



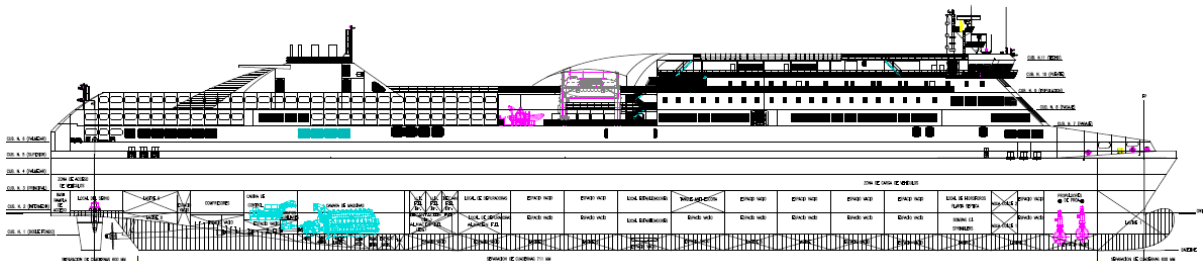
UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR
GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO N°: 14-105
ALUMNA: MARÍA DE LA LUZ MURAS CASAS

RO – RO 1000 PAX.

CUADERNO N°: 2

CÁLCULO DE PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA



GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.013-2014

PROYECTO NÚMERO 14-105

TIPO DE BUQUE : RO-RO 1000 PAX.

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : DNV, IMO, SOLAS, MARPOL, Convenio Internacional de Líneas de Carga 1966

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 950 pasajeros; 5 cubiertas de carga para 250 turismos

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : velocidad en prueba al 85% MCR, 22 nudos; autonomía a velocidad de prueba 2500 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : dos puertas en zona de popa; rampa móvil entre cubiertas de carga.

PROPULSIÓN : 2 Motores diesel eléctrica acoplados a hélices de paso variable

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 50 tripulantes más 950 pasajeros

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : hélices de maniobra en proa.

Ferrol, Septiembre de 2.013.

ALUMNO: D^a María de la Luz Muras Casas.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. (Pág.: 2).
2. CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD. (Pág.: 3).
3. PESO MUERTO. (Pág.: 19).
4. ANEXO. (Pág.: 20).

GRÁFICA.

1.- INTRODUCCIÓN:

Partiendo de las dimensiones calculadas en el Cuaderno III:

Lt	180,28 m.
Lpp	167,22 m.
B	28,2 m.
D	9,53 m.
T	6,09 m.
Cb	0,539
Cm	0,982
Cp	0,549
Δ	17178,00 ton.
V	22 nudos
BHP (KW)	15224,4
N° pasajeros	950
N° tripulantes	50

Partiendo de estos datos y de los obtenidos del buque de referencia, se procede a calcular el peso en rosca.

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Para proceder al cálculo del peso en rosca y sus centros de gravedad, se tendrán en cuenta diferentes partidas:

- ❖ Peso de aceros.
- ❖ Timón y mecha.
- ❖ Equipos de carga y descarga.
- ❖ Polines.
- ❖ Tanques no estructurales.
- ❖ Escalas y tecles.
- ❖ Motores propulsores.
- ❖ Maquinaria auxiliar de cámara de máquinas.
- ❖ Puertas y escotillas.
- ❖ Habilitación.
- ❖ Ventilación y aire acondicionado.
- ❖ Tuberías y válvulas.
- ❖ Electricidad, cuadros.
- ❖ Botes y pescantes de salvamento.
- ❖ Propulsores de proa.
- ❖ Pintura y protección catódica.
- ❖ Navegación y comunicaciones.
- ❖ Equipo diverso.
- ❖ Margen.

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Dichas partidas, se pueden agrupar a su vez en tres grupos:

➤ Aceros:

- ✚ Aceros.
- ✚ Tecles.
- ✚ Tanques no estructurales.

➤ Maquinaria:

- ✚ Maquinaria propulsora.
- ✚ Maquinaria restante.
- ✚ Línea de ejes.
- ✚ Hélices.
- ✚ Reductores.
- ✚ Generador de cola.
- ✚ Grupos generadores de emergencia.
- ✚ Instalación contra incendios en cámara de máquinas.

