ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS DE ESPAÑA

GHENOVA
ENGINEERING THE FUTURE




# EL PROYECTO DE UN BUQUE ESCUELA A VELA

# ESPAÑA Y LOS BUQUES ESCUELA A VELA

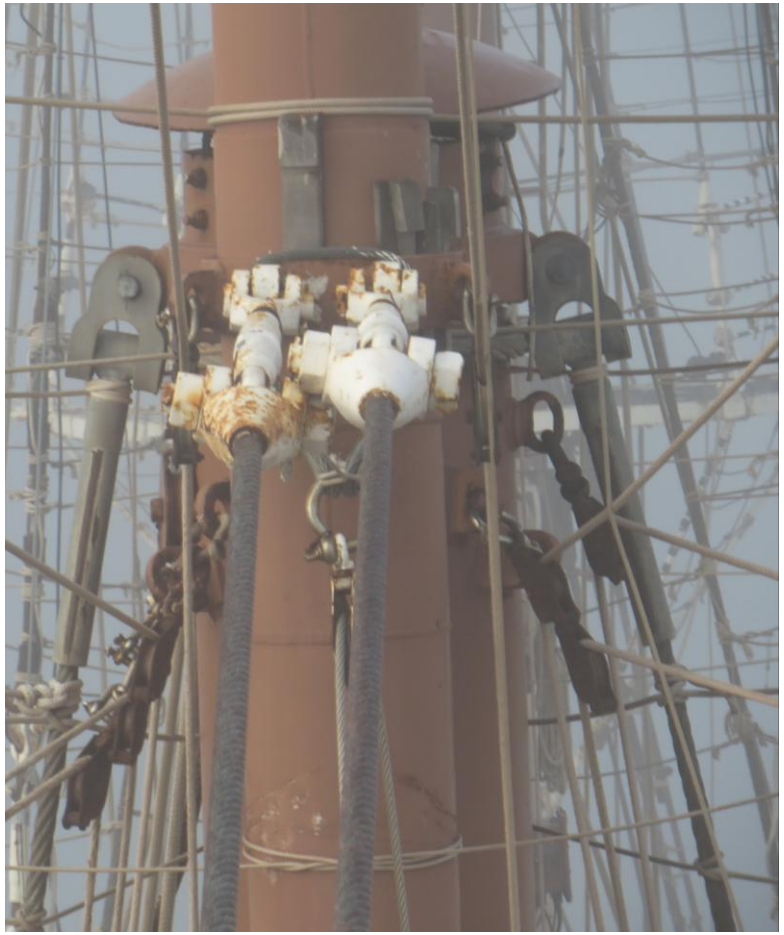




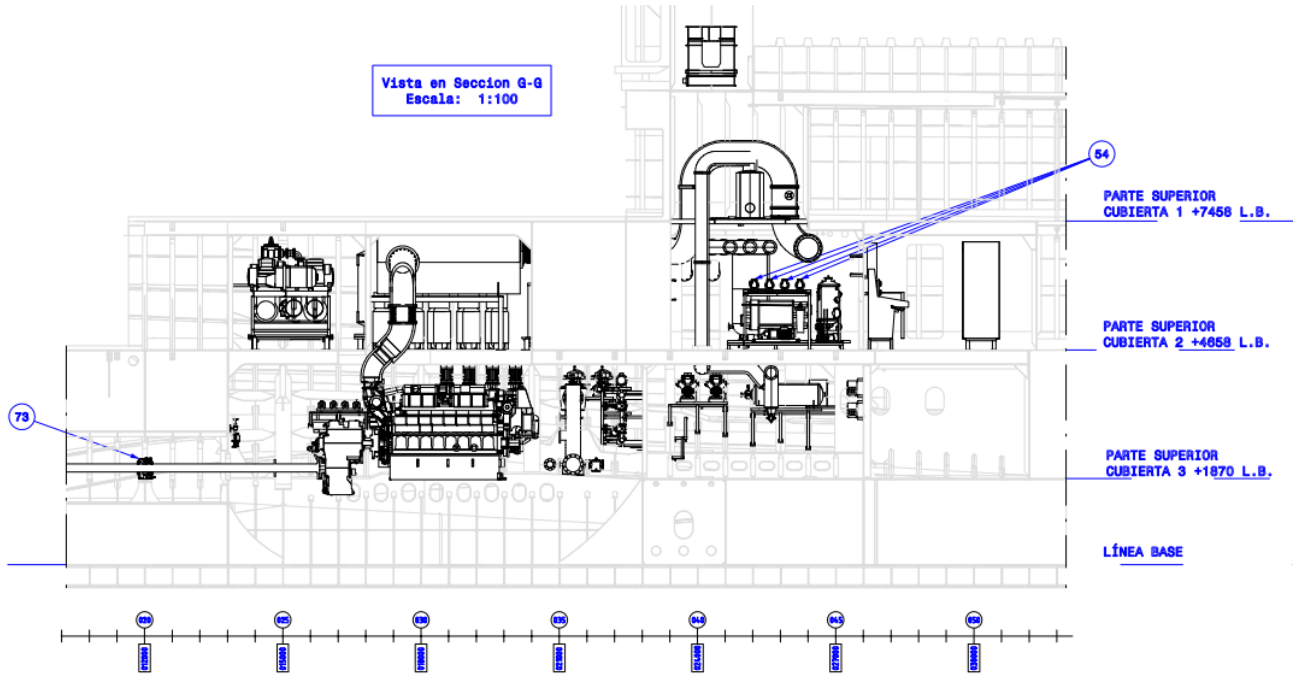
CORWITH CRAMER

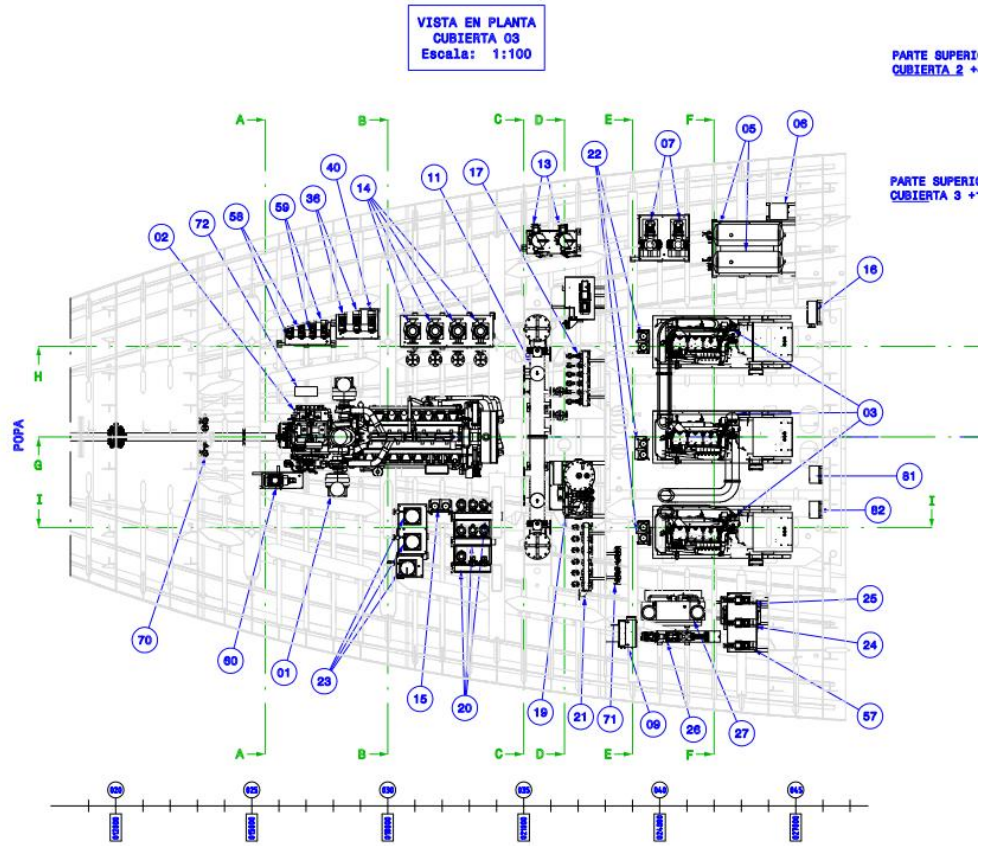
# Aspectos a tener en cuenta:

- Se trata de un buque, por lo que tiene que ser **Autónomo**.
- Debe tener **Seguridad** en la navegación.
- Habitabilidad para **Oficiales, Cadetes y Tripulación** mixta.
- Es un **Aula Flotante**, debe tener zonas de formación.
- Es una **Representación del País**, debe tener zonas para exhibiciones.
- Es una **Embajada Flotante**, debe tener zonas para recepciones.
- Es un buque que va a **Navegar a Vela** la mayor parte del tiempo.



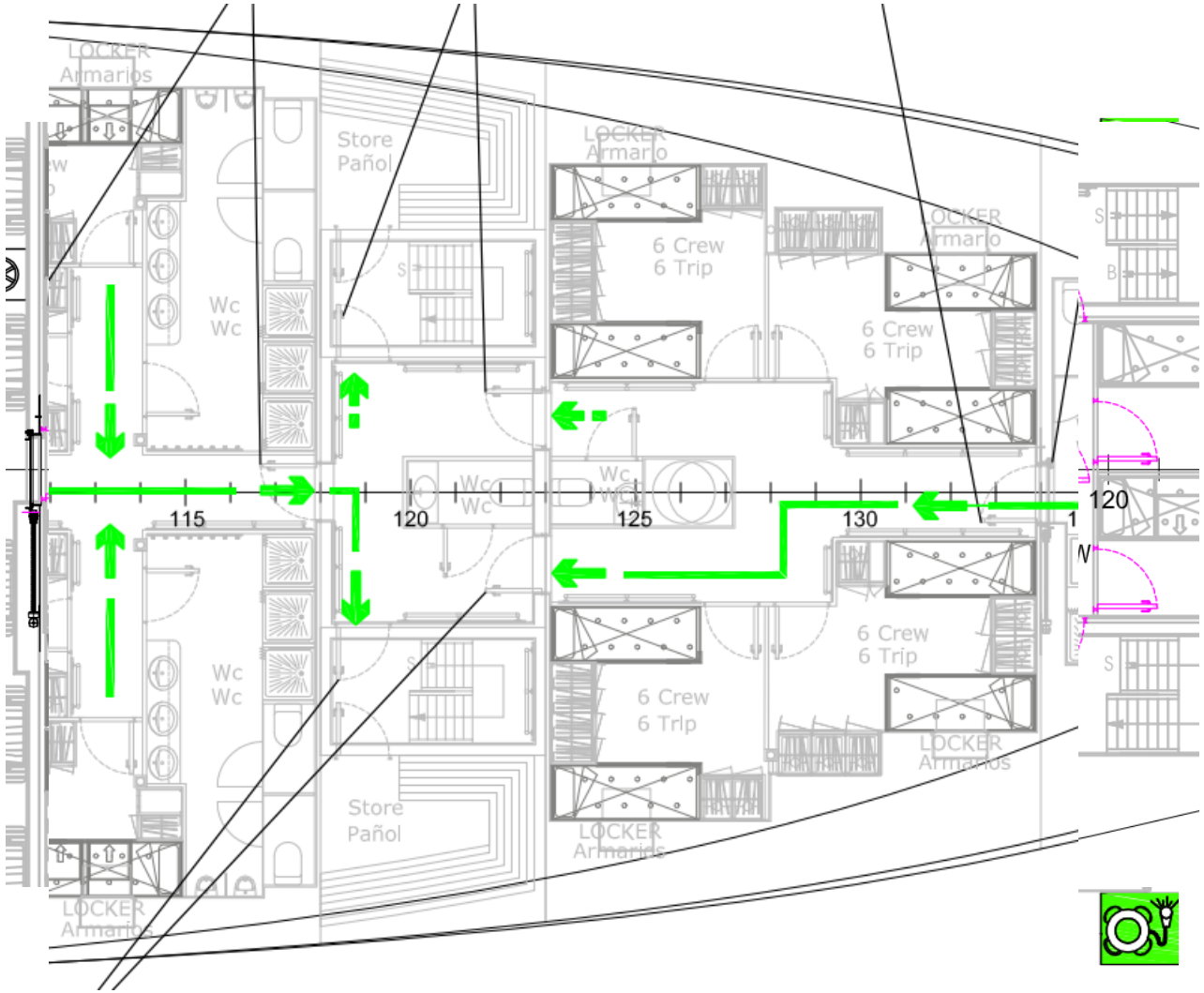
# Debe ser un buque autónomo:



