Diseño de un velero clase TP52

Ros Yacht Design

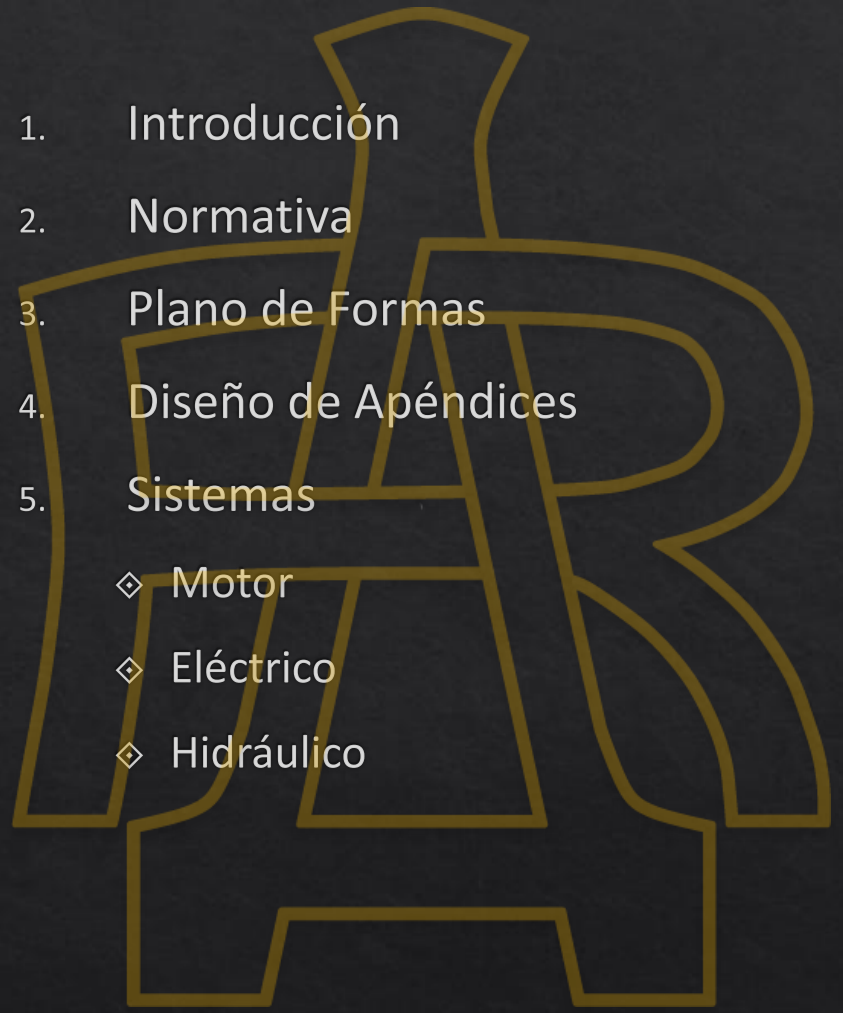
Antonio Ros Pujante

antonio@rosyachtdesign.com

+34 635891232

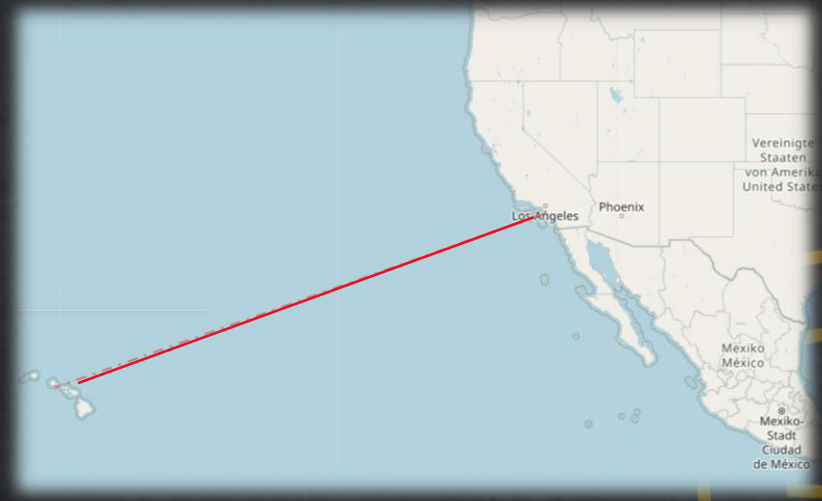
www.rosyachtdesign.com

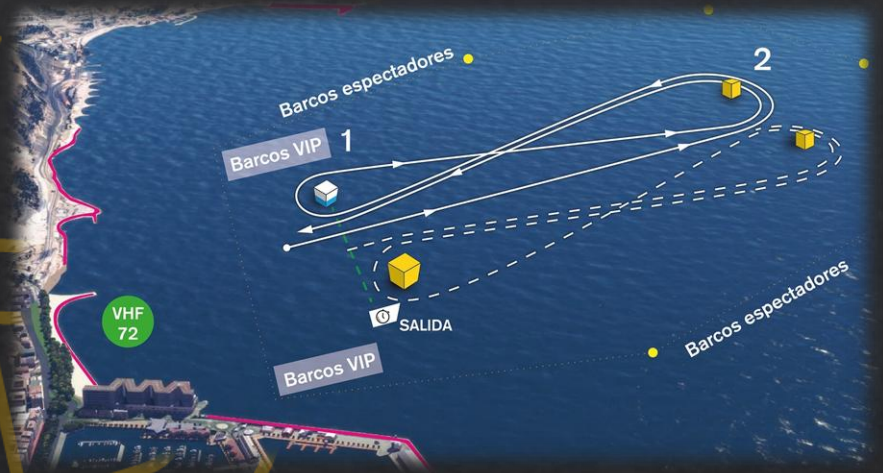
1. Introducción
2. Normativa
3. Plano de Formas
4. Diseño de Apéndices
5. Sistemas
   - Motor
   - Eléctrico
   - Hidráulico

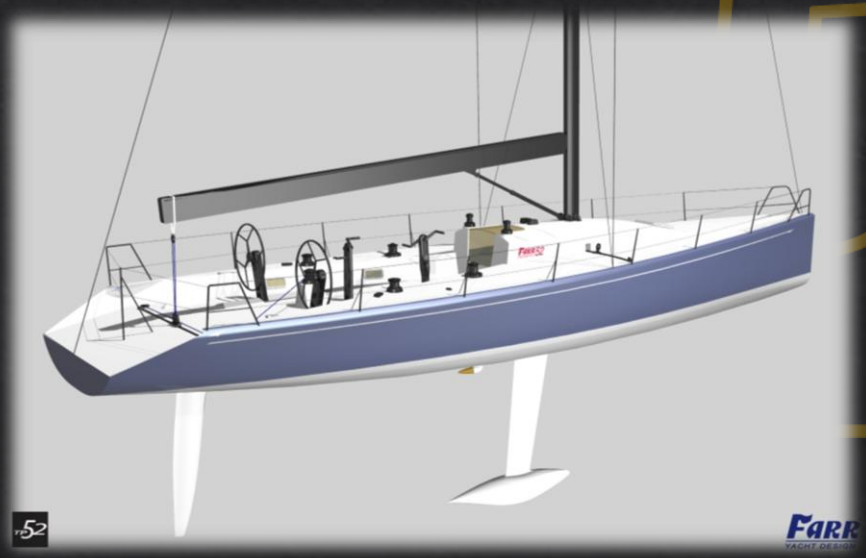


6. Cálculo estructural
   - Cargas de diseño
   - Escantillones mínimos requeridos
   - Materiales
   - Propiedades
   - Cálculo del modelo
7. Estabilidad
8. Polares y VPP
9. Modelo digital y conclusiones

Introducción. Origen de la clase







Normativa utilizada

- DNV-ST-0490
- World Sailing Transpac 52 Rules

- Eslora 15,85m
- Manga 4,42m
- Calado 3,5m
- Peso 6975 Kg
- Foque 66 m²
- Mayor 98 m²
- Spinnaker 270 m²

Yacht Name: **TP52 Certificate:** page 2

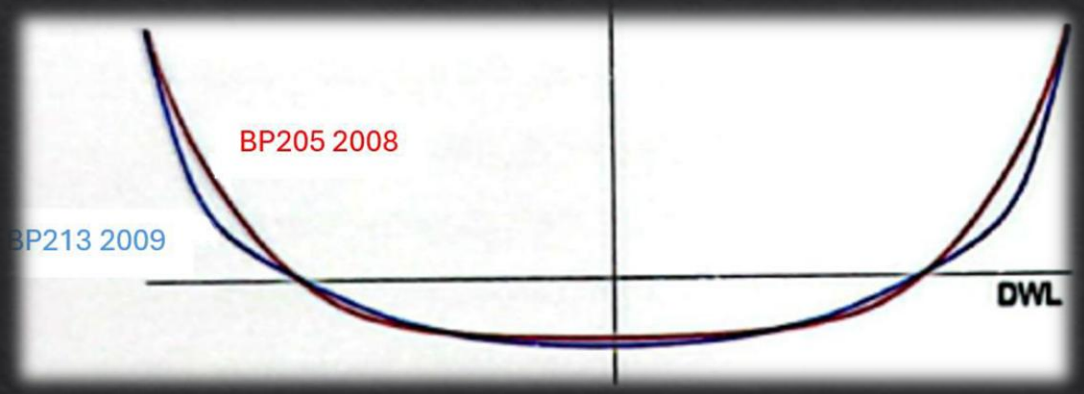
Certificate No: **Issue Date:**

Hull & Foils	Rule	Description	Min	Max	Value	In Box
HL	D.2	Length Overall	-	15.850		pass
HB	D.3	Maximum Beam	4.300	4.420		pass
DSPM	D.9	Loadcell Weight	6975			pass
D	D.10	Keel Draft measurement trim (DTS - FMD)		3.500		pass
SFF	D.8.1	Forward Freeboard Location	0.430	0.470		pass
SMF	D.8.1	Mast Freeboard Location				
SDF	D.8.1	Draft Freeboard Location				
SAF	D.8.1	Aft Freeboard Location	14.250	14.300		pass
FF	D.8.2	Forward Freeboard Height	1.450			pass
FM	D.8.2	Mast Freeboard Height	1.260	-		pass
FD	D.8.2	Draft Freeboard Height		-		
FA	D.8.2	Aft Freeboard Height	1.140			pass
Propulsion						
EW	G.5.19	Engine Weight	264 (2018)	-		pass
EDL/PRD/ST5	G.5.20/24/25	Prop Installation	0.6/0.4/0.26	-		pass
Spars						
P	D.25	Mainsail Hoist		20.400		pass
E	D.26	Boom Length	7.000			pass
BAS	D.28	Boom Above Sheerline	2.100	2.130		pass
BD	D.29	Boom Depth		0.360		pass
ISP	D.23	Spinnaker Hoist Height		22.400		pass
I	D.16	Foretriangle Height		19.720		pass
J	D.18	Foretriangle Base		6.200		pass
STL	D.24	Bowsprit Length		9.000		pass
CPW	D.33	V1 Chain Plate Width	3.500			pass
Stroke	C.6.2.b	Headstay Stroke		0.255		pass
Mast						
MWT	D.12	Mast Weight	235.2			pass
MCG	D.13	Mast VCG Above Sheer 7.3	9.350			pass
MDL	D.14	Mast Longitudinal	0.280	0.340		pass
MDT	D.15	Mast Transverse	0.130			pass
BWT	D.12	Boom Weight	30.0			check
Jibs						
LP	D.19	LP - Jib		6.300		pass
JGU / JGM	D.22	Girth Measurements		1.8 / 3.25		pass
FSP	D.19	2x Luff Support Device		0.080		pass
HSA	D.31	Headsail Area		66.000		pass
Spinnakers						
ASA	D.32	Spinnaker Area		270.0		pass
Mainsail	**Max**	**M 1** **M 2**				pass
MHB	2.000					pass
0.5m Width	2.300					pass
Area	98.00					pass
	Min					
E	7.000					pass

TP52 Boat Elements & Trimpoints	Ballast Inside / Position:	from J	Accomodation requirements	pass
	Boatspeed under power	pass	Engine & Saildrive	pass
	Hull and deck shape	pass	Pushpits/Pulpits/Stanchions	pass
	Foil Configuration	pass	Equipment Materials	pass
	Keel limits	pass	BTP = 0.265	
	KW (4600) and BW (3800)		STP = 0.293	
TP52 Rig & ail Elements	Sailplan & Mast	pass	Mast Shims number/height:	
	Boom Corrector Weight max. 1kg	pass	E-measurements no:	
	Backstays / Checkstays	pass	E1 Position m Colour:	
	Mast Corrector Weights:	pass	E2 Position .... m Colour:	
	IGC band in place	pass	Halyard locks meet rule	pass
	Movement mast at deck and step	pass	Jib Head 0.15max	pass

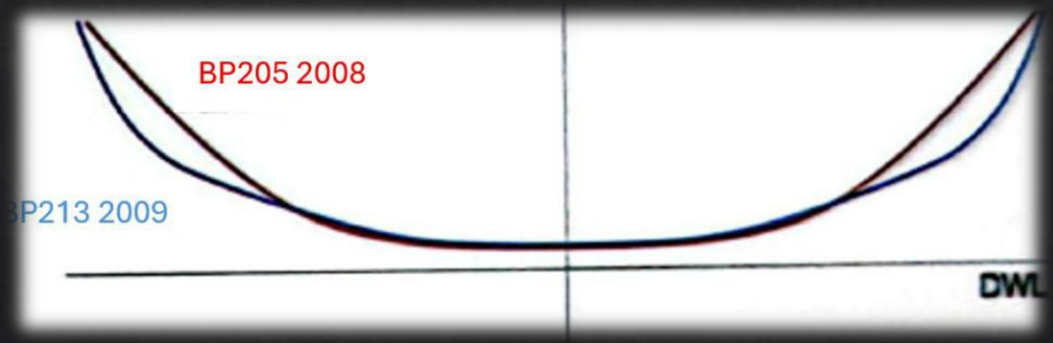
Issued by TP52 Class, Doeslaan 14, 2351SR, Leiderdorp, Holland

