}=25.38^\circ$ (se cumple $>25^\circ$)

CONFIGURACIONES MISIONES



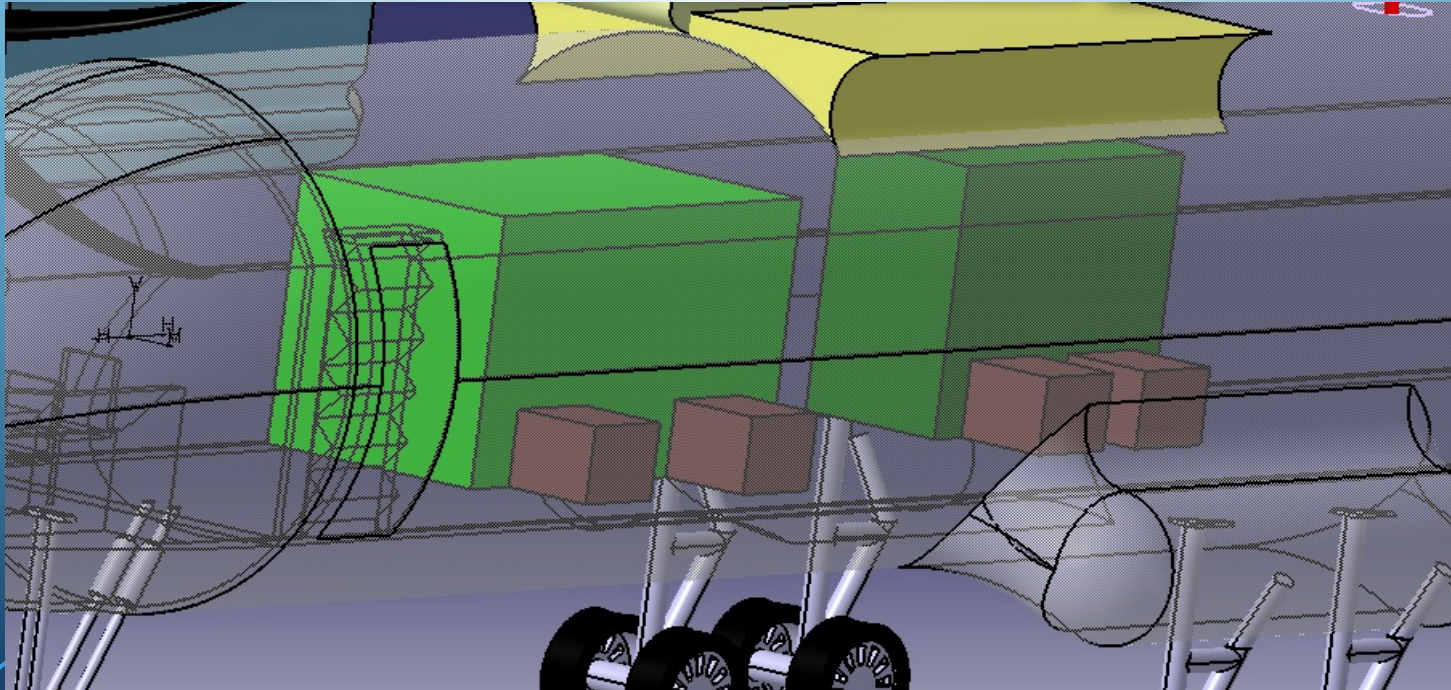
➤ *Observación / Vigilancia / Intercepción*



CONFIGURACIONES MISIONES



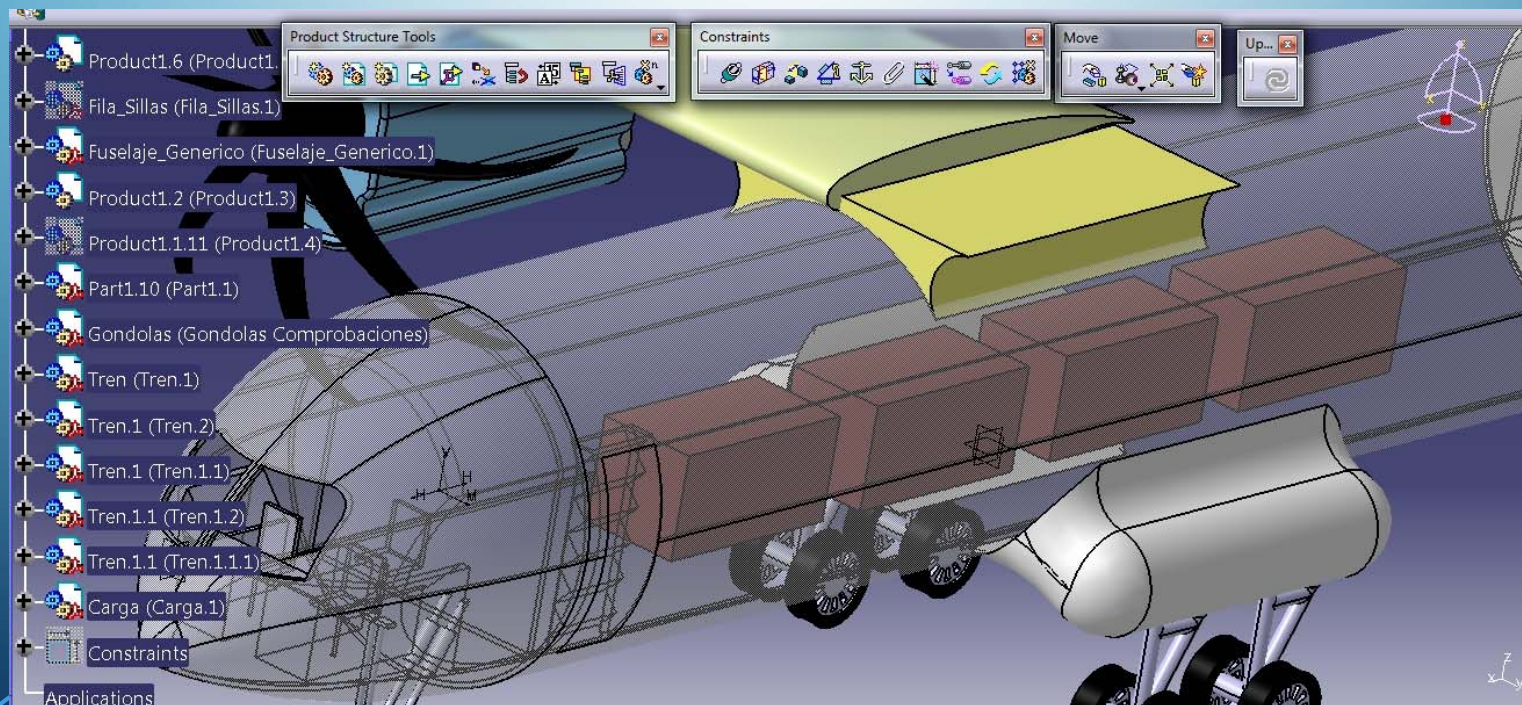
➤ *Búsqueda y Rescate (SAR / Low-Altitude Patrol):*



CONFIGURACIONES MISIONES



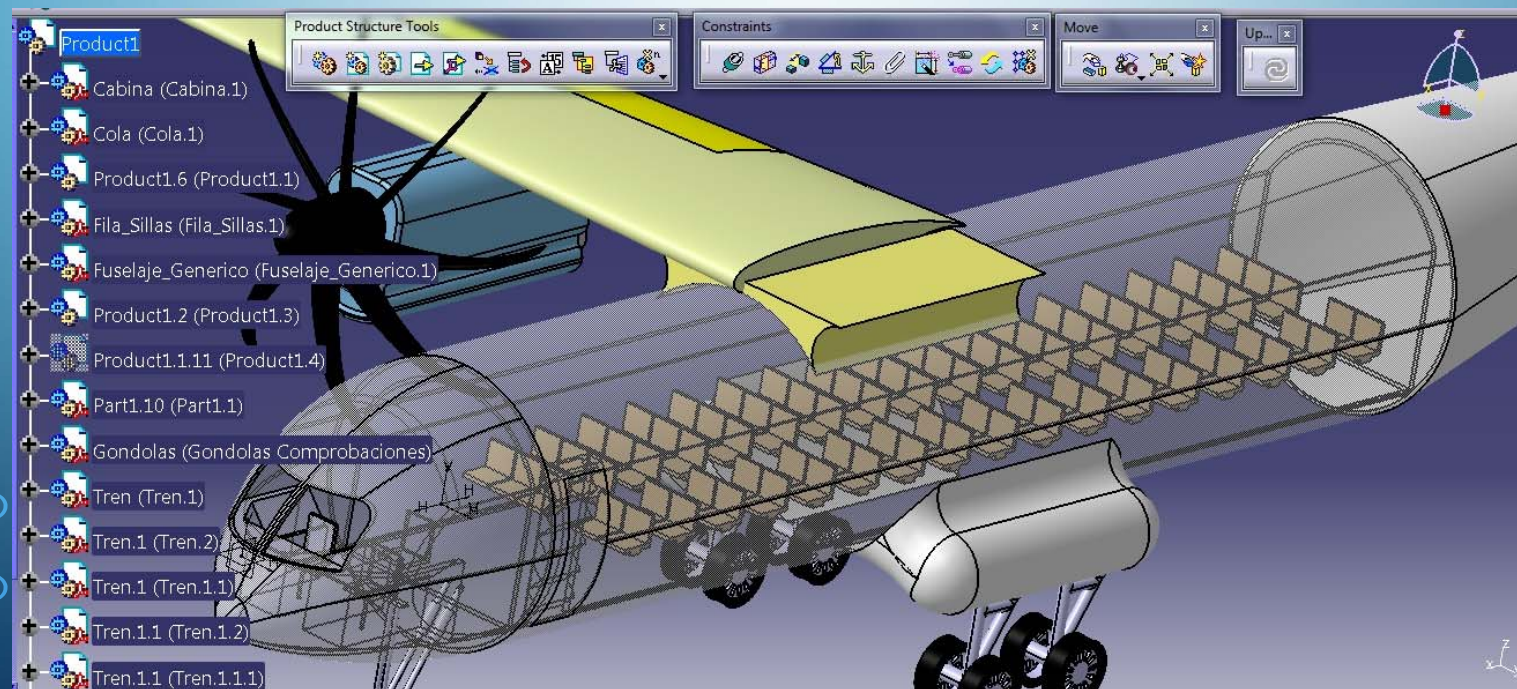
➤ Misión de Carga (Cargo Mission):



CONFIGURACIONES MISIONES



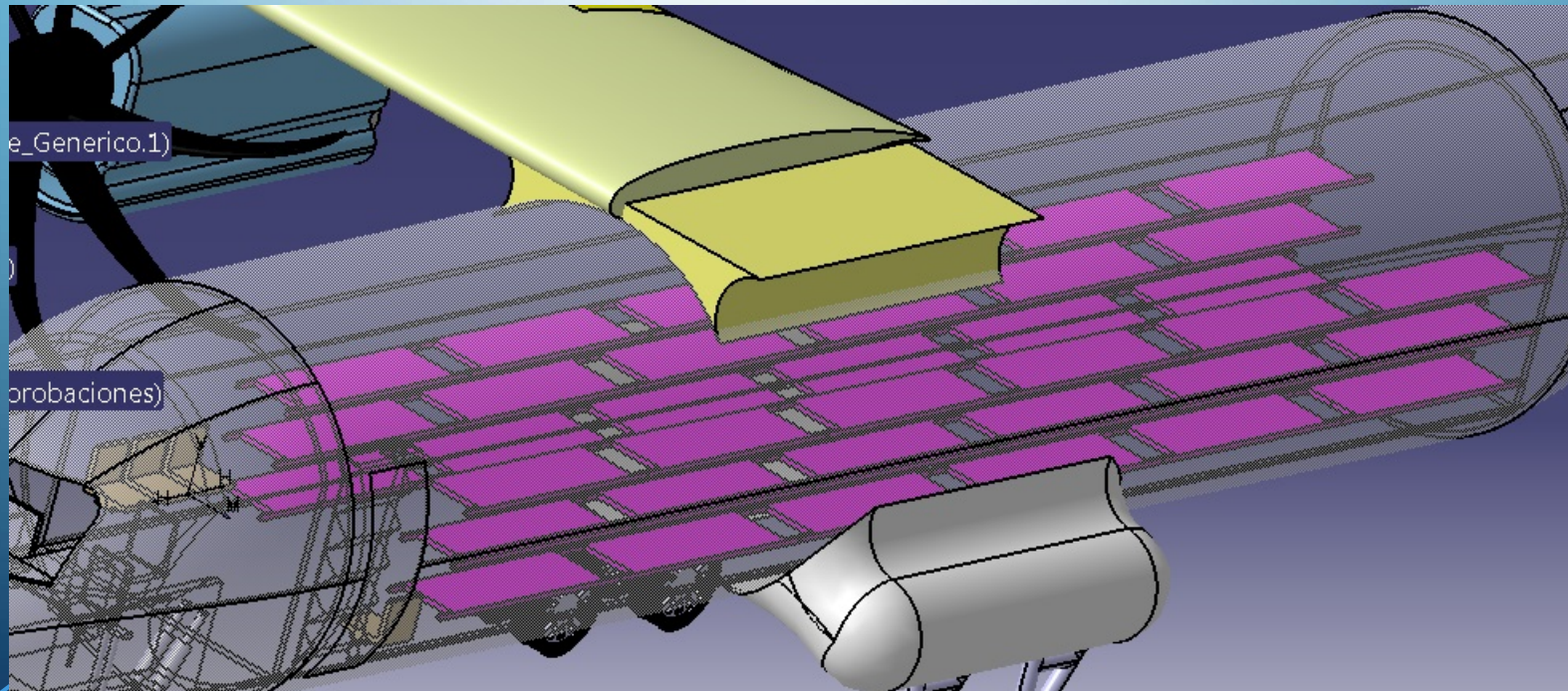
➤ Transporte de personas



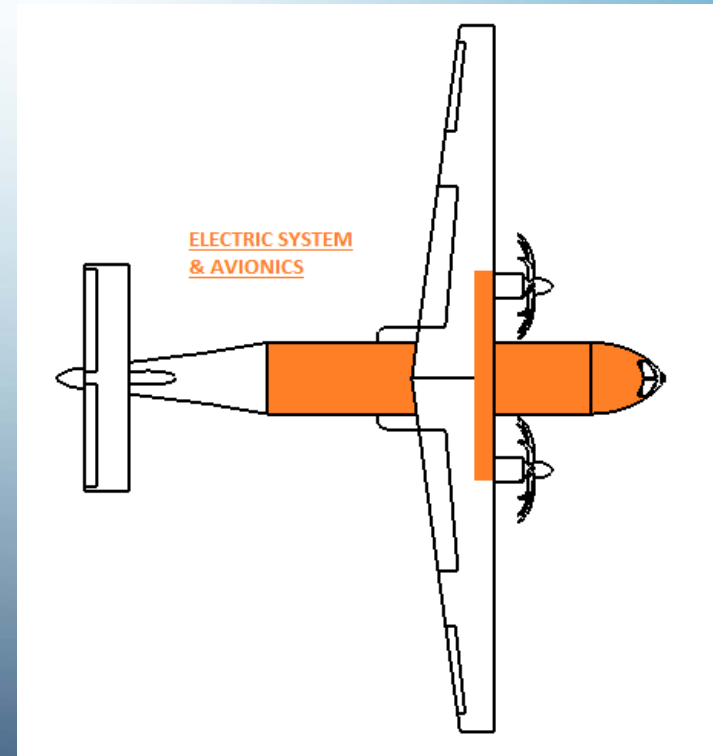
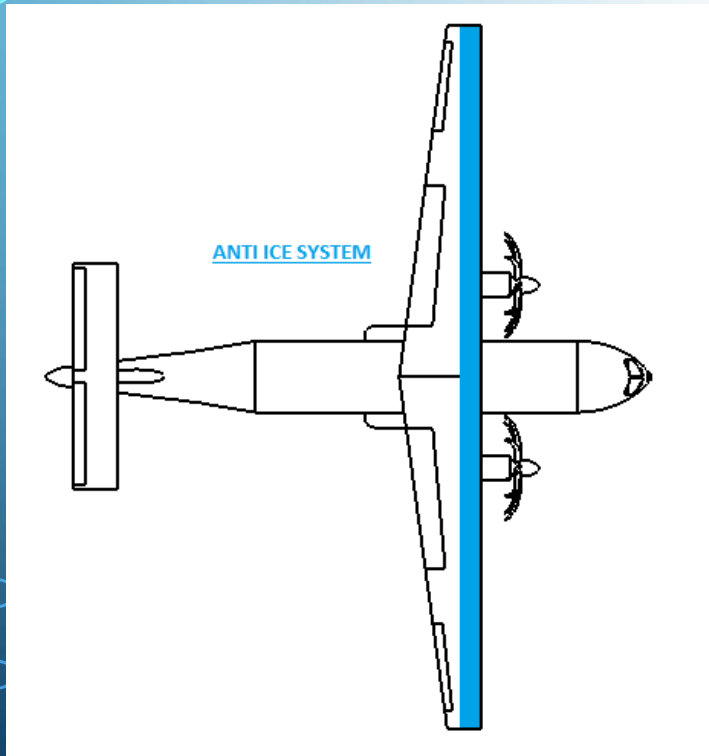
CONFIGURACIONES MISIONES