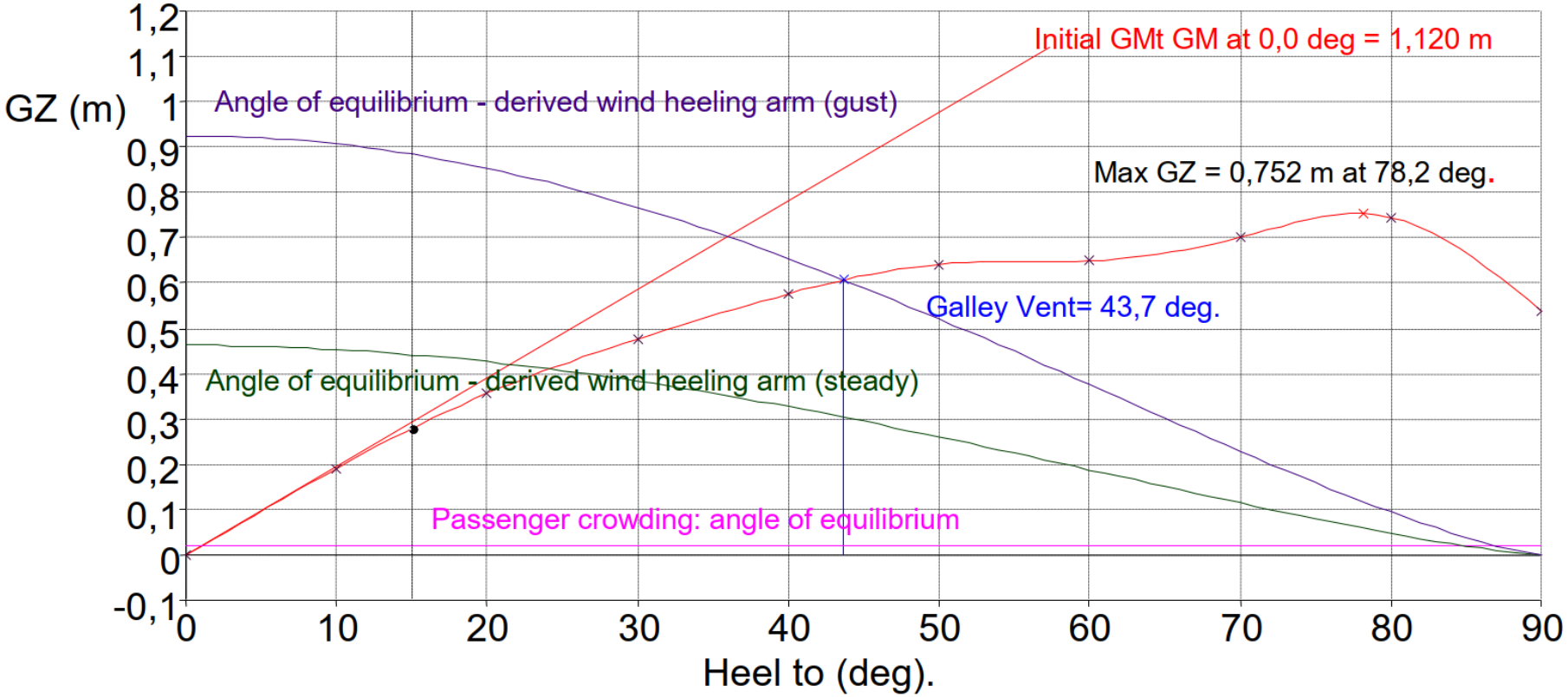
# Seguridad en navegación:

- Estructura adecuada y calculada de acuerdo con las Reglas de una SC.
- Resistencia estructural al fuego.
- Equipo de salvamento.
- Equipos contraincendios.
- Rutas de escape y evacuación.

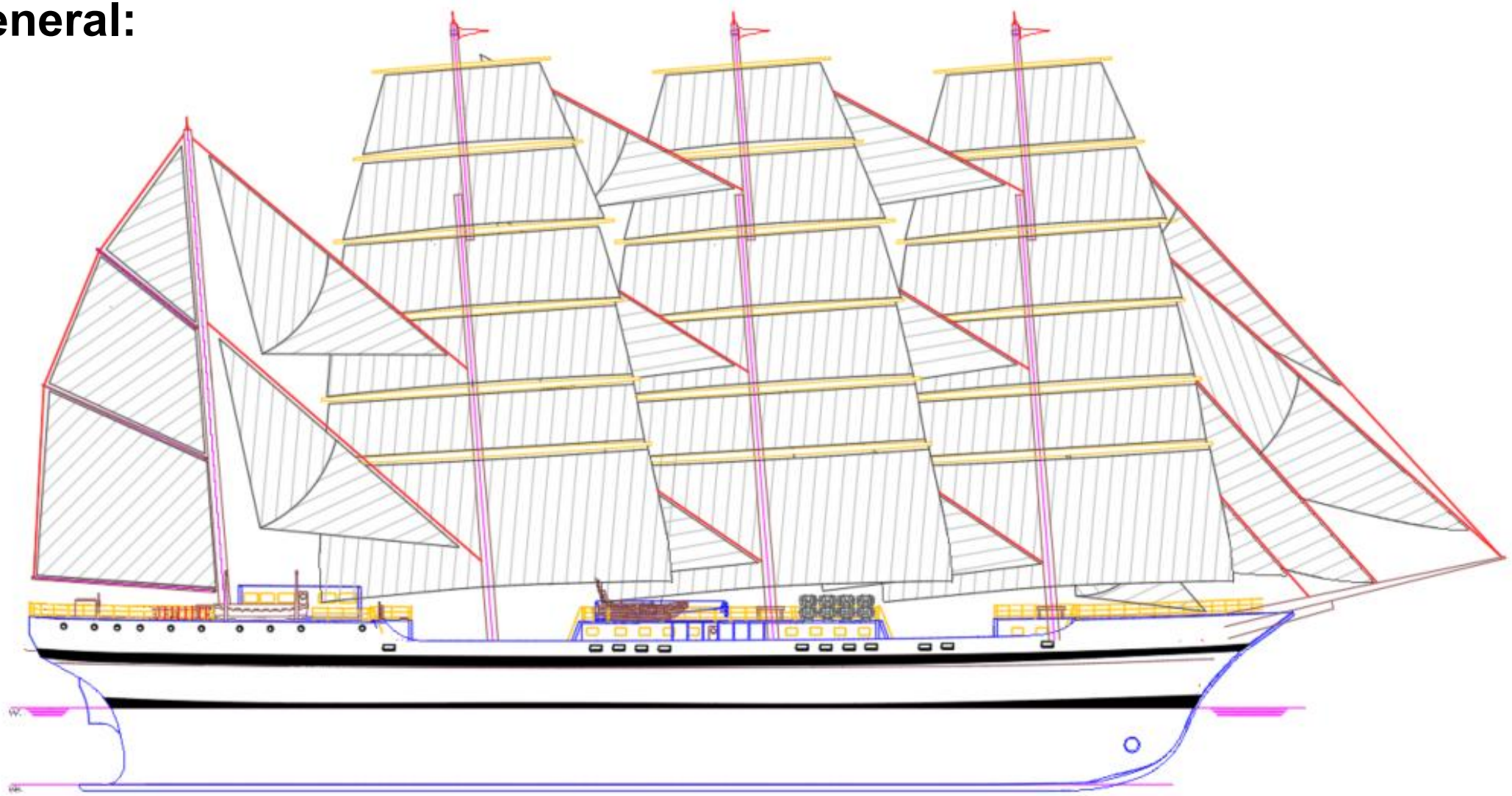


# Seguridad en navegación:

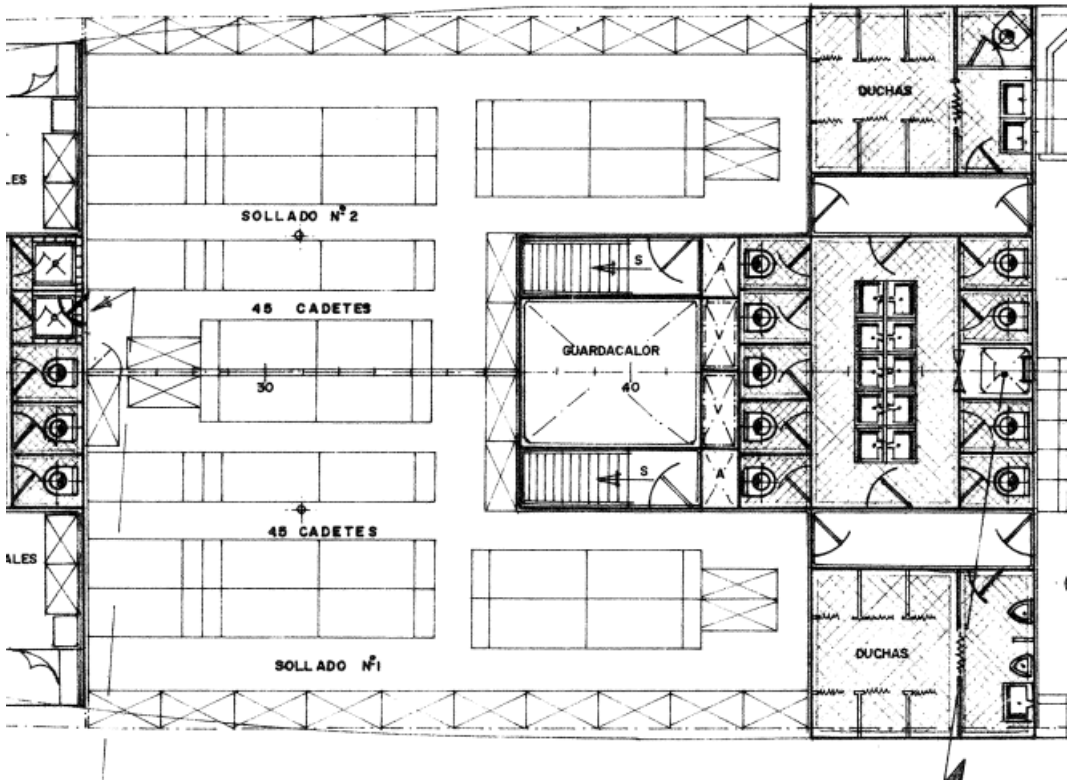
- Estabilidad teniendo en cuenta el efecto de las velas y la tripulación.

