

Memoria de calculo de escantillonado

Norma de referencia: ISO 12215-5:2019 + ISO 12215-7:2020 **Generado:** 2026-08-26 18:37

> **AVISO IMPORTANTE — LEER ANTES DE USAR ESTE DOCUMENTO** > > Este documento es una **memoria de calculo tecnica** generada por el programa AF Escantillonado a partir del "Metodo 1 (Simplificado)" de ISO 12215-5:2019 (y, cuando aplica, ISO 12215-7:2020 para multicascos), usando los datos introducidos por el usuario. Cada formula del motor de calculo cita en el codigo fuente la tabla o clausula exacta de la norma de la que procede, de forma que el calculo es trazable y auditable. > > **Este software NO es un Organismo Notificado ni una sociedad de clasificacion, y este documento NO constituye por si mismo un certificado CE / RCD 2013/53/UE.** La obtencion de la certificacion de una embarcacion de recreo requiere, segun la categoria de diseno: > > - Categorias C y D: autocertificacion por el fabricante (modulo A), apoyandose en documentacion tecnica como esta. > - Categorias A y B (y determinadas B/C segun eslora): intervencion obligatoria de un Organismo Notificado. > > El fabricante/proyectista sigue siendo el unico responsable de verificar que los datos de entrada son correctos, de que el metodo simplificado es aplicable a su diseno concreto (ver limitaciones al final de este documento) y de la idoneidad final del escantillonado. Se recomienda una revision por un ingeniero naval colegiado antes de presentar este documento a un Organismo Notificado o autoridad.

> **CASCO MULTIPLE** > > Este proyecto es un catamaran. Las presiones de diseno se han calculado segun ISO 12215-7:2020 (Tablas 5 a 8) en combinacion con ISO 12215-5:2019 para el escantillonado local de paneles y refuerzos, tal y como especifica la propia ISO 12215-7. Revise igualmente el aviso de limitaciones (seccion 5).

1. Datos generales de la embarcacion

- Categoria de diseno: **C** (kDC (factor de categoria, Tabla 6) = 0.60)
- Propulsion: **motor**
- Tipo de casco: **catamaran**
- LH = 10.60 m, LWL = 9.86 m, BH = 1.15 m, Dmax = 1.60 m, TC = 0.55 m
- MLDC = 5800 kg, VN = 18.0 kn, BETA04 = 20.0 deg

2. Paneles de casco, cubierta y superestructura

12 elementos — 12 cumplen, 0 NO cumplen

ID	Zona	P diseño (kN/m2)	t/W req.	t/W real	Aprov.	Estado
FONDO-POPA	bottom	15.80	4.45 mm	4.50 mm	101%	OK
COSTADO-EXT-POPA	side	11.30	3.76 mm	4.00 mm	106%	OK
CUBIERTA-POPA	deck	5.00	2.50 mm	3.00 mm	120%	OK
FONDO-MEDIA	bottom	30.69	6.20 mm	6.50 mm	105%	OK
COSTADO-EXT-MEDIA	side	22.51	5.31 mm	5.50 mm	104%	OK
CUBIERTA-MEDIA	deck	7.24	3.01 mm	3.50 mm	116%	OK
FONDO-PROA	bottom	35.65	6.68 mm	7.00 mm	105%	OK
COSTADO-EXT-PROA	side	27.64	5.89 mm	6.00 mm	102%	OK
CUBIERTA-PROA	deck	9.17	3.39 mm	3.50 mm	103%	OK
COSTADO-INT-MEDIA	side	14.82	4.31 mm	4.50 mm	104%	OK

ID	Zona	P diseño (kN/m ²)	t/W req.	t/W real	Aprov.	Estado
CUBMOJADA-POPAMEDIA	wetdeck	10.41	3.61 mm	4.00 mm	111%	OK
CUBMOJADA-MEDIAPROA	wetdeck	13.10	4.05 mm	4.50 mm	111%	OK

Detalle:

- **FONDO-POPA:** Panel FONDO-POPA (bottom): $p_d=15.8$ kN/m²; espesor real=4.50 mm, minimo exigido=4.45 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **COSTADO-EXT-POPA:** Panel COSTADO-EXT-POPA (side): $p_d=11.3$ kN/m²; espesor real=4.00 mm, minimo exigido=3.76 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **CUBIERTA-POPA:** Panel CUBIERTA-POPA (deck): $p_d=5.0$ kN/m²; espesor real=3.00 mm, minimo exigido=2.50 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **FONDO-MEDIA:** Panel FONDO-MEDIA (bottom): $p_d=30.7$ kN/m²; espesor real=6.50 mm, minimo exigido=6.20 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **COSTADO-EXT-MEDIA:** Panel COSTADO-EXT-MEDIA (side): $p_d=22.5$ kN/m²; espesor real=5.50 mm, minimo exigido=5.31 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **CUBIERTA-MEDIA:** Panel CUBIERTA-MEDIA (deck): $p_d=7.2$ kN/m²; espesor real=3.50 mm, minimo exigido=3.01 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **FONDO-PROA:** Panel FONDO-PROA (bottom): $p_d=35.7$ kN/m²; espesor real=7.00 mm, minimo exigido=6.68 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **COSTADO-EXT-PROA:** Panel COSTADO-EXT-PROA (side): $p_d=27.6$ kN/m²; espesor real=6.00 mm, minimo exigido=5.89 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **CUBIERTA-PROA:** Panel CUBIERTA-PROA (deck): $p_d=9.2$ kN/m²; espesor real=3.50 mm, minimo exigido=3.39 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **COSTADO-INT-MEDIA:** Panel COSTADO-INT-MEDIA (side): $p_d=14.8$ kN/m²; espesor real=4.50 mm, minimo exigido=4.31 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **CUBMOJADA-POPAMEDIA:** Panel CUBMOJADA-POPAMEDIA (wetdeck): $p_d=10.4$ kN/m²; espesor real=4.00 mm, minimo exigido=3.61 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.
- **CUBMOJADA-MEDIAPROA:** Panel CUBMOJADA-MEDIAPROA (wetdeck): $p_d=13.1$ kN/m²; espesor real=4.50 mm, minimo exigido=4.05 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa) -> OK.

3. Mamparos y tanques

3 elementos — 3 cumplen, 0 NO cumplen

ID	Zona	P diseño (kN/m ²)	t/W req.	t/W real	Aprov.	Estado
MAMPARO-COLISION	bulkhead	11.20	12.20 mm	12.50 mm	102%	OK
MAMPARO-ESTANCO	bulkhead	11.20	12.20 mm	12.50 mm	102%	OK
MAMPARO-TANQUE	tank	10.00	9.22 mm	9.50 mm	103%	OK

Detalle:

- **MAMPARO-COLISION:** Mamparo MAMPARO-COLISION (collision): $p_d=11.2$ kN/m²; espesor real=12.50 mm, minimo exigido=12.20 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa, $h_B=1.60$ m) -> OK.

- **MAMPARO-ESTANCO:** Mamparo MAMPARO-ESTANCO (watertight): $p_d=11.2$ kN/m²; espesor real=12.50 mm, minimo exigido=12.20 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa, $hB=1.60$ m) -> OK.
- **MAMPARO-TANQUE:** Mamparo MAMPARO-TANQUE (tank): $p_d=10.0$ kN/m²; espesor real=9.50 mm, minimo exigido=9.22 mm ($\sigma_d=42.8$ MPa, $hB=1.00$ m) -> OK.

4. Refuerzos (baos, cuadernas, longitudinales)

14 elementos — 14 cumplen, 0 NO cumplen

ID	Zona	P diseño (kN/m ²)	t/W req.	t/W real	Aprov.	Estado
CUAD-TRANS-FONDO-MEDIA	bottom	30.69	3.7 cm ³	4.2 cm ³	114%	OK
LONG-FONDO-MEDIA	bottom	30.69	5.2 cm ³	6.0 cm ³	115%	OK
VARENG-TRANS-COSTADO-MEDIA	side	19.58	2.3 cm ³	2.7 cm ³	114%	OK
LONG-COSTADO-MEDIA	side	19.76	3.4 cm ³	3.4 cm ³	100%	OK
BAO-TRANS-CUBIERTA-MEDIA	deck	5.00	0.6 cm ³	0.7 cm ³	112%	OK
LONG-CUBIERTA-MEDIA	deck	5.00	0.9 cm ³	1.0 cm ³	122%	OK
CUAD-TRANS-FONDO-PROA	bottom	35.65	4.3 cm ³	5.0 cm ³	118%	OK
LONG-FONDO-PROA	bottom	35.65	6.1 cm ³	7.0 cm ³	116%	OK
VARENG-TRANS-COSTADO-PROA	side	24.44	2.9 cm ³	3.4 cm ³	116%	OK
LONG-COSTADO-PROA	side	24.64	4.2 cm ³	5.0 cm ³	120%	OK
BAO-TRANS-CUBIERTA-PROA	deck	5.91	0.7 cm ³	1.0 cm ³	148%	OK
LONG-CUBIERTA-PROA	deck	6.11	1.0 cm ³	1.5 cm ³	144%	OK
BAO-TRANS-CUBMOJADA-MEDIA	wetdeck	10.50	1.3 cm ³	1.5 cm ³	120%	OK
VAGRA-LONG-CUBMOJADA-MEDIA	wetdeck	10.50	1.8 cm ³	2.0 cm ³	114%	OK