Diferentes diseños



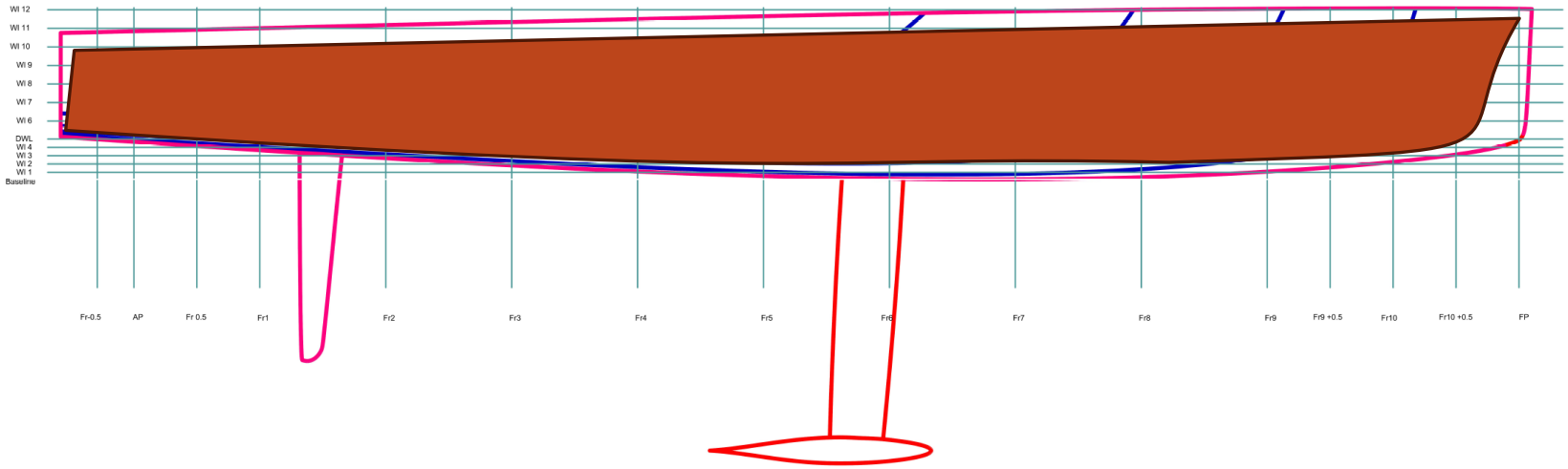
Sección media

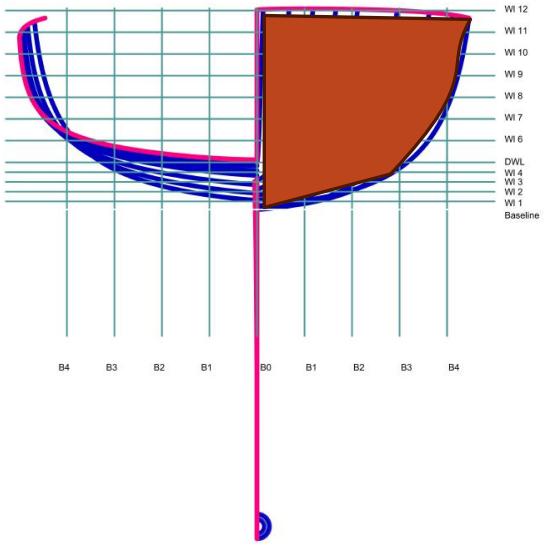
Posición del timón y la quilla

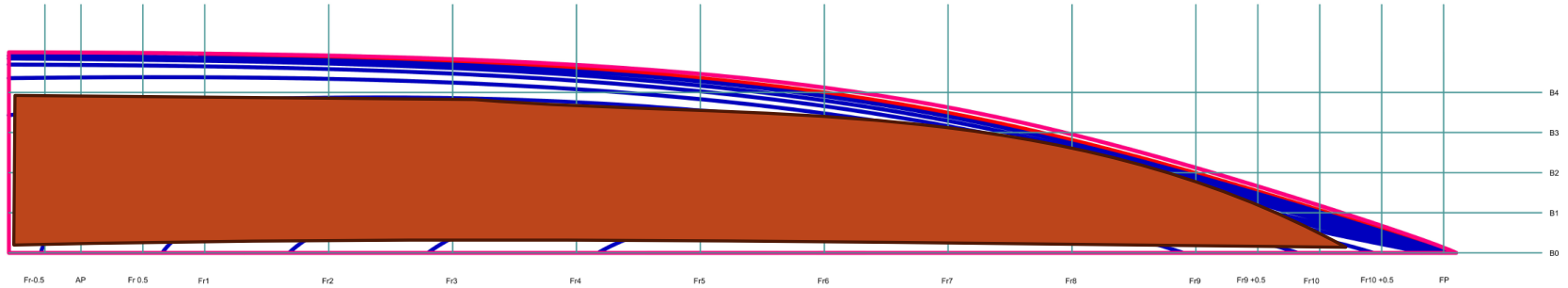


Espejo de popa

Plano de Formas



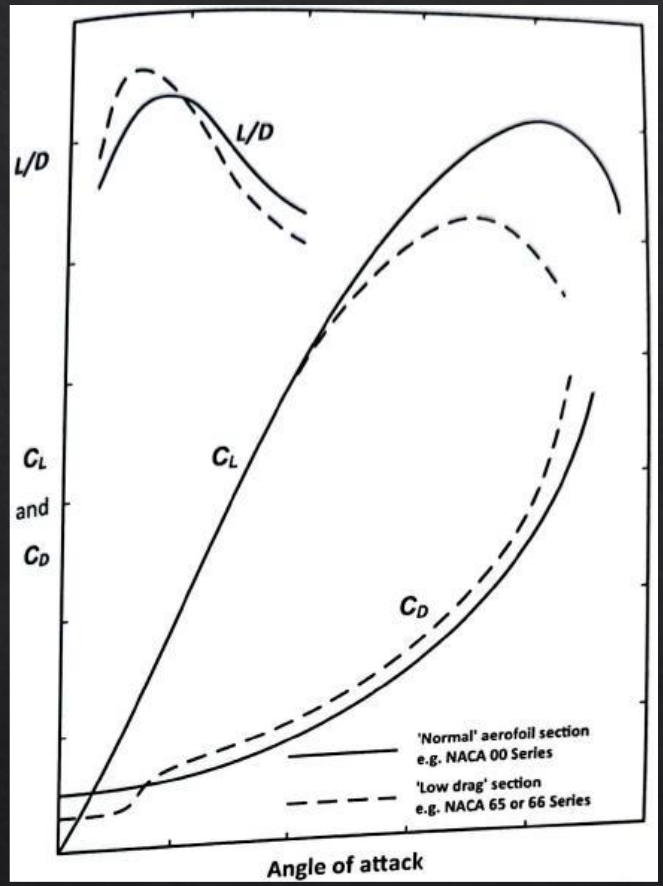


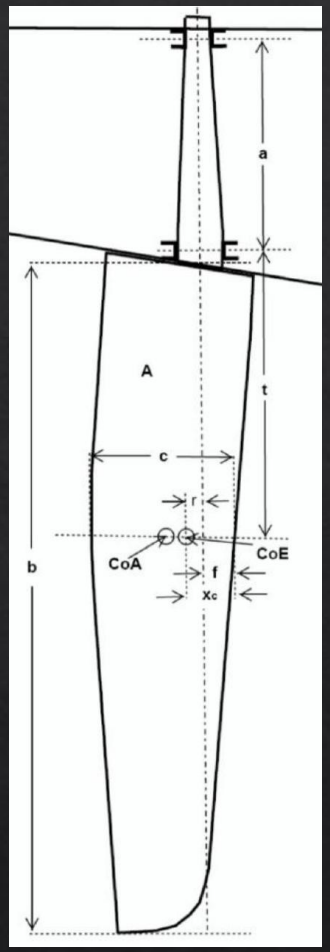


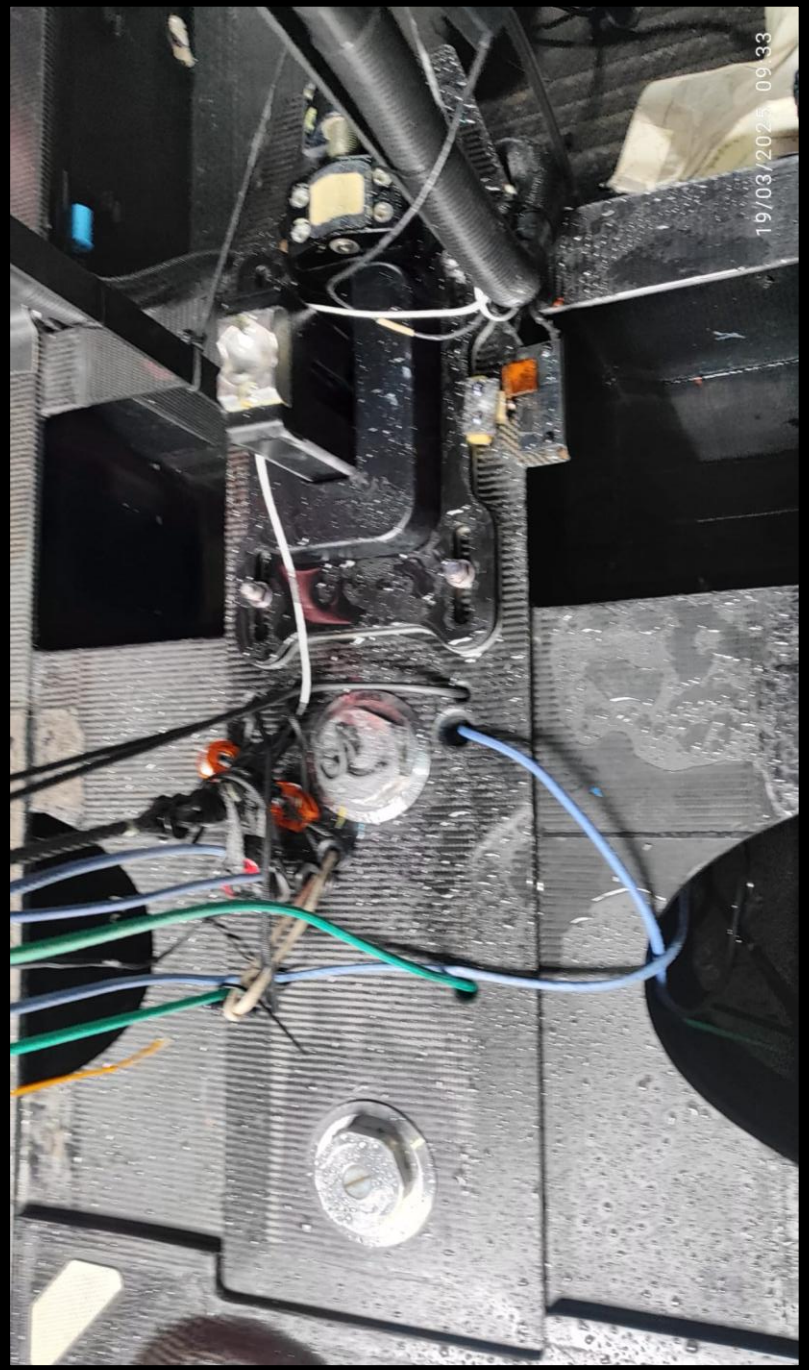
Diseño de apéndices

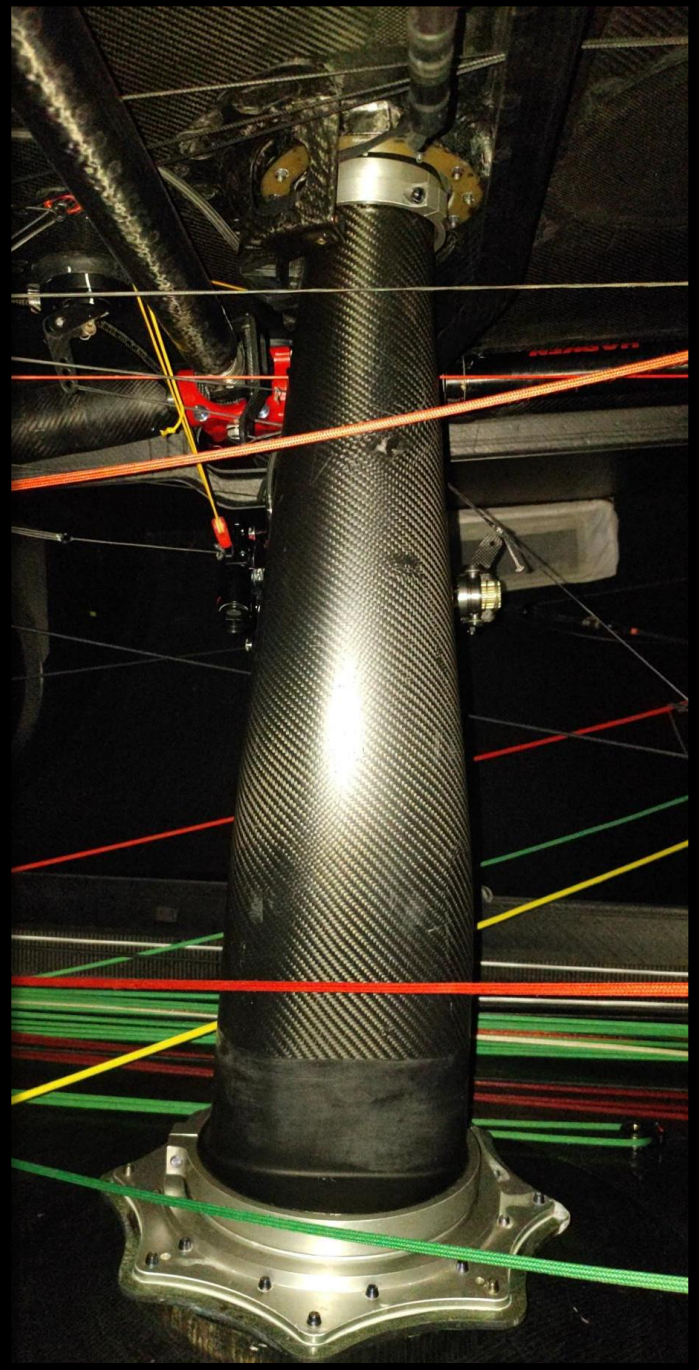
- Quilla (**NACA 64-010):**
  - 6: Identifica la Serie 6.
  - 4: La posición de la presión mínima (y, por tanto, el espesor máximo) se encuentra al 40% de la cuerda.
  - -0: Es un perfil simétrico, lo que significa que su "drag bucket" está centrado en un coeficiente de sustentación (CL) de cero.
  - 10: El espesor máximo es del 10% de la cuerda.