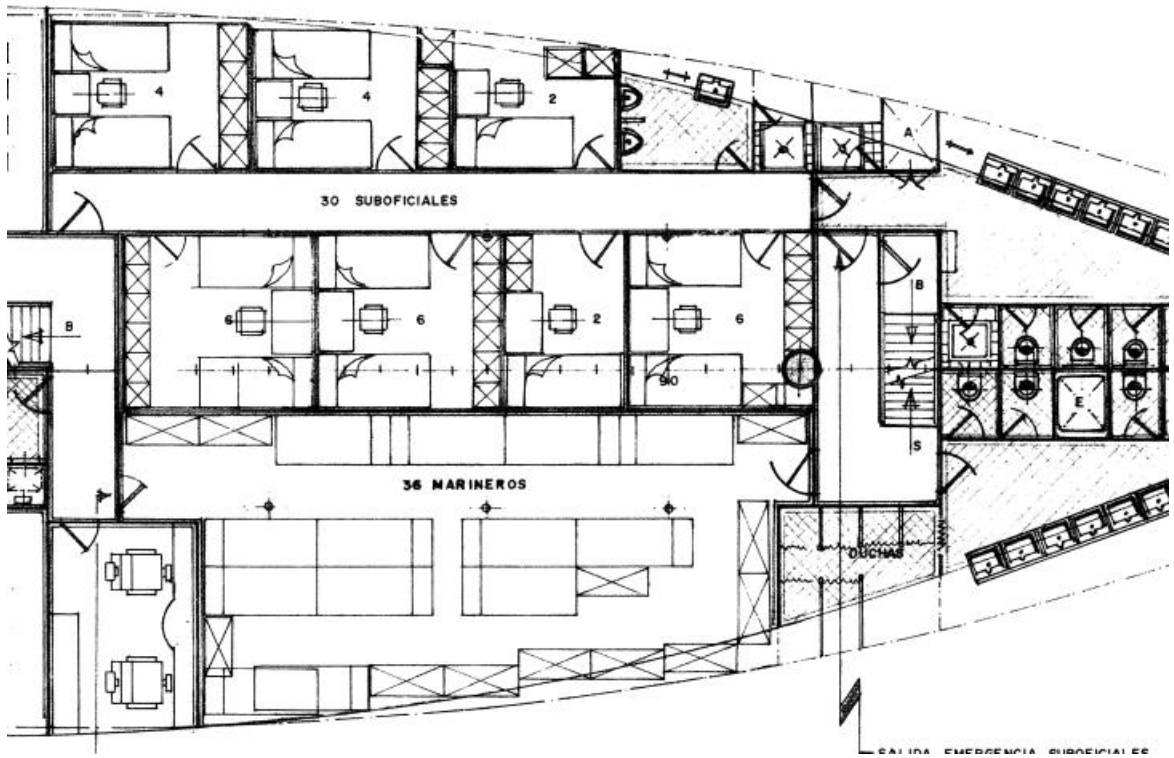


# Perfil general:

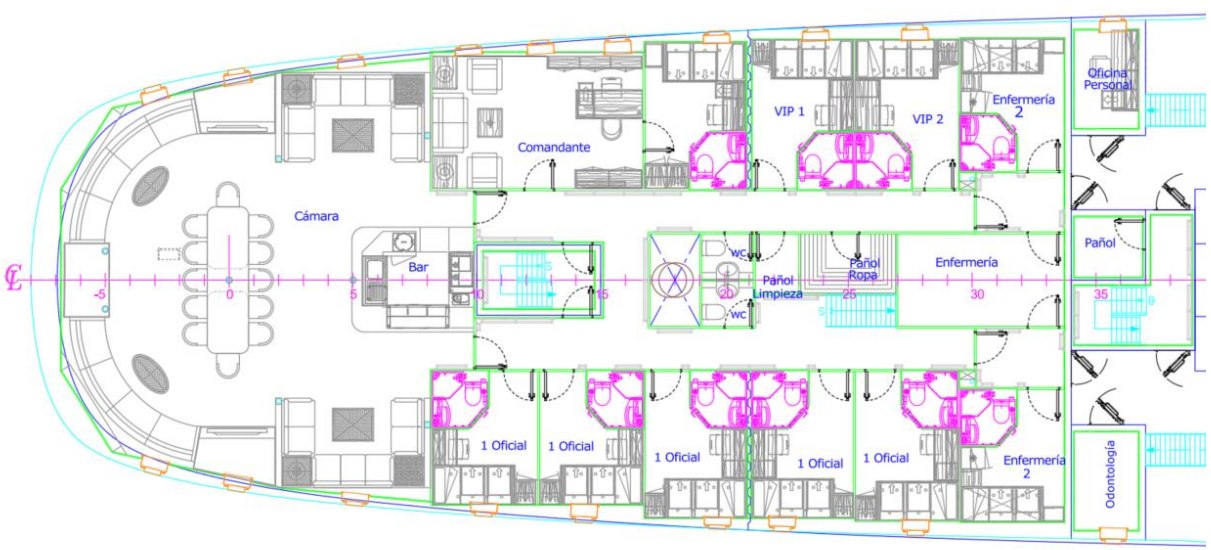


# Habitabilidad, sollados:



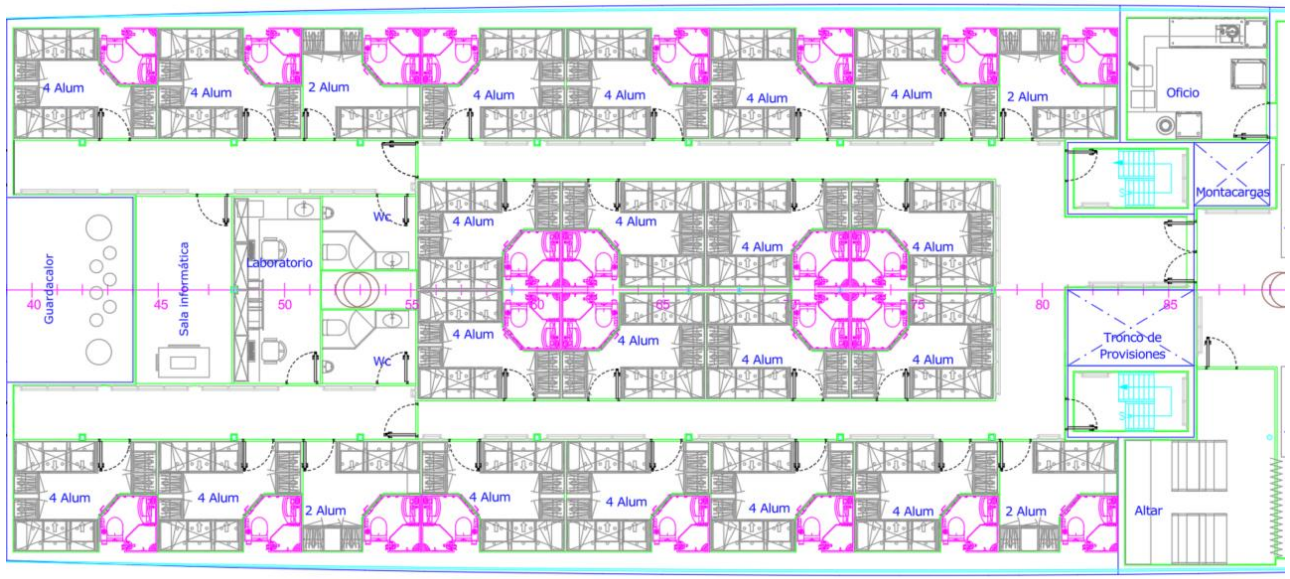



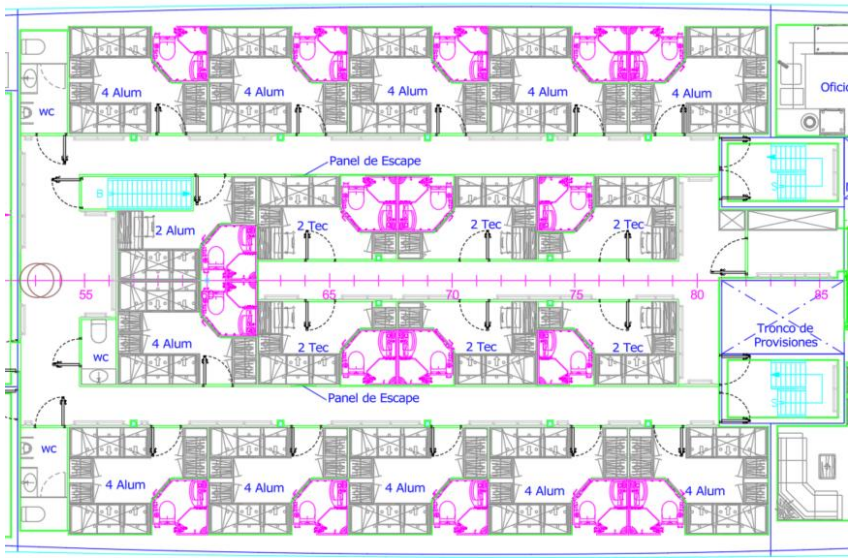
# Habitabilidad, zona Oficiales:



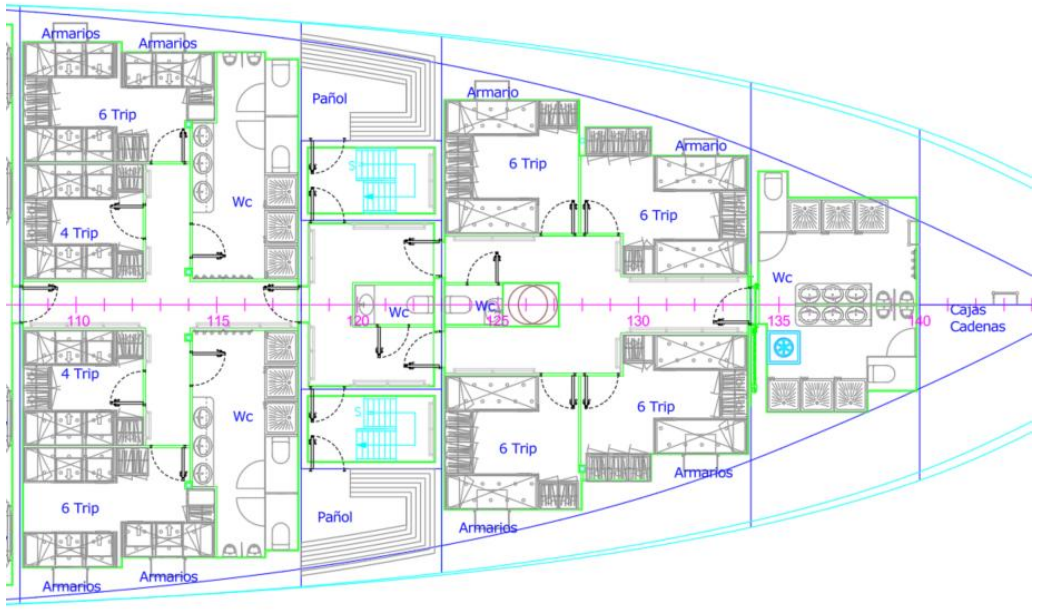


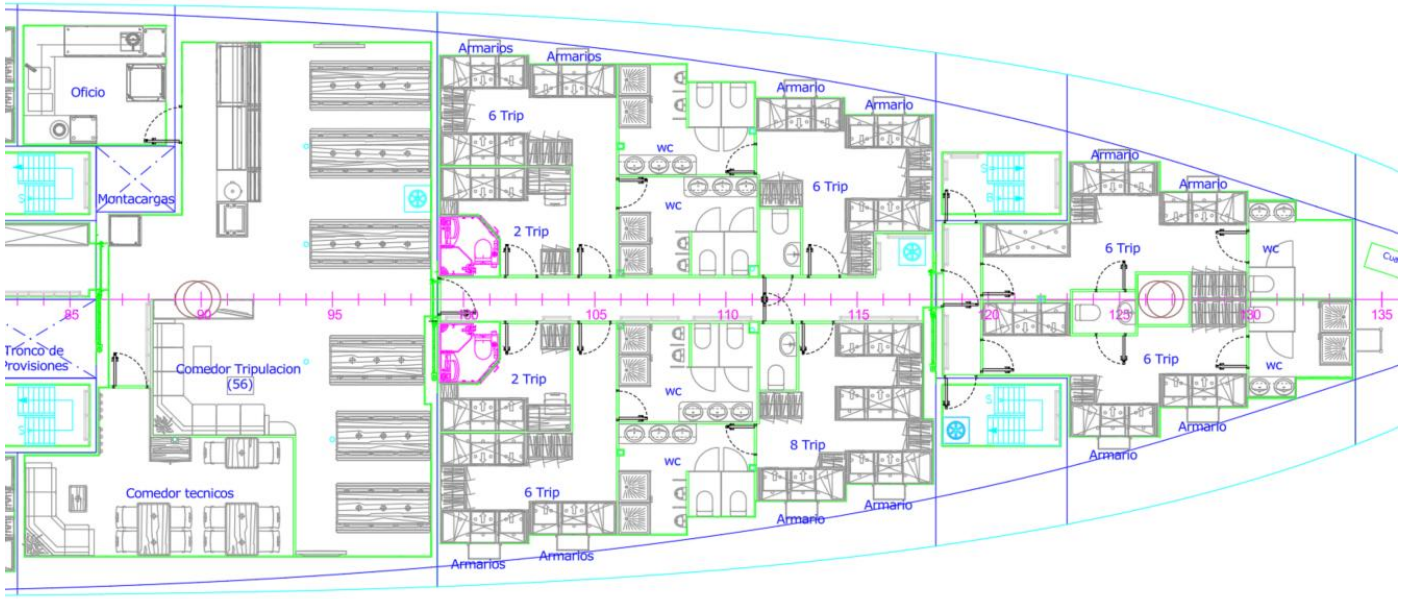

# Habitabilidad, zona Cadetes:



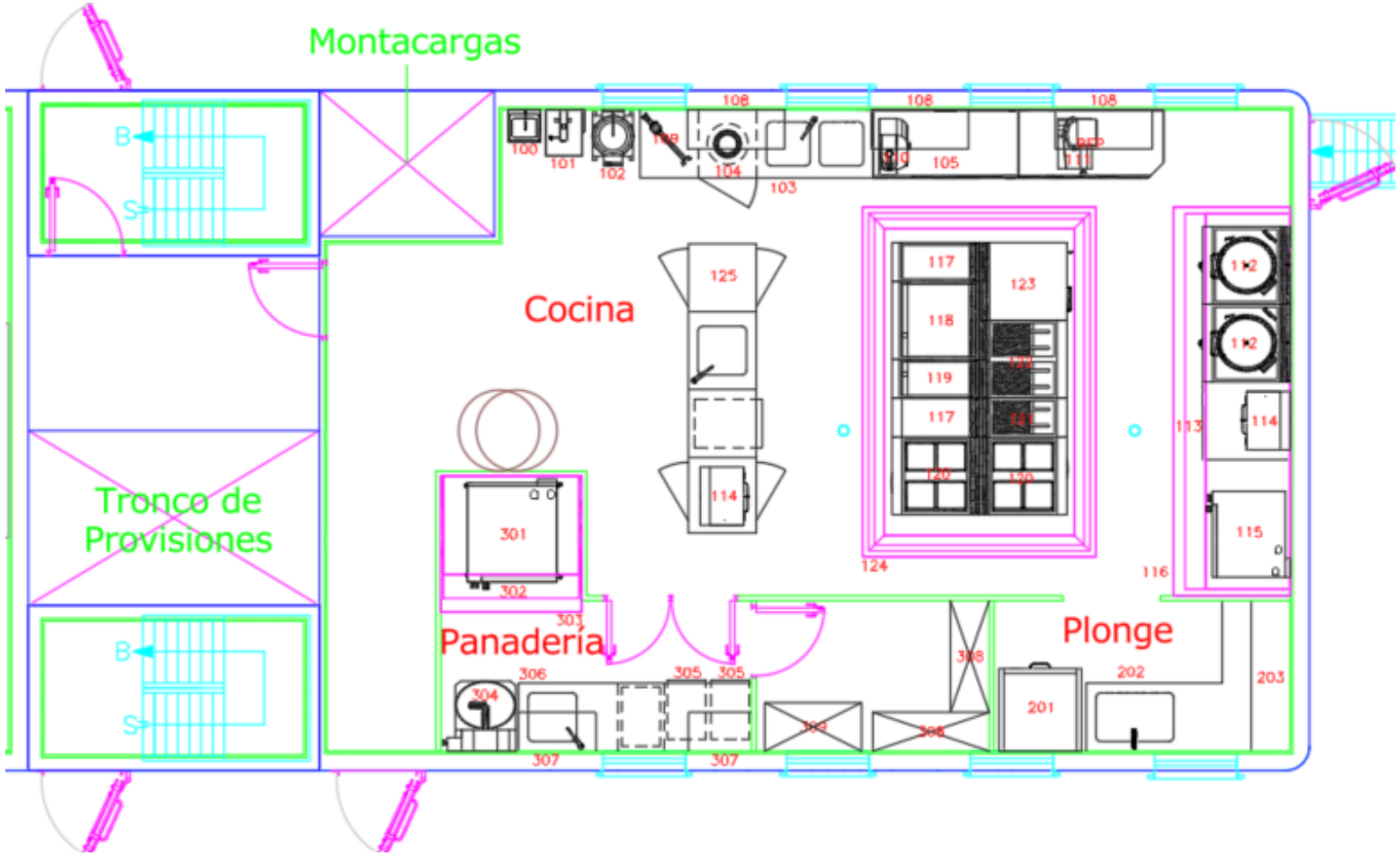



# Habitabilidad, zona Tripulación:

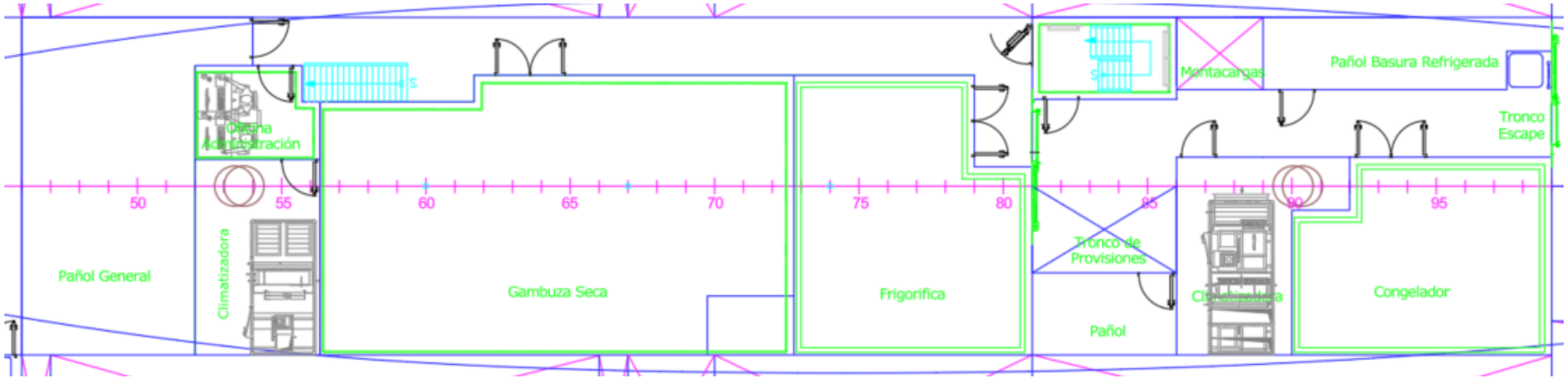


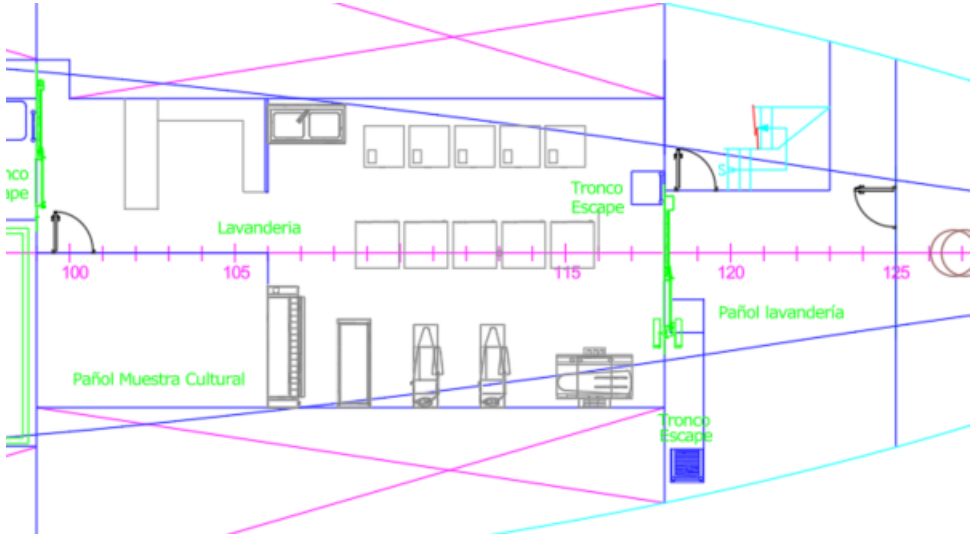



# Cocina:

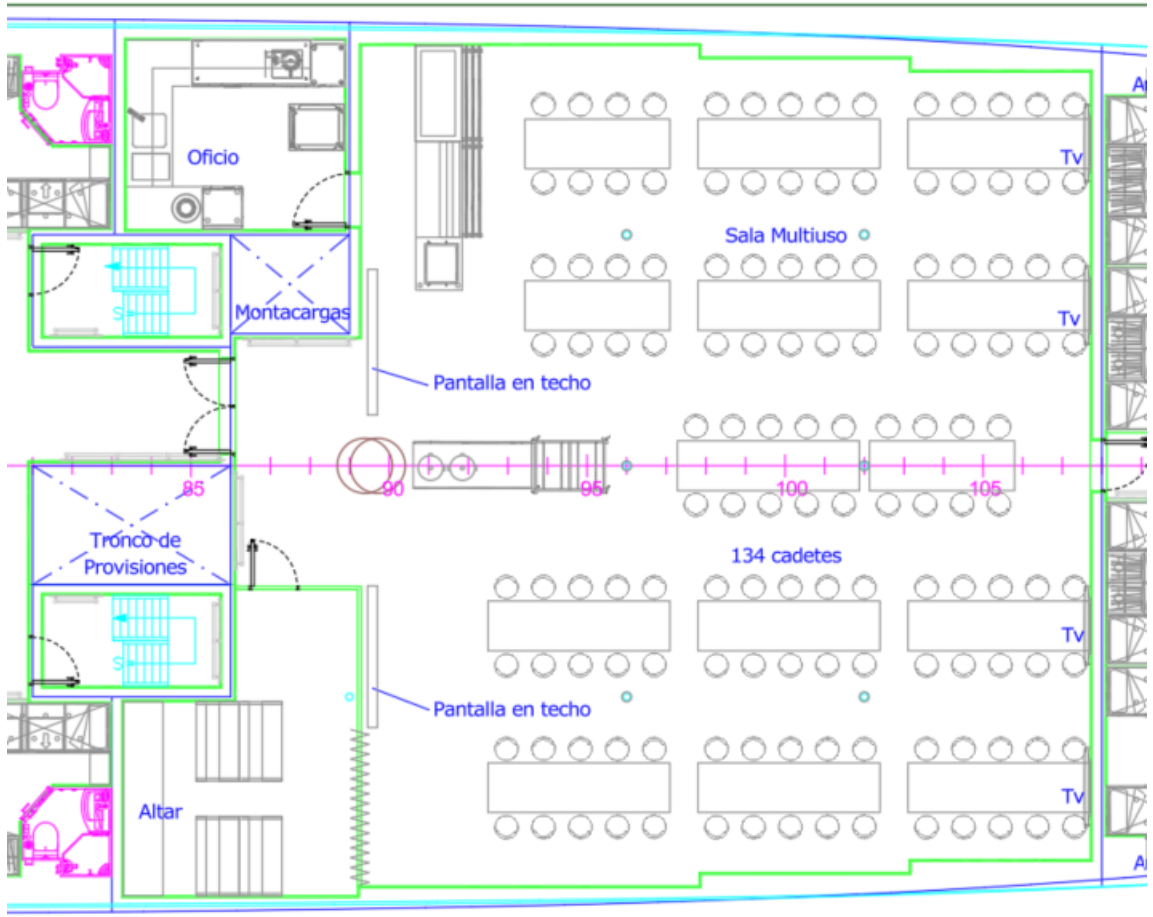