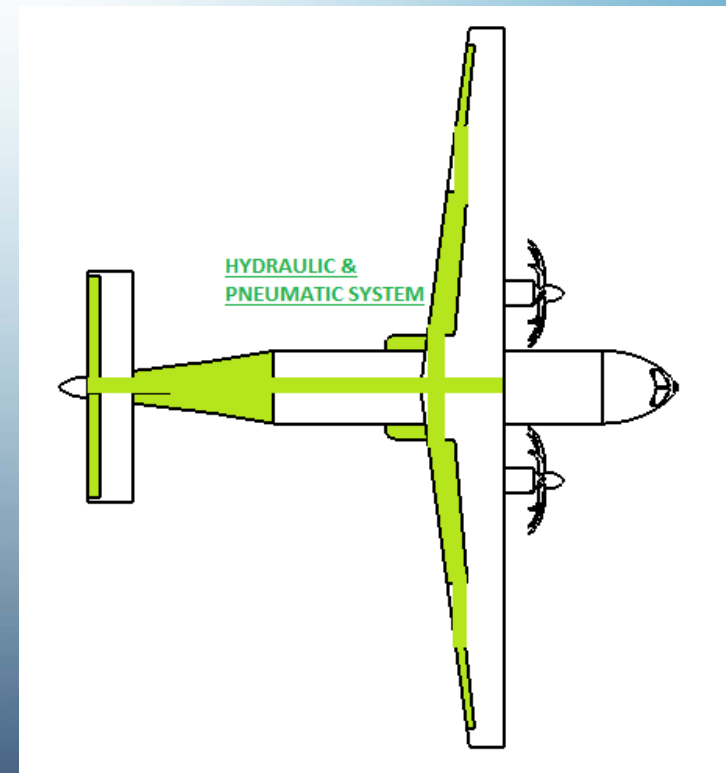
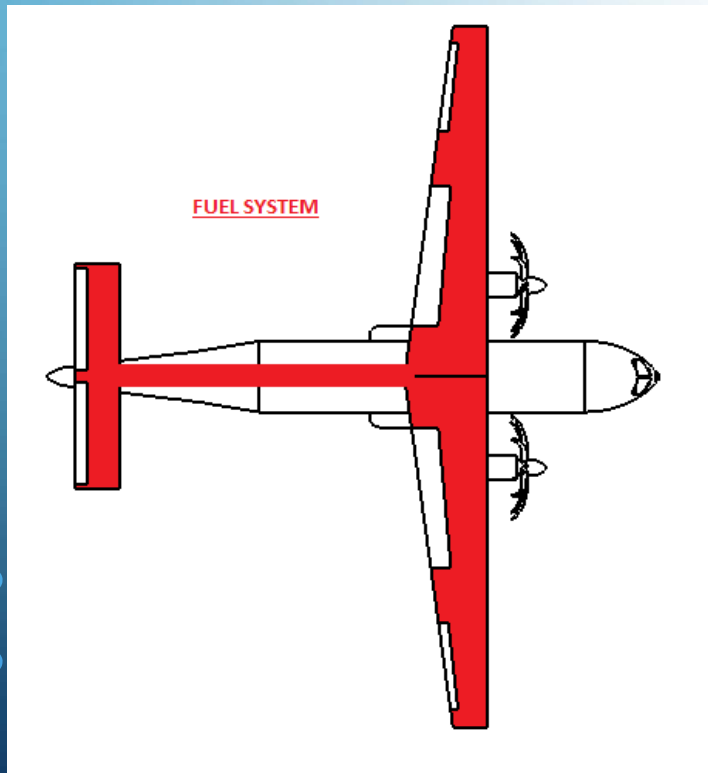
➤ *Evacuación médica*



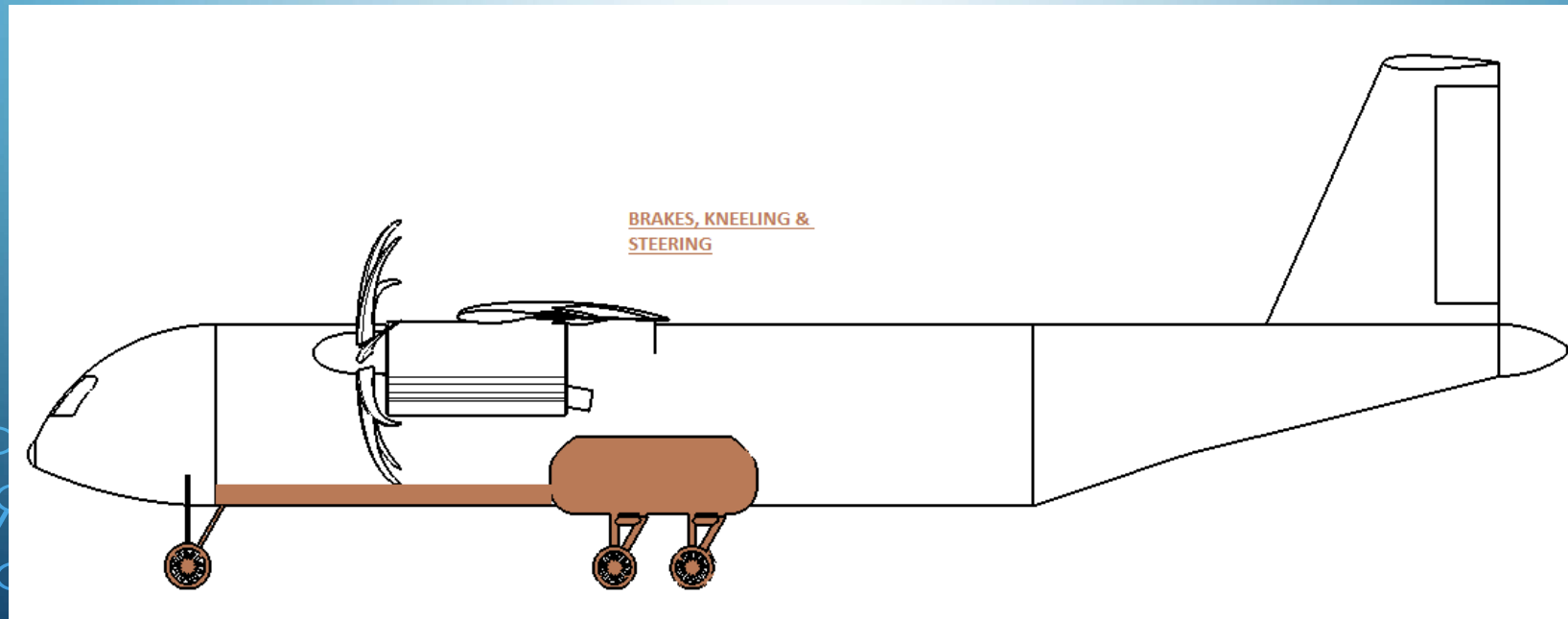
LOCALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS



LOCALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS



LOCALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS



BRAKES, KNEELING &
STEERING

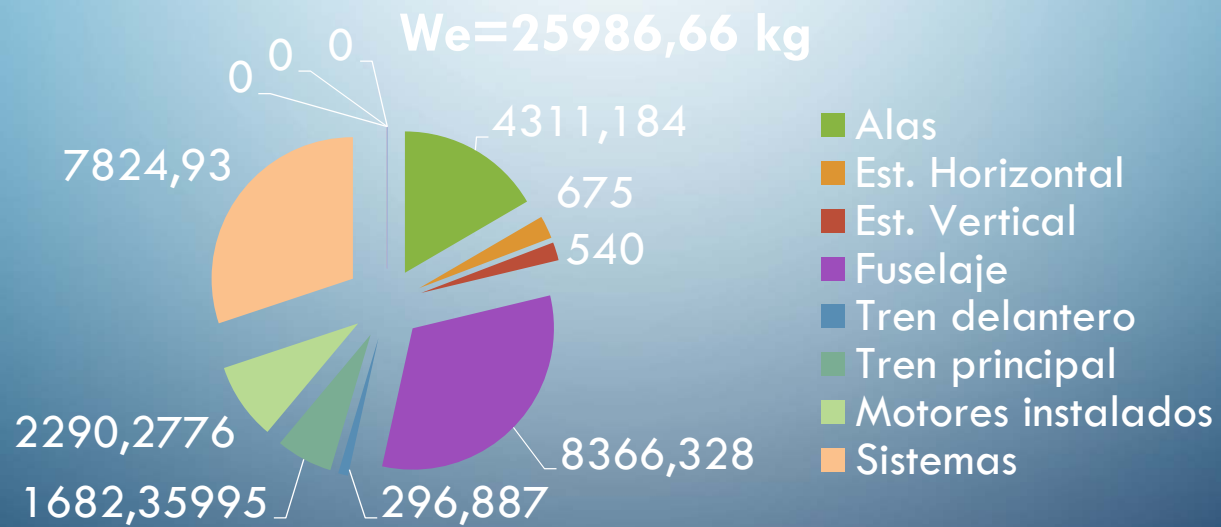


ESTRUCTURAS

EVOLUCIÓN DEL PESO A LO LARGO DEL DISEÑO



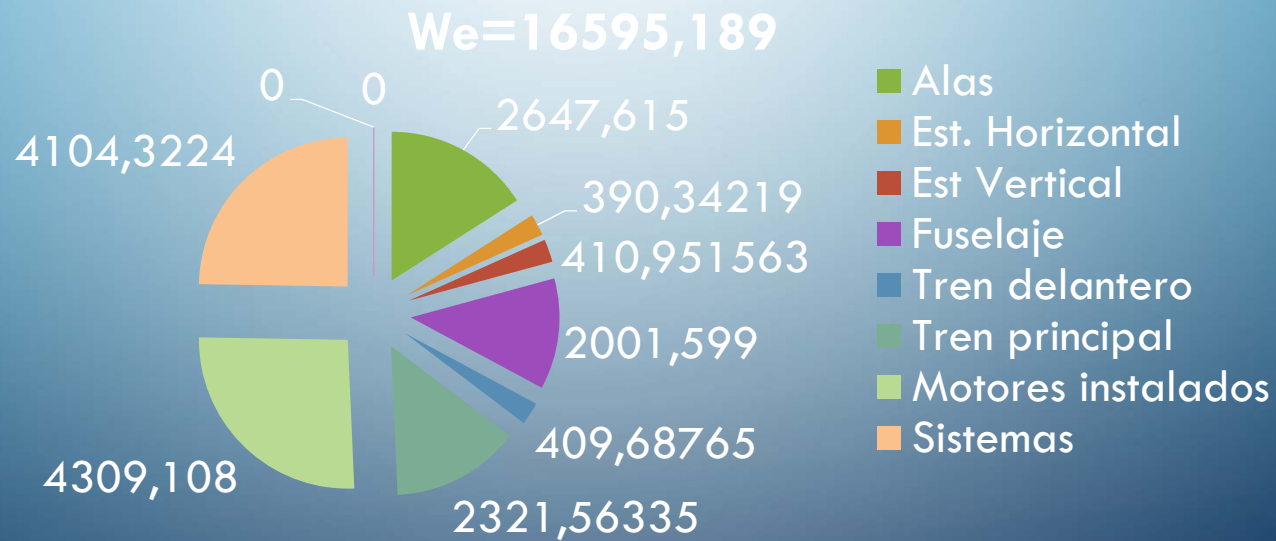
➤ *Multiplicadores lineales*



EVOLUCIÓN DEL PESO A LO LARGO DEL DISEÑO



➤ Pesos finales



EVOLUCIÓN DEL PESO A LO LARGO DEL DISEÑO



➤ Pesos finales



REFUERZOS



Alas	Est. Horizontal	Est. Vertical	Fuselaje	Tren delantero	Tren principal	Motores instalados
77.12 kg	11.37 kg	11.97 kg	58.3 kg	11.93 kg	67.62 kg	125.51 kg

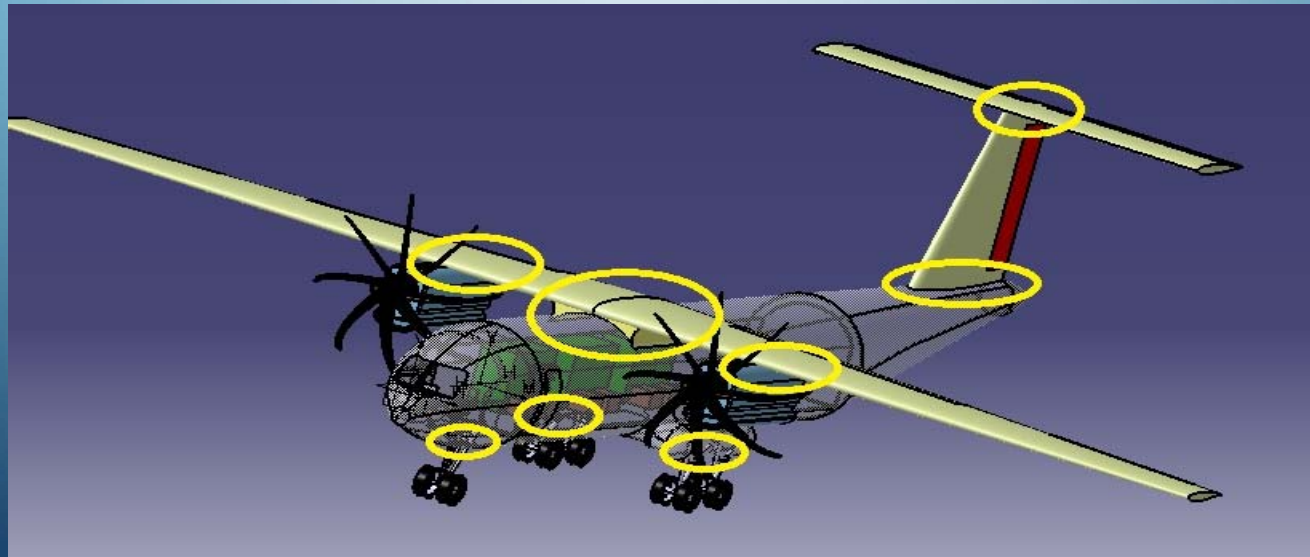
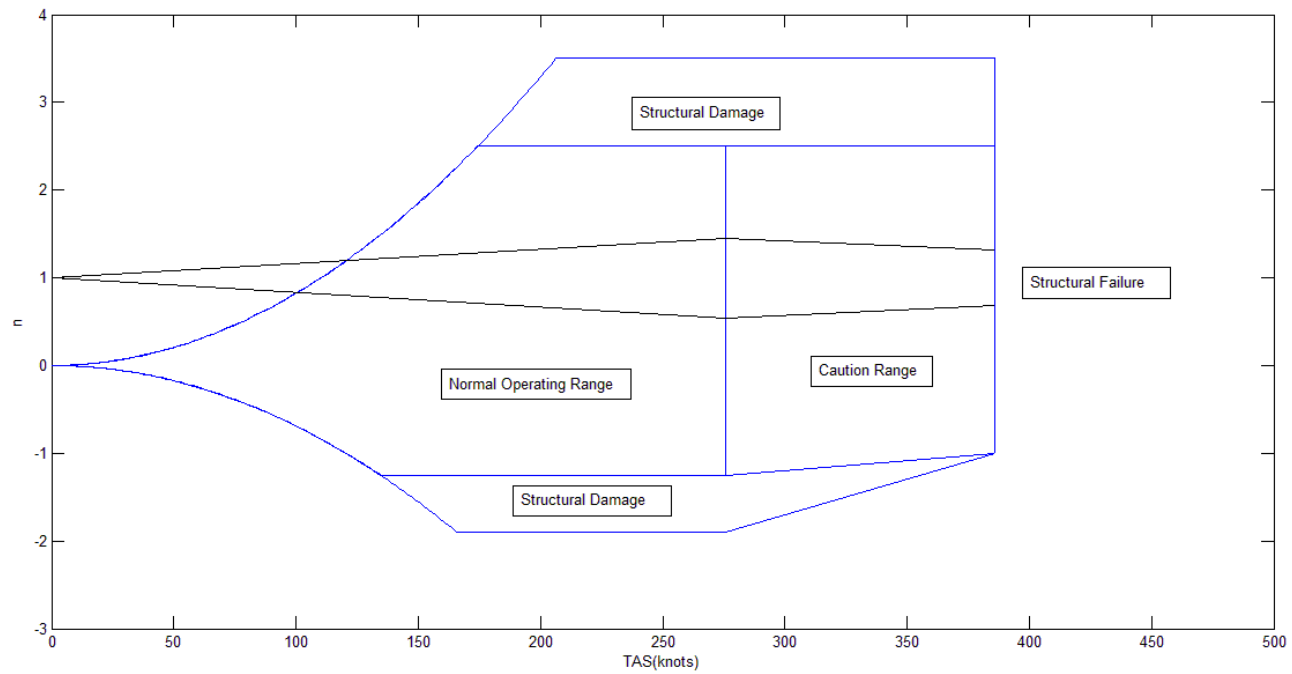


DIAGRAMA V-N





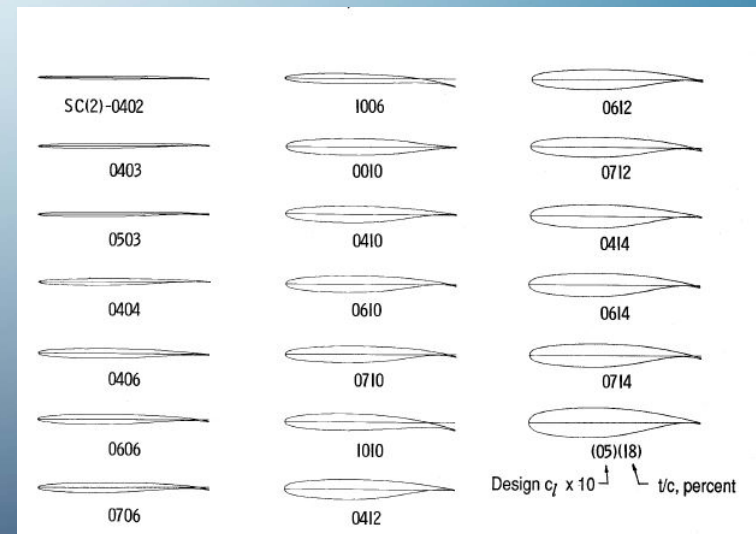
AERODINÁMICA

LÍNEAS DE TRABAJO



FAMILIA DE PERFILES NASA SUPERCRÍTICOS (FASE 2)

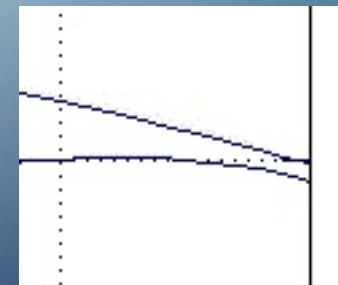
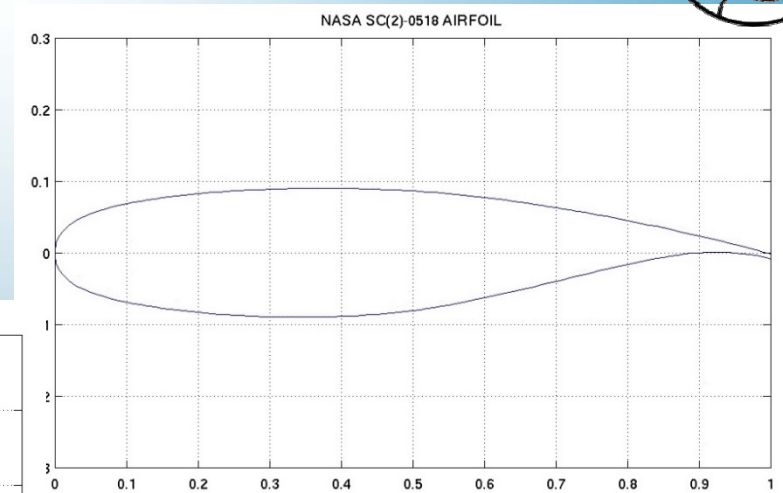
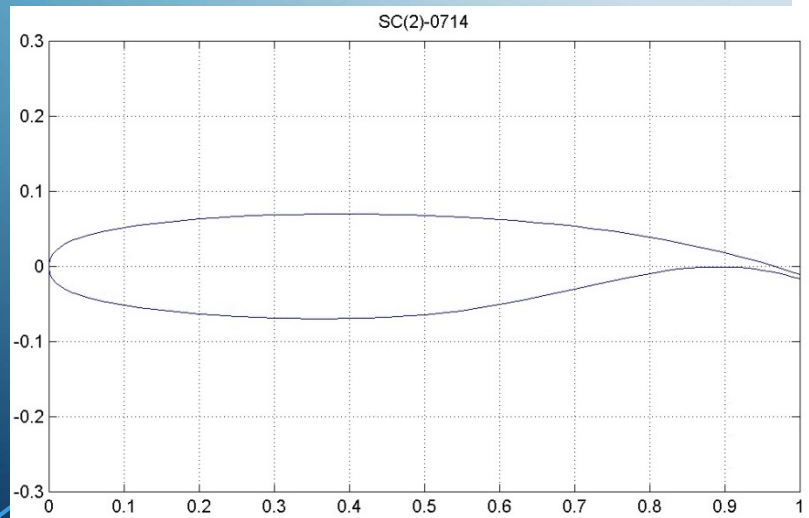
- Perfil inusual.
- Máximo C_{10} .
- Entrada en pérdida dócil y tardía
- Capacidad elevada.