- **Bulbo (NACA 65-015):**
  - **6: Serie 6.**
  - **5: La posición de la presión mínima está al 50% de la cuerda.**
  - **-0: Perfil simétrico.**
  - **15: El espesor máximo es del 15% de la cuerda.**

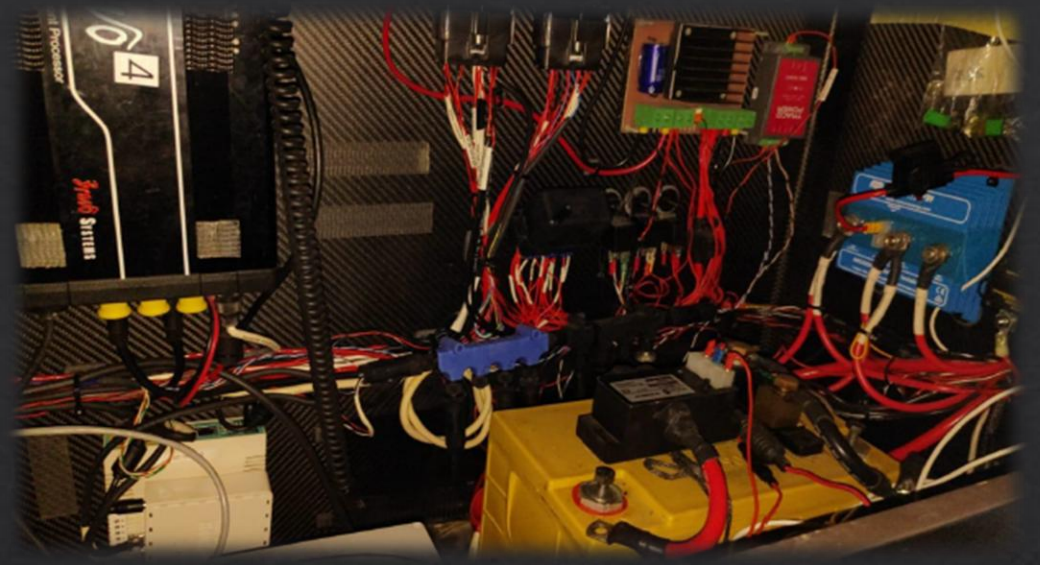


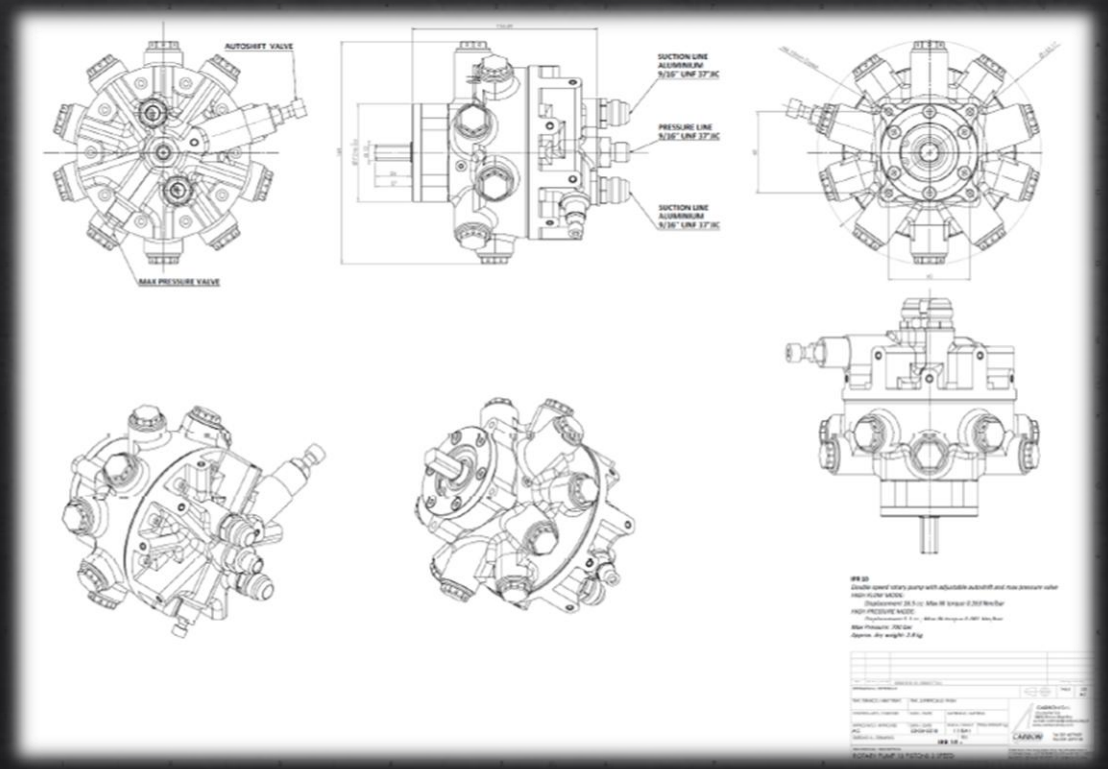



19/03/202

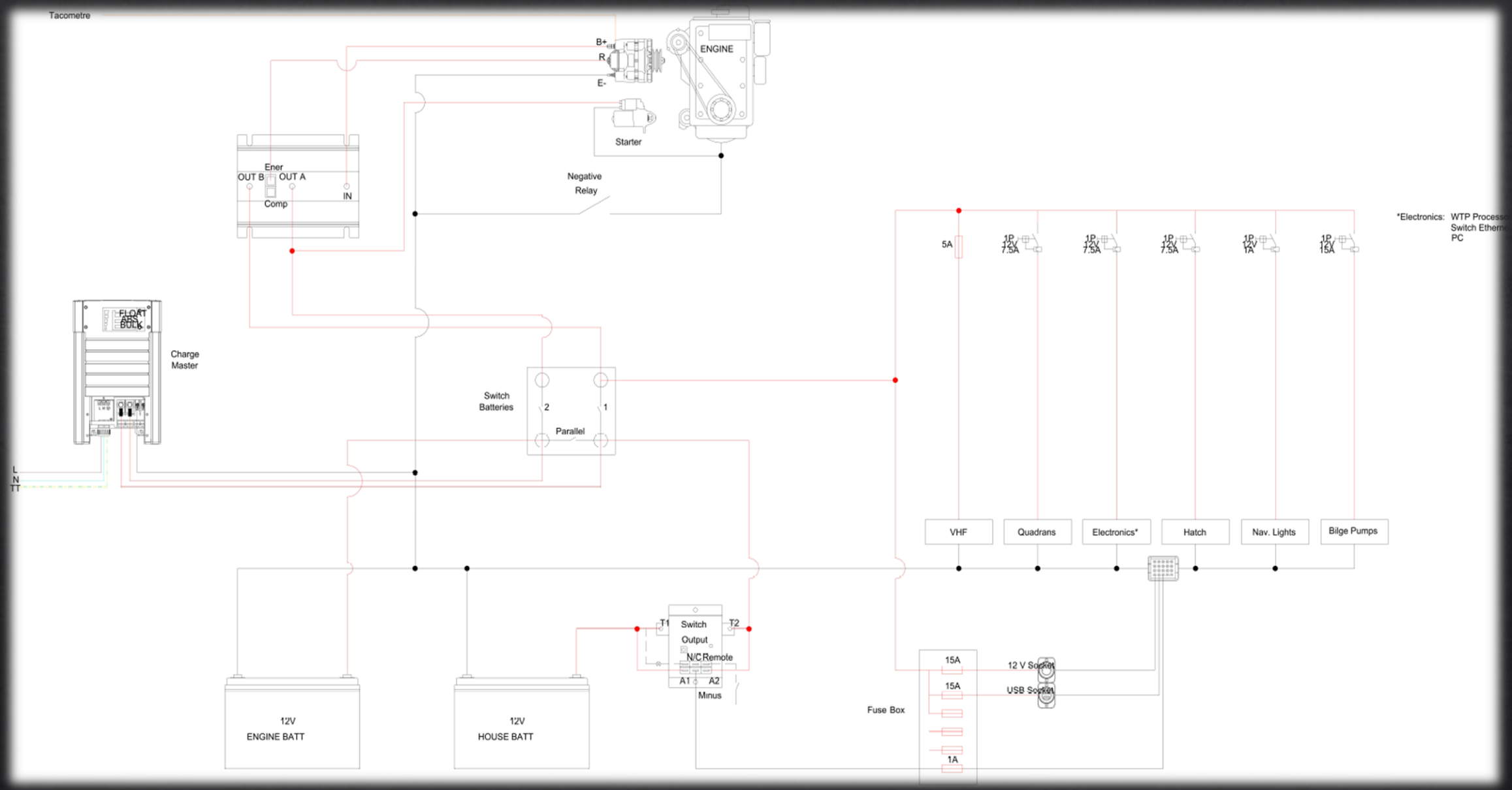


Sistemas




AUTOSHIFT VALVE
MAX PRESSURE VALVE
SUCTION LINE
ALUMINIUM
PRESSURE LINE
SUCTION LINE
ALUMINIUM

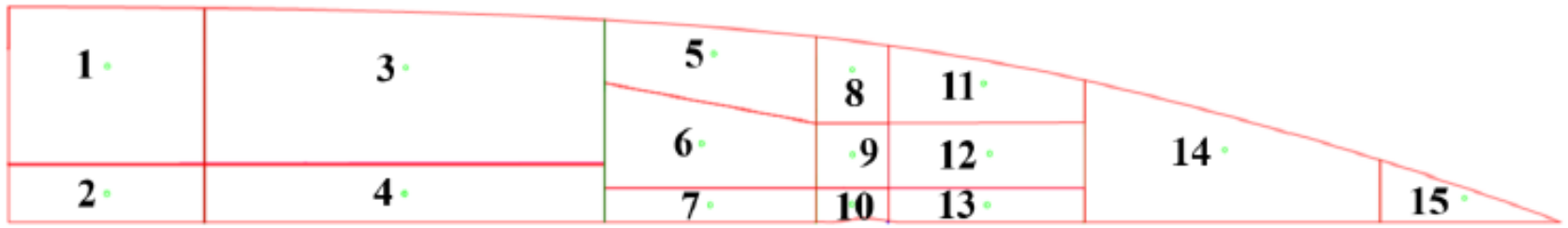
Plano eléctrico



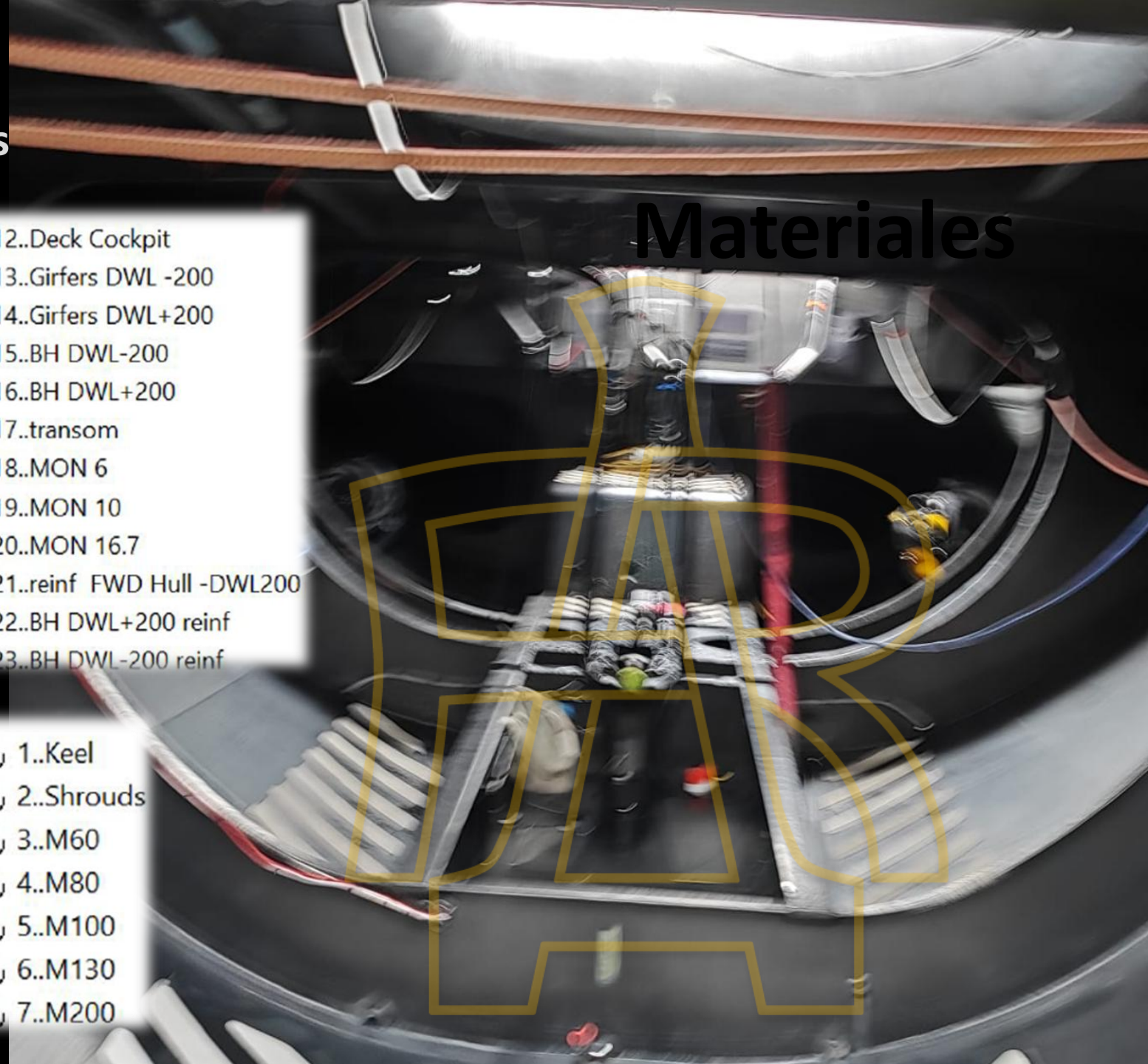
Cálculo estructural

2,2,2,3							2,2,2,2		2,2,2,3	2,2,2,1	2,2,2,1		2,2,2	2,2,3	2,2,1	2,2,4	2,2,5	2,2,6
	Posición del centro de la plancha		Área de la plancha	Lado corto de la plancha	(min)		Factor de distribución longitudinal	min-max kl	Factor de reducción del área de diseño	Ángulo del fondo	Factor dinámico de carga	Max 4	Presión de impacto del fondo	Presión del fondo del mar	Presión de diseño de la carena	Cargas del costado	Cargas de cubierta	Mamparo estanco
panel n	x(m)	x/L (xl)	Ad(x)(m2)	b(x)(m)	Ad(x)(m2)	u(x)	kl (x)	kl(x)	kar(x)	β	Ncg (x)	Ncg(x)	Pb1(kPa)	Pb2(kPa)	Pb(kPa)	PsS(kPa)	Pd(kPa)	pPbh(kPa)
1	[redacted]																	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		

Aceleración.	Valor.	Unidades.
Balance. (Fy)	[redacted]	rad/s
Cabeceo. (Fx)	[redacted]	rad/s
Alfarda. (Fz)	[redacted]	m/s²