Detalle:

- **CUAD-TRANS-FONDO-MEDIA:** Refuerzo CUAD-TRANS-FONDO-MEDIA (bottom, flat_bar, apoyo FF): $p_d=30.7$ kN/m²; $F_d=2685$ N; $M_d=156.57$ Nm; $W_{real}=4.2$ cm³, $W_{req}=3.7$ cm³; $\tau=5.4$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **LONG-FONDO-MEDIA:** Refuerzo LONG-FONDO-MEDIA (bottom, flat_bar, apoyo FF): $p_d=30.7$ kN/m²; $F_d=2685$ N; $M_d=223.68$ Nm; $W_{real}=6.0$ cm³, $W_{req}=5.2$ cm³; $\tau=4.5$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **VARENG-TRANS-COSTADO-MEDIA:** Refuerzo VARENG-TRANS-COSTADO-MEDIA (side, flat_bar, apoyo FF): $p_d=19.6$ kN/m²; $F_d=1714$ N; $M_d=99.92$ Nm; $W_{real}=2.7$ cm³, $W_{req}=2.3$ cm³; $\tau=4.3$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **LONG-COSTADO-MEDIA:** Refuerzo LONG-COSTADO-MEDIA (side, flat_bar, apoyo FF): $p_d=19.8$ kN/m²; $F_d=1729$ N; $M_d=144.03$ Nm; $W_{real}=3.4$ cm³, $W_{req}=3.4$ cm³; $\tau=3.8$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **BAO-TRANS-CUBIERTA-MEDIA:** Refuerzo BAO-TRANS-CUBIERTA-MEDIA (deck, flat_bar, apoyo FF): $p_d=5.0$ kN/m²; $F_d=438$ N; $M_d=25.51$ Nm; $W_{real}=0.7$ cm³, $W_{req}=0.6$ cm³; $\tau=2.2$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.