Montacargas
Cocina
Tronco de Provisiones
Panadería
Plonge
B
S
100
101
102
103
104
105
108
111
114
115
116
117
118
119
120
123
124
125
201
202
203
301
302
303
304
305
306
307

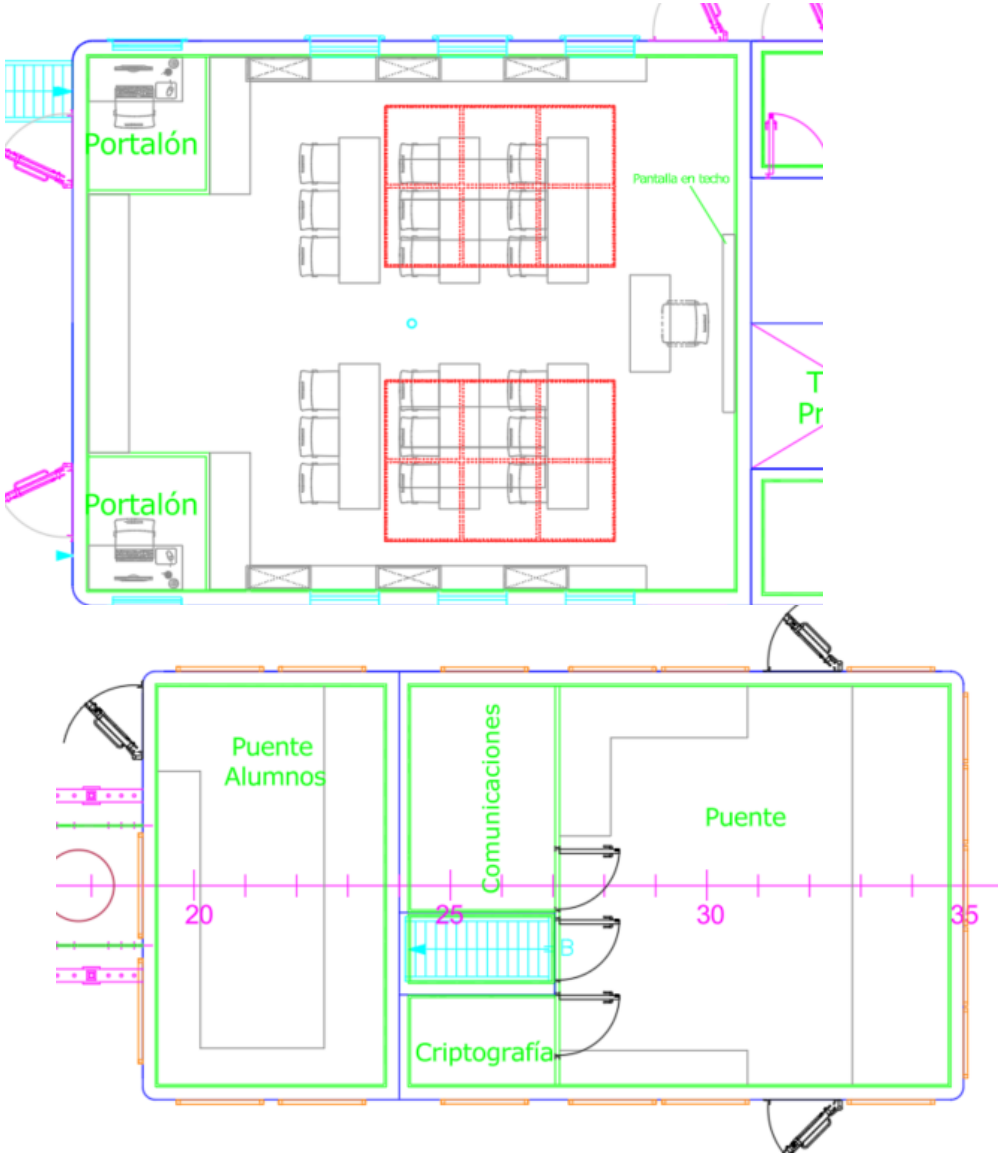
# Gambuzas y pañoles:



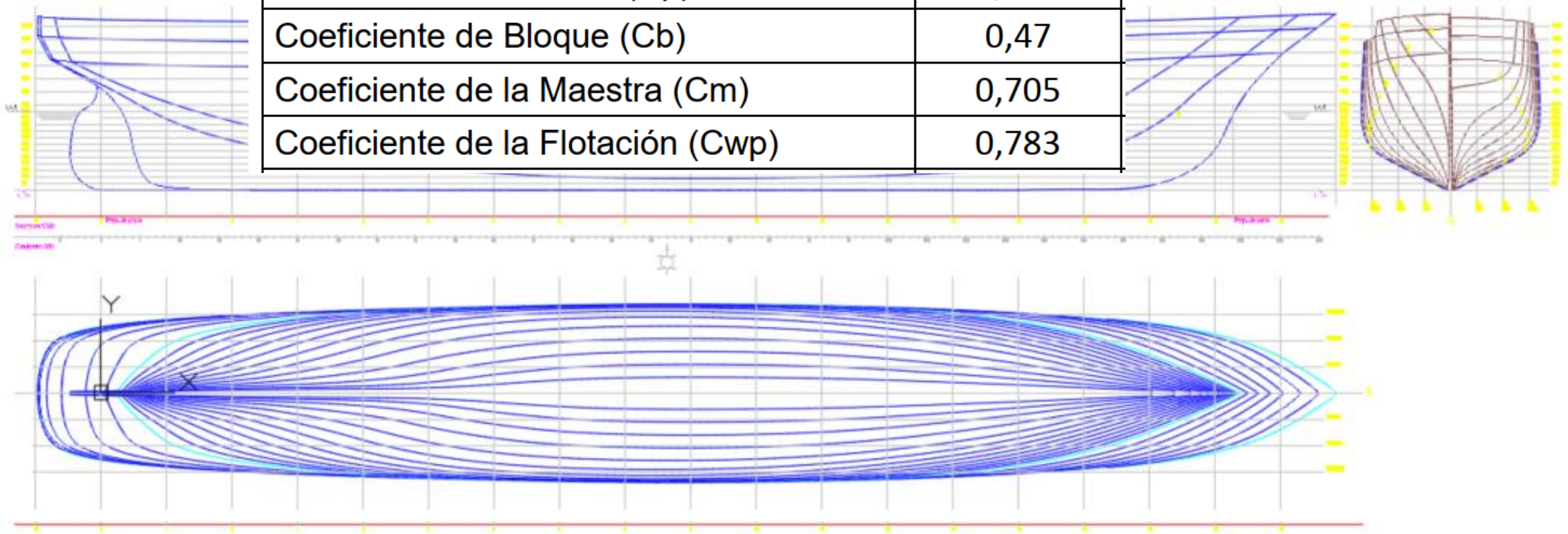
# Aula flotante:



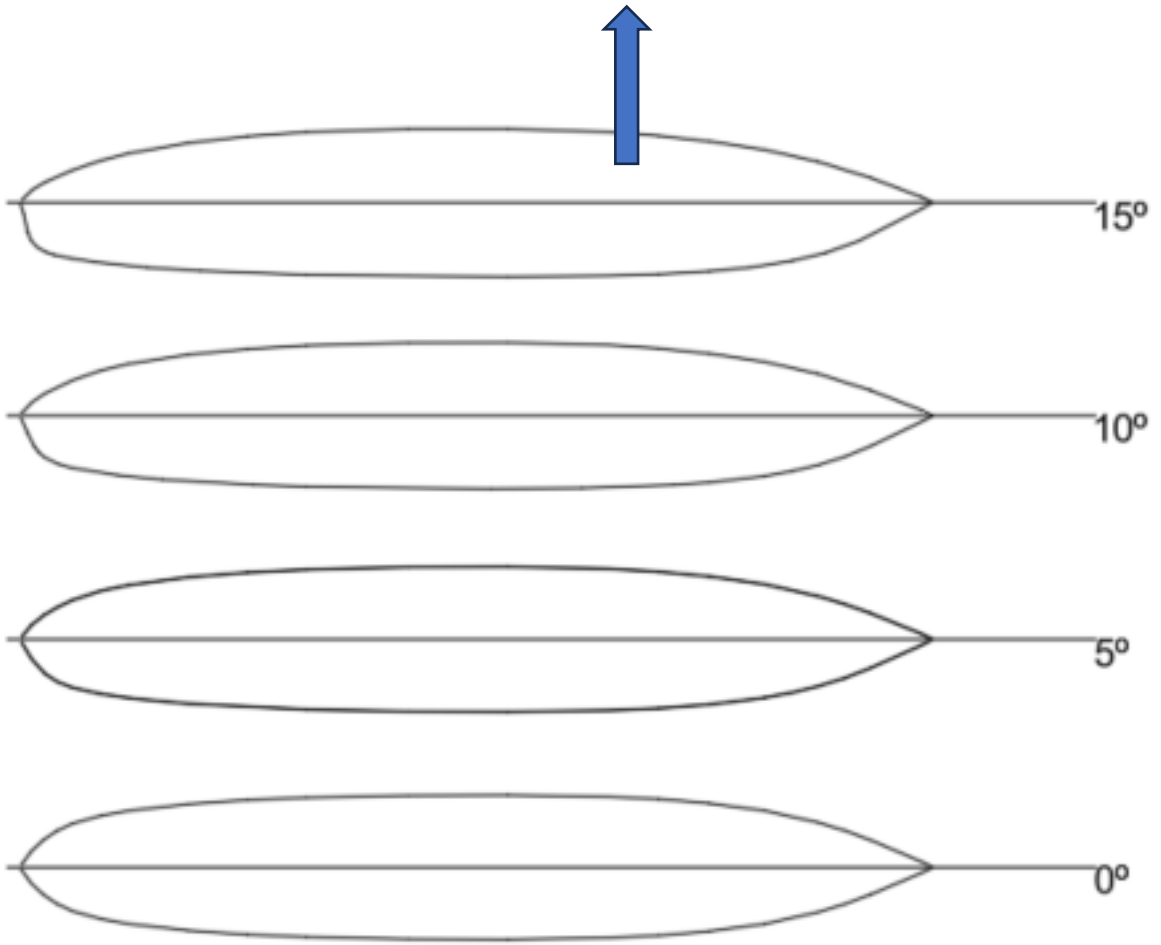



# Formas finas para navegación a vela:

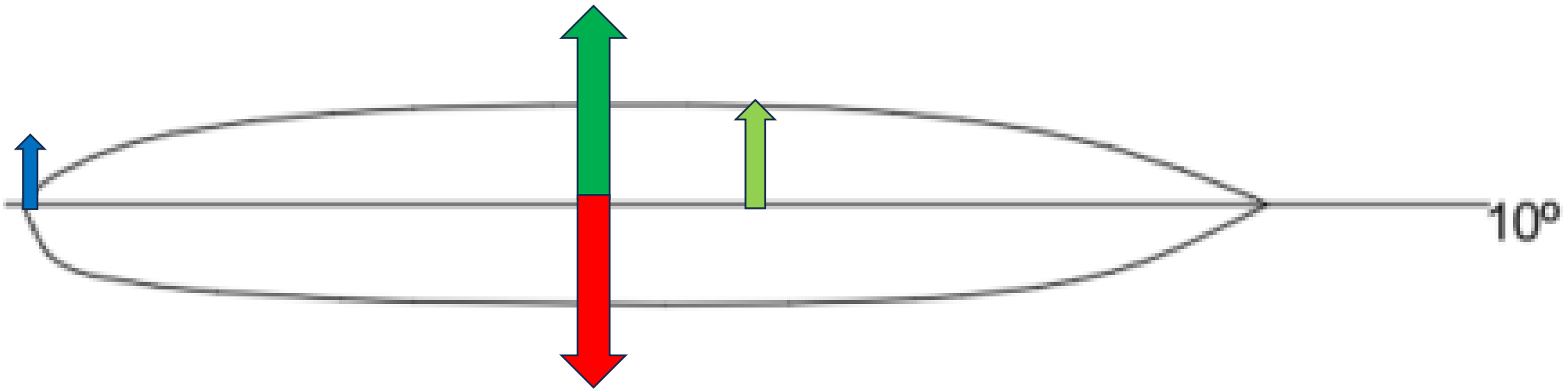
| | |
|---|---|
| Coeficiente Prismático (Cp) | 0,666 |
| Coeficiente de Bloque (Cb) | 0,47 |
| Coeficiente de la Maestra (Cm) | 0,705 |
| Coeficiente de la Flotación (Cwp) | 0,783 |



# Efecto de la escora:



# EL EQUILIBRIO NAVEGANDO A VELA



# Ensayo con escora:



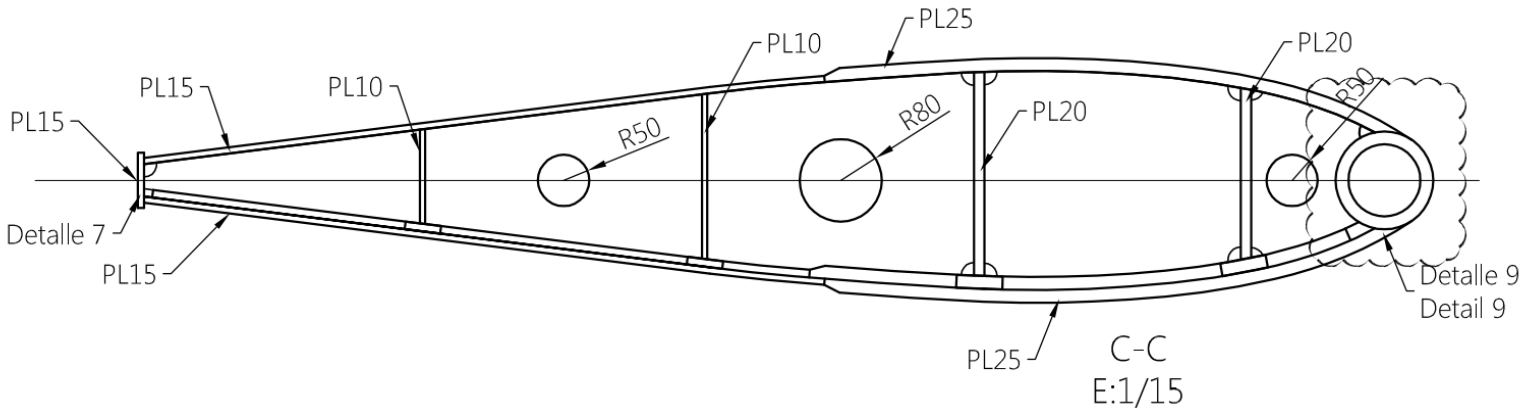


# Ensayo con escora:

| RESULTADOS PARA EL BUQUE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Velocidad | | Fn | $R_T$ | $F_Y$ | Mx | $M_Z$ | $P_E$ | Elev. CDG | Trimado |
| (kn) | (m/s) | | (kN) | (kN) | (kN * m) | (kN * m) | (kW) | (mm) | (°) |
| 4,00 | 2,058 | 0,070 | 8,0 | -17,7 | -28,9 | -15,4 | 16,4 | -0,6 | -0,02 |
| 5,00 | 2,572 | 0,087 | 9,2 | -16,6 | -19,8 | -216,0 | 23,7 | -7,7 | -0,04 |
| 6,00 | 3,087 | 0,105 | 16,0 | -14,7 | -2,5 | -363,1 | 49,5 | -18,4 | -0,06 |
| 7,00 | 3,601 | 0,122 | 24,2 | -12,0 | 20,8 | -473,3 | 87,2 | -32,0 | -0,07 |
| 8,00 | 4,116 | 0,140 | 33,3 | -8,6 | 49,1 | -563,5 | 137,0 | -48,1 | -0,07 |
| 9,00 | 4,630 | 0,157 | 44,3 | -4,4 | 81,8 | -650,2 | 205,3 | -66,2 | -0,08 |
| 10,00 | 5,145 | 0,175 | 58,9 | 0,5 | 119,1 | -750,2 | 302,8 | -86,1 | -0,09 |
| 11,00 | 5,659 | 0,192 | 77,9 | 6,3 | 162,1 | -880,2 | 440,6 | -107,8 | -0,10 |
| 12,00 | 6,174 | 0,210 | 101,7 | 12,7 | 212,3 | -1056,9 | 627,6 | -131,4 | -0,11 |
| 13,00 | 6,688 | 0,227 | 130,3 | 20,0 | 272,3 | -1297,0 | 871,7 | -157,2 | -0,12 |
| 14,00 | 7,203 | 0,245 | 164,5 | 28,0 | 345,1 | -1617,3 | 1184,8 | -185,9 | -0,13 |
| 15,00 | 7,717 | 0,262 | 206,9 | 36,8 | 434,5 | -2034,4 | 1596,8 | -217,9 | -0,15 |
| 16,00 | 8,232 | 0,280 | 264,5 | 46,3 | 545,3 | -2565,0 | 2177,1 | -254,3 | -0,17 |

*Tabla nº. 16: Ensayo E19176 - Resultados para el buque a escora diez grados (10°).*