PERFIL DEL ALA



- NASA SC(2) - 0518
- NASA SC(2) - 0714

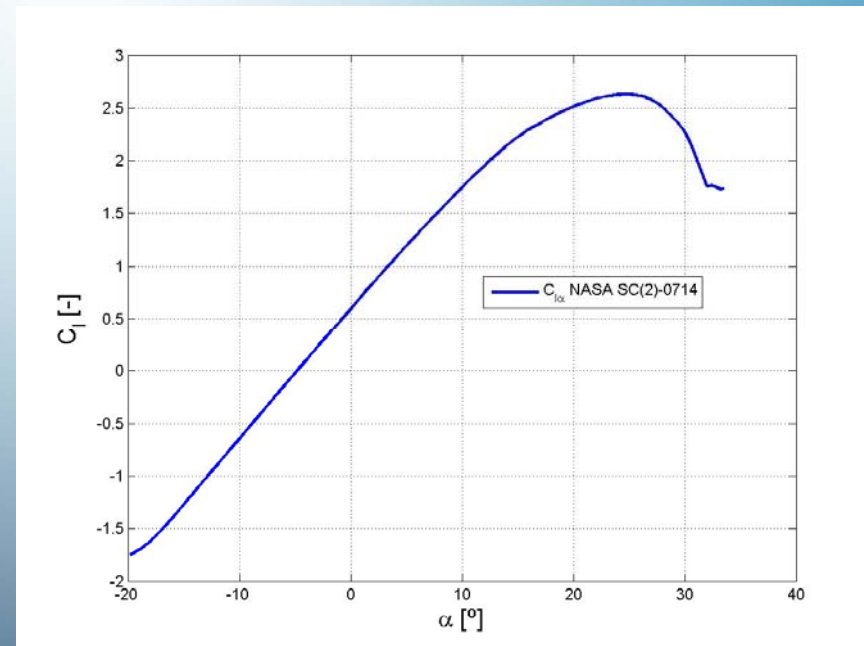


PERFIL DEL ALA

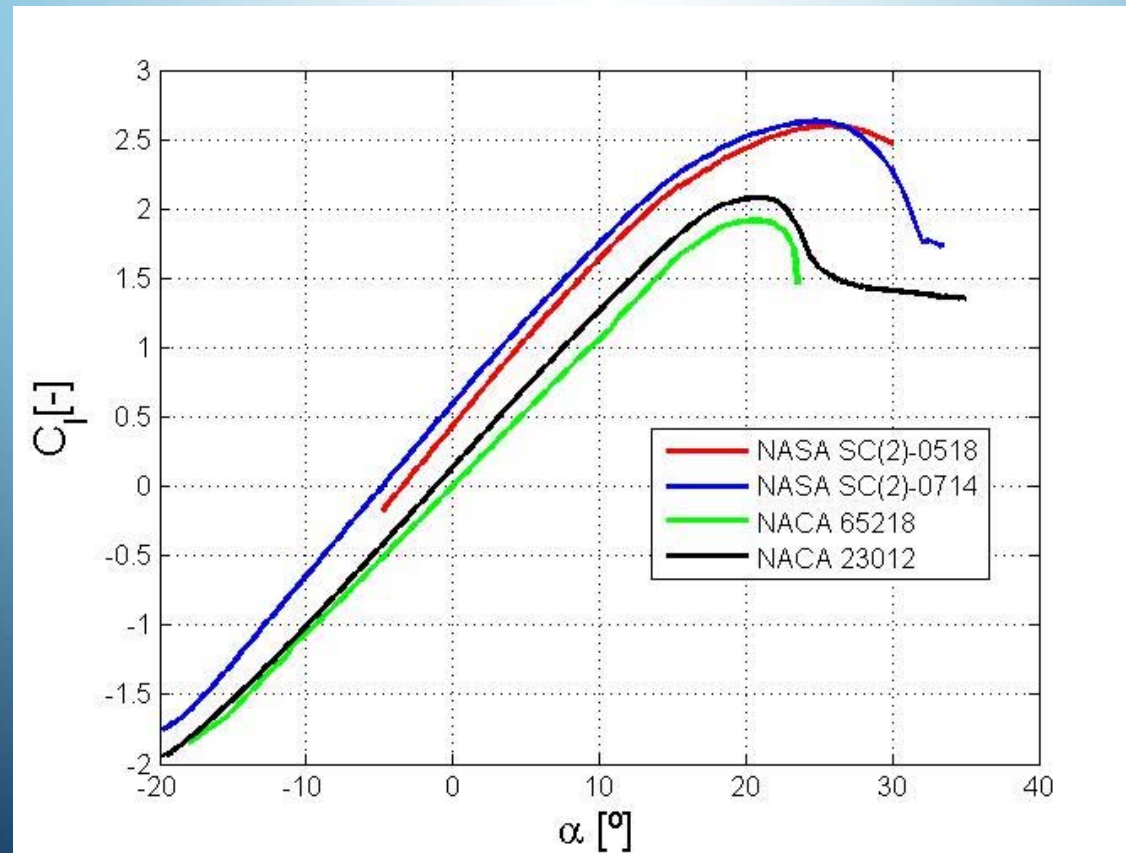


- NASA SC(2) – 0714:

- $C_{l0} = 0,594$
- $C_{d0} = 0,007$
- $C_{m0} = -0,143$
- $\alpha_0 = -4,81$
- $C_{l\alpha} = 6,89$
- $C_{lm\acute{a}x} = 2,629$
- $\alpha_{stall} = 24,75^\circ$



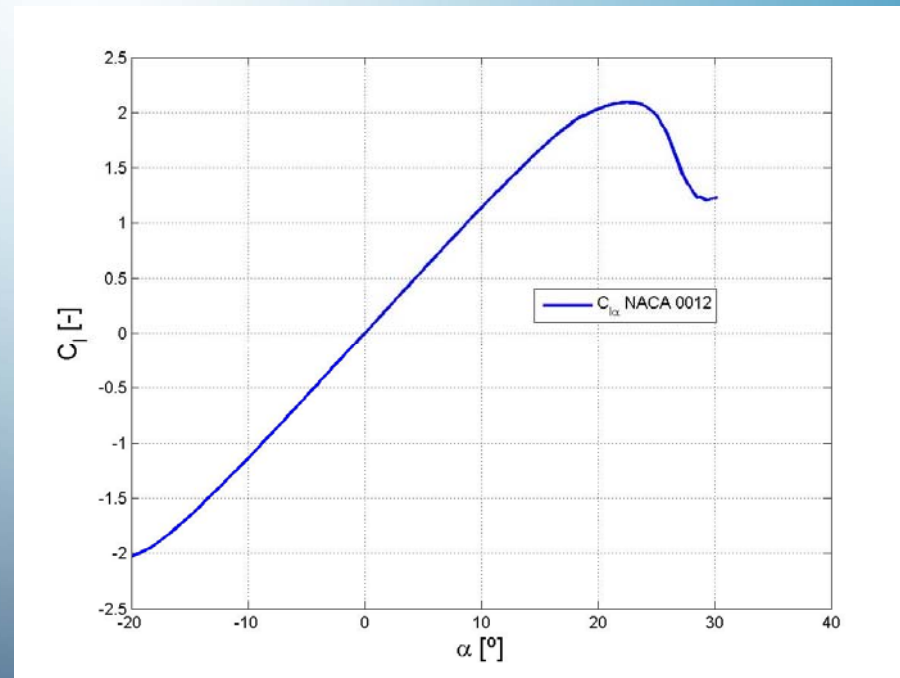
COMPARACIÓN PERFILES



PERFIL DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL



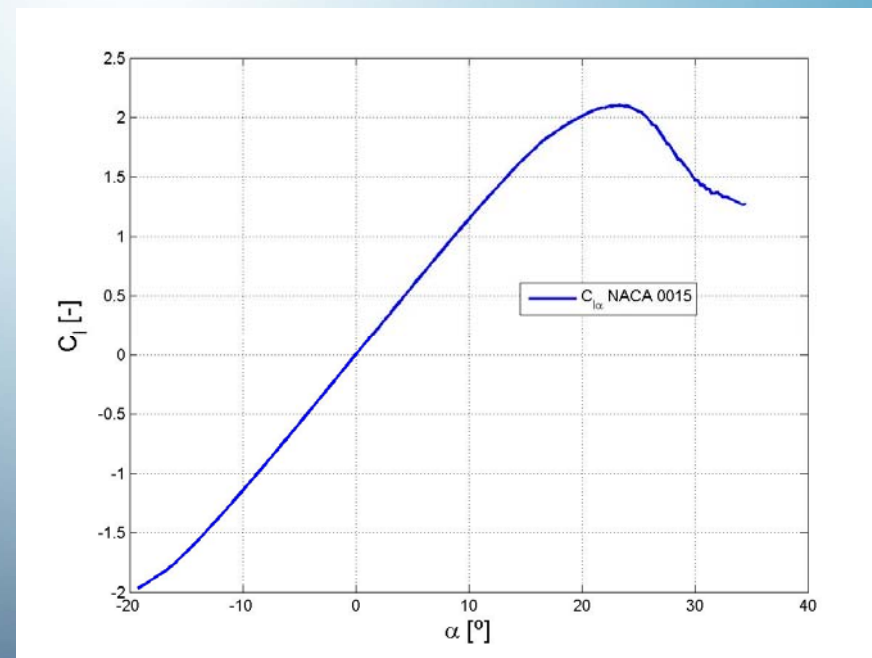
- NACA 0012:
 - $C_{l0} = 0$
 - $C_{d0} = 0,005$
 - $C_{m0} = 0$
 - $\alpha_0 = 0$
 - $C_{l\alpha} = 6,53$
 - $C_{lm\acute{a}x} = 2,095$
 - $\alpha_{stall} = 22,5^\circ$



PERFIL DEL ESTABILIZADOR VERTICAL



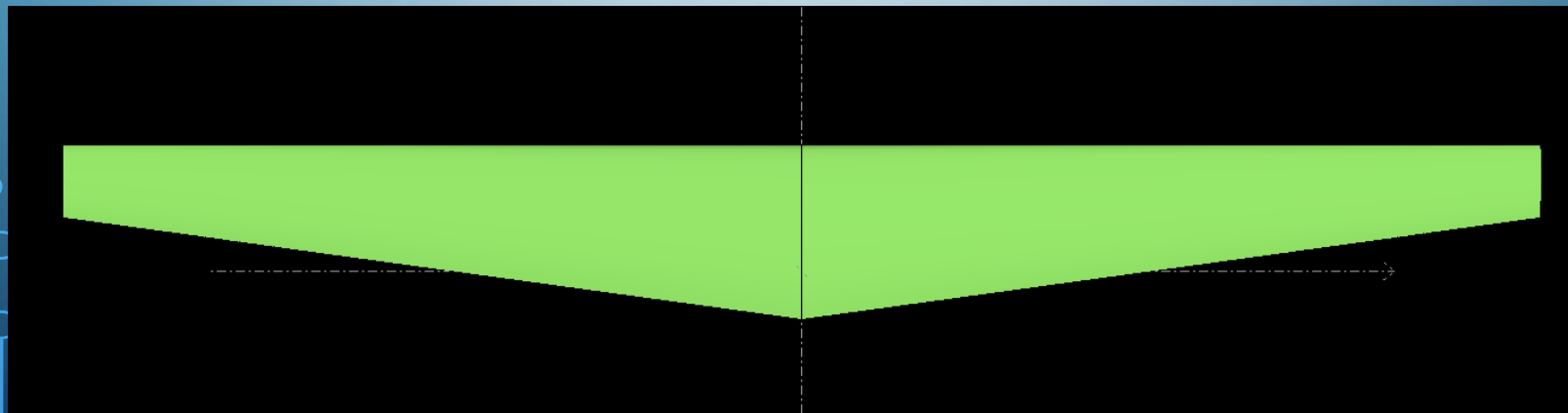
- NACA 0015:
 - $C_{l0} = 0$
 - $C_{d0} = 0,005$
 - $C_{m0} = 0$
 - $\alpha_0 = 0$
 - $C_{l\alpha} = 6,6845$
 - $C_{lm\acute{a}x} = 2,102$
 - $\alpha_{stall} = 23,25^\circ$



PLANTA ALAR



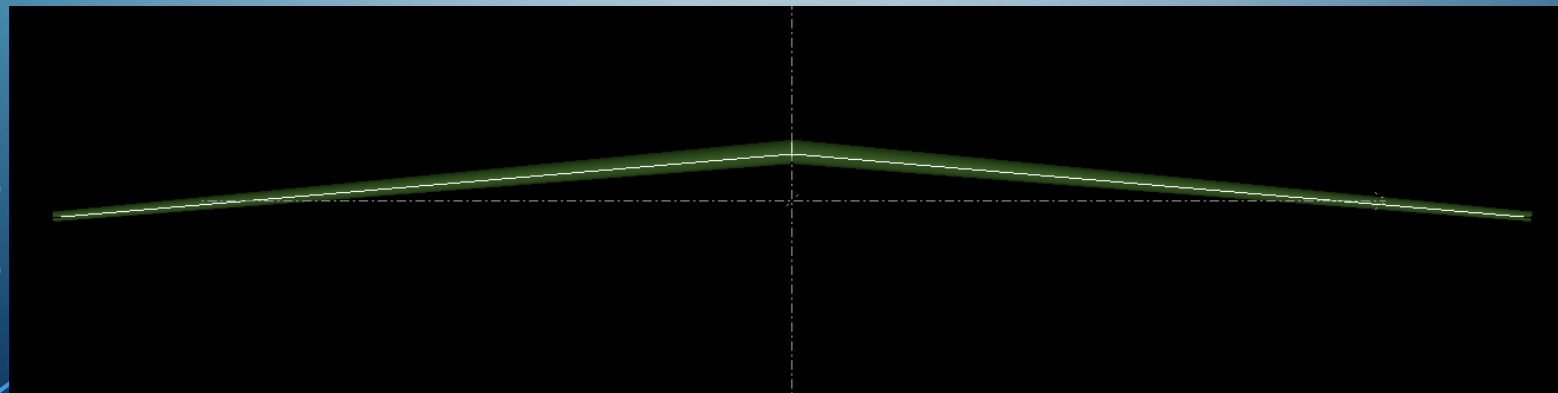
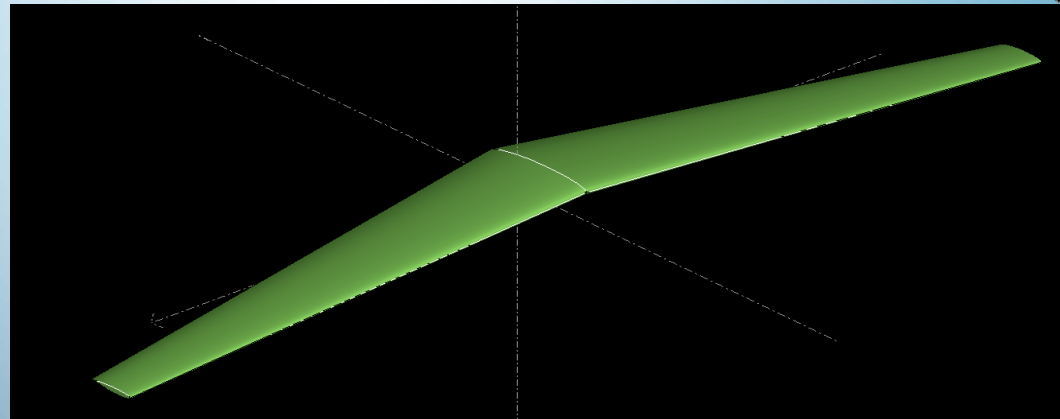
- Flecha: $-1,954^\circ$
- Diedro negativo: -5°