Biblioteca de materiales y propiedades



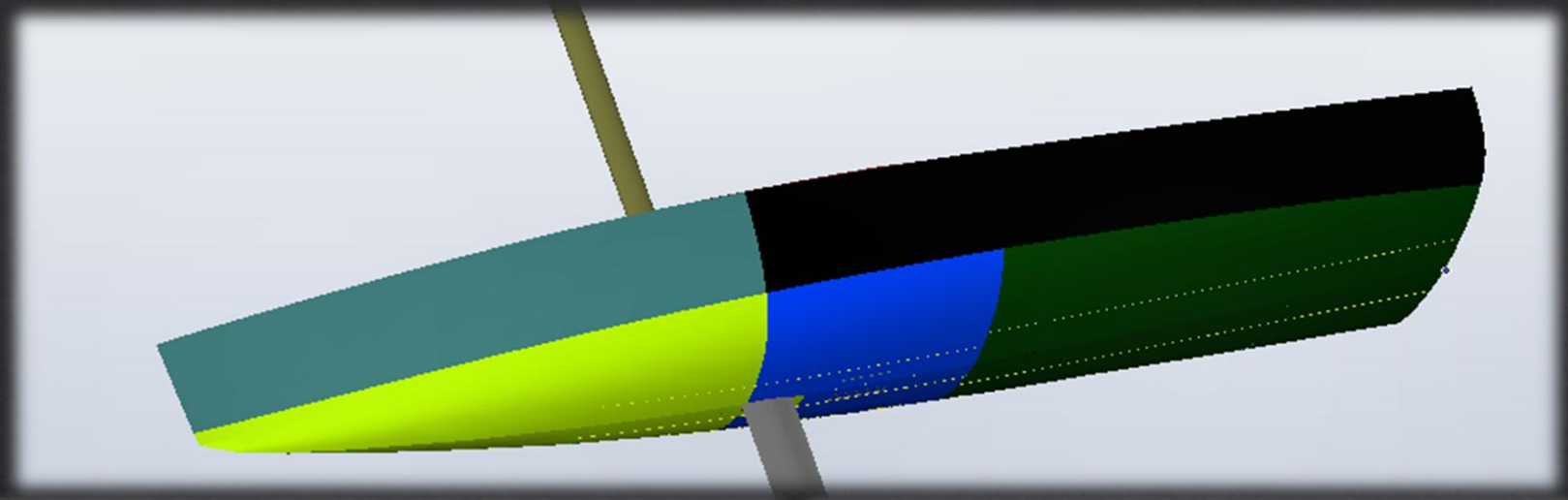
Properties

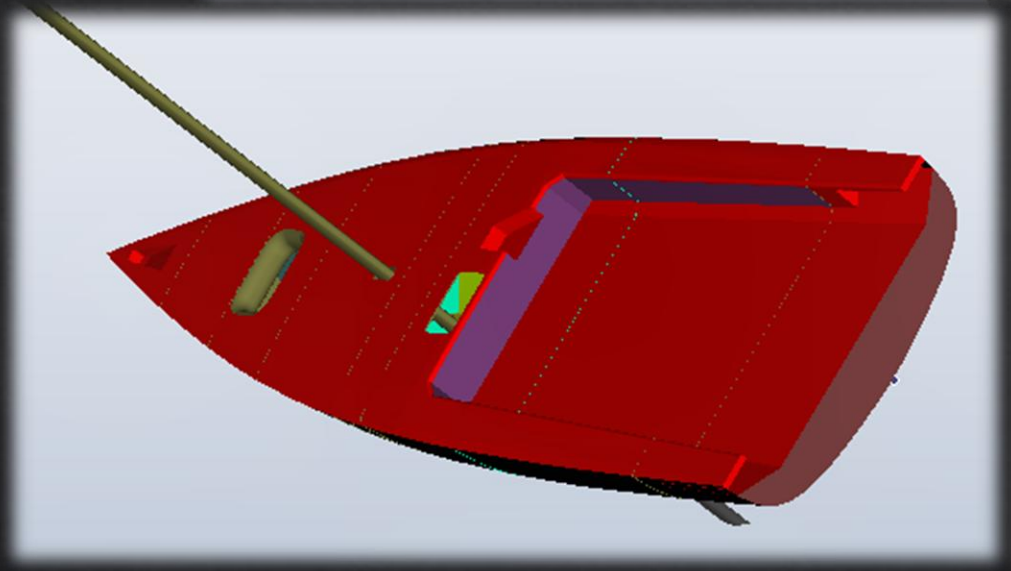
- 1..Plate 12mm
- 2..engine block
- 3..Keel
- 4..FUEL TANK
- 5..Mast thickness
- 6..BEAM Property (Circular Bar)
- 7..FWD Hull -DWL200
- 8..FWD Hull +DWL200
- 9..AFT Hull -DWL200
- 10..AFT Hull +DWL200
- 11..Deck
- 12..Deck Cockpit
- 13..Girfers DWL -200
- 14..Girfers DWL+200
- 15..BH DWL-200
- 16..BH DWL+200
- 17..transom
- 18..MON 6
- 19..MON 10
- 20..MON 16.7
- 21..reinf FWD Hull -DWL200
- 22..BH DWL+200 reinf
- 23..BH DWL-200 reinf

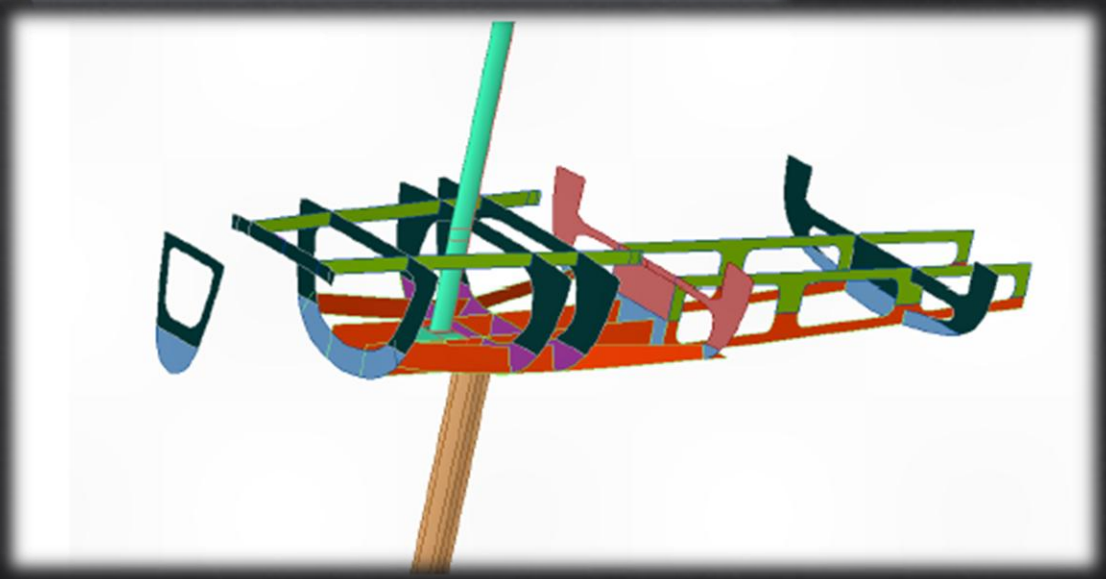
- 8..NOMEX 48kg 20 and 25 mm
- 9..NOMEX 48 kgl 10mm
- 10..NOMEX 64 kg/m3
- 11..NOMEX 96 kg/m3
- 13..Uni IMC 150
- 14..RC200
- 15..XC411 Biaxial

