



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/20**

MEGAYATE DE LUJO

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 3

COEFICIENTES Y PLANOS DE FORMAS

ALUMNA: ROSA PÉREZ RAMÓN

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

ÍNDICE

CUADERNO 3

1 INTRODUCCIÓN	4
2 CONTORNO DE PROA	5
2.1 BULBO DE PROA	5
2.1.1 APLICACIÓN BULBO DE PROA	5
2.1.2 TIPOS DE BULBOS	5
2.1.3 MARGEN DE APLICACIÓN	6
2.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL BULBO	7
2.1.5 FORMAS DEL BULBO DE PROA	8
3 CONTORNO DE POPA	10
4 DESARROLLO DE FORMAS	13
4.1 TRANSFORMACIÓN PARAMÉTRICA	17
5 COMPROBACIÓN COEFICIENTES ADIMENSIONALES	21
6 CURVA DE ÁREAS SECCIONALES	22
7 CARTILLA DE TRAZADO	23
8 PLANO DE FORMAS	24
ANEXO I: FIGURAS 8.3.6	25
ANEXO II: FIGURA 8.6.5	34
BIBLIOGRAFÍA	35

Escola Politécnica Superior



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2018-2019

PROYECTO NÚMERO 19-19

TIPO DE BUQUE: MEGAYATE DE LUJO DE DESPLAZAMIENTO, DE 114 M DE ESLORA. TIPO WORLD GRAND EXPLORER

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUQUE DE PASAJE, OCEÁNICO, SOLAS MARPOL MCA, ZONA ECA POLAR CODE B ICE. RUTAS DE LA ANTÁRTIDA PERIODOS RESTRINGIDOS Y ÁRTICO (VERANO). PANAMÁ.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: PERSONAS EN CRUCEROS TURÍSTICOS DE GRAN LUJO

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17 KNOTS AL 90% MCR Y 10% MM. AUTONOMÍA A 3500 MILLAS.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: GRÚA A BORDO, JACUZZI, GARAJE PARA MOTOS DE AGUA, PISCINA

PROPULSIÓN: UNO O DOS MOTORES DIESEL

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 50 PASAJEROS Y 42 TRIPULANTES.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: GARAJE, WATERMAKER x 2, STABILIZER TRAC, AIR CONDITIONING CRUISAIR, HELIPUERTO (NO CERTIFICADO). MARINA EN POPA Y LATERALES, BOTES TENDER.

Ferrol, diciembre 2019

ALUMNO/A: **Rosa Pérez Ramón**

TUTOR: **Raúl Villa Caro**

1 INTRODUCCIÓN

En este presente cuaderno se desarrollará la generación de formas del buque y se efectuará la comprobación de los coeficientes adimensionales del mismo.

Dentro de la primera parte del cuaderno se concretizarán los siguientes puntos:

- . Contorno de proa y trazado de bulbo.
- . Contorno de popa.
- . Desarrollo de formas.
- . Plano de formas.
- . Curva de áreas seccionales.

Como base para la realización de este cuaderno, se tomarán como referencia las dimensiones principales obtenidas en el Cuaderno 1: "*Dimensionamiento preliminar y elección de la cifra de mérito*".

L (m)	B (m)	D (m)	T (m)	Lwl (m)
111,15	21,63	8,77	5,17	110,00

Tabla 1. Dimensiones Principales del buque.

El objetivo de este cuaderno no es otro que lograr un equilibrio entre dimensiones y formas con el fin de satisfacer los siguientes puntos:

- . Requisitos técnicos del buque (capacidad de tanques, capacidad de carga, etc.).
- . Formas hidrodinámicas, de forma que se reduzca lo máximo posible la resistencia al avance.
- . Configuración que permita un buen comportamiento en la mar y buena maniobrabilidad.
- . Facilidad y coste de la construcción.

2 CONTORNO DE PROA

2.1 BULBO DE PROA

La decisión de dotar a una carena con bulbo de proa es un tema no zanjado dentro del campo de la ingeniería naval. En general, se afirma que el empleo de bulbos de proa puede ser muy favorable en gran número de buques, al contribuir a reducir diferentes términos de la resistencia: la resistencia de formación de olas, al disminuir el tren de olas de proa generado por el buque, y al poder conseguirse ollas menores y más amortiguadas, y la resistencia residual de carácter viscoso, al disminuirse los torbellinos de proa y resistencia viscosa de presión.