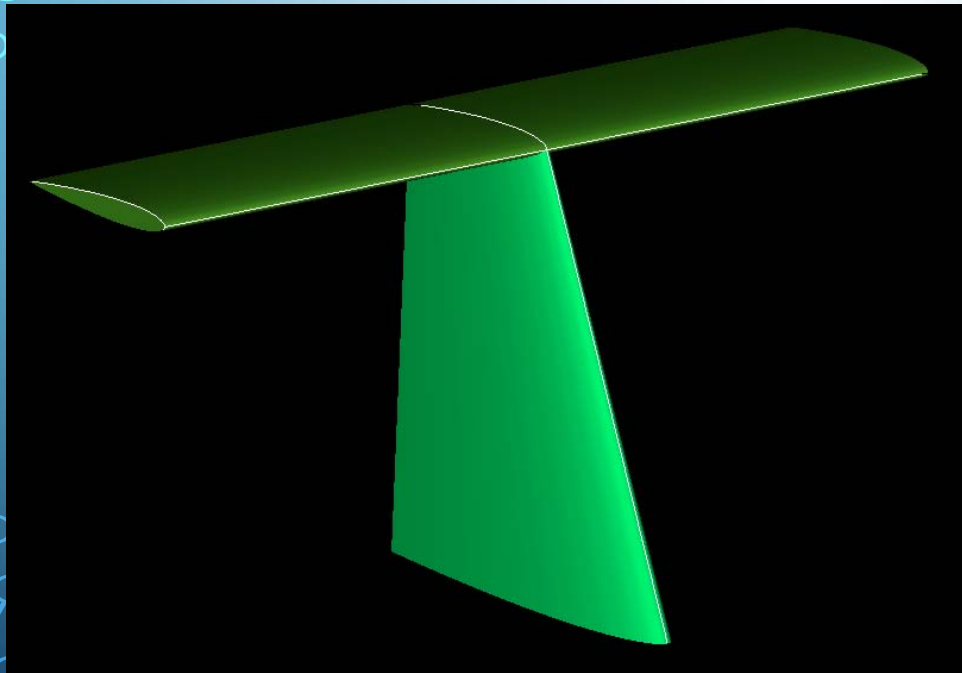
PLANTA ALAR



- $C_{L\alpha} = 5,094$
- $C_{L0} = 0,428$
- $C_{Lm\acute{a}x} = 2,519$
- $\alpha_{stall} = 27^\circ$



COLA

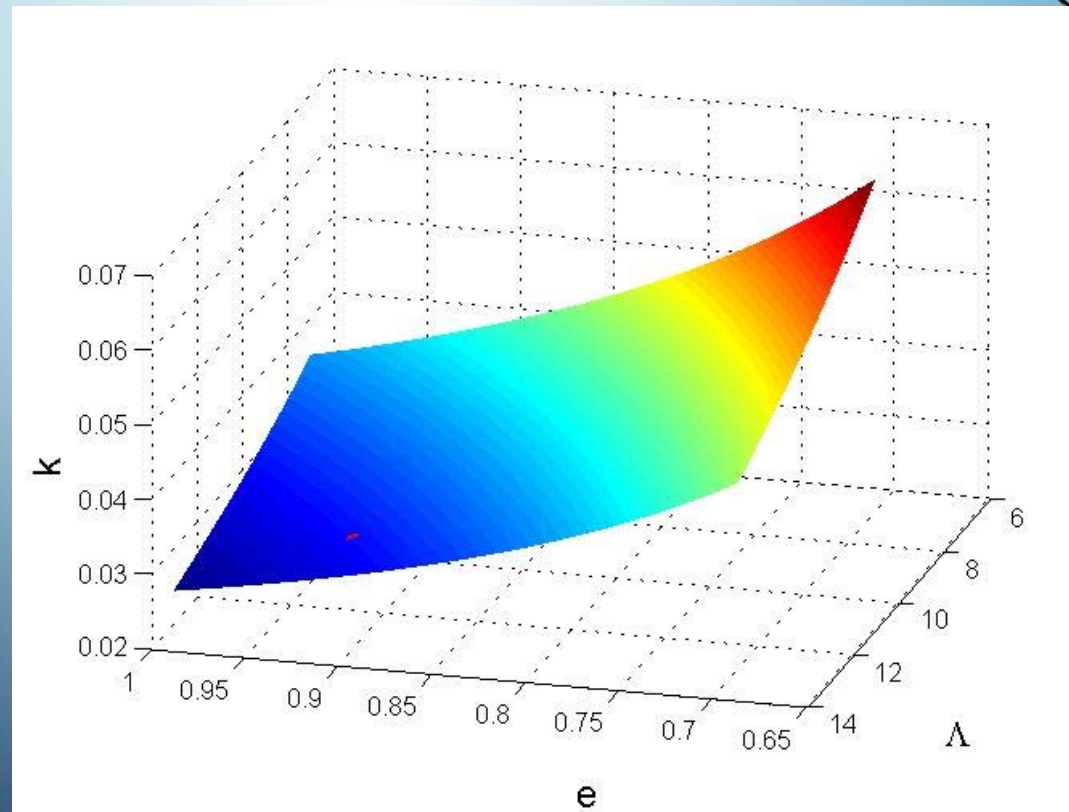


- Est. Horizontal:
 - $C_{L\alpha} = 3,99$
 - $C_{L0} = 0$
 - $C_{Lm\acute{a}x} = 1,809$
 - $\alpha_{stall} = 26^\circ$
- Est. Vertical:
 - $C_{L\alpha} = 3,22$
 - $C_{L0} = 0$

COEFICIENTE DE OSWALD



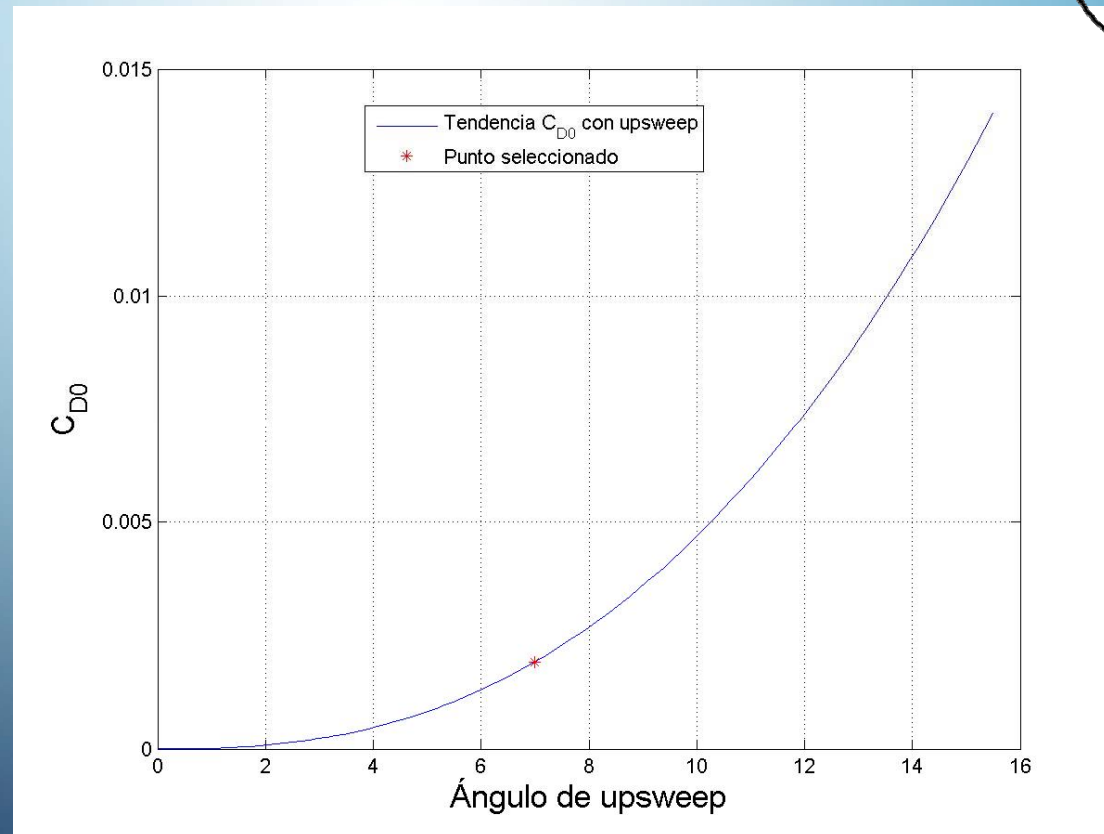
- $e = 0,916$
- $K = 0,029$



UPSWEEP



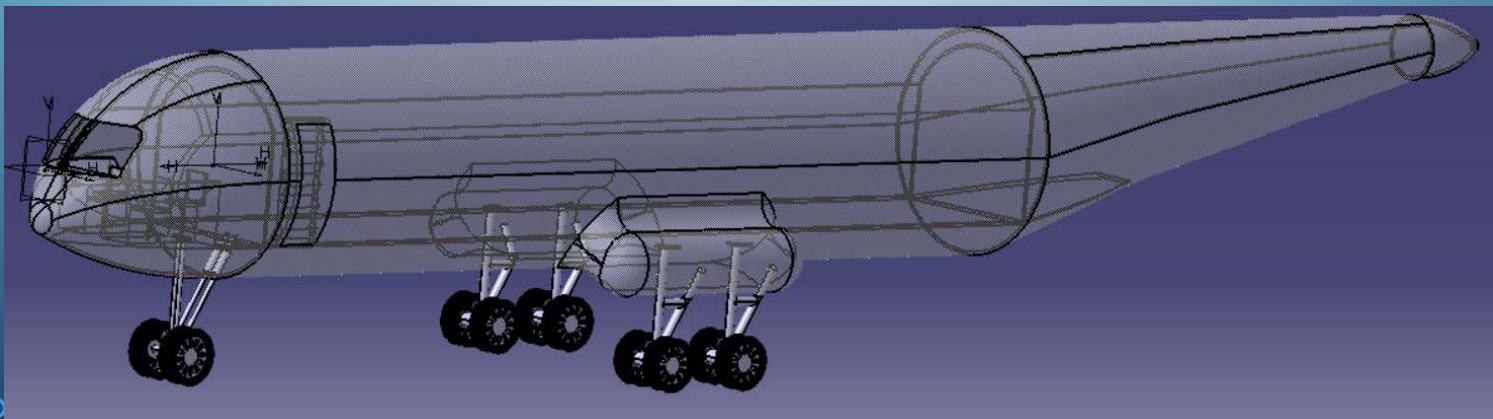
- Estudio de la resistencia del upsweep.



TREN DE ATERRIZAJE



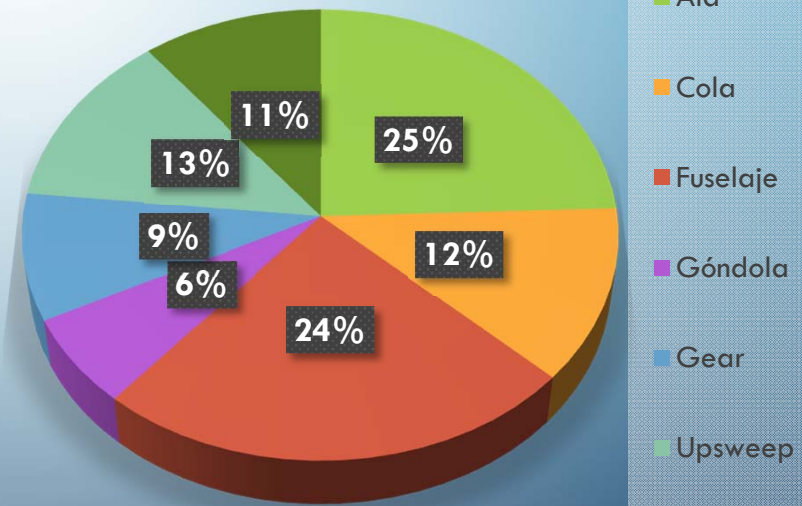
- C_{D0} pontones.
 - $C_{D0} = 0,012$.
-
- C_{D0} TOTAL = 0,01336



CD0 (0° FLAPS)

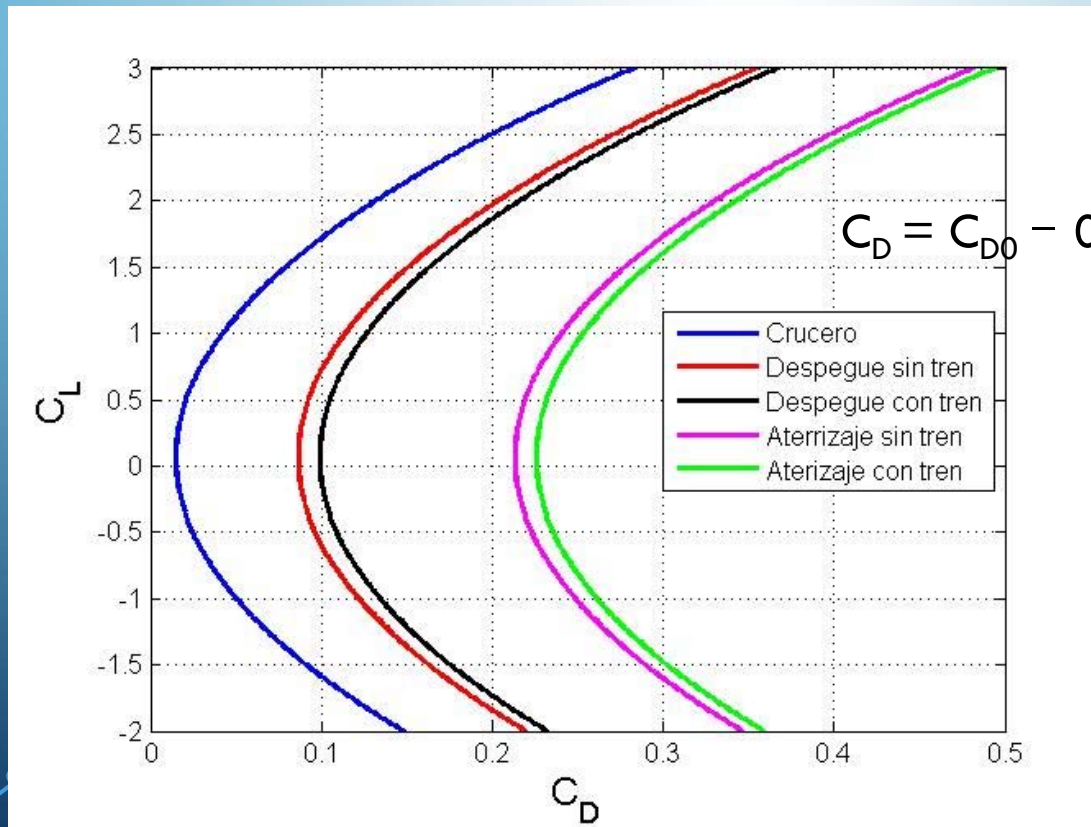


C_{D0}	Sin gear	Con gear
Ala	0,00368	
Estabilizador horizontal	0,00108	
Estabilizador vertical	0,00072	
Cola	0,00187	
Fuselaje	0,00367	
Góndola	0,00096	
Tren de aterrizaje	0,00136	0,01336
Upsweep	0,00192	
HLD	¡ACTUACIONES!	
Trimado	0,0016	
TOTAL	0,01518	0,02778