➤ Equipos y armamento:

- ✚ Timones y mechas.
- ✚ Rampa de popa.
- ✚ Rampas interiores.
- ✚ Equipo de amarre y fondeo.
- ✚ Pintura y protección catódica.
- ✚ Equipo de navegación.
- ✚ Equipo de salvamento.
- ✚ Habilitación.
- ✚ Aire acondicionado.
- ✚ Tuberías y bombas.
- ✚ Equipo de la chimenea.

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Aceros:

❖ Aceros:

$$\text{➤ } WST = K E^{1.36} (1 + 0.5 (CB80D - 0.7)) = 8164.64 \text{ ton.}$$

- $K = 0.038$
- $E = L_{pp} (B + D) + 0.85 L_{pp} (D - T) + 0.8 (\sum l_1 h_1 + \sum l_2 h_2) = 8729.11$
- $\sum l_1 h_1 + \sum l_2 h_2 = 14.5 L_{pp} - 11 = 2413.69$
- $CB80D = Cb + \frac{(1-Cb)(0.8 D-T)}{3 T} = 0.577$
- $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$
- $B = 28.2 \text{ m.}$
- $D = 9.53 \text{ m.}$
- $Cb = 0.539$
- $T = 6.09 \text{ m.}$

$$\text{➤ } XGWST = \frac{L_{pp}}{2} - 0.028 L_{pp} = 78.92 \text{ m. (Aplicando una corrección del 2.8 \%.)}$$

$$\text{➤ } KGWST_i = 0.01 D (46.6 + \frac{0.135 (0.81 - Cb) L_{pp}^2}{D^2}) + (\frac{L_{pp}}{B} - 6.5) 0.008 D = 5.47 \text{ m.}$$

- $D = 9.53 \text{ m}$
- $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$
- $B = 28.2 \text{ m.}$
- $Cb = 0.539$

$$\text{➤ } KGWST = KWST_i - 0.002 D = 5.45 \text{ m. (Aplicando corrección por bulbo de proa.)}$$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.**Aceros:**

❖ Tecles:

➤ $WTM = 0.047 \text{ lm B } 0.6 = 13.57 \text{ ton.}$

- Longitud cámara de máquinas:

- $\text{lm} = 17.07 \text{ m.}$

- $B = 28.2 \text{ m.}$

➤ $XGWTM = \left(\frac{\text{lm}}{2} - (0.028 \text{ lm}) \right) = 8.05 \text{ m.}$ (Aplicando una corrección del 2.8 %.)

Longitud cámara de máquinas: $\text{lm} = 17.07 \text{ m}$

➤ $KGWTM = 0.86 D = 8.19 \text{ m.}$

- $D = 9.53 \text{ m.}$

❖ Tanques no estructurales:

➤ $WTV = a + b \text{ MCR} = 14.90 \text{ ton.}$

- $a = 1.2$
- $b = 0.0009$
- $\text{MCR} = 15224.4 \text{ KW.}$

➤ $XGWTV = XGWTM = 8.05 \text{ m.}$

➤ $KGWTV = KGWTM = 8.19 \text{ m.}$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.**Maquinaria:**

❖ Maquinaria propulsora:

$$\text{➤ } WME = 2.5 + 9.5 \left(\frac{MCO}{N} \right)^{0.91} = 209.92 \text{ ton.}$$

- $N = 514 \text{ rpm.}$
- $MCO = 15224.4 \text{ KW.}$

$$\text{➤ } XGWME = 40.98 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } KGWME = 4.83 \text{ m.}$$

❖ Maquinaria restante:

$$\text{➤ } WRP = Km MCO^{0.7} = 499.60 \text{ ton.}$$

- $Km = 0.59$
- $MCO = 15224.4 \text{ KW.}$

$$\text{➤ } XGWRP = 31.02 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } KGWRP = 6.11 \text{ m.}$$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.**Maquinaria:**

❖ Línea de ejes:

$$\text{➤ } W_{L.Ejes} = L_{L.Ejes} + 0.081 \left(\frac{n MCR}{n' \text{ rpm}} \right)^{\frac{2}{3}} = 31.19 \text{ ton.}$$

- $L_{L.Ejes} = 29.63 \text{ m.}$
- $n = 2$
- $MCR = 15224.4 \text{ KW.}$
- $n' = 2$
- $\text{rpm} = 180 \text{ rpm.}$

$$\text{➤ } XGW_{L.Ejes} = 19.58 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } KGW_{L.Ejes} = 3.27 \text{ m.}$$