- 1..Keel
- 2..Shrouds
- 3..M60
- 4..M80
- 5..M100
- 6..M130
- 7..M200

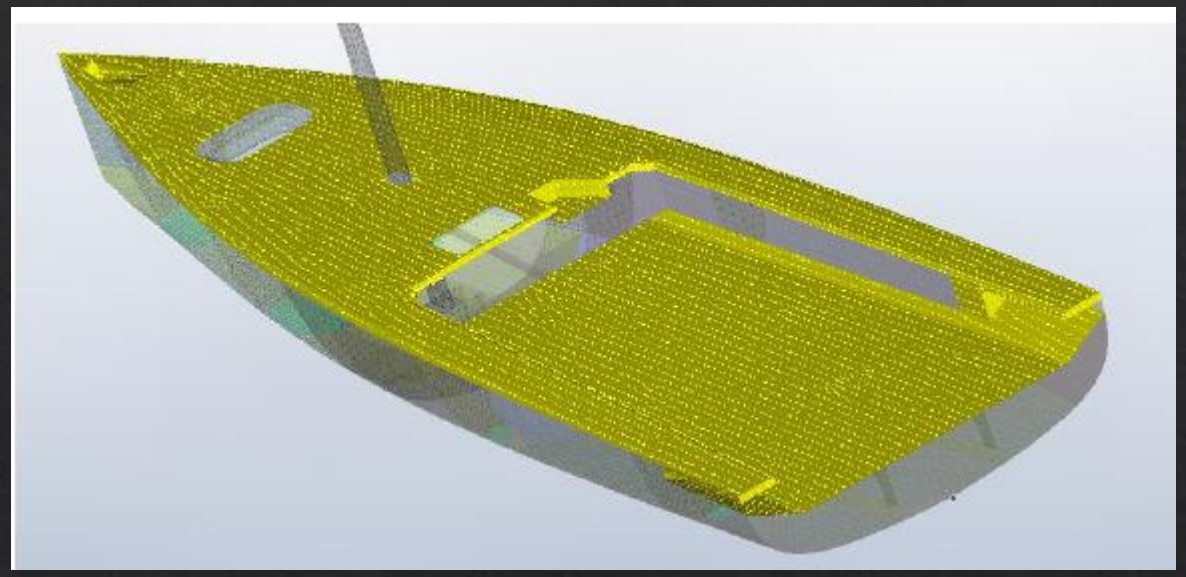
Distintos laminados por colores







Gemelo digital de FEMAP, ejemplo de laminado



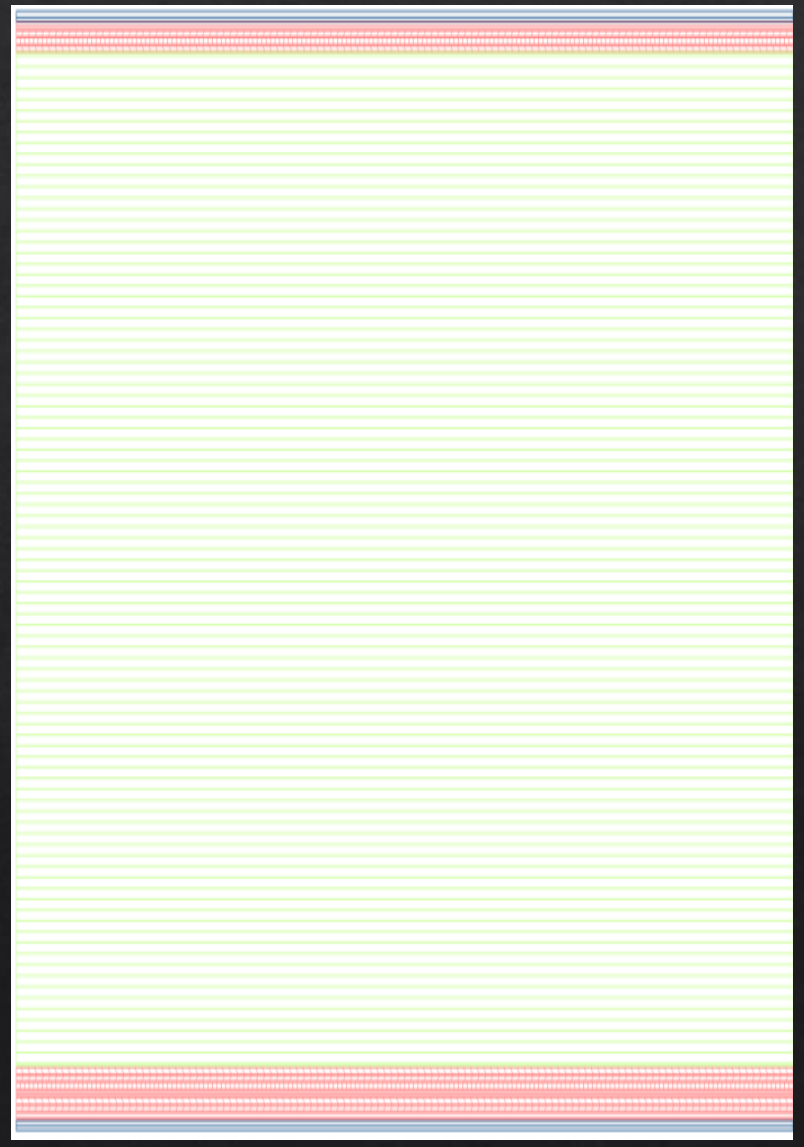
Title Deck

AntiSymmetric At Top Linked

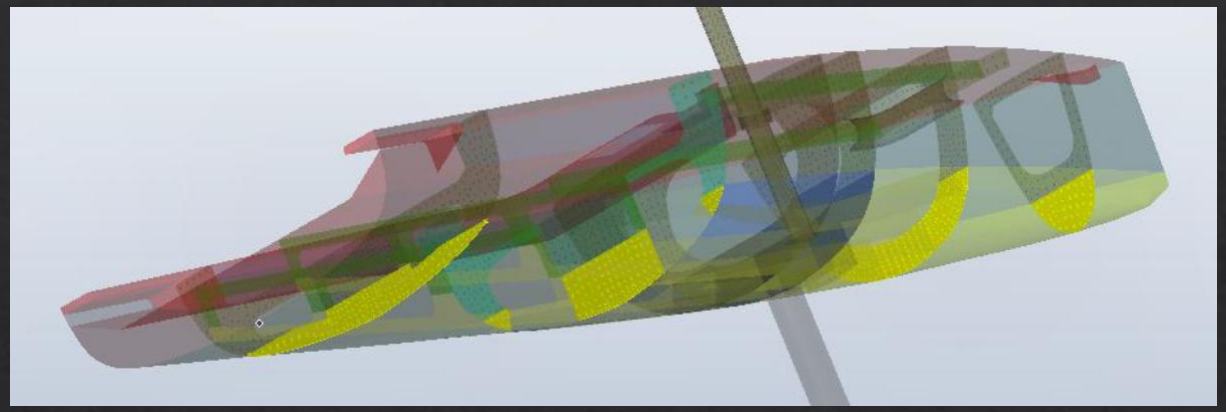
Top of Layup

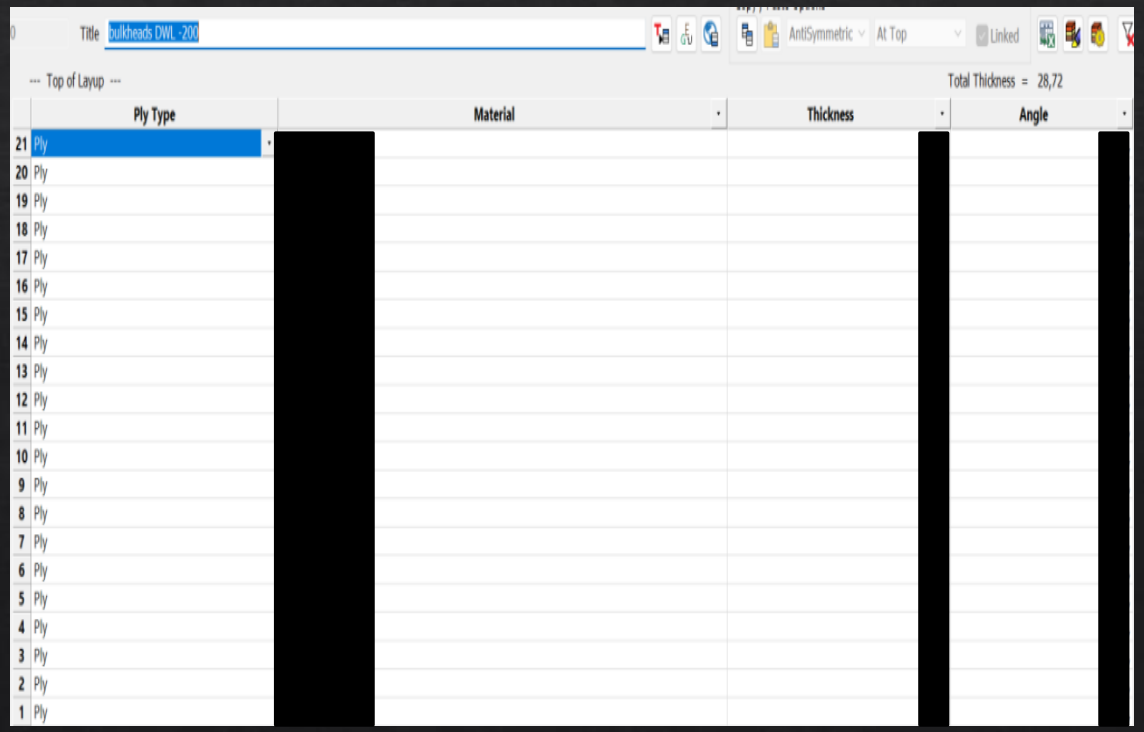
Total Thickness = 22,09

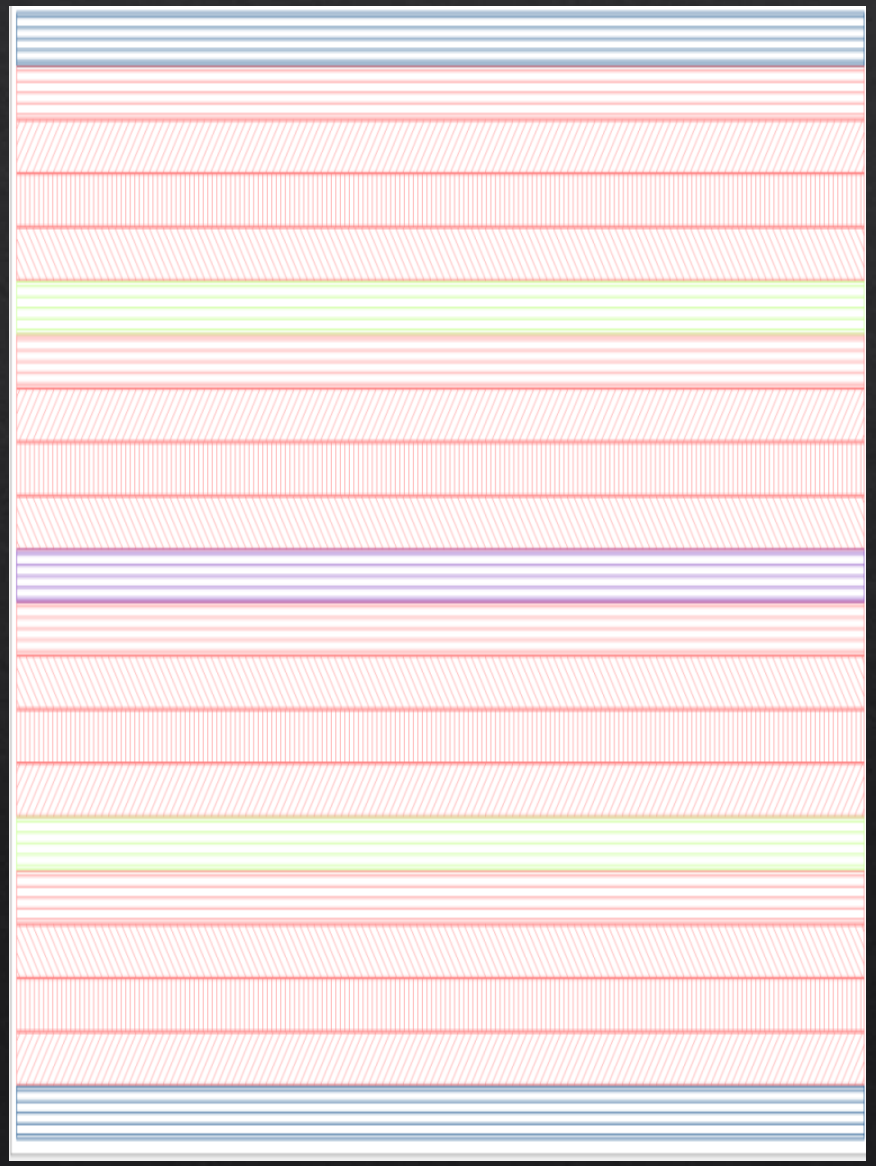
	Ply Type	Material	Thickness	Angle
14	Ply	[redacted]	[redacted]	[redacted]
13	Ply			
12	Ply			
11	Ply			
10	Ply			
9	Ply			
8	Ply			
7	Ply			
6	Ply			
5	Ply			
4	Ply			
3	Ply			
2	Ply			
1	Ply			



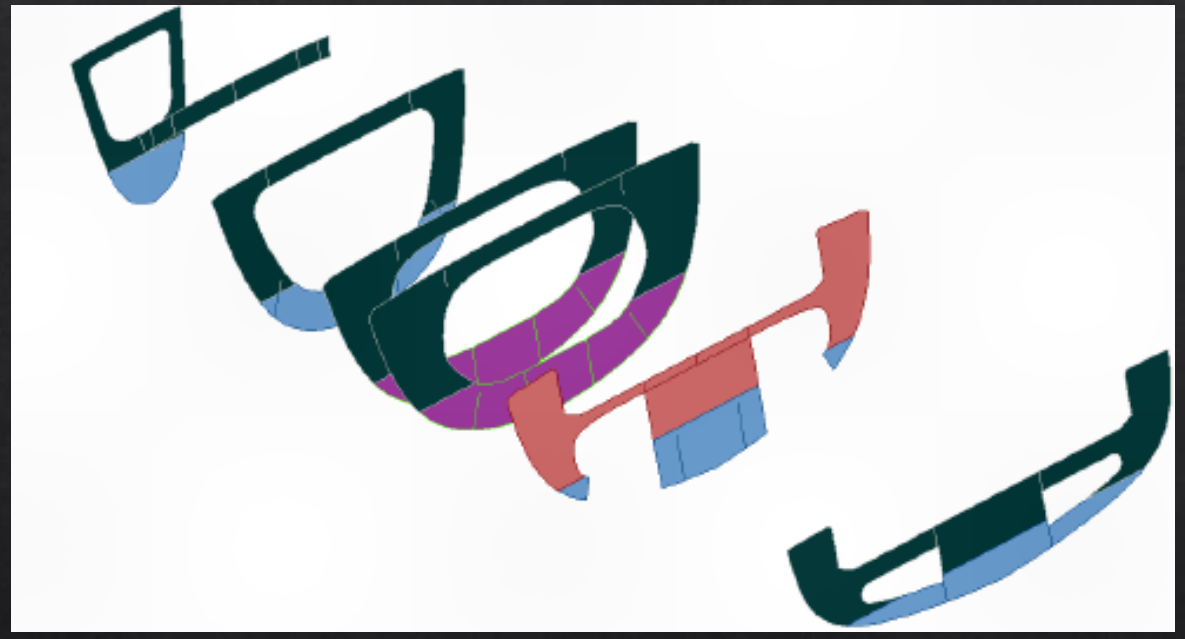
Gemelo digital de FEMAP, ejemplo de laminado



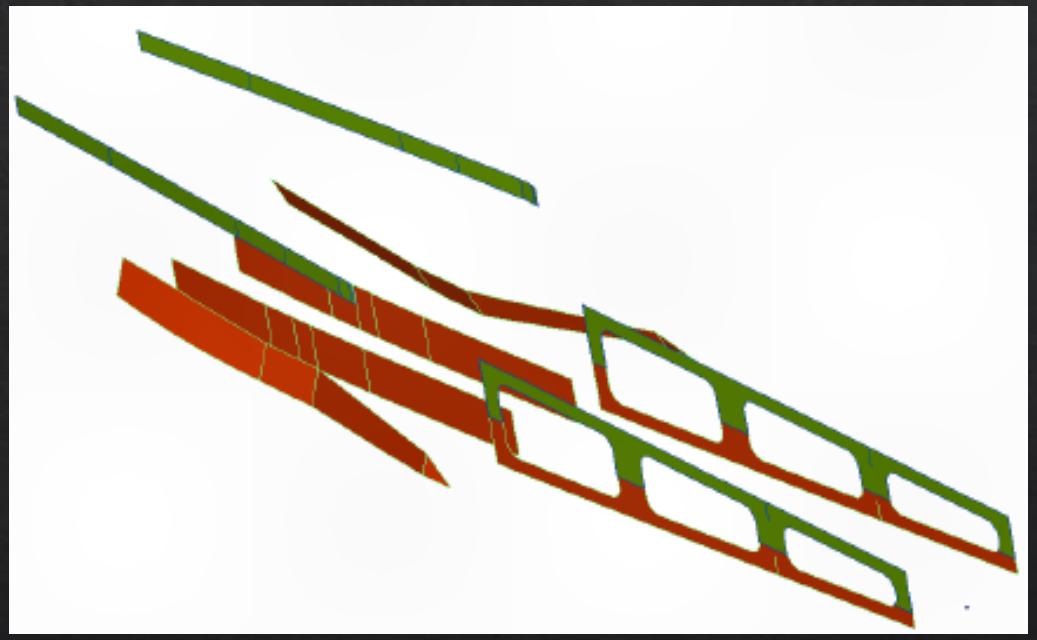




Distintaos laminados en refuerzos transversales y longitudinales

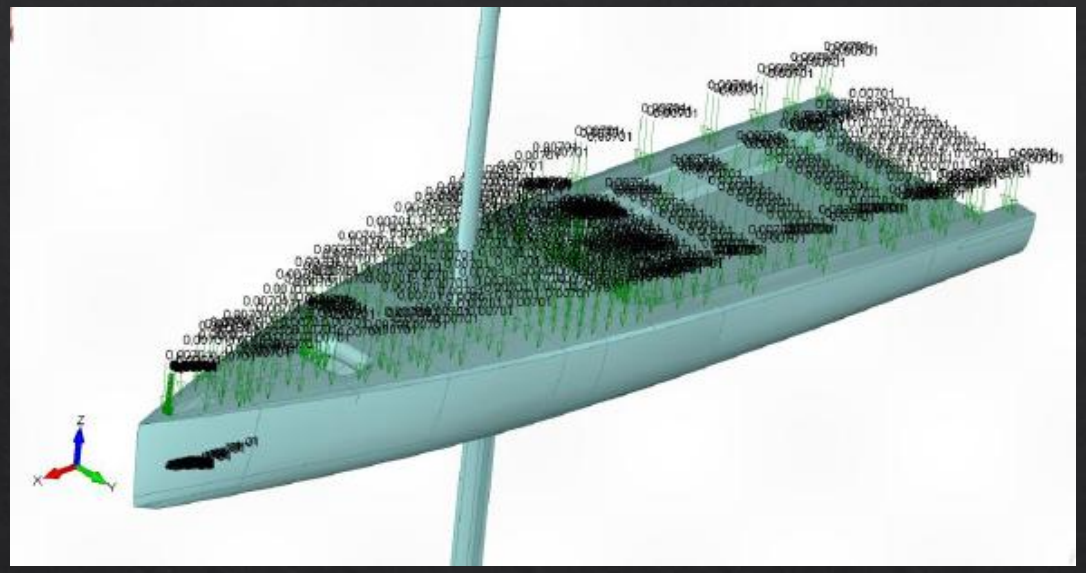


Transversales (bao y cuadernas)

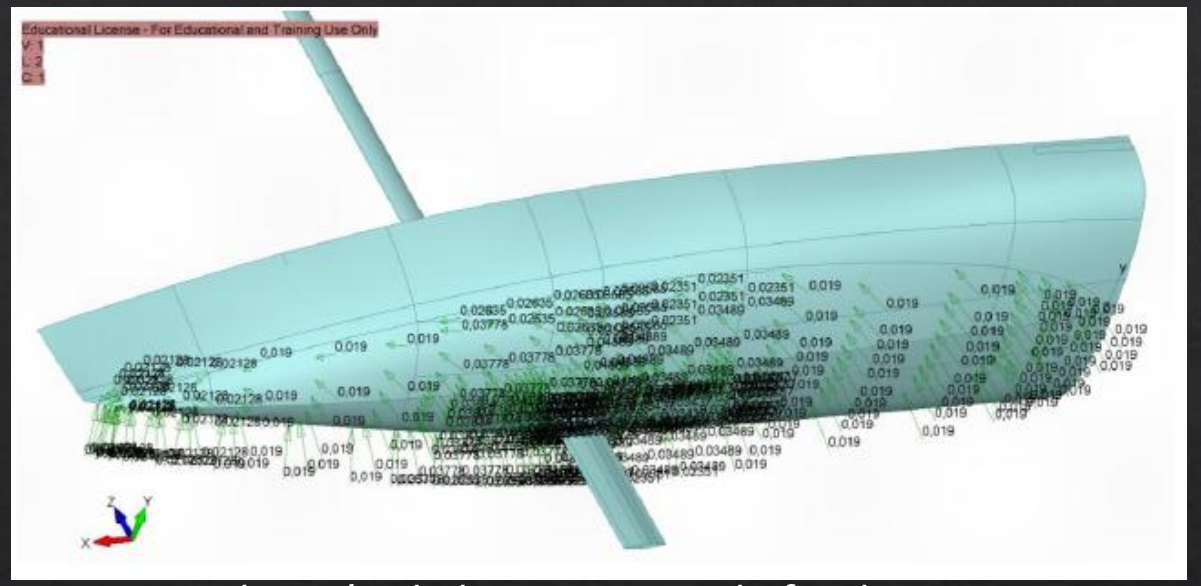


Longitudinales (longitudinales y esloras)