- Ala
- Cola
- Fuselaje
- Góndola
- Gear
- Upsweep
- Trimado

POLAR COMPENSADA

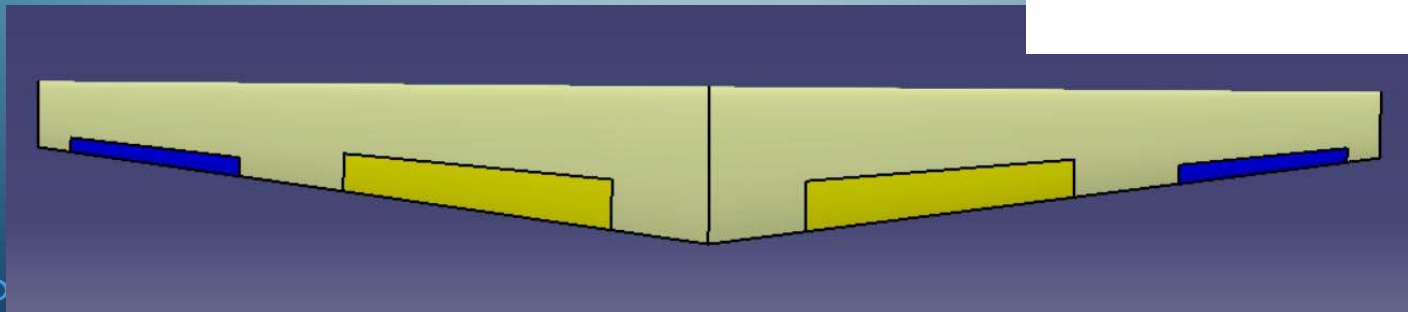
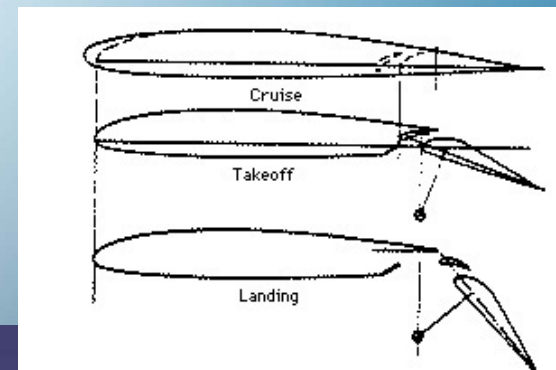


$$C_D = C_{D0} - 0,0041C_L + 0,0312C_L^2$$

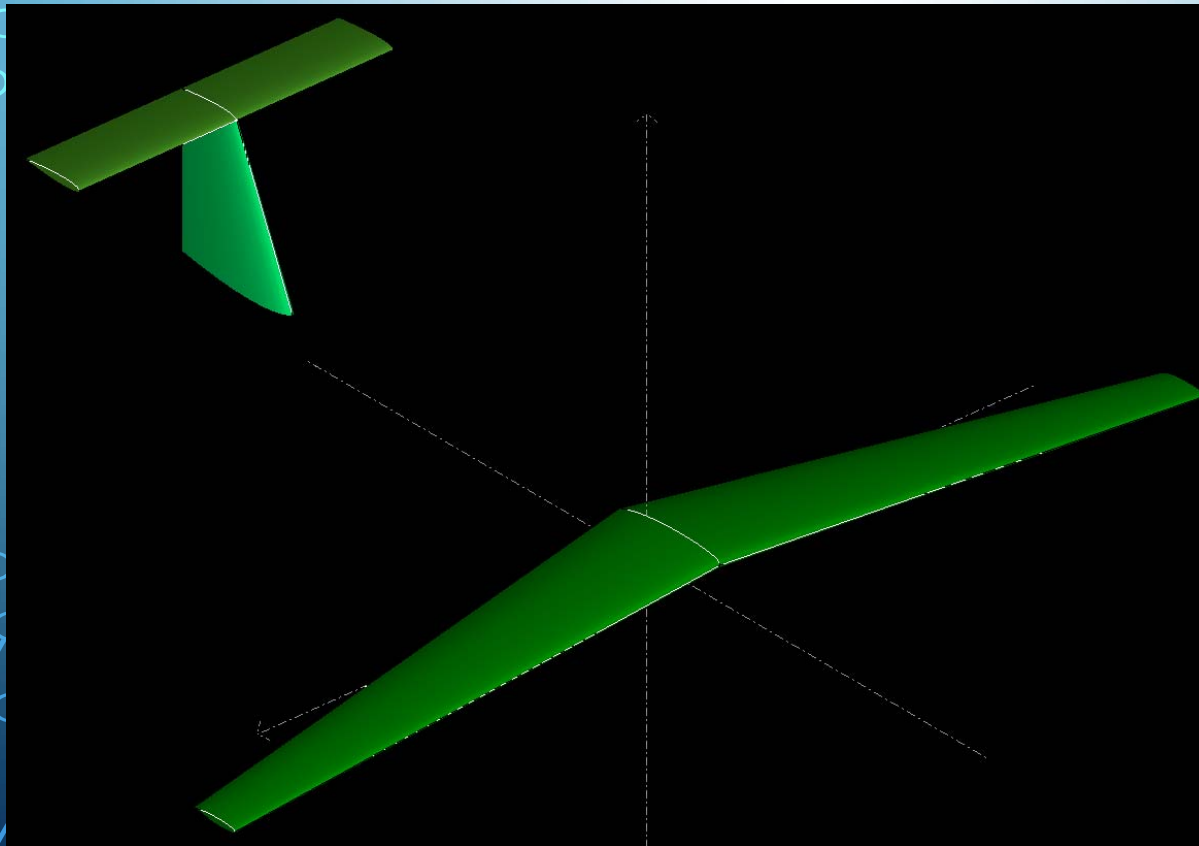
HLD



- Tipo de dispositivo: DOUBLE-FOWLER en alas.
- Espacio suficiente.

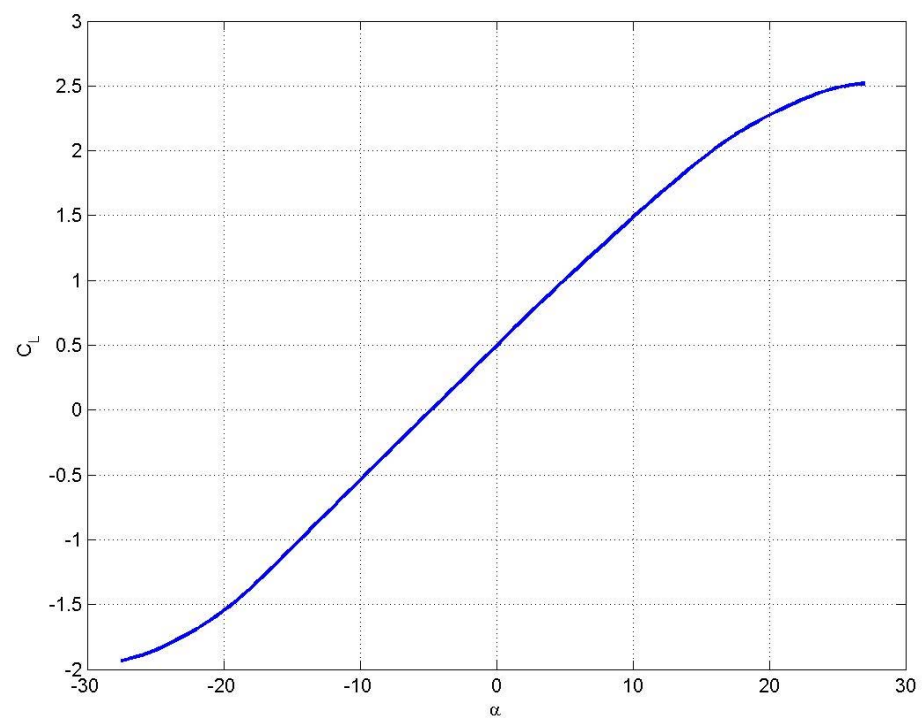


AVIÓN COMPLETO

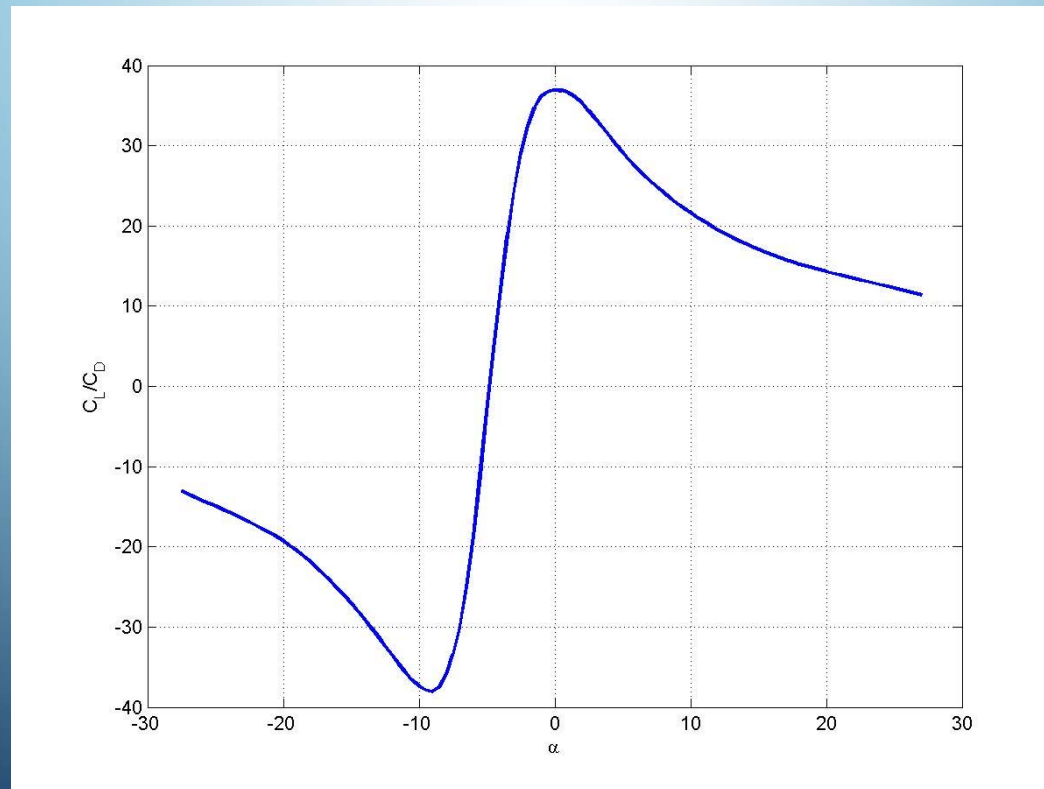


- $C_{L\alpha} = 4,675$
- $C_{L0} = 0,41$
- $C_{Lm\acute{a}x} = 2,519$
- $\alpha_{stall} = 26^\circ$
- $C_{Lopt} = 0,739$

CURVA α -CL



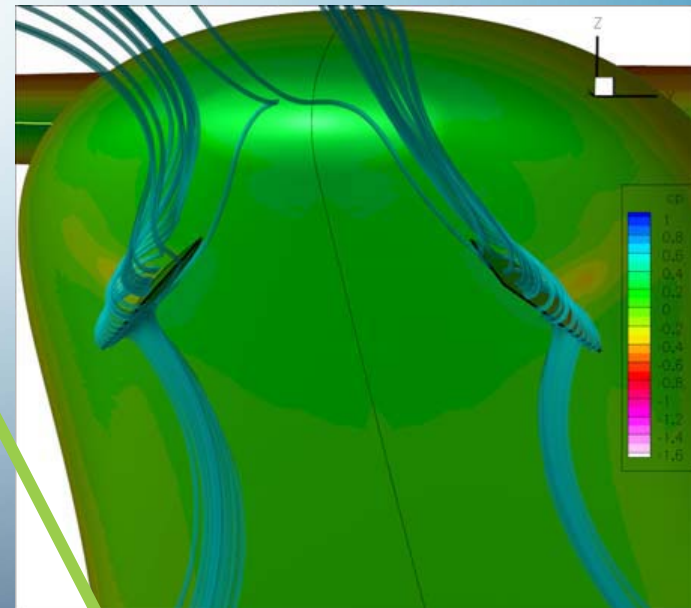
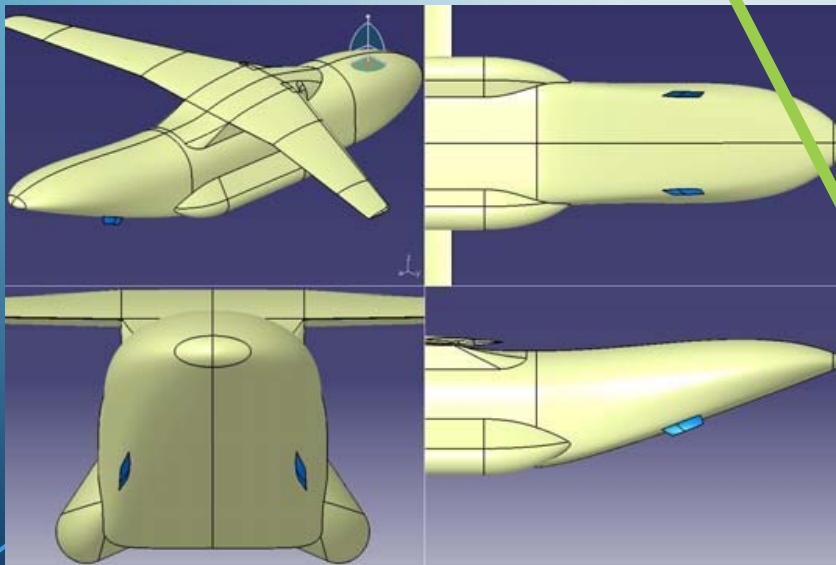
Eficiencia



RECOMENDACIONES



- "Tail Strakes":
 - Reducción C_{D0} upsweep

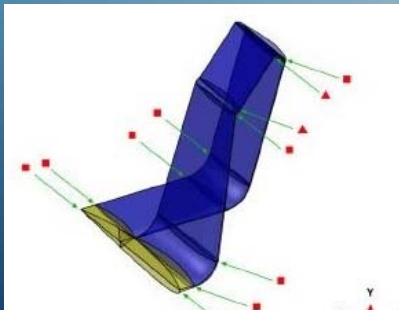


TRABAJOS FUTUROS.

RECOMENDACIONES



- Spiroids winglets:
 - Aumento de superficie mojada.
 - Reducción de C_{Di}
 - Reducción de la resistencia y aumento $C_{L\alpha}$
 - Retrasa entrada en pérdida.



TRABAJOS FUTUROS.



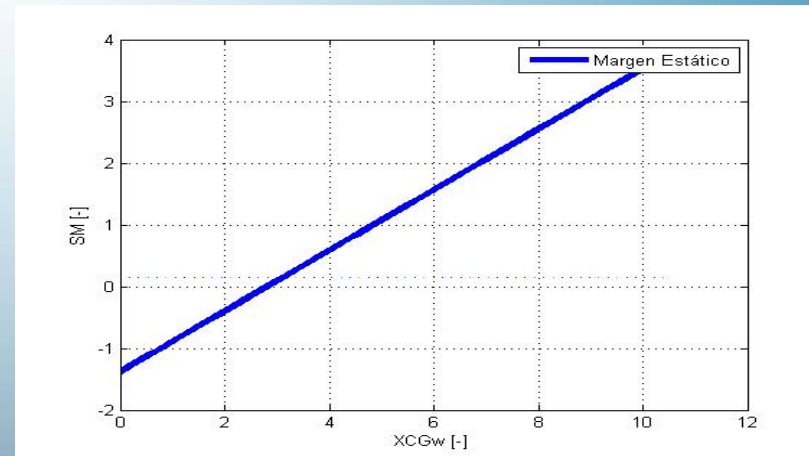
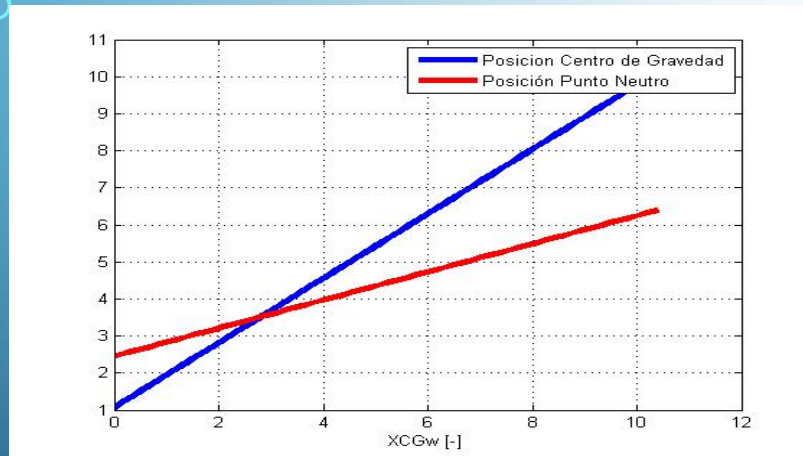
ESTABILIDAD Y CONTROL

ESTABILIDAD Y CONTROL



- Estabilidad Estática
 - Trimado Longitudinal
 - Trimado Lateral-Direccional
- Estudio Dinámico
 - Longitudinal
 - Lateral-Direccional