❖ Hélices:

$$\text{➤ } W_h = 0.120 (D_{\text{propulsor}})^3 = 12.94 \text{ ton.}$$

- $D_{\text{propulsor}} = 4.76 \text{ m. (Dato Navcad. (Cuaderno I)).}$

$$\text{➤ } XGW_h = 2.87 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } KGW_h = 2.30 \text{ m.}$$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Maquinaria:

❖ Reductores:

$$\text{➤ } W_{\text{Reductor}} = a + \frac{b T_{\text{red}} + c T_{\text{red}}^2}{1000} \times 2 \text{ reductores} = 46.06 \text{ ton.}$$

$$\bullet \quad T_{\text{red}} = 28.758 \text{ CS}^2 + 24.977 \text{ CS} + 240.8 = 1122.55$$

$$\circ \quad \text{CS} = \ln(P_{\text{red}}) - 0.0287 R_{\text{ed}}^2 + 0.587 R_{\text{red}} = 5.12$$

$$\blacksquare \quad P_{\text{red}} = \frac{\text{MCR}}{\text{RPM}} F_{\text{HI}} = 39.70$$

$$\circ \quad \text{MCR} = \frac{15224.4}{0.746} = 20408.04 \text{ HP.}$$

$$\circ \quad F_{\text{HI}} = 1$$

$$\circ \quad \text{RPM} = 514 \text{ rpm.}$$

$$\blacksquare \quad R_{\text{red}} = \frac{\text{RPM}}{\text{rpm}} = 2.86$$

$$\circ \quad \text{RPM} = 514 \text{ rpm.}$$

$$\circ \quad \text{rpm} = 180 \text{ rpm.}$$

$$\bullet \quad \text{Como } T_{\text{red}} > 900:$$

$$\circ \quad a = 12.30$$

$$\circ \quad b = -44.57$$

$$\circ \quad c = 0.0531$$

$$\text{➤ } XGW_{\text{Reductor}} = 34.58 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } KGW_{\text{Reductor}} = 3.39 \text{ m.}$$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Maquinaria:

❖ Generador de cola:

$$\text{➤ } W_{GE} = \frac{4.485 \text{ KVA} + 0.000455 \text{ KVA}^2}{1000} = 10.55 \text{ ton.}$$

- $\text{KVA} = 1962$

$$\text{➤ } X_{GWGE} = 34.58 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } K_{GWGE} = 3.39 \text{ m.}$$

❖ Grupos generadores de emergencia:

$$\text{➤ } W_{GG} = \frac{7.45 (\text{KVA} - 30) + 765}{1000} = 2.40 \text{ ton.}$$

- $\text{KVA} = 250$

$$\text{➤ } X_{GWGG} = 28.17 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } K_{GWGG} = 6.11 \text{ m.}$$

❖ Instalación contra incendios en cámara de máquinas:

$$\text{➤ } W_{IM} = 0.125 (0.0046 P_m + 0.0088 L_{pp} B) = 13.94 \text{ ton.}$$

- $P_m = 15224.4 \text{ KW.}$

- $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$

- $B = 28.2 \text{ m.}$

$$\text{➤ } X_{GW_{IM}} = 48.07 \text{ m.}$$

$$\text{➤ } K_{GW_{IM}} = 6.11 \text{ m.}$$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Equipos y armamento:

❖ Timones y mechas:

➤ $WG = 0.0224 A V^{2/3} + 2 = 5.24 \text{ ton.}$

• $A = \frac{L_{pp} T (1.1 + 25 \frac{B^2}{L_{pp}^2})}{100} = 18.44 \text{ m}^2$

○ $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$

○ $T = 6.09 \text{ m.}$

○ $B = 28.2 \text{ m.}$

• $V = 22 \text{ nudos.}$

➤ $XGWG = 0.0 \text{ m.}$

➤ $KGWG = 3.13 \text{ m.}$

❖ Rampa de popa:

➤ $WRP = ((0.17 + 0.075 \ln(L_{rp})) L_{rp} B_{rp}) \times 2 \text{ rampas} = 140.82 \text{ ton.}$

• $L_{rp} = 18.97 \text{ m.}$

• $B_{rp} = 9.5 \text{ m.}$

➤ $XGWRP = -14.45 \text{ m.}$

➤ $KGWRP = 9.53 \text{ m.}$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Equipos y armamento:

❖ Rampas interiores:

➤ $WRI_{\text{principal - superior}} = ((0.17 + 0.075 \ln(Lrp)) Lrp Brp) \times 2 \text{ rampas} = 130.30 \text{ ton.}$

- $Lrp = 42.05 \text{ m.}$

- $Brp = 3.44 \text{ m.}$

➤ $XGWRI_{\text{principal - superior}} = 16.86 \text{ m.}$

➤ $KGWRI_{\text{principal - superior}} = 12.18 \text{ m.}$

➤ $WRI_{\text{principal - doble fondo}} = ((0.17 + 0.075 \ln(Lrp)) Lrp Brp) \times 2 \text{ rampas} = 140.87 \text{ ton.}$

- $Lrp = 44.96 \text{ m.}$

- $Brp = 3.44 \text{ m.}$

➤ $XGWRI_{\text{principal - doble fondo}} = 114.83 \text{ m.}$

➤ $XGWRI_{\text{principal - doble fondo}} = 69.60 \text{ m.}$

➤ $KGWRI_{\text{principal - doble fondo}} = 6.11 \text{ m.}$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Equipos y armamento:

❖ Amarre y fondeo:

$$\text{➤ } N = \Delta^{2/3} + 2 B h + \frac{A}{10} = 1702.90$$

- $\Delta = 17178.00 \text{ ton.}$
 - $B = 28.2 \text{ m.}$
 - $h = (D - T) + H_{\text{sup}} = 13.07 \text{ m.}$
 - $D = 9.53 \text{ m.}$
 - $T = 6.09 \text{ m.}$
 - $H_{\text{sup}} = 9.63 \text{ m.}$
 - $A = A_{\text{Francobordo}} + A_{\text{Superestructura}} = 3500 \text{ m}^2.$
- $WF = 112.5 \text{ ton.}$ (Se calcula introduciendo N en la gráfica del ANEXO.)
- $XGWF = 167.22 \text{ m.}$ (Se situará en la perpendicular de proa.)
- $KGWF = 9.53 \text{ m.}$ (Se situará en la cubierta principal.)

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.**Equipos y armamento:**

❖ Pintura y protección catódica:

➤ $WP_i = 0.0074 PS = 60.41 \text{ ton.}$

• $PS = 8164.64 \text{ ton.}$

➤ $WP_{cc} = 0.008 Sm = 2.99 \text{ ton.}$

• $Sm = Lpp T \frac{1.7+Cb}{T} = 374.40 \text{ m}^2$

○ $Lpp = 167.22 \text{ m.}$

○ $T = 6.09 \text{ m.}$

○ $Cb = 0.539$

➤ $XGWP = 83.61 \text{ m.}$

➤ $KGWP = D + 0.15 D = 10.95 \text{ m.}$

• $D = 9.53 \text{ m.}$

❖ Equipo de navegación:

➤ $WEN = 2.0 \text{ ton.}$

➤ $XGWEN = 146.18 \text{ m.}$

➤ $KGWEN = 28.27 \text{ m.}$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.**Equipos y armamento:**

❖ Equipos de salvamento:

➤ $WS = 9.5 + (n - 35) 0.1 = 106.00 \text{ ton.}$

- $n = n^\circ \text{ tripulantes} + n^\circ \text{ pasajeros} = 1000 \text{ personas.}$

- $n^\circ \text{ tripulantes} = 50 \text{ personas.}$

- $n^\circ \text{ pasajeros} = 950 \text{ personas}$

➤ $XGWS = 68.08 \text{ m.}$

➤ $KGWS = 20.93 \text{ m.}$

❖ Habilitación:

➤ $WH = 400 \text{ ton.}$

➤ $XGWH = 83.61 \text{ m.}$

➤ $KGWH = 22.55 \text{ m.}$

❖ Aire acondicionado:

➤ $WAA = 0.02 Sh = 175.28 \text{ ton.}$

- $Sh = 8764 \text{ m}^2$

➤ $XGWAA = XGWH = 83.61 \text{ m.}$

➤ $KGWAA = KGWH = 22.55 \text{ m.}$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Equipos y armamento:

❖ Tuberías y bombas:

➤ $W_{TBC} = 0.0047 L_{pp} \sqrt{L_{pp}} B = 286.60 \text{ ton.}$

- $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$
- $B = 28.2 \text{ m.}$