# Diseño del timón:

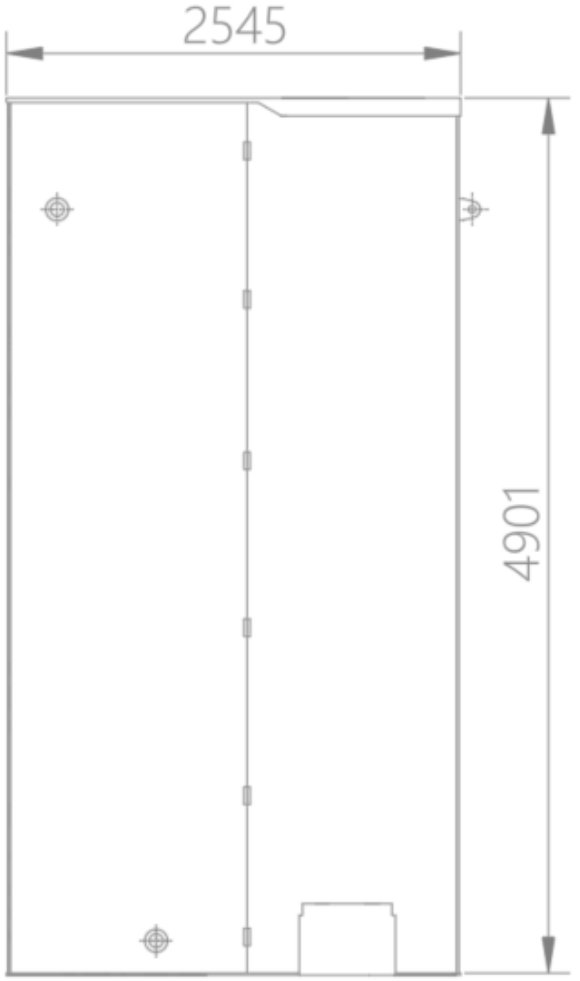



MAIN DATA

RUDDER AREA .....[m2]: 12.341

SAILING SPEED: .....[knots]: 20

CLASSIFICATION: .....: GL - No Ice

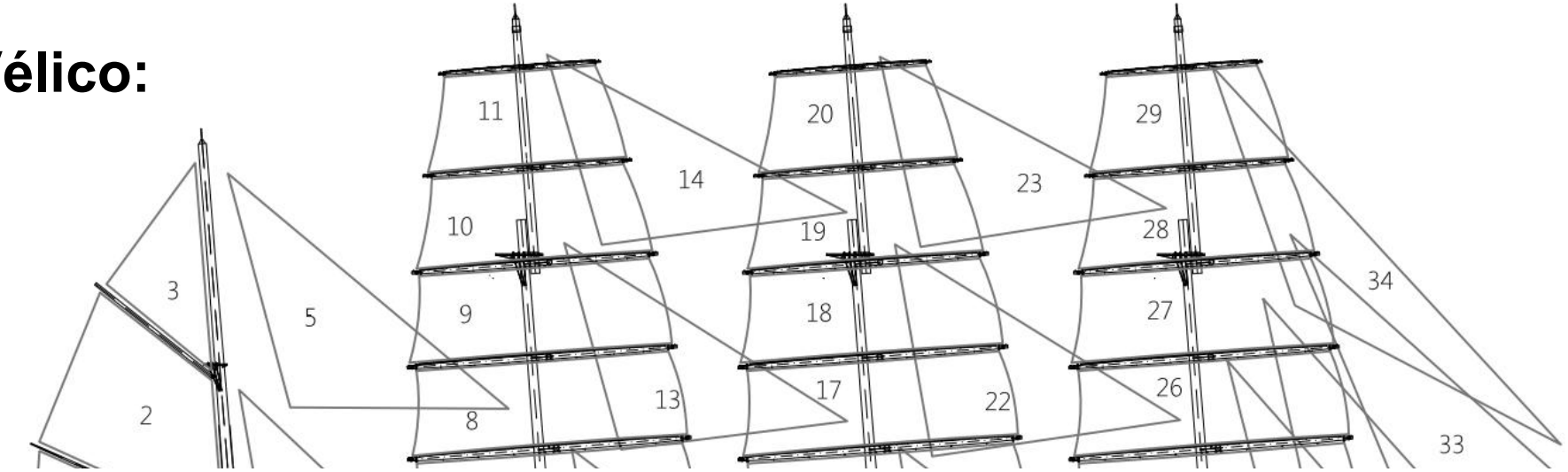


ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS DE ESPAÑA

GHENOVA
ENGINEERING THE FUTURE

**EL PROYECTO DE UN BUQUE ESCUELA A VELA**

# Plano Vélico:




**Superficie Vélica (3.701.4 m²)**

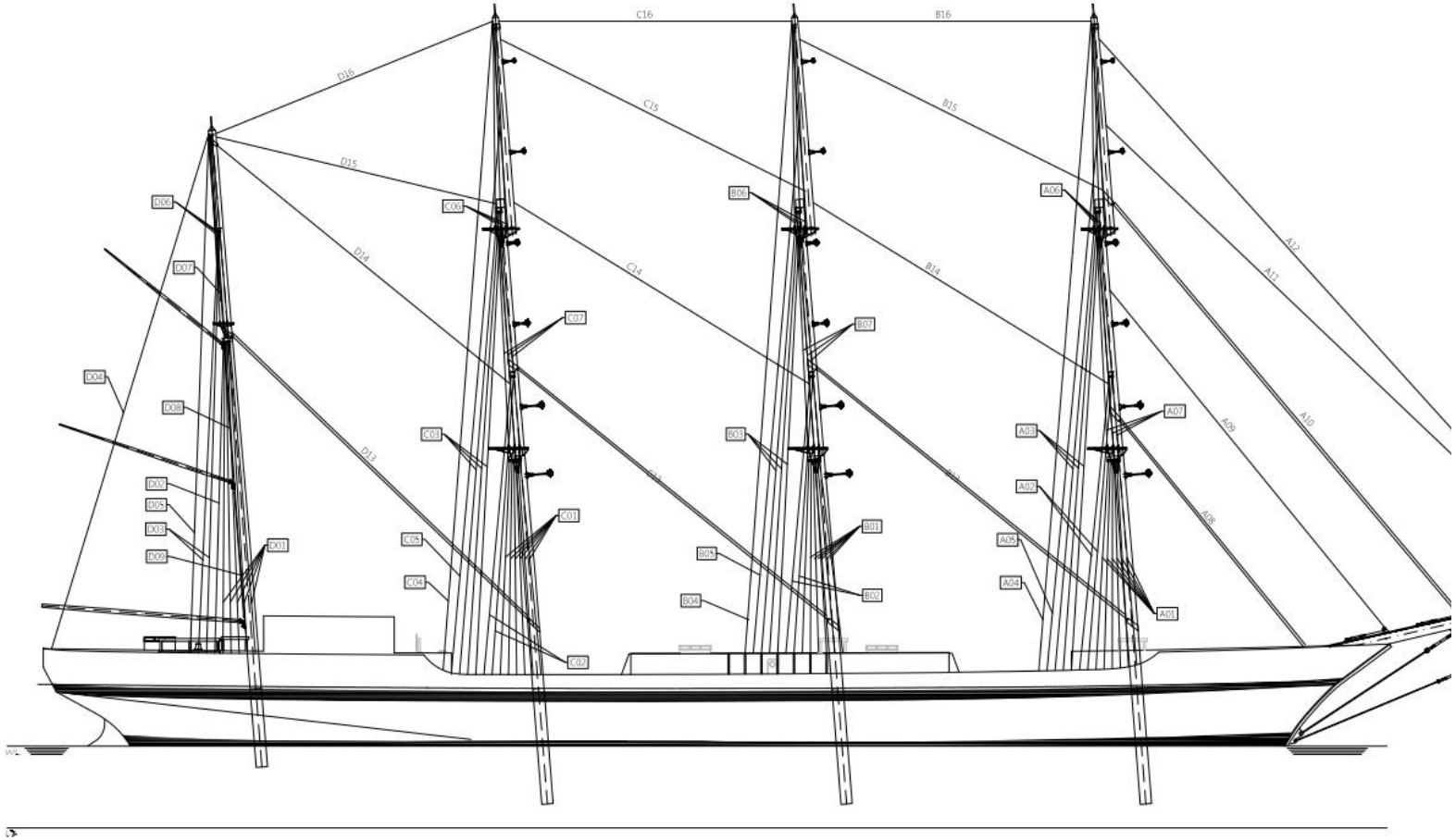
| Nº | Mesana / Mizzenmast | | Nº | Mayor popel / Aft Mainmast | | Nº | Mayor proel / Fore Mainmast | | Nº | Trinquete / Foremast | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cangreja Baja / Upper Spanker | 129 m² | 6 | Mayor popel / Mainsail | 196.1 m² | 15 | Mayor proel / Mainsail | 196.1 m² | 24 | Trinquete / Foresail | 196.1 m² |
| 2 | Cangreja Alta / Lower Spanker | 106 m² | 7 | Gavia baja popel / Lower Topsail | 78.5 m² | 16 | Gavia baja proel / Lower Topsail | 78.5 m² | 25 | Velacho bajo / Lower Fore Topsail | 78.5 m² |
| 3 | Escandalosa / Gaff Topsail | 65 m² | 8 | Gavia alta popel / Upper Topsail | 94.6 m² | 17 | Gavia alta proel / Upper Topsail | 94.6 m² | 26 | Velacho alto / Upper Fore Topsail | 94.6 m² |
| | | | 9 | Juanete popel bajo / Lower Topgallant | 91 m² | 18 | Juanete proel bajo / Lower Topgallant | 91 m² | 27 | Juanete bajo / Fore Lower Topgallant | 91 m² |
| | | | 10 | Juanete popel alto / Upper Topgallant | 82 m² | 19 | Juanete proel alto / Upper Topgallant | 82 m² | 28 | Juanete alto / Fore Upper Topgallant | 82 m² |
| | | | 11 | Sobrejuanete popel / Royal | 71.6 m² | 20 | Sobrejuanete proel / Royal | 71.6 m² | 29 | Sobrejuanete / Fore Royal | 71.6 m² |
| | | | | | | | | | | | |
| | Estays mesana / Mizzenmast Staysails | | | Estays mayor popel / Aft Mainmast Staysails | | | Estays mayor proel / Fore Mainmast Staysails | | | Foques / Jib Sails | |
| 4 | Estay mesana / Mizzen Staysail | 113.4 m² | 12 | Estay mayor popel / Main Staysail | 129.2 | 21 | Estay mayor proel / Main Staysail | 129.2 | 30 | Trinquetilla / Fore Staysail | 56 m² |
| 5 | Estay sobremesana / Mizzen Top Staysail | 112.6 m² | 13 | Estay gavia popel / Topmast Staysail | 106.7 | 22 | Estay gavia proel / Topmast Staysail | 106.7 | 31 | Contrafoque / Fore Topmast staysail | 123 m² |
| | | | 14 | Estay juanete popel / Topgallant Staysail | 106.7 | 23 | Estay juanete proel / Topgallant Staysail | 106.7 | 32 | Foque / Outer Jib | 176.8 m² |
| | | | | | | | | | 33 | Petifoque / Flying Jib | 178 m² |
| | | | | | | | | | 34 | Foque volante / Royal Staysail | 115 m² |