A pesar de las ventajas evidentes que se desprenden de la incorporación de un bulbo de proa a una carena, no se quiere decir que todos los buques deban llevar bulbo. La decisión dependerá del tipo de buque, velocidad, servicio e itinerarios previstos, tiempo de navegación en lastre, media o plena carga, etc. Y siempre tras un estudio que permita determinar con aceptables garantías su posible conveniencia.

2.1.1 APLICACIÓN BULBO DE PROA

El mecanismo de acción del bulbo parece ser radicalmente distinto en dos tipos diferentes de buques:

- **En los buques rápidos** (número de Froude por encima de 0,25), actúa por atenuación del sistema de olas de proa y reducción, por tanto, de la resistencia por formación de olas.
- **En los buques lentos** (número de Froude por debajo de 0,25), y en la situación de lastre, pueden obtenerse grandes beneficios del bulbo ya que éste disminuye radicalmente la resistencia por olas rompientes, que en estos buques supone porcentajes en torno al 20% de la resistencia total. En la situación de plena carga, el ahorro obtenido es menor ya que la incidencia de las olas rompientes en la Resistencia Total es mucho más baja.
-

2.1.2 TIPOS DE BULBOS

Hay una clasificación de dos tipos:

- **Bulbos integrados:** son los que se unen con la carena con suavidad y continuidad.
- **Bulbos Postizos:** Son aquellos que han sido añadidos a una carena previa sin bulbo, de forma tal que en la intersección del bulbo con la carena existe una línea de discontinuidad.

Para el caso de este buque proyecto, el bulbo de proa será integrado y actuará por atenuación del sistema de olas de proa y reducción de la resistencia de formación de olas, ya que el número de Froude es superior a 0,25; por tanto se considera un buque rápido.

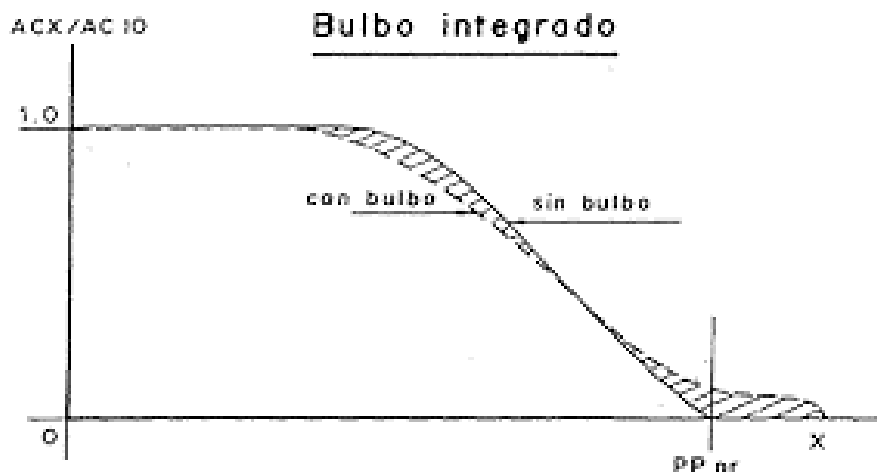


Imagen 1. Bulbo Integrado

2.1.3 MARGEN DE APLICACIÓN

En el presente proyecto se fija el campo de aplicación para esta etapa de proyecto, donde únicamente se conocen datos de dimensionamiento principales y aproximaciones de coeficientes adimensionales.

El coeficiente de bloque C_b , como la relación eslora/Manga, son parámetros que influyen decisivamente en la adopción del bulbo.

La fijación de los márgenes en lo que respecta a la velocidad, presenta considerables dificultades ya que existe una cierta disparidad de criterios entre los diversos autores.

Según Carlier, el bulbo es aplicable a una gama enormemente amplia de valores de F_n . Se estima que son otros los factores que deben afectar la decisión de la adopción del bulbo, y que entre ellos debe ocupar un papel relevante el análisis comparativo y ponderoso de los diversos calados operativos del buque. Por ello, restringir el uso del bulbo a una gama cerrada de valores de F_n no parece razonable.

En general, para las relaciones actualmente utilizadas entre F_n y el coeficiente de afinamiento global del buque, que puede medirse bien por $C_b \cdot B/L$, el bulbo no suele ser recomendable si la relación anterior es superior a 0,135.

En resumen, se tienen las siguientes expresiones, las cuales se comprueba si el buque proyecto cumple o no.