➤ $XGW_{TBC} = 0.078 L_{pp} = 13.04 \text{ m.}$

- $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$

➤ $KGW_{TBC} = 0.79 D = 7.52 \text{ m.}$

- $D = 9.53 \text{ m.}$

❖ Chimenea:

➤ $WCH = 0.0034 L_{pp} B = 16.03 \text{ ton.}$

- $L_{pp} = 167.22 \text{ m.}$
- $B = 28.2 \text{ m.}$

➤ $XGWCH = 35.89 \text{ m.}$

➤ $KGWCH = 27.58 \text{ m.}$

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Resumen:

Grupo		Peso (ton.)	XG (m.)	YG (m.)	KG (m.)	Mto. Vertical	Mto. Horizontal
Aceros	Aceros	8164,64	78,92	0,00	5,45	44497,29	644353,39
	Tecles	13,57	8,05	0,00	8,19	111,14	109,24
	Tanques no estructurales	14,90	8,05	0,00	8,19	122,03	119,95
Total		8193,11	78,67	0,00	5,46	44730,46	644582,57

Grupo		Peso (ton.)	XG (m.)	YG (m.)	KG (m.)	Mto. Vertical	Mto. Horizontal
Maquinaria	Maquinaria propulsora	209,92	40,98	0,00	4,83	1013,91	8602,52
	Maquinaria restante	499,60	31,02	0,00	6,11	3052,56	15497,59
	Línea de ejes	31,19	19,58	0,00	3,27	101,99	610,70
	Hélices	12,94	2,87	0,00	2,30	29,76	37,14
	Reductores	46,06	34,58	0,00	3,39	156,14	1592,75
	Generador de cola	10,55	34,58	0,00	3,39	35,76	364,82
	Grupos generadores de	2,40	28,17	0,00	6,11	14,66	67,61
	Instalación contra incendios en cámara de máquinas	13,94	48,07	0,00	6,11	85,17	670,10
Total		826,60	33,20	0,00	5,43	4489,97	27443,23

Grupo		Peso (ton.)	XG (m.)	YG (m.)	KG (m.)	Mto. Vertical	Mto. Horizontal
Equipos y Armamento	Timones y mechas	5,24	0,00	0,00	3,13	16,40	0,00
	Rampa de popa	140,82	-14,45	0,00	9,53	1342,01	-2034,85
	Rampas interiores	65,15	16,86	0,00	12,18	793,53	1098,43
	Rampas interiores	65,15	16,86	0,00	12,18	793,53	1098,43
	Rampas interiores	70,43	69,60	0,00	6,11	430,33	4901,93
	Rampas interiores	70,43	114,83	0,00	6,11	430,33	8087,48
	Amarre y fondeo	112,50	167,22	0,00	9,53	1072,13	18812,25
	Pintura y protección catódica	60,41	83,61	0,00	10,95	661,49	5050,88
	Equipo de navegación	2,00	146,18	0,00	28,27	56,54	292,36
	Equipos de salvamento	106,00	68,08	0,00	20,93	2218,58	7216,48
	Habilitación	400,00	83,61	0,00	22,55	9020,00	33444,00
	Aire acondicionado	175,28	83,61	0,00	22,55	3952,56	14655,16
	Tuberías y bombas	286,60	13,04	0,00	7,52	2155,23	3737,26
	Chimenea	16,03	35,89	0,00	27,58	442,11	575,32
Total		1576,04	63,21	0,00	14,22	23384,76	96935,13

2.- CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA Y CENTROS DE GRAVEDAD.**Resumen:**

Grupo	Peso (ton.)	XG (m.)	YG (m.)	KG (m.)	Mto. Vertical	Mto. Horizontal
Aceros	8193,11	78,67	0,00	5,46	44730,46	644582,57
Maquinaria	826,60	33,20	0,00	5,43	4489,97	27443,23
Equipos y Armamento	1576,04	63,21	0,00	14,22	23384,76	96935,13
Total	10595,75	72,83	0,00	6,76	72605,19	768960,93

Grupo	Peso (ton.)	XG (m.)	YG (m.)	KG (m.)
Peso en Rosca	10595,75	72,83	0,00	6,76
Margen (10%)	1059,58	0,50	0,00	1,00
Total	11655,33	73,33	0,00	7,76

3.- PESO MUERTO:

Sabiendo que el valor del desplazamiento puede calcularse a partir de:

$$\Delta = 1.025 L_{pp} B T C_b$$

Y que éste mismo también puede ser calculado a partir de:

$$\Delta = PR + PM ; PM = 5522.67 \text{ ton.}$$

Siendo:

$$PR = 11655.33 \text{ ton}$$

$$\Delta = 1.025 L_{pp} B T C_b = 1.025 \times 167.22 \times 28.2 \times 6.09 \times 0.539 = 17178.00 \text{ ton.}$$

ANEXO

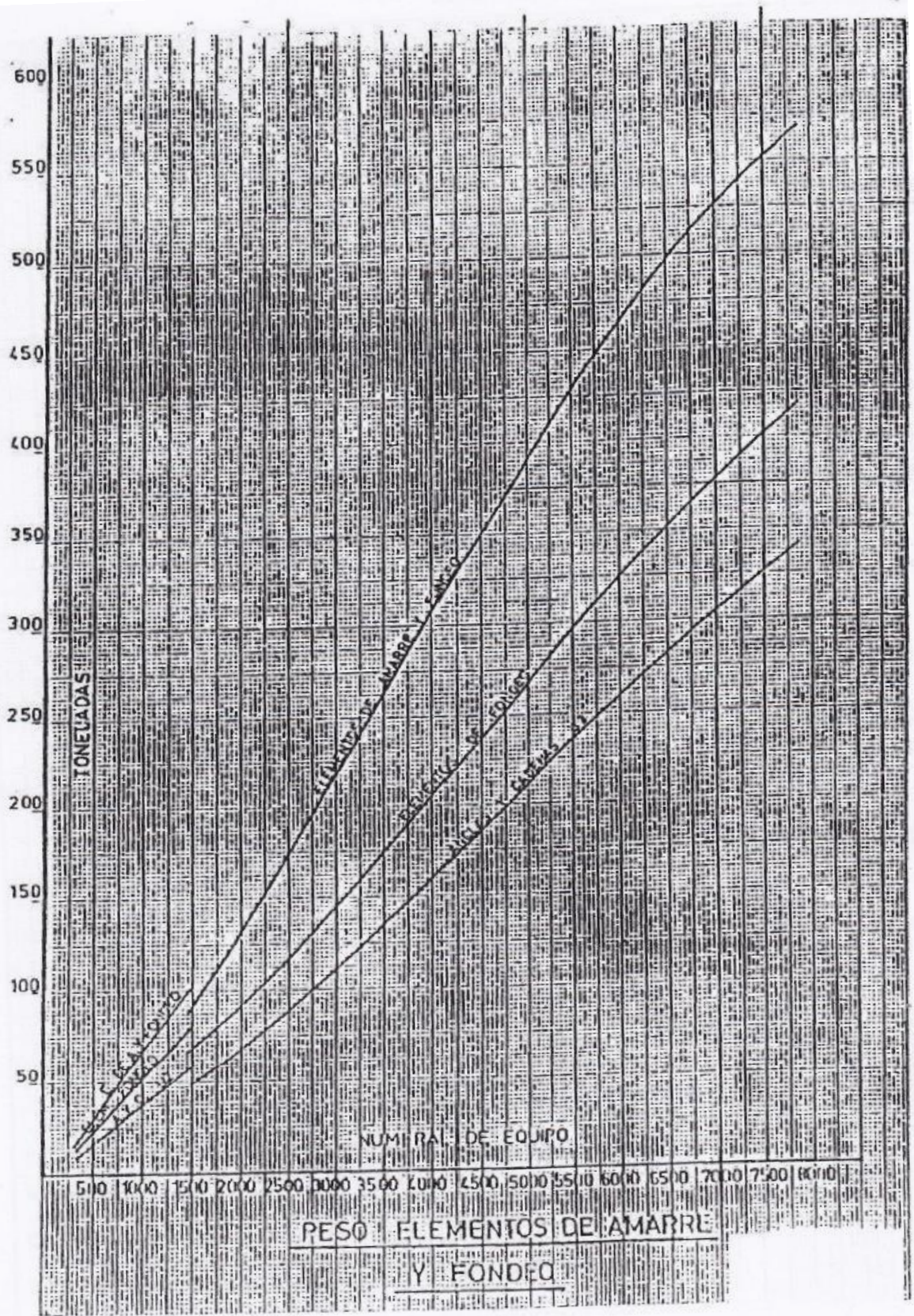


Fig. 9.5.6