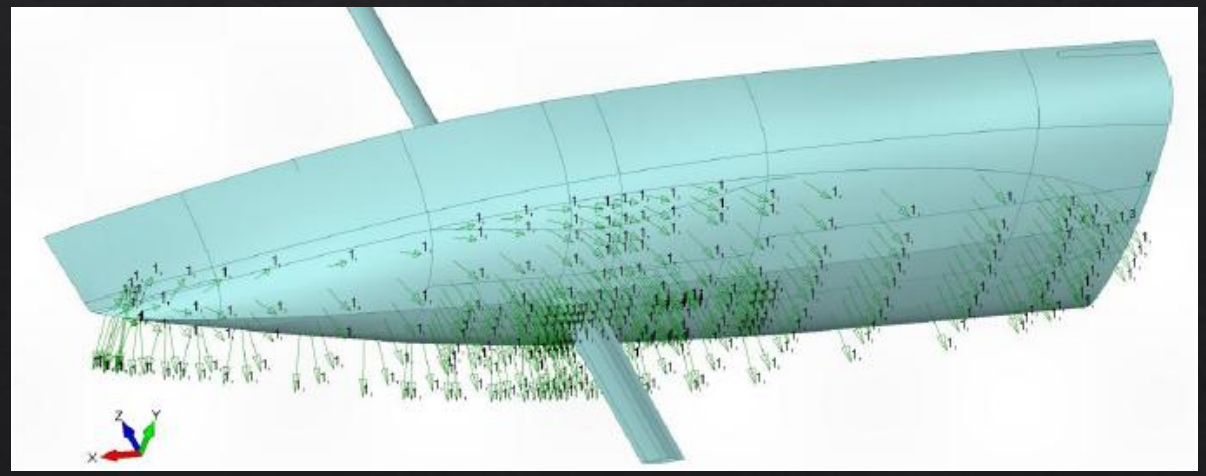
Cargas sobre el casco



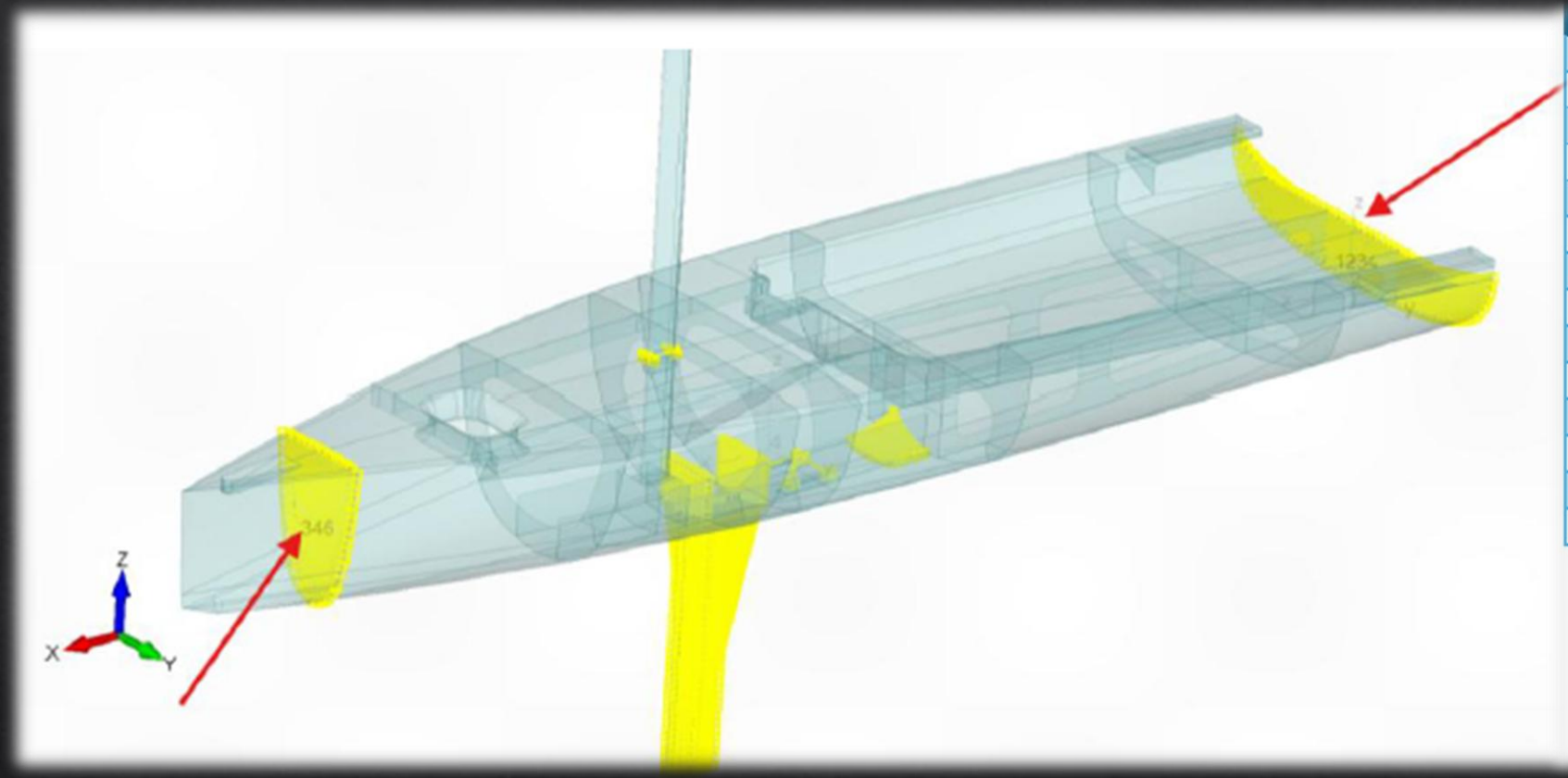
Presiones de la cubierta



Aplicación de las presiones de fondo



Condiciones de contorno y resultados



Elemento	Valor (Kg)
Casco	[redacted]
Cuadernas	
Esloras	
Cubierta	
Polín del motor	5,4
Base del mástil	21,98
Motor	264
Mástil	235
Botavara	30
Timón	45
Botalón	15
Winches	51,1
Quilla y Bulbo	4600
Total	[redacted]

Tabla 21. Tabla pesos

CDG	Valor (m)
CDX	[redacted]
CDY	[redacted]
CDZ	[redacted]

Tabla 22. Posición del Centroide de gravedad

Calculo estructural mediante elementos finitos

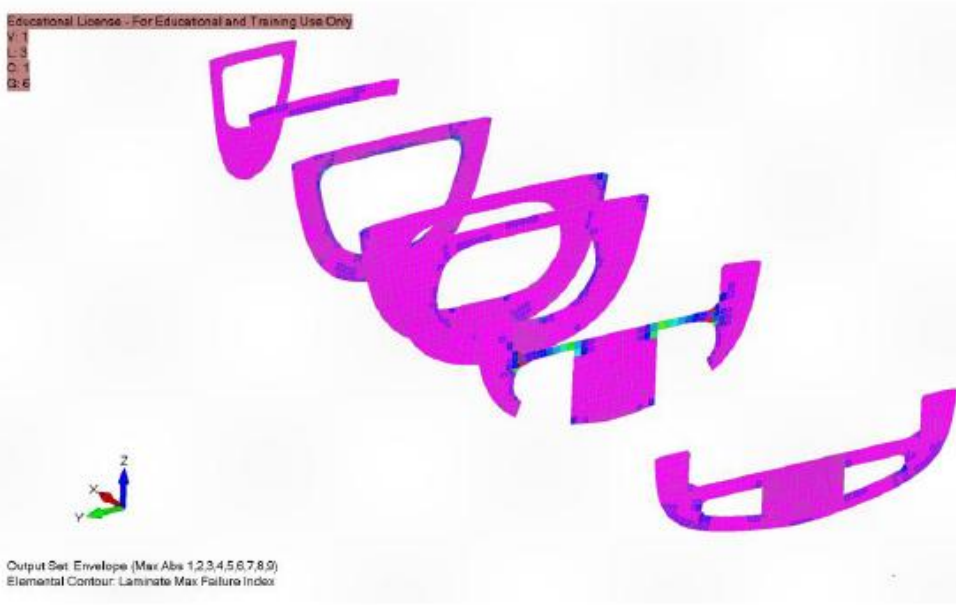


Ilustración 149. Resultados Cuadernas

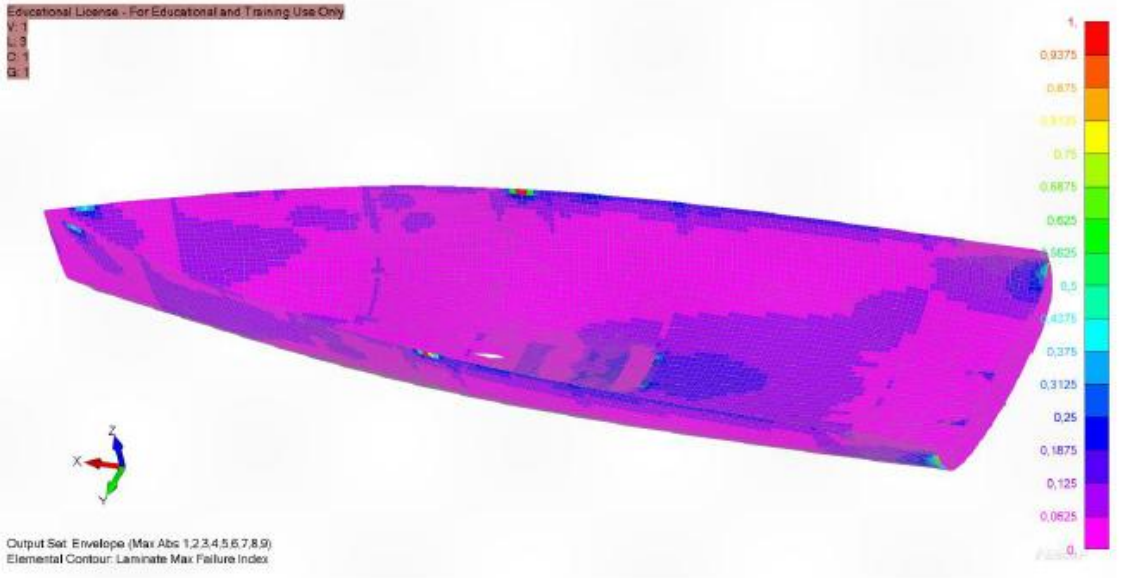
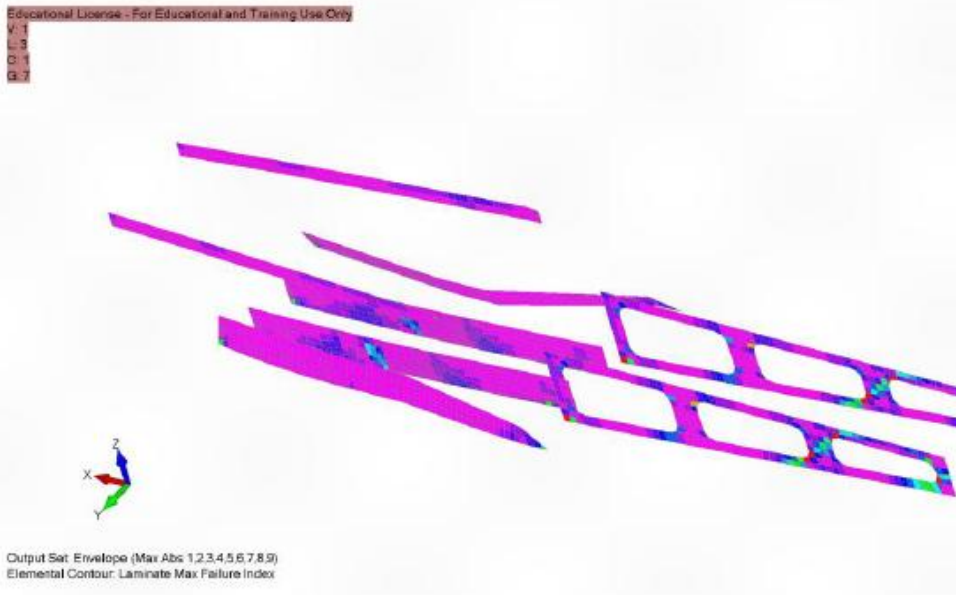


Ilustración 147. Resultados Forro



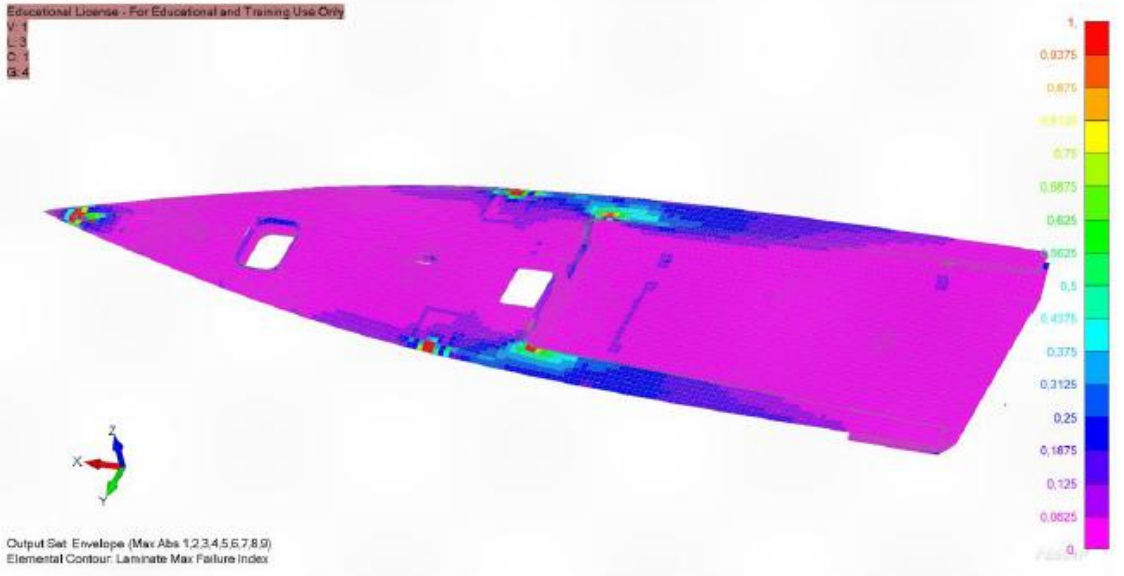
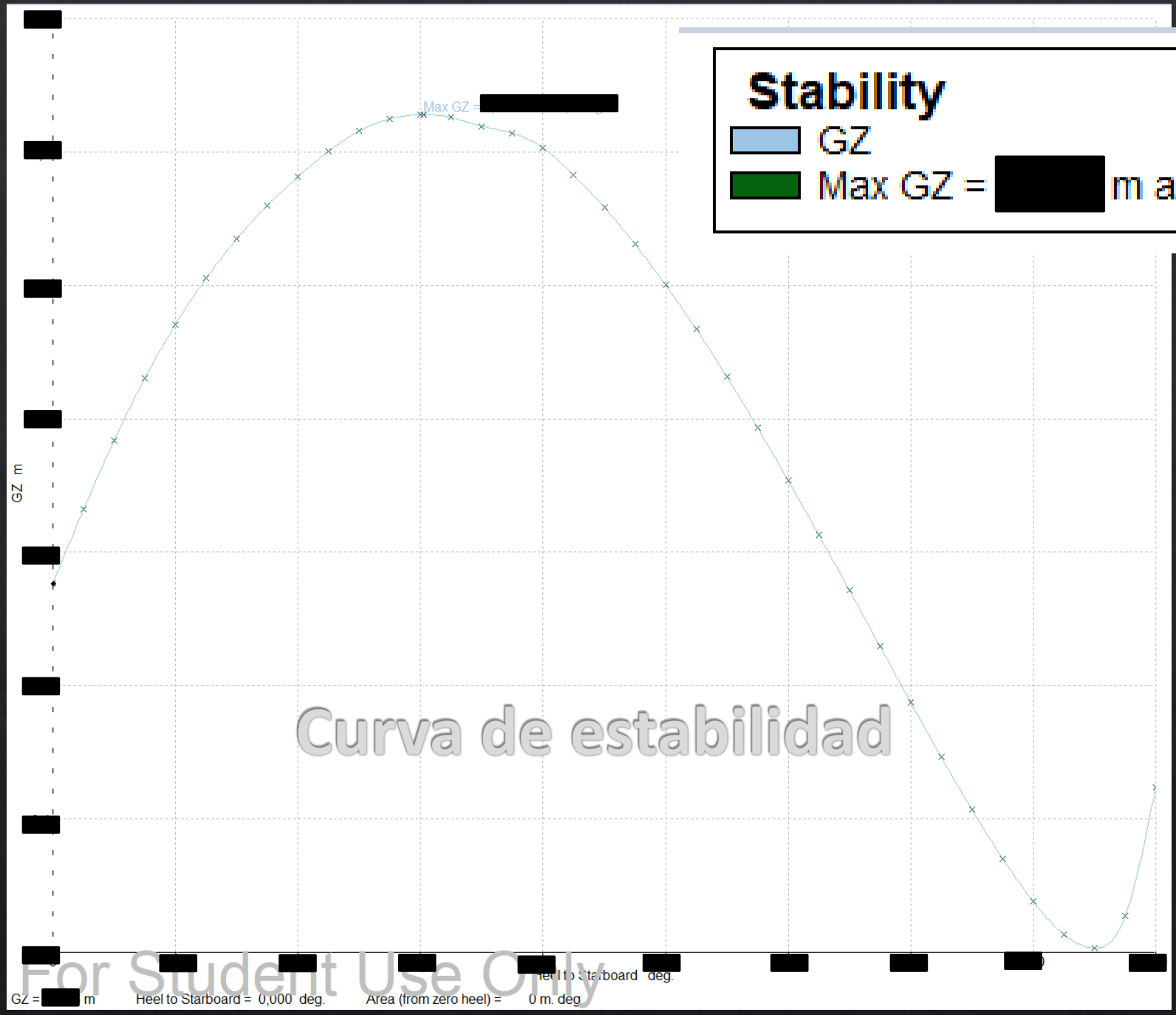
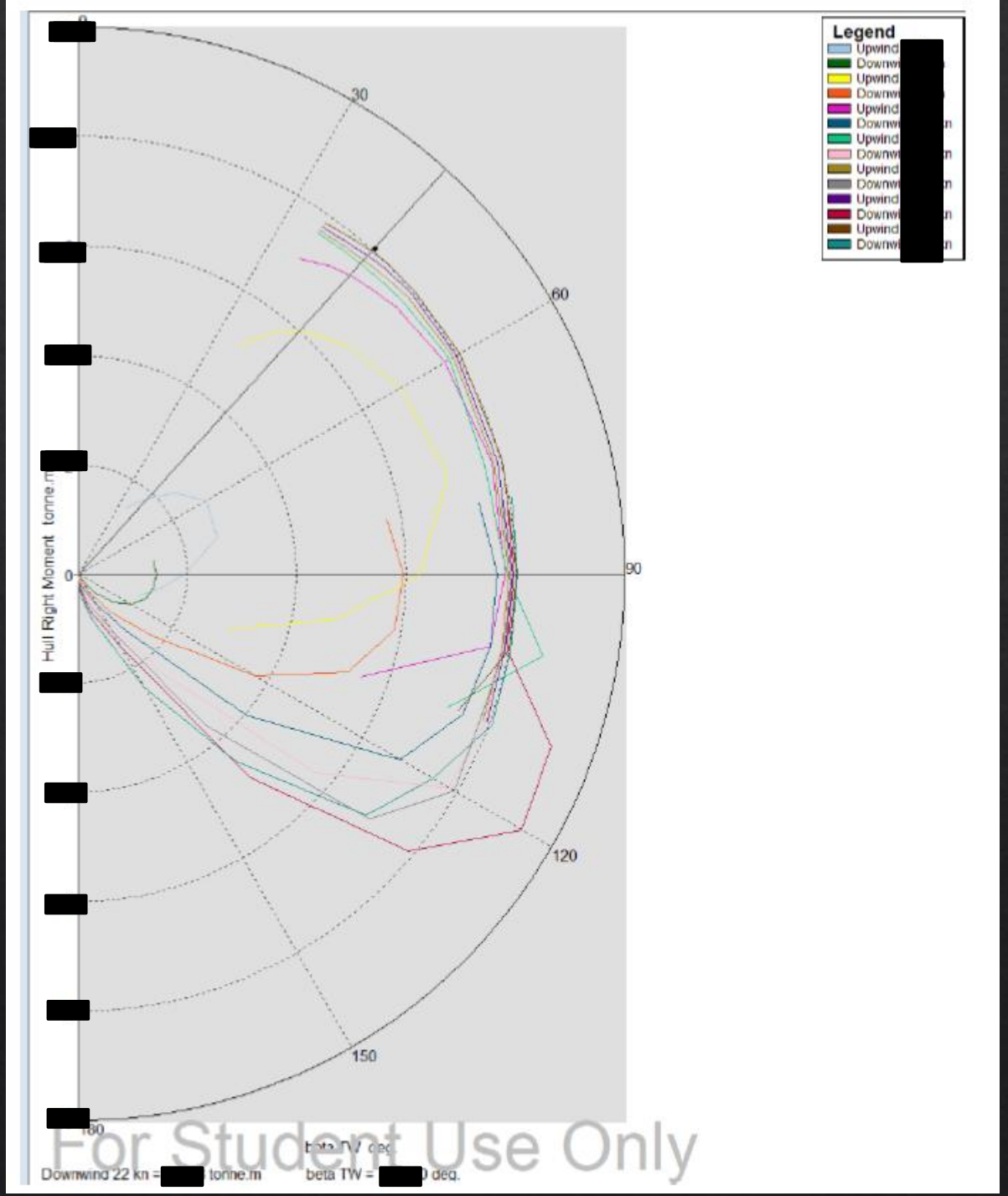