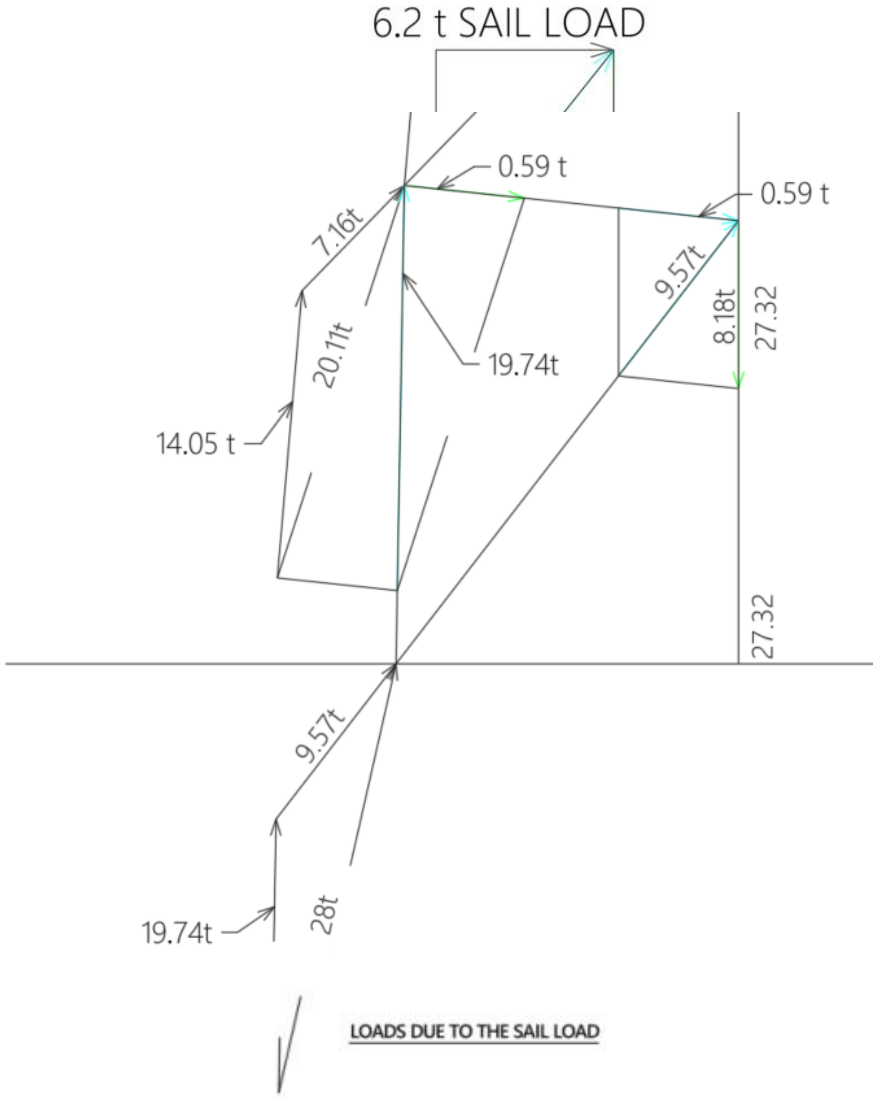
# Jarcia firme:



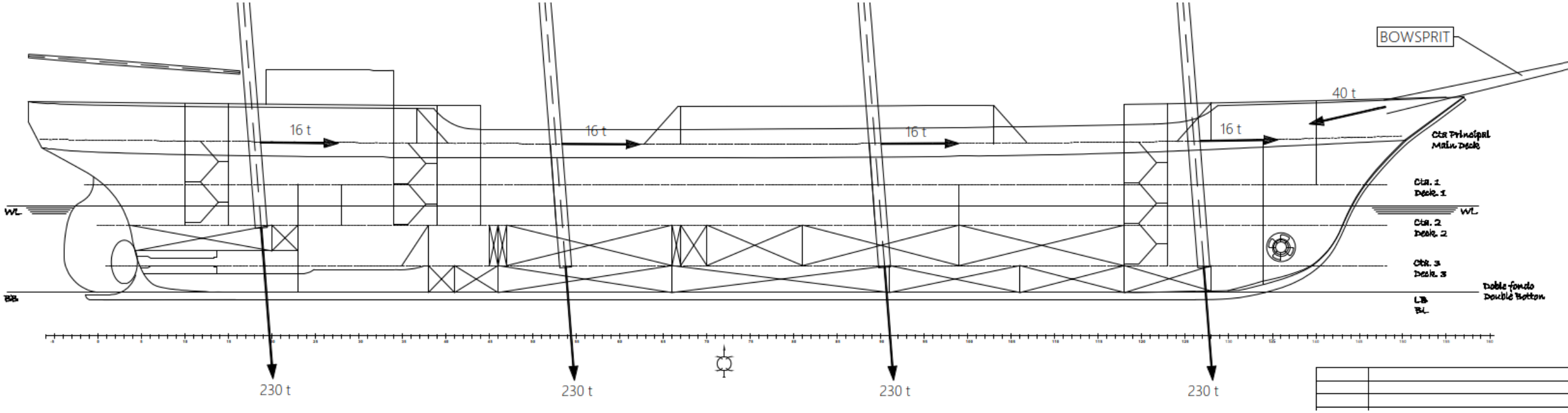

| | DENOMINACIÓN | COMPOSICION | Ø (mm) | BL (kN) | TENSION (kN) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | min | max |
| BAUPRES | VIENTO DEL PETIFOQUE | 1X19 | 26 | 557 | 84 | 111 |
| | VIENTO DEL FOQUE | 1X19 | 26 | 557 | 84 | 111 |
| | VIENTO DEL CONTRAFOQUE | 1X19 | 26 | 557 | 84 | 111 |
| | VIENTO DEL MOCO | 1X19 | 26 | 557 | 84 | 111 |
| | FRENILLO DEL PETIFOQUE 1 | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 35 | 46 |
| | FRENILLO DE PETIFOQUE 2 | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 17 | 23 |
| | FRENILLO DEL FOQUE 1 | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 26 | 34 |
| | FRENILLO DEL FOQUE 2 | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 12 | 16 |
| | BARBIQUEJO 1 | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 26 | 34 |
| | BARBIQUEJO 2 | 6X36WS+IWRC | 30 | 504 | 22 | 29 |
| | REFUERZO CEBADERA PROA | 6X36WS+IWRC | 16 | 60 | 9 | 12 |
| | REFUERZO CEBADERA POPA | 6X36WS+IWRC | 16 | 60 | 9 | 12 |
| TRINQUETE | ESTAY DE GALOP | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |
| | NERVIO PETIFOQUE | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |
| | ESTAY DE VELACHO | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | NERVIO CONTRAFOQUE | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | ESTAY DE CABEZA | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | OBENQUILLOS | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |
| | OBENQUES | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | BURDA JUANETE | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |
| | BURDA VELACHO | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |
| | QUINALES | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| RESTO PALOS | ESTAY MASTELERO | 6X36WS+IWRC | 30 | 504 | 76 | 101 |
| | ESTAY TRIATICO | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | OBENQUILLOS | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |
| | OBENQUE | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | QUINALES | 6X36WS+IWRC | 38 | 808 | 121 | 162 |
| | BURDA | 6X36WS+IWRC | 26 | 378 | 57 | 76 |

# ¿Cómo trabaja la jarcia y los palos?





# Los palos y la estructura del buque



# CONDICIONES DE CARGA

**BAJO NINGUN CONCEPTO PODEMOS PONER EN PELIGRO LA INTEGRIDAD DEL BUQUE**

1.- Carga debida al máximo par de adrizamiento del buque.

2.- Carga debida a la rotura de la jarcia firme.

3.- Carga debida a los esfuerzos de las velas.

| MASTIL | COMPRESION POR VELAS | COMPRESION POR ROTURA OBENQUE | COMPRESION POR PAR ADRIZAMIENTO |
|---|---|---|---|
| | kN | kN | kN |
| TRINQUETE | 1.244 | 3.187 | 5.227 |
| M.PROEL | 296 | 2.390 | 4.458 |
| M.POPEL | 391 | 2.390 | 4.602 |
| MESANA | 524 | 2.390 | 5.128 |

NUESTROS FUSIBLES:

- Jarcia de labor.
- Velas.
- Jarcia firme.
- Palos.
- Firmes de cubierta.
- Estructura del buque

# ESFUERZO GENERADO POR LAS VELAS

The total lateral force, $Flat_i$, in N, on each sail is given by the following equation:

$$Flat_i = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot AWS^2 \cdot A_i \cdot rf_i \cdot CL_{sail}$$

where

| | | |
|---|---|---|
| $\rho$ | = | air density at sea level (1.29 kg/m$^3$) |
| $AWS$ | = | apparent wind speed, in m/s |
| $A_i$ | = | area of each sail, in m$^2$ |
| $rf_i$ | = | reef fraction for each sail based on total sail area from 0 to 1 |
| $CL_{sail}$ | = | lateral force coefficient of each sail as indicated in Section 3, Table 1 |

**TABLE 1**
**Lateral Force Coefficient for Sails**

| *Type of Sail* | *Lateral Force Coefficient (CLSail)* |
|---|---|
| Main Sail | 1.0 |
| Mizzen Sail | 0.9 |
| Genoa/Jib/Blade/Staysail | 1.1 |
| Reacher | 1.2 |
| Spinnaker/MPS/Gennaker | 1.2 |

# EL EQUILIBRIO NAVEGANDO A VELA

## TABLA DE REDUCCION DE APAREJO

| | |
|---|---|
| 11 a 20 nudos | Foque volante |
| 20 a 25 nudos | Estayes |
| 25 a 30 nudos | Escandalosas, Juanete y Petifoque |
| 30 a 35 nudos | Foque, Contrafoque y Velacho alto |
| 35 a 40 nudos | Trinquete cruz, antagallar 2ª faja Cangreja y 2ª ó 1ª faja Cangrejo Mayor Proel. |
| 40 a 45 nudos | Antagallar 2ª faja Cangrejos |

# EL EQUILIBRIO NAVEGANDO A VELA

## Momentos de escora:

| SUMMARY DISTRIBUCION RIGHTING MOMENT ENTRE MASTILES POR DIFERENTE CONFIGURACIONES DE VELAS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VIENTO 0-11 NUDOS | VIENTO 11-20 NUDOS | VIENTO 20-25 NUDOS | VIENTO 25-30 NUDOS | VIENTO 30-35 NUDOS | VIENTO 35-40 NUDOS | VIENTO 40-45 NUDOS | EN CAPA +45 NUDOS |
| MASTIL | PAR | PAR | PAR | PAR | PAR | PAR | PAR | PAR |
| | t.m | t.m | t.m | t.m | t.m | t.m | t.m | t.m |
| TRINQUETE | 149,8 | 426,2 | 634,0 | 702,7 | 636,9 | 383,2 | 485,0 | 102,7 |
| M.PROEL | 43,2 | 142,8 | 159,8 | 144,0 | 195,9 | 147,4 | 186,6 | 0,0 |
| M.POPEL | 42,9 | 141,7 | 158,5 | 141,1 | 192,0 | 250,8 | 183,3 | 64,3 |
| MESANA | 40,8 | 134,8 | 179,2 | 169,9 | 231,2 | 302,0 | 212,4 | 64,7 |
| **TOTALES** | **276,7** | **845,6** | **1131,4** | **1157,7** | **1256,1** | **1083,4** | **1067,3** | **231,7** |

# EL EQUILIBRIO NAVEGANDO A VELA

## Momentos de orzada:

| | VIENTO 0-11 NUDOS | VIENTO 11-20 NUDOS | VIENTO 20-25 NUDOS | VIENTO 25-30 NUDOS | VIENTO 30-35 NUDOS | VIENTO 35-40 NUDOS | VIENTO 40-45 NUDOS | EN CAPA +45 NUDOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MASTIL | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| TRINQUETE | 34 | 100 | 151 | 179 | 167 | 101 | 128 | 42 |
| M.PROEL | 9 | 31 | 38 | 41 | 56 | 47 | 60 | 0 |
| M.POPEL | 9 | 31 | 38 | 41 | 31 | 73 | 60 | 27 |
| MESANA | 9 | 31 | 44 | 48 | 31 | 86 | 68 | 27 |
| | | | | | | | | |
| Fy | 62 | 193 | 272 | 310 | 285 | 307 | 315 | 96 |
| | | | | | | | | |
| **Centro Vélico** | **52** | **50** | **52** | **52** | **55** | **41** | **46** | **42** |





# MUCHAS GRACIAS