- **LONG-CUBIERTA-MEDIA:** Refuerzo LONG-CUBIERTA-MEDIA (deck, flat_bar, apoyo FF): $p_d=5.0$ kN/m²; $F_d=438$ N; $M_d=36.44$ Nm; $W_{real}=1.0$ cm³, $W_{req}=0.9$ cm³; $\tau=1.8$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **CUAD-TRANS-FONDO-PROA:** Refuerzo CUAD-TRANS-FONDO-PROA (bottom, flat_bar, apoyo FF): $p_d=35.7$ kN/m²; $F_d=3120$ N; $M_d=181.91$ Nm; $W_{real}=5.0$ cm³, $W_{req}=4.3$ cm³; $\tau=5.7$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **LONG-FONDO-PROA:** Refuerzo LONG-FONDO-PROA (bottom, flat_bar, apoyo FF): $p_d=35.7$ kN/m²; $F_d=3120$ N; $M_d=259.87$ Nm; $W_{real}=7.0$ cm³, $W_{req}=6.1$ cm³; $\tau=4.8$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **VARENG-TRANS-COSTADO-PROA:** Refuerzo VARENG-TRANS-COSTADO-PROA (side, flat_bar, apoyo FF): $p_d=24.4$ kN/m²; $F_d=2139$ N; $M_d=124.72$ Nm; $W_{real}=3.4$ cm³, $W_{req}=2.9$ cm³; $\tau=4.8$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **LONG-COSTADO-PROA:** Refuerzo LONG-COSTADO-PROA (side, flat_bar, apoyo FF): $p_d=24.6$ kN/m²; $F_d=2156$ N; $M_d=179.58$ Nm; $W_{real}=5.0$ cm³, $W_{req}=4.2$ cm³; $\tau=3.9$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **BAO-TRANS-CUBIERTA-PROA:** Refuerzo BAO-TRANS-CUBIERTA-PROA (deck, flat_bar, apoyo FF): $p_d=5.9$ kN/m²; $F_d=517$ N; $M_d=30.17$ Nm; $W_{real}=1.0$ cm³, $W_{req}=0.7$ cm³; $\tau=2.1$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **LONG-CUBIERTA-PROA:** Refuerzo LONG-CUBIERTA-PROA (deck, flat_bar, apoyo FF): $p_d=6.1$ kN/m²; $F_d=535$ N; $M_d=44.54$ Nm; $W_{real}=1.5$ cm³, $W_{req}=1.0$ cm³; $\tau=1.8$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **BAO-TRANS-CUBMOJADA-MEDIA:** Refuerzo BAO-TRANS-CUBMOJADA-MEDIA (wetdeck, flat_bar, apoyo FF): $p_d=10.5$ kN/m²; $F_d=919$ N; $M_d=53.57$ Nm; $W_{real}=1.5$ cm³, $W_{req}=1.3$ cm³; $\tau=3.1$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.
- **VAGRA-LONG-CUBMOJADA-MEDIA:** Refuerzo VAGRA-LONG-CUBMOJADA-MEDIA (wetdeck, flat_bar, apoyo FF): $p_d=10.5$ kN/m²; $F_d=919$ N; $M_d=76.53$ Nm; $W_{real}=2.0$ cm³, $W_{req}=1.8$ cm³; $\tau=2.6$ MPa vs $\tau_d=38.5$ MPa (OK cortante) -> OK.

5. Limitaciones conocidas de esta implementacion

- **P_SMP (costado en planeo):** se aproxima con altura de pantoque $Z_C = 0$. Puede ser conservadora o no; revisar manualmente en diseños de planeo criticos.
- **Z_SDA (altura real de cubierta):** se asume igual a Z_{SDT} (Tabla 3) salvo indicacion contraria del usuario.
- **kSLS:** por defecto 1 salvo que se facilite $GZ_{max} < 60$ (Tabla 11).
- **Modulo resistente de piel de sandwich:** aproximacion $SM = t \times d$, no la derivacion completa del Anexo E.
- **Esbeltez de refuerzos (Tabla A.12):** no se comprueba.
- **Ancho de plancha asociada del refuerzo (b_e, Tabla A.11):** no se modeliza (lado conservador).
- **Metodos 2 a 6 de ISO 12215-5** (analisis capa a capa, elementos finitos, ensayo): fuera de alcance; solo se implementa el Metodo 1 (Simplificado), que es el metodo generalmente aceptado por Organismos Notificados para diseños convencionales.
- **ISO 12215-9 (aparejos) e ISO 12215-10 (ventanas/escotillas/portas):** no implementadas — deben verificarse por separado.
- **Timones (ISO 12215-8):** modulo independiente, ver pestaña de timones si esta activada en esta version.

- **MULTICASCO — astilla muerta local β_x :** se aproxima con BETA04 (global) para el factor kDR de fondo de planeo.
- **MULTICASCO — modo planeo/desplazamiento (motor):** se calculan SIEMPRE ambas tablas (6 y 7) y se toma la presión mayor, sin exigir declarar si el multicasco planea (mas conservador).
- **MULTICASCO — TRIMARAN:** los flotadores laterales (Tabla 8) reutilizan las referencias de altura del casco central en vez de su propia geometría (Figuras 2d-2f) — revisar manualmente.
- **MULTICASCO — Capítulo 12 de ISO 12215-7 (CARGAS GLOBALES: carga diagonal, jarcia, pantocazo de proa, flexión/torsión de los brazos de unión entre cascos): NO implementado.** Es un análisis estructural GLOBAL independiente del escantillado local de paneles/refuerzos que si calcula este programa. Un multicasco real necesita AMBOS análisis — encargue el Capítulo 12 a un ingeniero naval con experiencia en multicascos antes de construir.

6. Alcance de la norma aplicado

ISO 12215-5:2019 Metodo 1 (Simplificado): Tablas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17 y Anexo A (clausulas A.2 a A.10). ISO 12215-7:2020: Tablas 5 a 8 (presiones de multicasco) y clausulas de escantillado local aplicables.