Ilustración 148. Resultados Cubierta



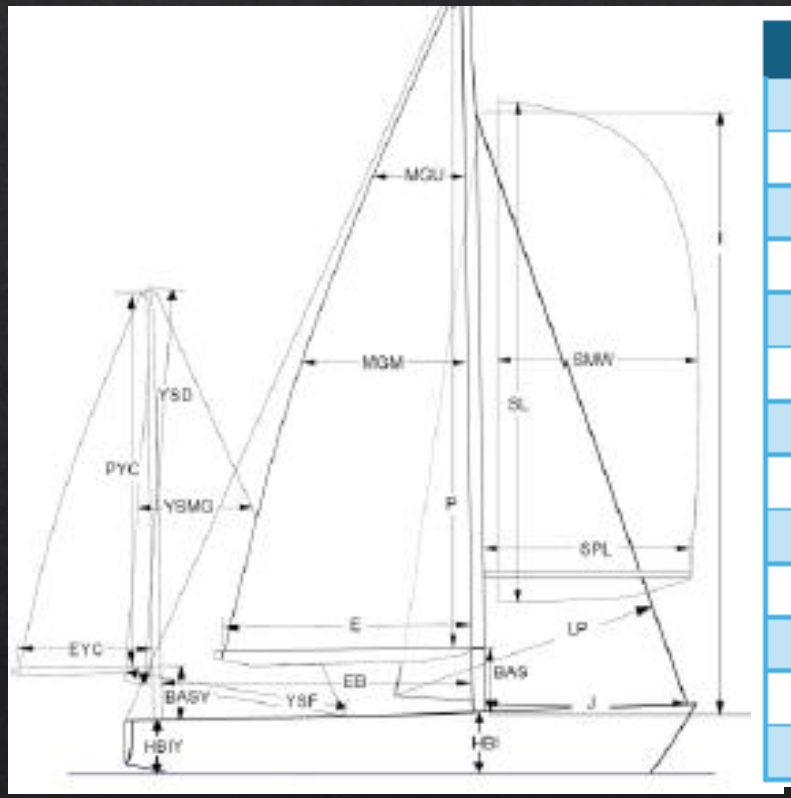
For Student Use Only

Polar del momento adrizante del casco en toneladas por metro según las distintas condiciones de navegación

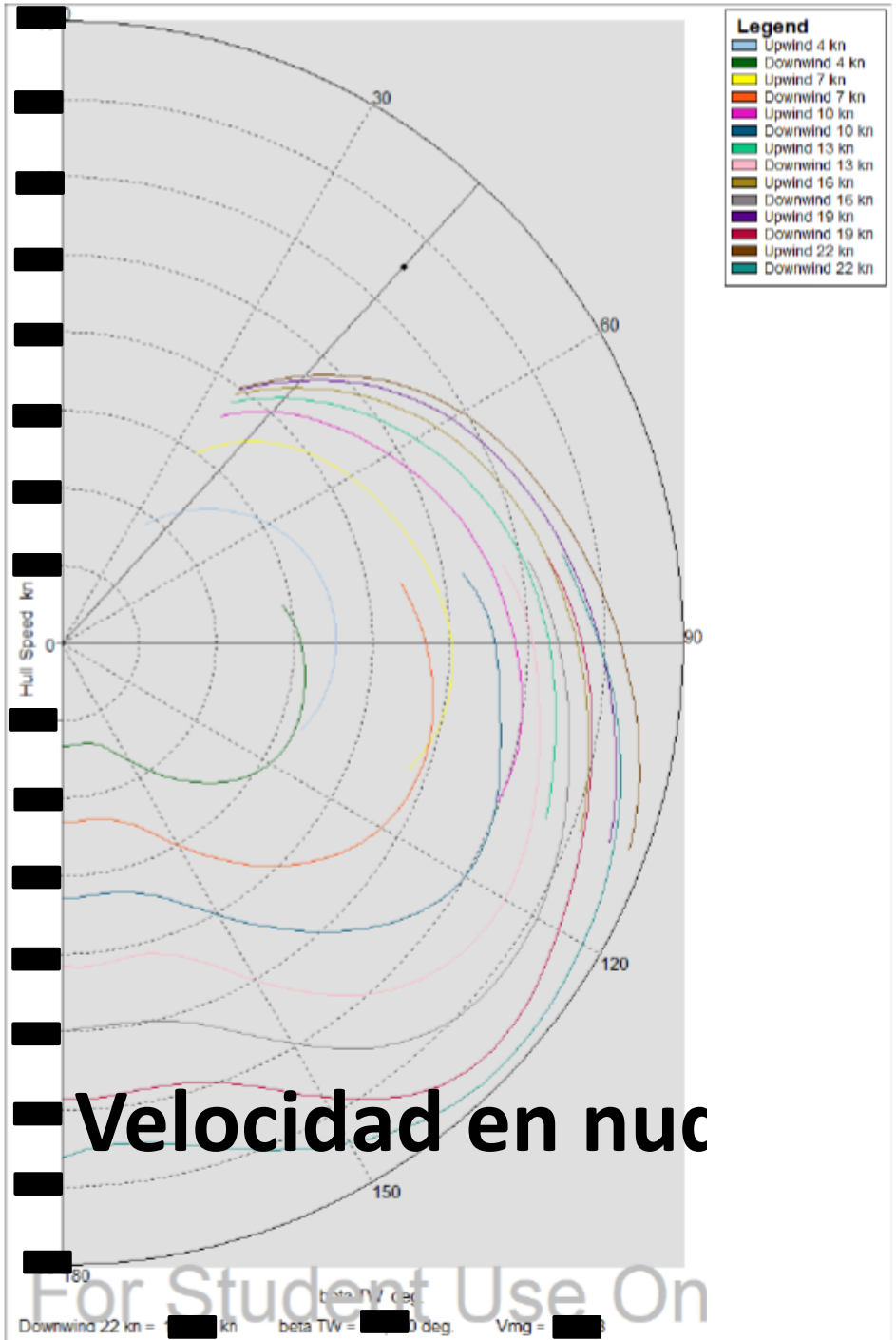


For Student Use Only

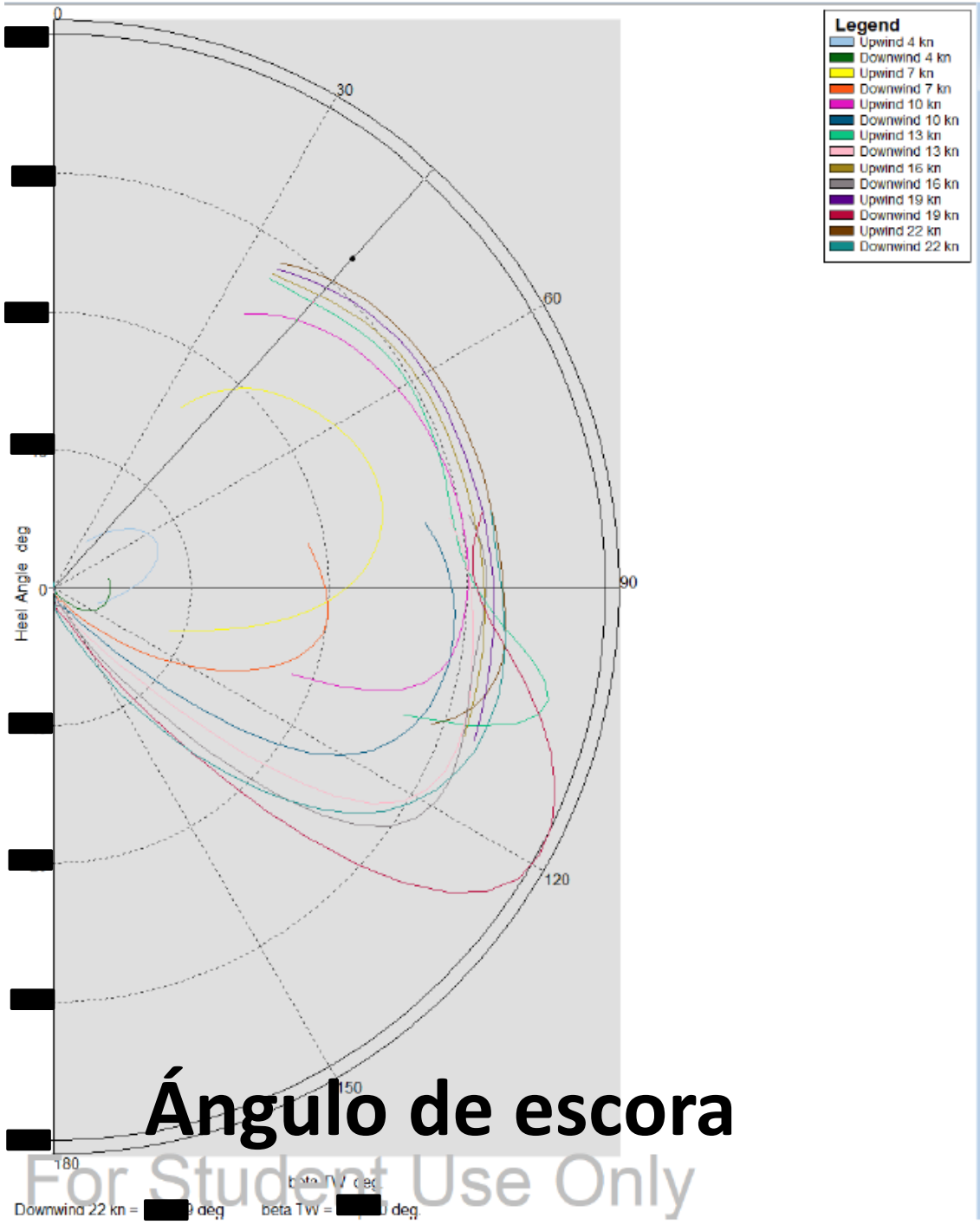
Polares y VPP



Parámetro	Valor [metros]
E	7
I	19,72
J	6,2
P	20,4
E	7
LP	6,3
HBI	1,3
SMW	9
SL	22,4
SPL	9
MGM	4,5
MGU	3
BAS	2,13