POSICIONAMIENTO E INCIDENCIA DEL ALA



- $XCG = 9.5\text{m}$
- Incidencia = 4.5°

DIMENSIONAMIENTO ESTABILIZADOR HORIZONTAL

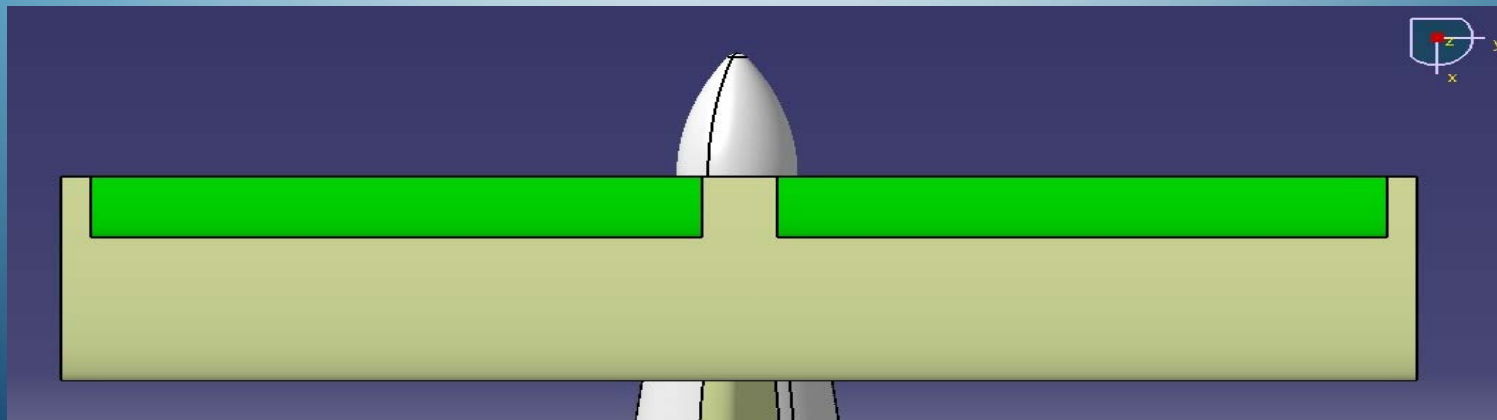


- Posición $X_{cg} = 28.70\text{m}$

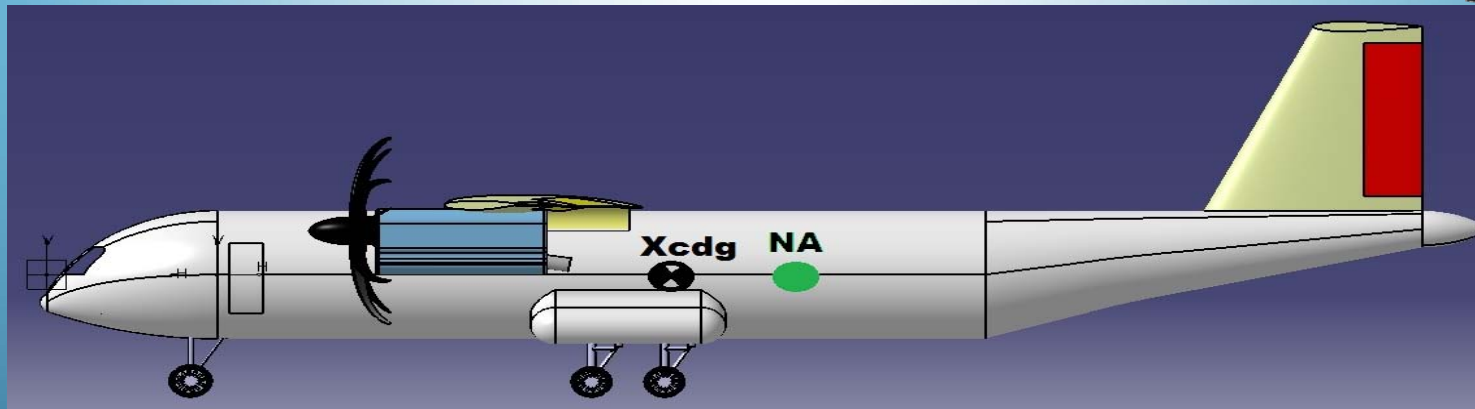
- Incidencia = 3°

- $S_e/S_h = 0.3$

- $S_h = 25\text{ m}^2$



MÁRGENES ESTÁTICOS



Márgenes estáticos misión 3

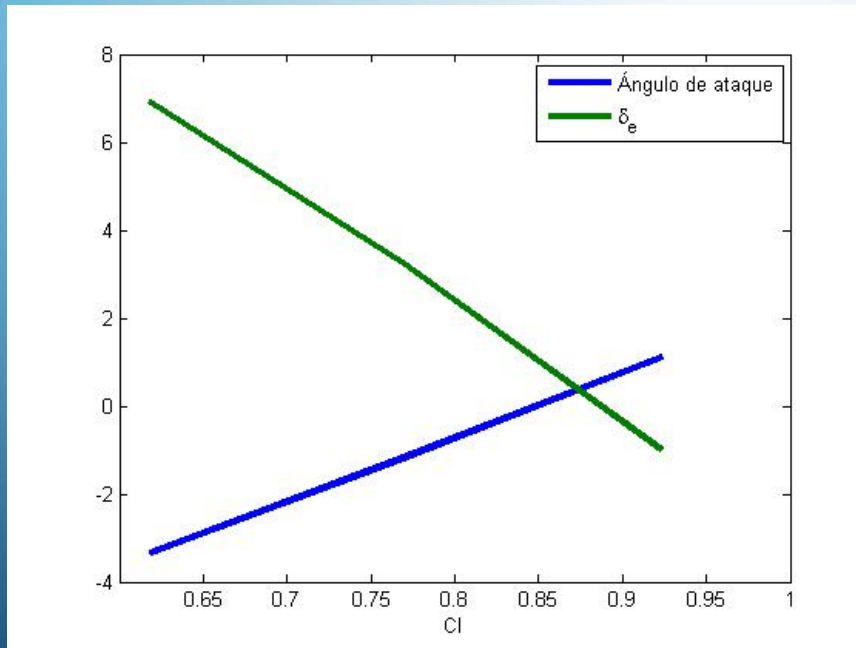
- Inicio Crucero: 30.15%
- Mitad Crucero: 23.27%
- Final Crucero: 13.20%

Márgenes estáticos casos límite

- Con carga y sin combustible: 12.26%
- Sin carga y sin combustible: 7.71%
- Con carga y con combustible: 30.80%
- Sin carga y con combustible: 20.82%

$$SM_{\max} = 41.85\%$$

ESTUDIO ÁNGULO DE ATAQUE Y DEFLEXIÓN TIMÓN DE PROFUNDIDAD



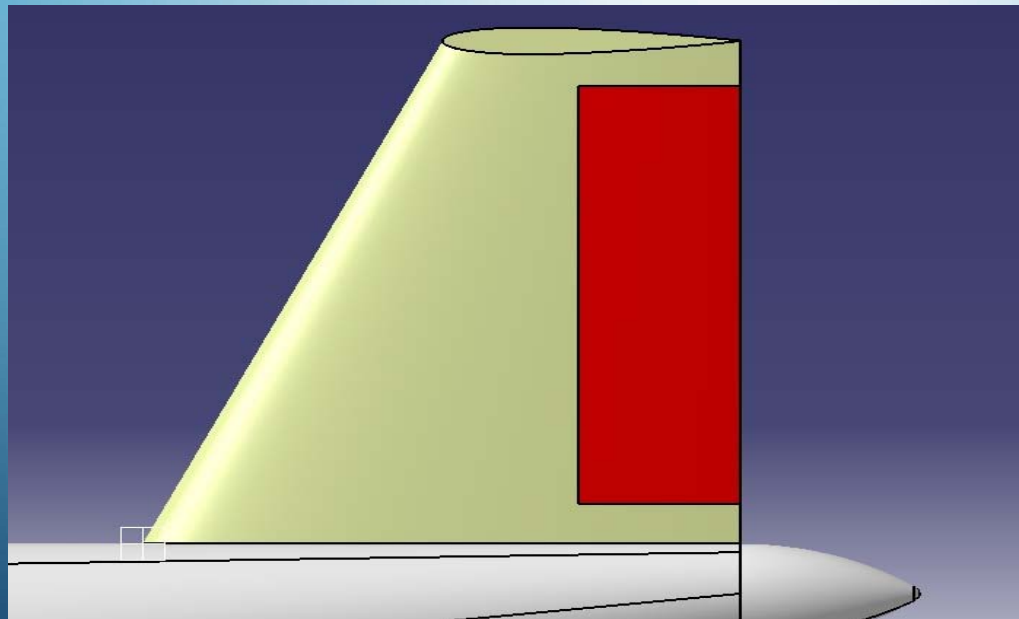
Valores Mitad del crucero

- $\alpha = -1.17^\circ$
- $\delta_e = 3.3^\circ$
- $C_{di} = 0.0016$

ESTUDIO LATERAL-DIRECCIONAL



Diseño estabilizador vertical

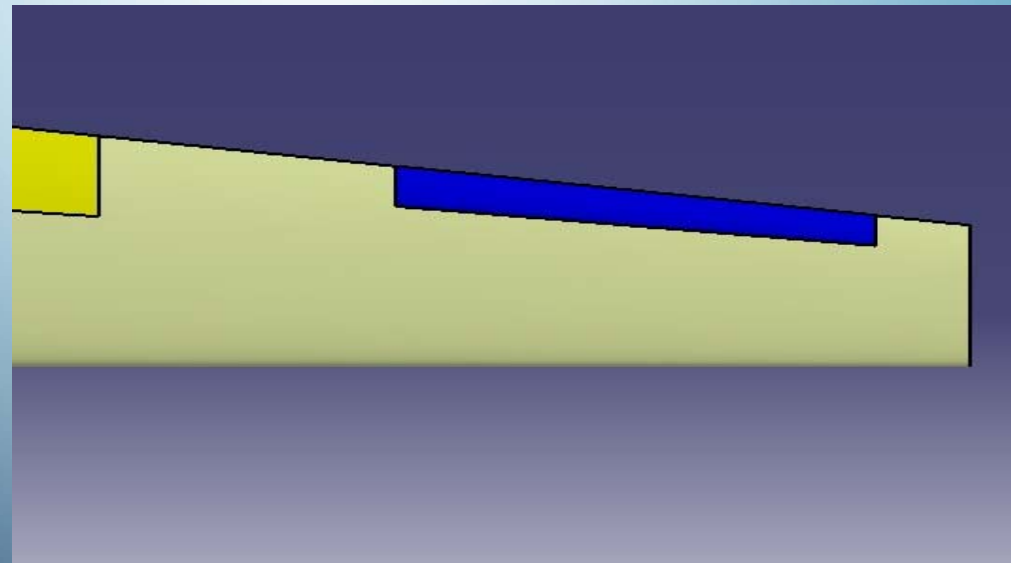


- Posición X_{cg} 27.91 m
- $S_r/S_v = 0.3$
- $S_v = 17 \text{ m}^2$

DISEÑO ALERONES



• $S_{\alpha}/S_w = 0.05$



CRITERIOS DE DISEÑO



DERIVADAS DE ESTABILIDAD

$C_{y\beta}$	$C_{l\beta}$	$C_{n\beta}$	$C_{y\delta_a}$	$C_{l\delta_a}$	$C_{n\delta_a}$	$C_{y\delta_r}$	$C_{l\delta_r}$	$C_{n\delta_r}$
-1.015	-0.025	0.140	0	0.202	-0.034	-0.301	-0.027	0.121

FALLO DE MOTOR

- $\delta_r = 20.78^\circ$
- $\delta_a = 2.87^\circ$
- $\phi = 3.20^\circ$

VIENTO CRUZADO

- $\delta_r = -12.72^\circ$
- $\delta_a = -0.32^\circ$
- $\phi = 4.09^\circ$

VIRAJE ESTACIONARIO

- $\delta_r = 0.63^\circ$
- $\delta_a = -0.52^\circ$
- $\beta = 0.207^\circ$

ESTUDIO DINÁMICO

- Respuesta del avión ante una perturbación



Objetivo Conseguir atenuar las oscilaciones



ESTABILIDAD



ESTUDIO DINÁMICO



- Estudio Longitudinal
 - Corto periodo
 - Fugoide
- Estudio Lateral-Direccional
 - Convergencia en balance
 - Balanceo holandés
 - Espiral

ESTUDIO DINÁMICO



- Evaluar parámetros asociados a los modos
 - Amortiguamiento
 - Frecuencia Natural
 - Tiempo mitad/doble
- Clasificación según normativa

ESTUDIO DINÁMICO



- Estabilidad Longitudinal
 - Derivadas de estabilidad longitudinal

CL_α	$CL_{\delta e}$	CM_α	$Cl_{\dot{\alpha}}$	CL_q
5.99	1.179	-1.347	2.09	6.888

CD_α	CD_u	CL_u	CM_u	CM_q
0.2986	0	0	0	-62.95

CMT_α	CTX_u	CMT_u	$CD_{\delta e}$	$CM_{\dot{\alpha}}$
0	-0.101	0.0227	0	-12.14

ESTUDIO DINÁMICO

Estabilidad Longitudinal



Modo	Autovalor	ω_n [rad/s]	ξ [-]	$T_{1/2}$ [s]
Corto Periodo	$-0.4602 \pm 1.1341i$	1.2239	0.3760	1.5058
Fugoide	$-0.0010 \pm 0.0336i$	0.0336	0.0296	696.24

Criterios normativa

Modo	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Corto Periodo	$\xi > 0.3$	$0.3 > \xi > 0.2$	$0.2 > \xi > 0.15$
Fugoide	$\xi > 0.04$	$\xi > 0$	$T_{1/2} > 55s$

ESTUDIO DINÁMICO



- Recomendaciones para mejorar los modos

- Corto Periodo →

Aumentar CM_q y $CM_{\dot{\alpha}}$
incrementando la potencia de control
del estabilizador horizontal

- Fugoide →

Aumentar CT_{Xu} y CMT_u a través de
resistencia aerodinámica

ESTUDIO DINÁMICO



- Estabilidad dinámica Lateral-Direccional
 - Derivadas de estabilidad Lateral-Direccional

C_{yr}	C_{lr}	C_{nr}	C_{yp}	C_{lp}	C_{np}
0.6811	0.2484	-0.0327	0.1573	-0.5839	-0.1197

$C_{y\dot{B}}$	$C_{l\dot{B}}$	$C_{n\dot{B}}$
-0.1669	-0.0154	0.0747

ESTUDIO DINÁMICO



Estabilidad Lateral-Direccional

Modo	Autovalor	ω_n [rad/s]	ξ [-]	$T_{1/2}$ [s]
Convergencia	-1.2779	-	-	0.54
Balanceo Holandés	$-0.062 \pm 1.140i$	1.1416	0.0546	11.11
Espiral	0.0267	-	-	25.95

Criterios normativa

Modo	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Convergencia	$T_{1/2} < 1.4s$	$T_{1/2} < 3.0s$	$T_{1/2} < 10s$
Balanceo Holandés	$\xi > 0.08$ $\omega_n > 0.4 \text{ rad/s}$ $\xi * \omega_n > 0.15$	$\xi > 0.02$ $\omega_n > 0.4 \text{ rad/s}$ $\xi * \omega_n > 0.05$	$\xi > 0$ $\omega_n > 0.4 \text{ rad/s}$
Espiral	$T_{1/2} > 20s$	$T_{1/2} > 8s$	$T_{1/2} > 4s$

ESTUDIO DINÁMICO



- Recomendaciones para mejorar los modos

- Convergencia en balance



Aumentar CL_p ó I_{xx}

- Balanceo Holandés



Aumentar $C_{n\beta}$ y $C_{\eta\beta}$
(menos negativo)



¡ Cuidado espiral más inestable!

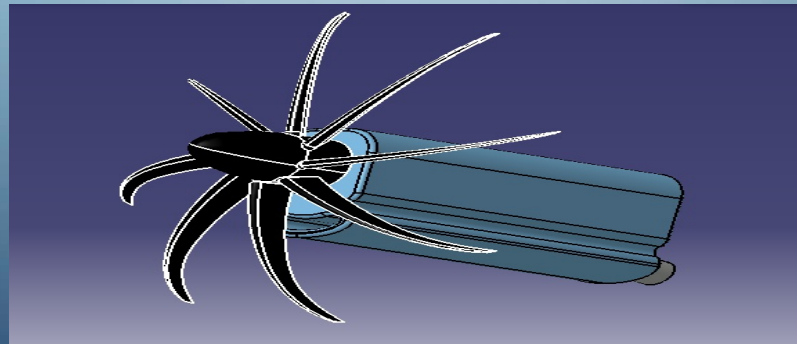


ACTUACIONES Y PROPULSIÓN

PLANTA MOTORA



- EUROPROP (A400M):
 - N° MOTORES=2
 - POTENCIA SL=1 1000 HP
 - CONSUMO ESPECÍFICO=0.39 lb/shp-hr

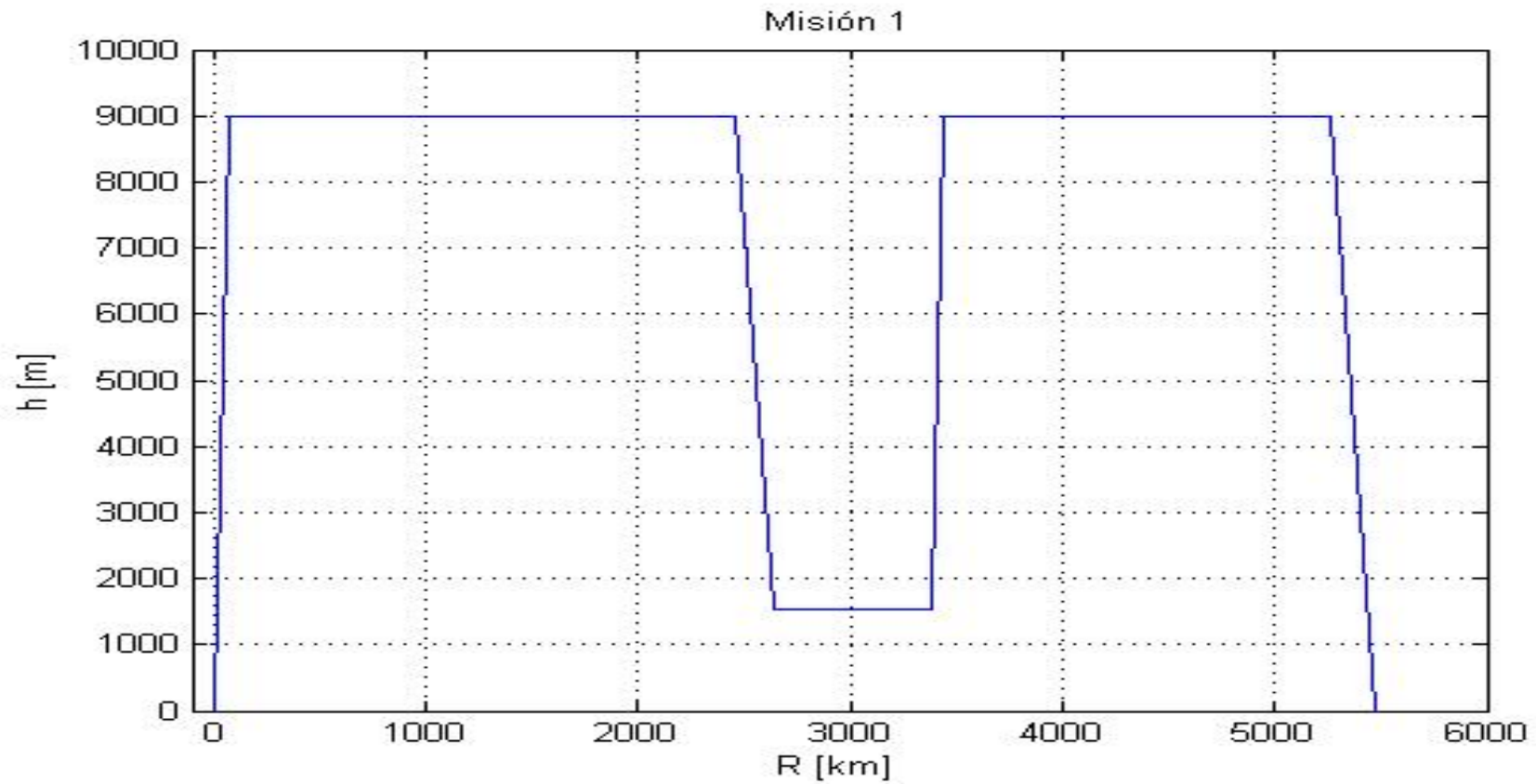


MISIÓN I



- $M_0=34093$ Kg
- $M_F=11600$ Kg
- $M_{PL}=5898$ Kg

SEGMENTOS	MASAS COMBUSTIBLE (Kg)
DESPEGUE	157
SUBIDA 1	452
SUBIDA 2	269
CRUCERO 1	3447
CRUCERO 2	1398
CRUCERO 3	2083
DESCENSOS	186
ESPERA	3188
ATERRIZAJE	63