Velocidad en nuc



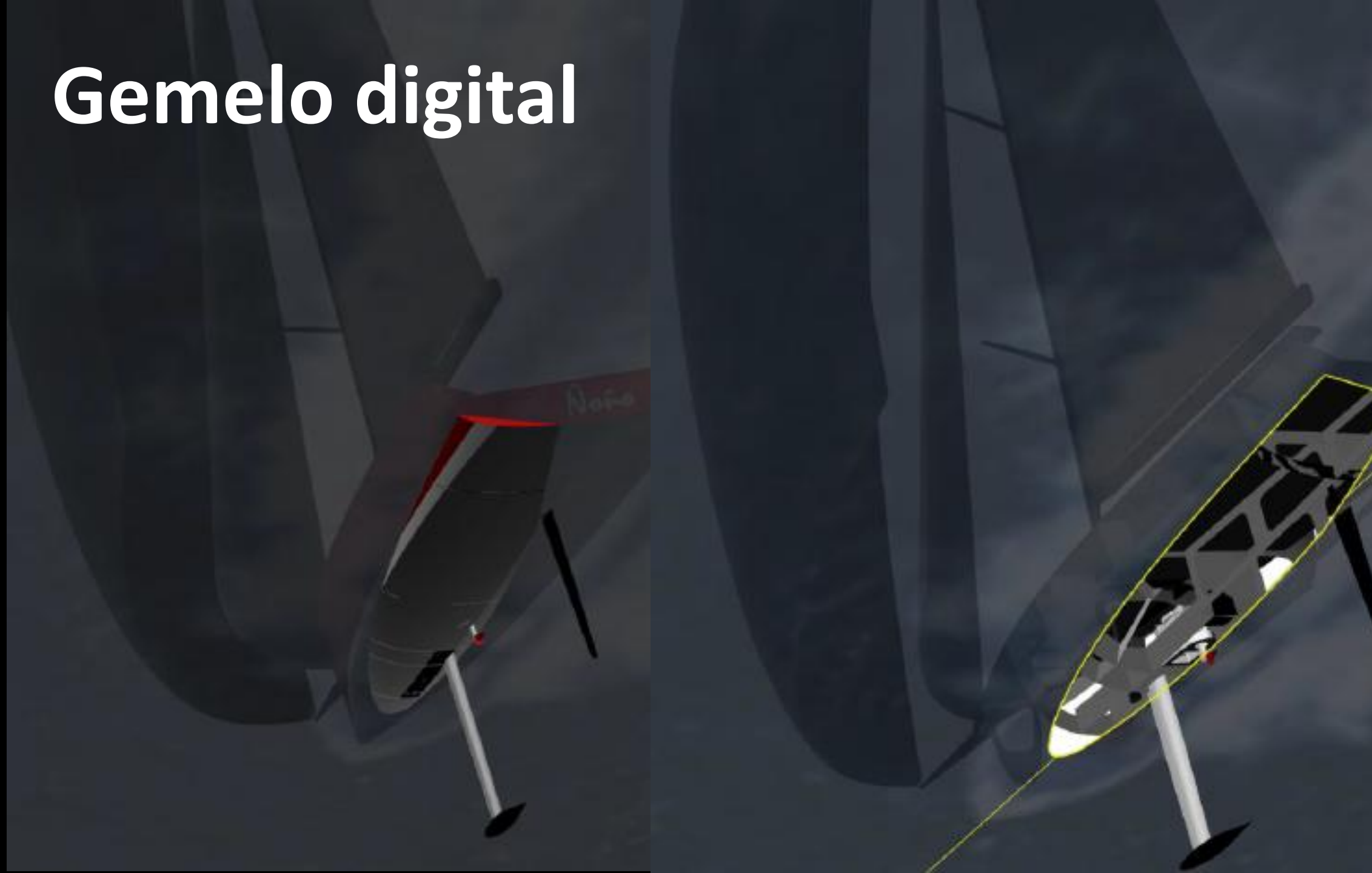
Ángulo de escora

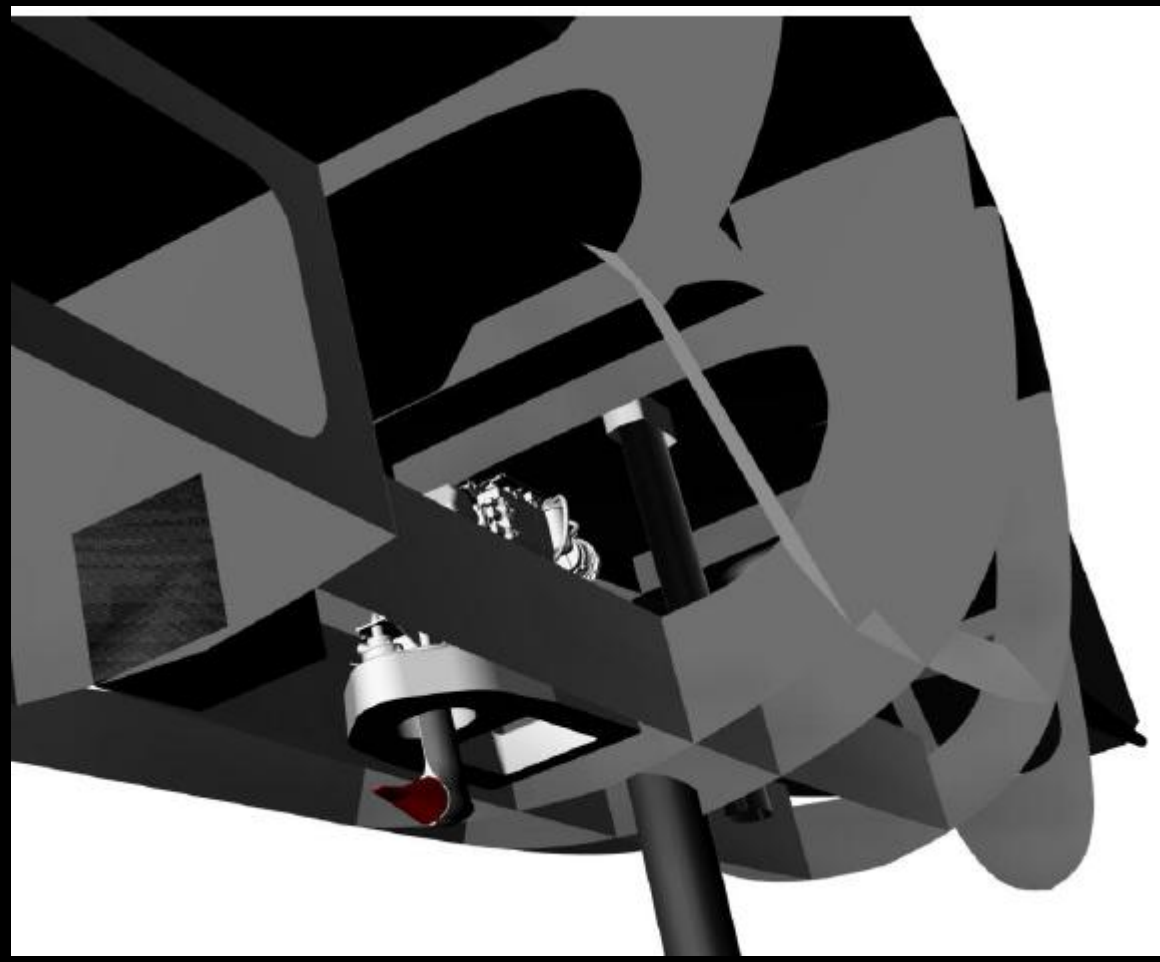
For Student Use On
For Student Use Only

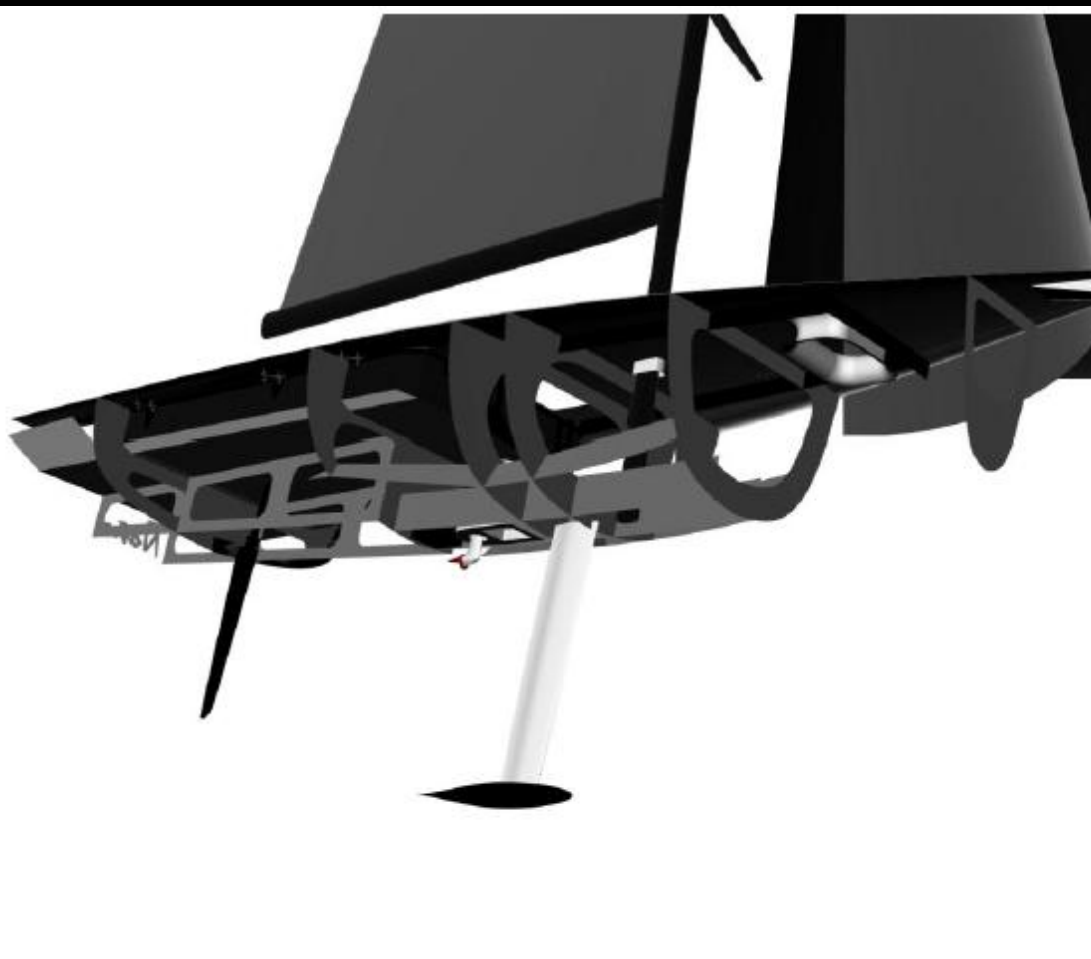
Gemelo digital

Gemelo digital

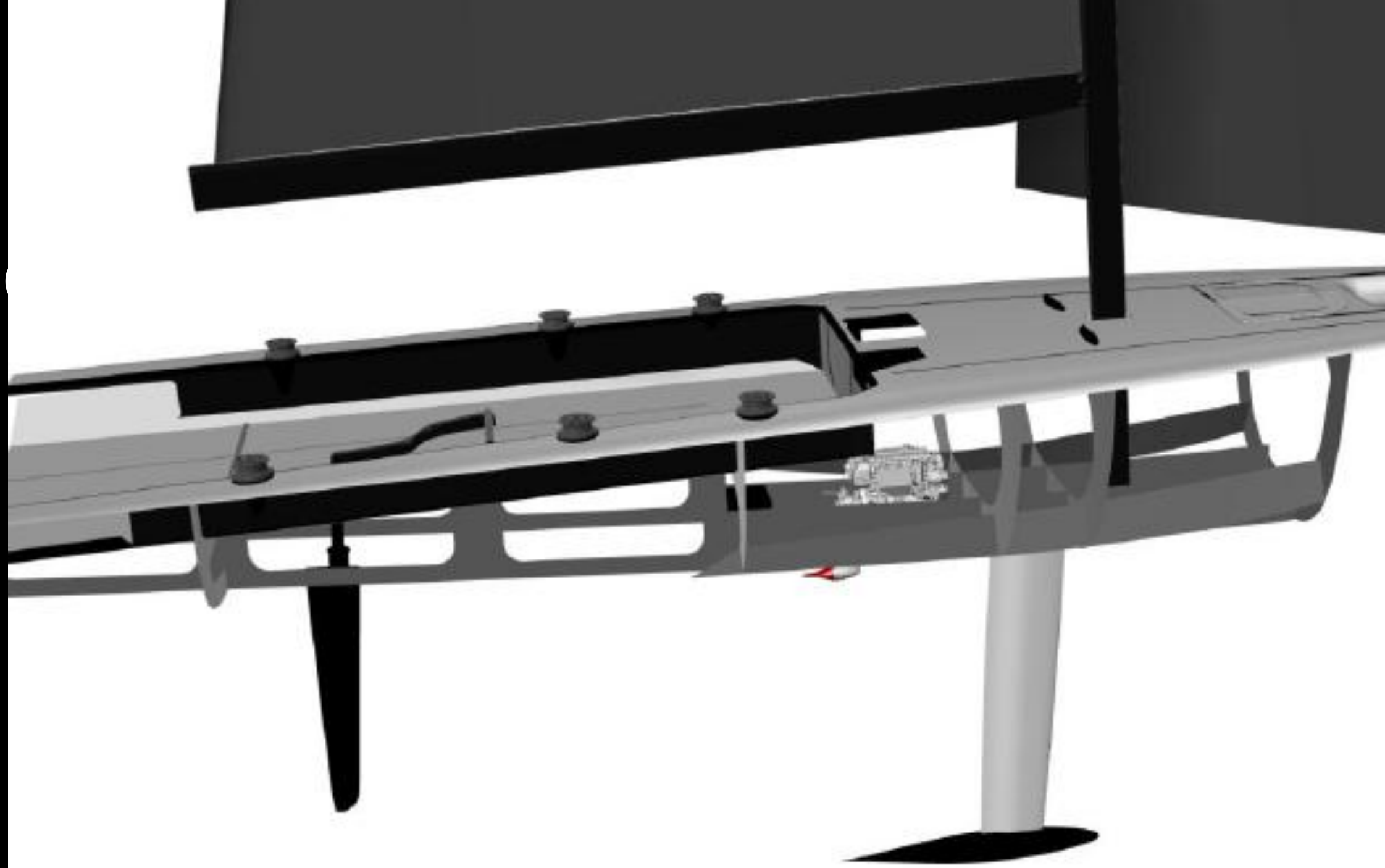
Gemelo digital







Gemelo digital



Construcción

Bevel mount

Válvula de control del sistema hidráulico

Conclusiones

- Los barcos de la clase TP52 son barcos muy extremos, por sus características dimensionales del casco y de pesos respecto a la eslora y superficie vélica que tiene. Es el mayor circuito de regatas inshore anual del mundo sin hándicap.
- A nivel constructivos, el detallado al ser tan extenso, hacen de proyectos como este una labor muy tediosa y compleja técnicamente.
- Estos barcos se caracterizan por ser muy dispares a la hora de la disposición de los equipos y sistemas a bordo. A diferencia de otros barcos de la clase, los sistemas de este barco tendrán que ser mediante cabos, necesitando mucho ingenio a la hora de desarrollarse, pero siendo los mas fiables de todos puesto que no requieren casi mantenimiento.

Resultados:

- En el estudio estructural, se han localizado las zonas críticas que requieren refuerzos locales
- Las graficas polares obtenidas, confirman que sería un barco muy competitivo si se construyese debido a que está por encima de los valores de velocidad normales que suelen tener los barcos de esta clase en ciertas condiciones de viento.