ALCANCE → 5544 KM

TECHO TEÓRICO → 9450M

DESPEGUE	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	333.3	375

SUBIDAS	GRADIENTE [MIN, MAX] (%)	γ [MIN,MAX]
SUBIDA 1	7.95, 26	4.55°, 14.56
SUBIDA 2	8.18, 26	4.68°, 14.6

CRUCEROS	CL [inicio, final]	V [m/s]	H [m]
CRUCERO 1	[0.87, 0.78]	127.58	9000
CRUCERO 2	[0.52, 0.49]	97.74	1524
CRUCERO 3	[0.72, 0.66]	121.51	9000

ESPERA	RADIO [m]	V [m/s]	N	H [m]
ESPERA	2000	72.49	1.035	1524

ATERRIZAJE	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIAS [m]	181.6	251.5

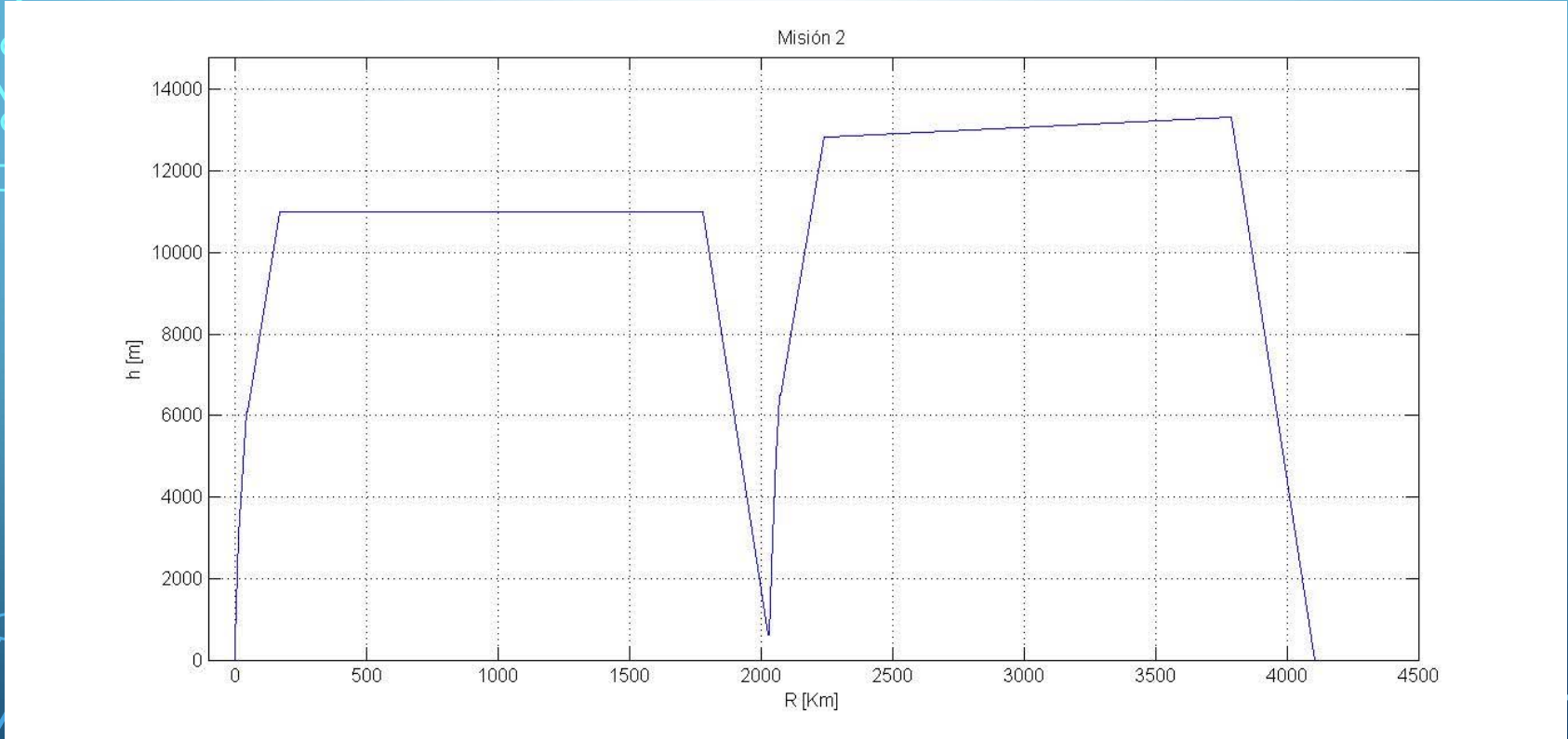
DOC [\$]	77949
CAPM [cents]	33.81

MISIÓN II



- $M_0=30403$ Kg
- $M_F=7000$ Kg
- $M_{PL}=6808$ Kg

SEGMENTOS	MASAS COMBUSTIBLE (Kg)
DESPEGUE	147
SUBIDA 1	607
SUBIDA 2	625
CRUCERO 1	1804
CRUCERO 2	1527
DESCENSOS	295
ESPERA	970
ATERRIZAJE	63



ALCANCE → 4103 KM

TECHO TEÓRICO → 14800M

DESPEGUE	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	273	305

SUBIDAS	GRADIENTE [MIN, MAX] (%)	γ [MIN,MAX]
SUBIDA 1	3.93, 22.17	2.25°, 12.5°
SUBIDA 2	3.76, 21.98	2.15°, 12.4

CRUCEROS	CL [inicio, final]	V [m/s]	H [m]
CRUCERO 1	[0.94, 0.89]	129.81	11000
CRUCERO 2 (cruise climb)	0.75	160	[12949, 13331]

ESPERA	RADIO [m]	V [m/s]	N	H [m]
ESPERA	1600	68.84	1.035	609.6

ATERRIZAJE	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIAS [m]	192.6	270.3

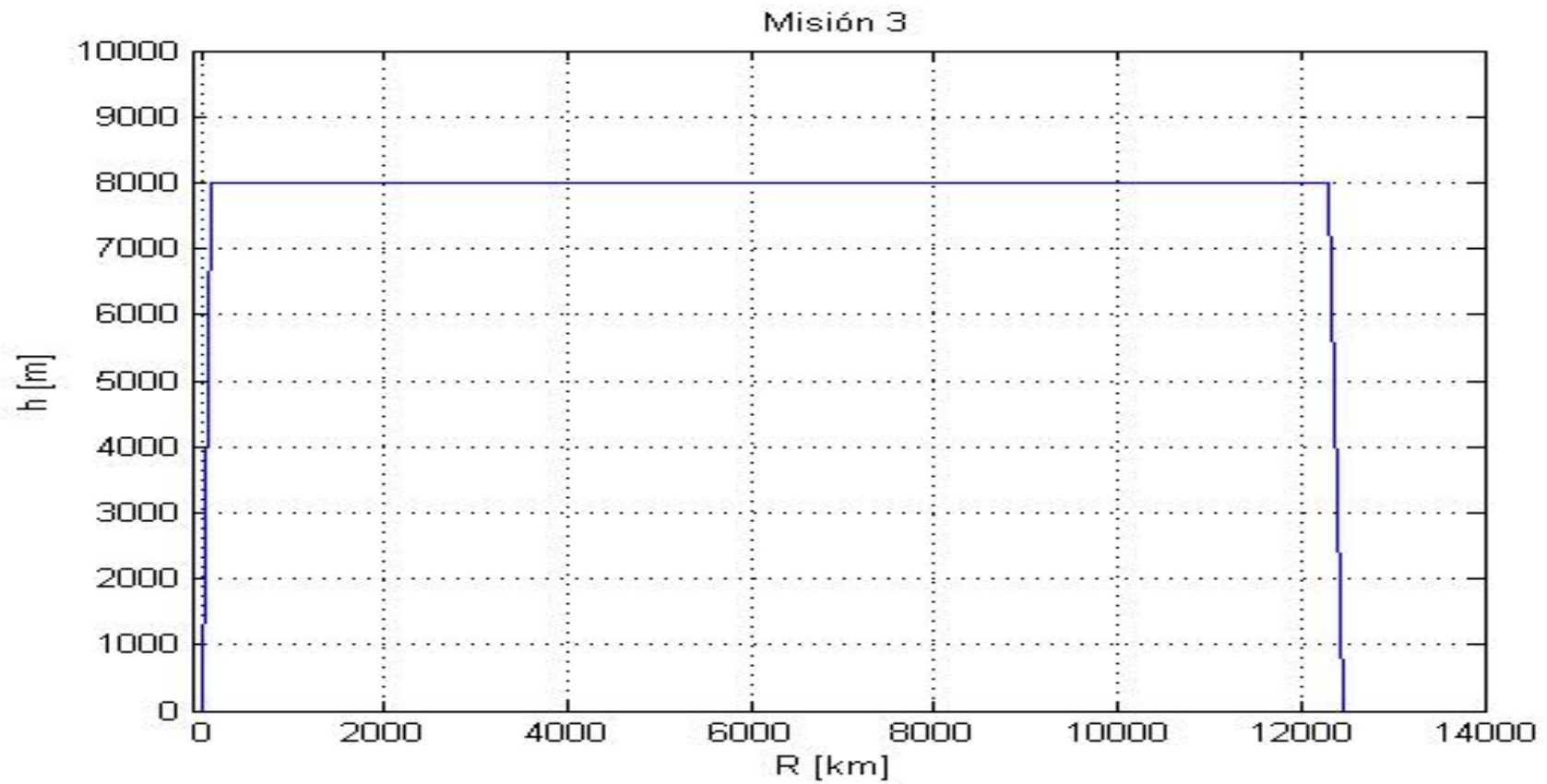
DOC [\$]	40620
CAPM [cents]	26.71

MISIÓN III



- $M_0=50595 \text{ Kg} \rightarrow \text{MTOW}$
- $M_F=18000 \text{ Kg}$
- $M_{PL}=16595 \text{ Kg}$

SEGMENTOS	MASAS COMBUSTIBLE (Kg)
DESPEGUE	163
SUBIDA	793
CRUCERO	16444
DESCENSOS	166
ATERRIZAJE	64



ALCANCE → 12620 KM

TECHO TEÓRICO → 11880M

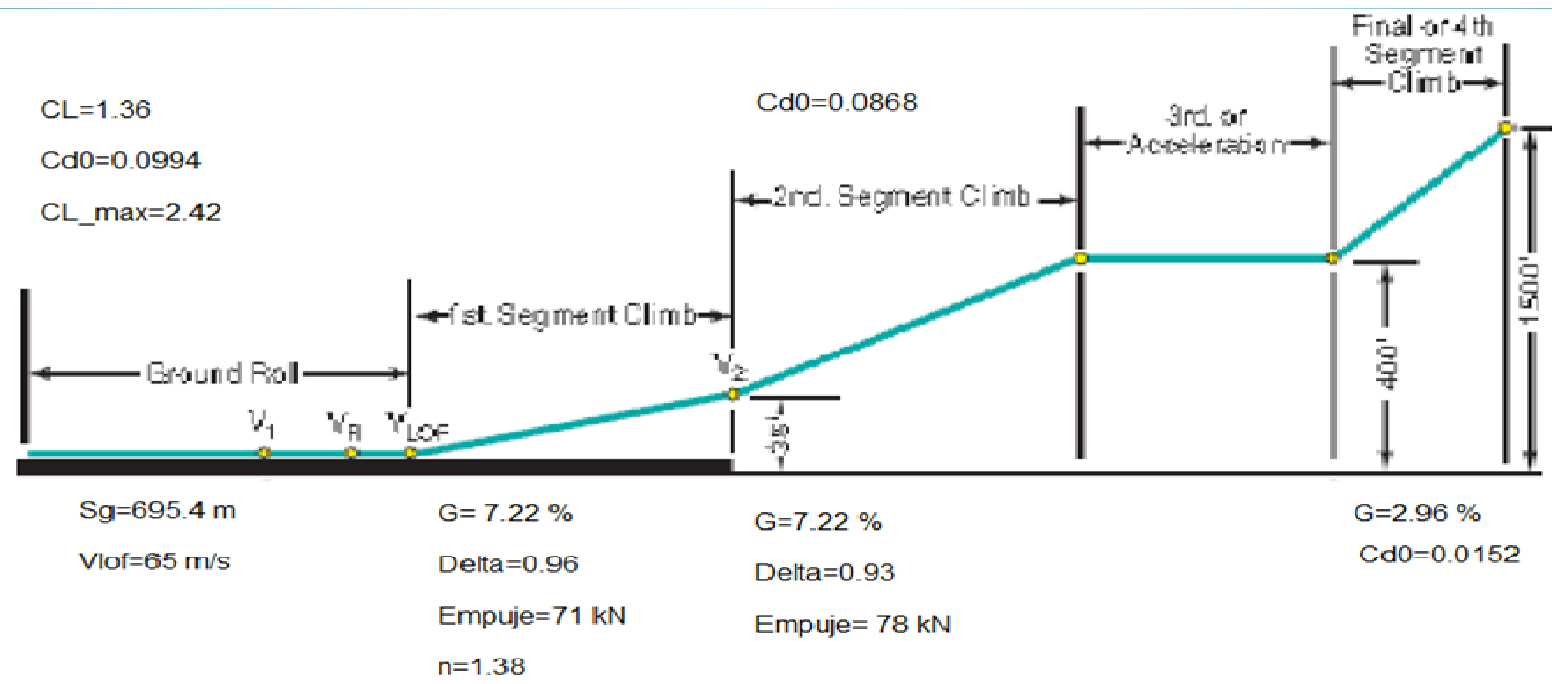
<u>DESPEGUE</u>	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	740.9	858.7

<u>SUBIDA</u>	GRADIENTE [MIN, MAX] (%)	γ [MIN,MAX]
SUBIDA	3.73, 18.3	2.14°, 10.37°

<u>CRUCERO</u>	CL [inicio, final]	V [m/s]	H [m]
CRUCERO	[0.92, 0.62]	141.7	8000

<u>ATERRIZAJE</u>	NORMAL		HIGH HOT		% (NORMAL)	% (HIGH HOT)
	MISIÓN	RFP	MISIÓN	RFP		
DISTANCIAS [m]	279.1	400	409.1	600	25.7	31.8

DOC [\$]	106070
CAPM [cents]	9.73



	NORMAL		HIGH HOT			
DESPEGUE (FALLO MOTOR)	MISIÓN	RFP	HIGH HOT	RFP	% (NORMAL)	% (HIGH HOT)
DISTANCIA [m]	753.2	1000	888.4	1200	25	26

DISTANCIAS ATERRIZAJES



- Superficies con nieve:

1. Incrementos de más del 50 %
2. Distancia Misión 3= 473 m

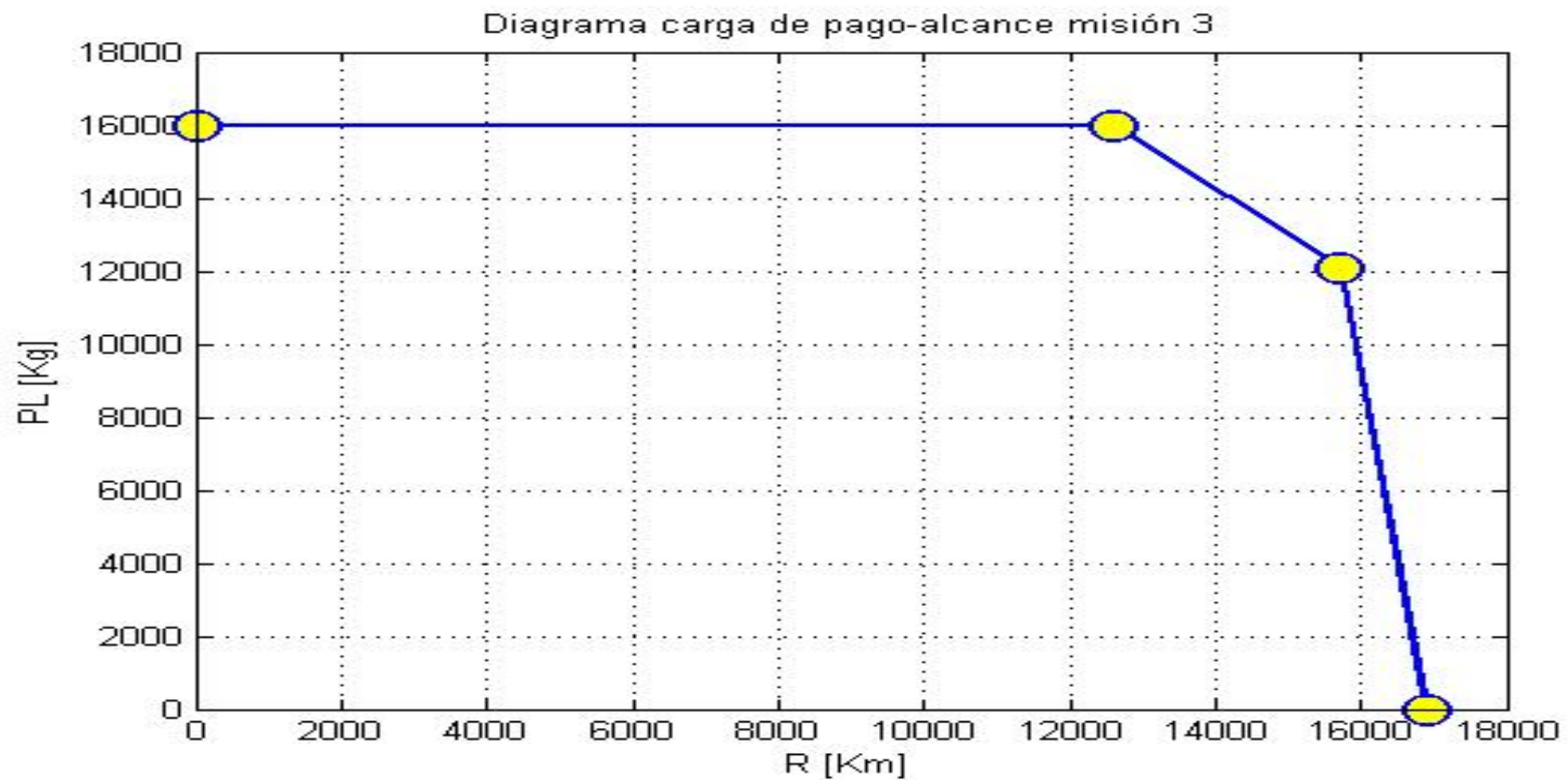
ESTUDIO DETALLADO

- Caso de emergencia:

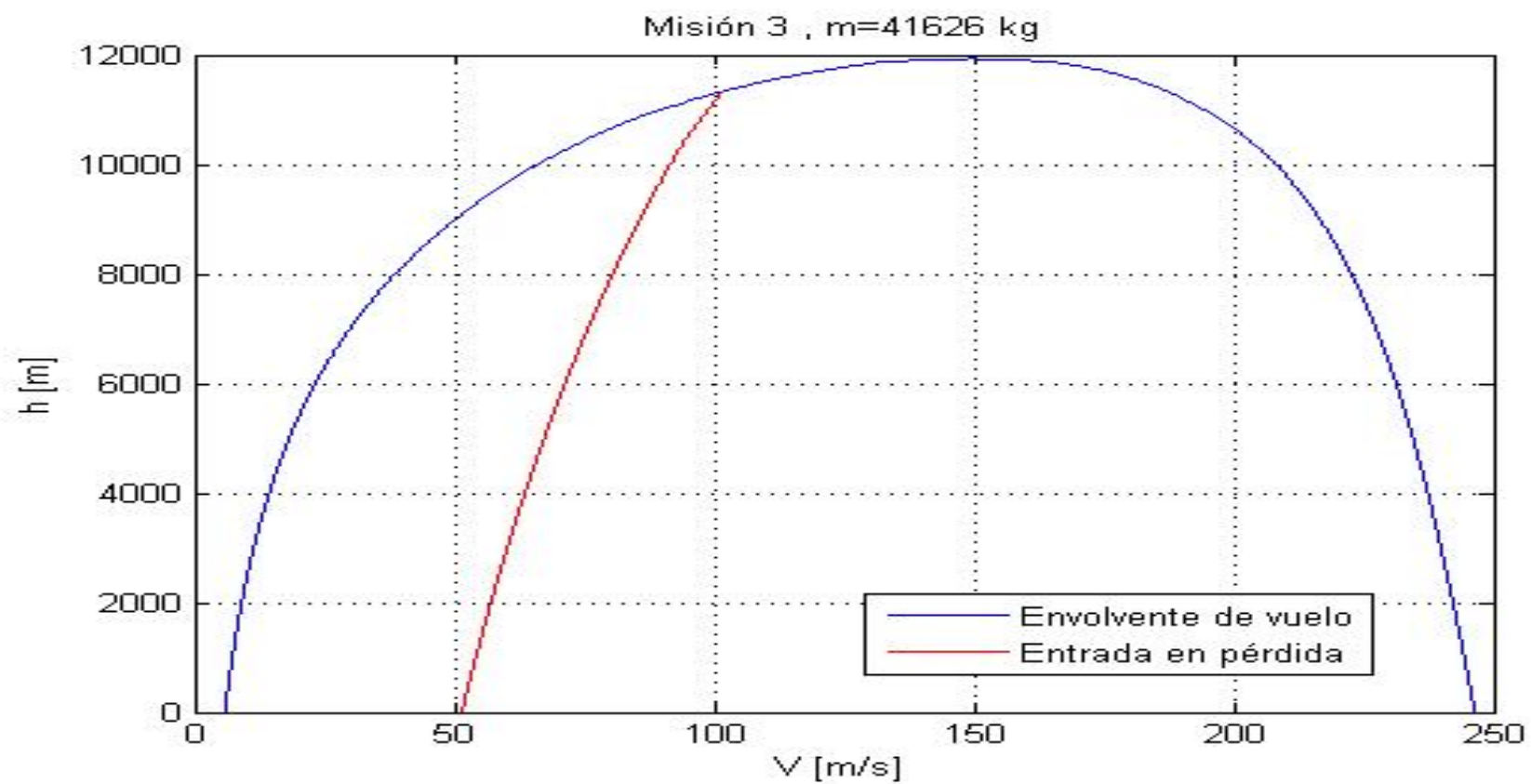
1. 85 % del MTOW
2. Distancia condiciones normales= 396,7 m < **740,9 m**
3. Distancia high-hot= 584,7 m < **858,7 m**

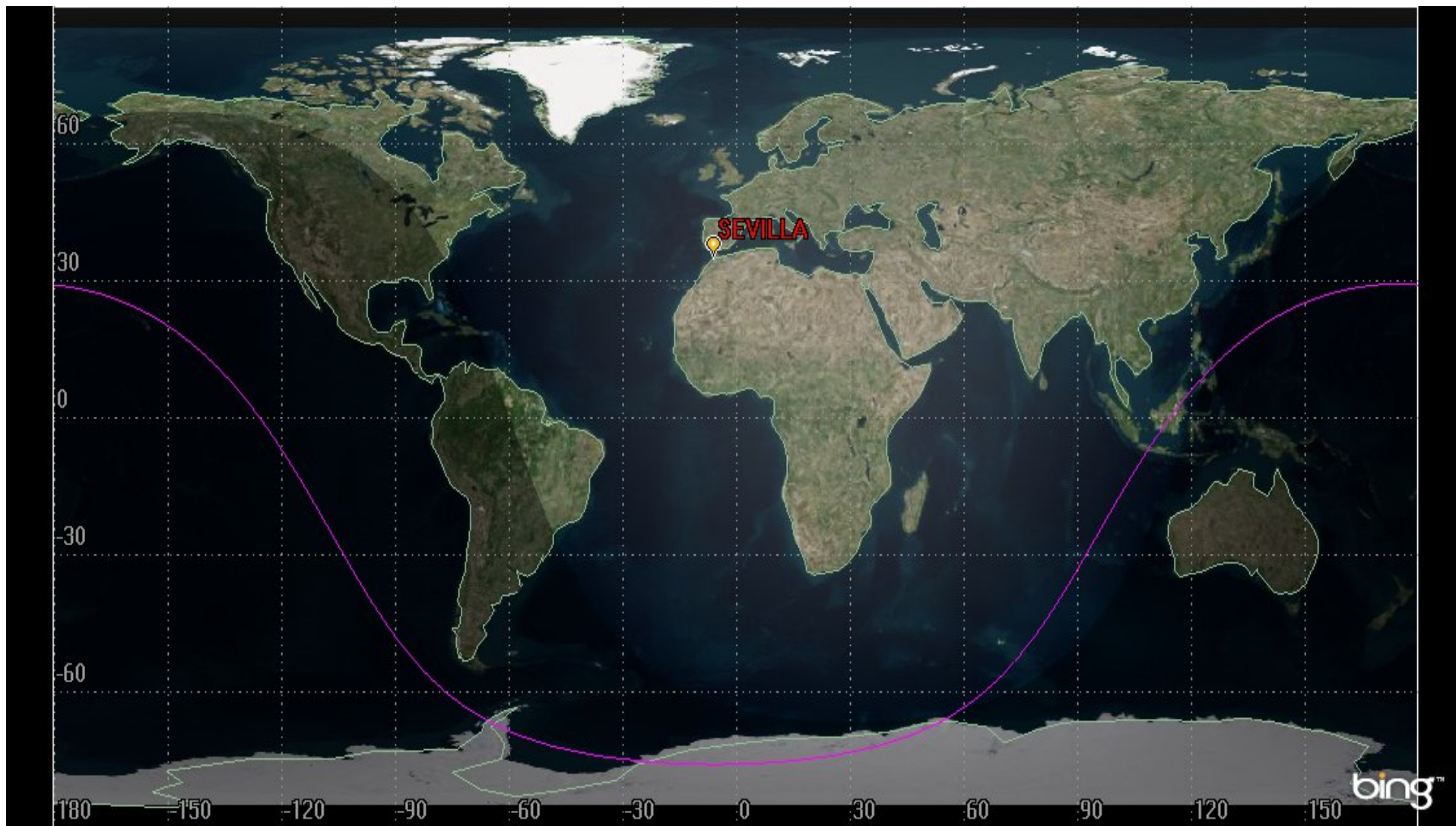
SE CUMPLE EL RFP

DIAGRAMA CARGA DE PAGO - ALCANCE



ENVOLVENTE DE VUELO



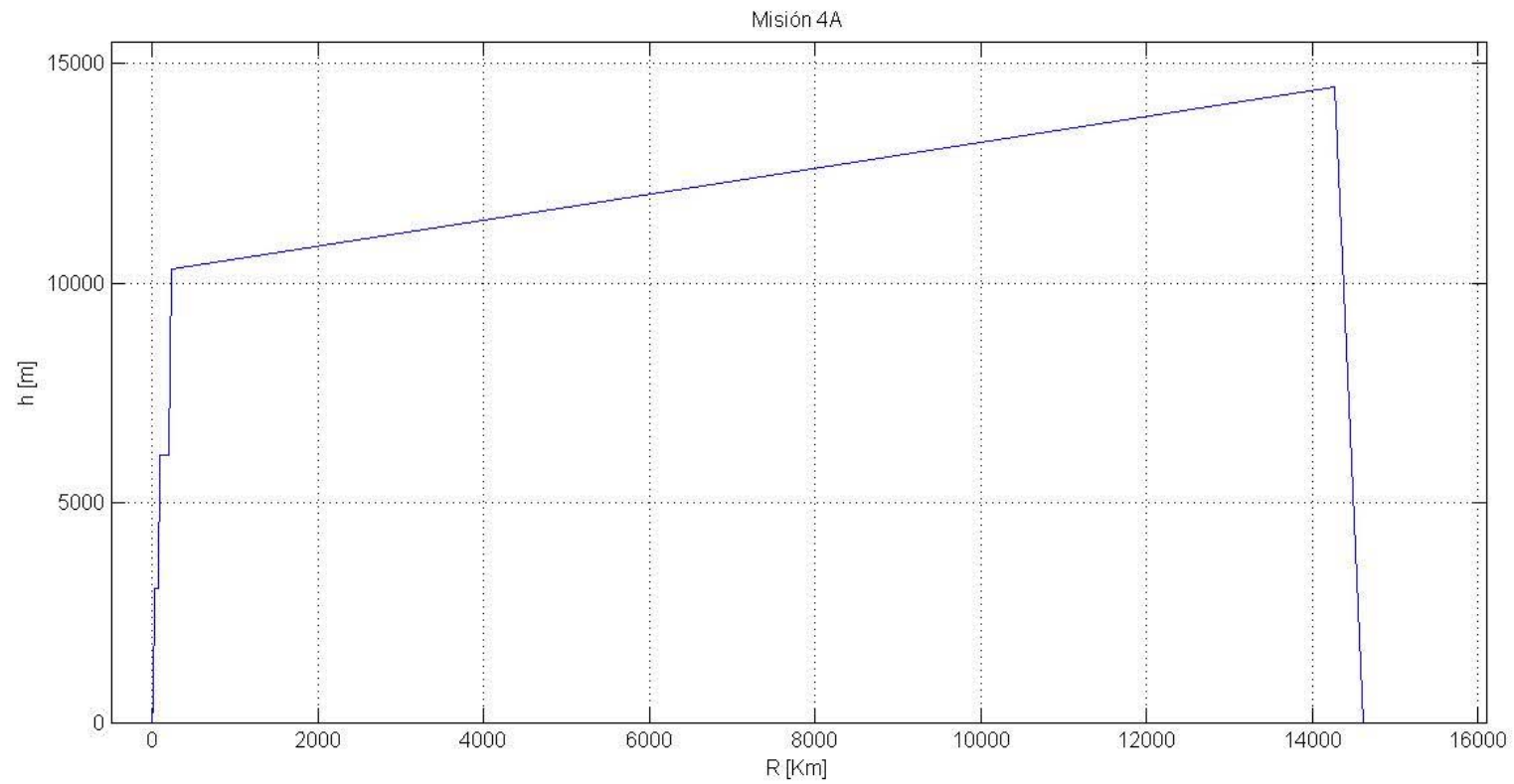


MISIÓN IV A



- $M_0=39868 \text{ Kg}$
- $M_F=20000 \text{ Kg}$
- $M_{PL}=3273.6 \text{ Kg}$

SEGMENTOS	MASAS COMBUSTIBLE (Kg)
DESPEGUE	150
SUBIDA	911
CRUCERO	18238
DESCENSOS	107
ATERRIZAJE	62



ALCANCE \rightarrow 14614KM

TECHO TEÓRICO \rightarrow 14500M

<u>DESPEGUE</u>	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	447.7	509.7

<u>SUBIDAS</u>	GRADIENTE [MIN, MAX] (%)	γ [MIN,MAX]
SUBIDA	[3.47, 12.63]	1.98°, 7.19°

<u>CRUCEROS</u>	CL [inicio, final]	V [m/s]	H [m]
CRUCERO (cruise climb)	0.75	160	[10317, 14464]

<u>ATERRIZAJE</u>	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	187.6	261.8

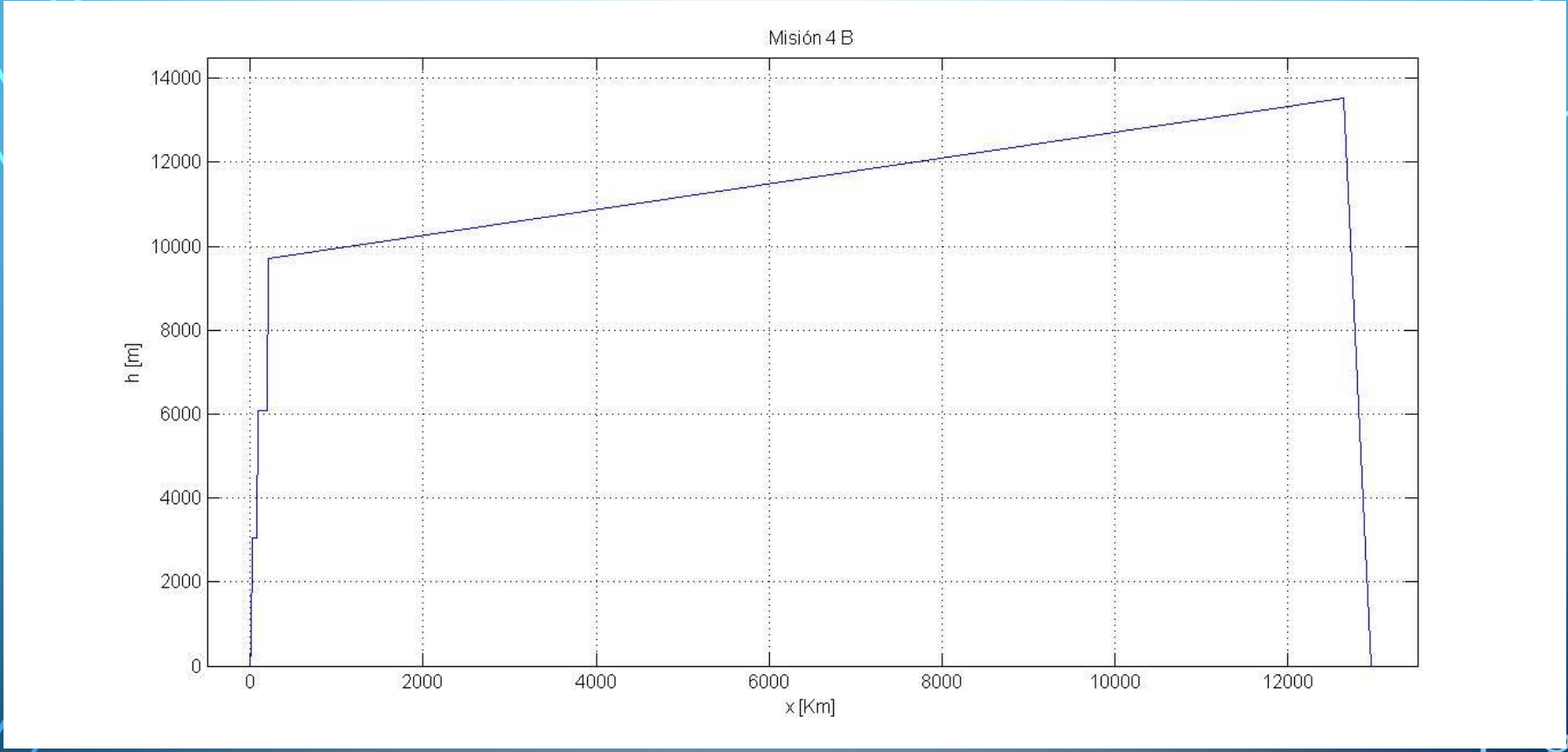
DOC [\$]	110400
CAPM [cents]	16.45

MISIÓN IV B



- $M_0=42970$ Kg
- $M_F=20000$ Kg
- $M_{PL}=6375$ Kg

SEGMENTOS	MASAS COMBUSTIBLE (Kg)
DESPEGUE	151
SUBIDA	921
CRUCERO	18027
DESCENSOS	106
ATERRIZAJE	63



ALCANCE → 12970KM

TECHO TEÓRICO → 13800M

<u>DESPEGUE</u>	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	520.8	596.6

<u>SUBIDAS</u>	GRADIENTE [MIN, MAX] (%)	γ [MIN,MAX]
SUBIDA	[3.47, 12.16]	1.98°, 6.93°

<u>CRUCEROS</u>	CL [inicio, final]	V [m/s]	H [m]
CRUCERO (cruise climb)	0.75	160	[9700, 13520]

<u>ATERRIZAJE</u>	NORMAL	HIGH HOT
DISTANCIA [m]	163.7	220.1

DOC [\$]	100210
CAPM [cents]	16.83

GRACIAS POR SU ATENCIÓN:

Carmen Brioso Díez
Lorenzo Francisco García Guzmán
Manuel José Girona Fajardo
Fernando Rafael Hidalgo Naranjo
Alberto Lobit Cerrato
Juan Martínez Sánchez
Rafael Martínez Vázquez
Manuel Moya Pérez
Pablo Plaza Gomáriz
Julio César Sánchez Merino