	Contorno Proa	Autor	Cumple	Valor	
0,65	$< C_b <$	0,8	no	0,52	
5,5	$< L/B <$	7	no	5,14	
0,24	$< F_n <$	0,57	Wigley	sí	0,26
	$C_b \cdot B/L <$	0,135		sí	0,10

Tabla 2. Comprobación Aplicación del Bulbo.

Al no cumplirse todos los criterios, no se puede confirmar la idoneidad de la aplicación de bulbo de proa en el buque. No obstante, la mayoría de los buques de la base de datos tienen bulbo de proa, por lo que el buque proyecto será dotado de uno.

2.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL BULBO

A la hora de definir las características geométricas del bulbo, lo primero que se debe decir es el tipo de bulbo a utilizar. Se diferencian tres tipos:

- . Bulbo Elíptico.
- . Bulbo en Gota de Agua.
- . Bulbo tipo Peonza.

La primera diferencia para considerar entre estos tipos de bulbo se debe a la forma local de sus cuadernas en la parte baja. Cuanta más plana sea ésta, mayor será el riesgo de “slamming” si llega a emerger el pie de roda.

La protuberancia máxima, así como el centro de gravedad del bulbo se sitúan en cada caso a alturas relativamente distintas. Para el mismo volumen y superficie mojada de bulbo, este será en general más efectivo en plena carga si su sección es tipo peonza, ya que se encontrará más próximo a la flotación.

En casos en los que la situación de lastre tenga un calado en proa muy reducido, será preferible, si las consideraciones de comportamiento en la mar lo permiten, una sección tipo gota de agua que, teniendo semiángulos de entrada menores para la flotación de lastre, evitará la formación de olas rompientes. En contrapartida, el bulbo resultante actuará muy poco o nada en plena carga.

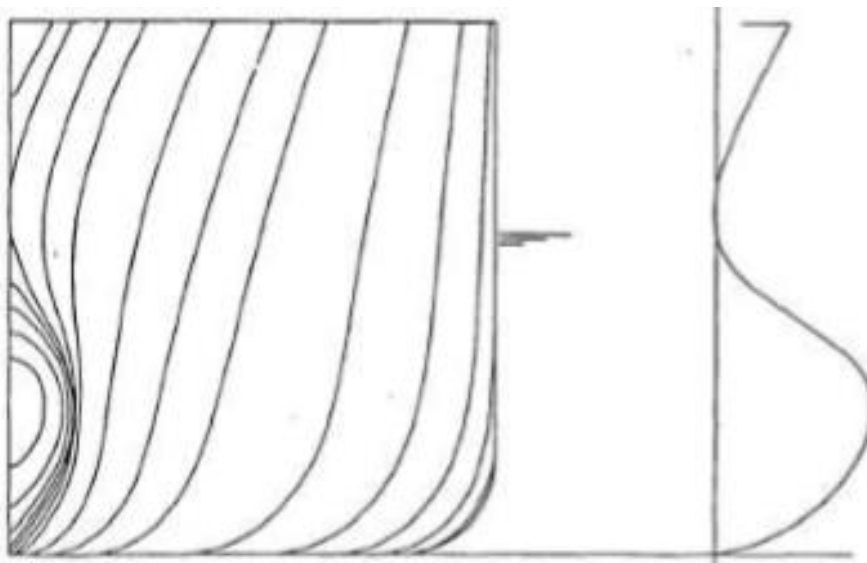


Imagen 2. Bulbo tipo Peonza

Una vez seleccionado el tipo de bulbo, se empiezan a calcular los siguientes parámetros que lo definen geoméricamente:

Altura del bulbo:

Es la ordenada sobre la línea base del punto de protuberancia máxima. Para una inmensa mayoría de los buques, h_b oscila entre el 35% y 55% del calado máximo en proa. A falta de más datos, y para un diseño del bulbo preliminar, se toma un 50% del calado máximo como valor de partida.

$$h_b = 0,45 \cdot T = 2,33 \text{ m}$$

Protuberancia:

Este parámetro es menos crítico que la altura: admite variaciones de mayor entidad sin grave deterioro de la calidad de las formas. En este caso la protuberancia se calculará mediante la siguiente expresión, a partir de expresiones empíricas:

$$Xb = \left(0,1811 \cdot Cb \cdot \frac{B}{L} + 0,0074 \right) \cdot L$$
$$Xb = 2,74 \text{ m}$$

Considerando Bulbo Alto.

Área Transversal:

El valor del área transversal S_b será obtenido a partir de la Figura 8.3.8 del libro “Proyectos de las formas del buque”, de D. Fernando Junco. En este gráfico, entrando con los valores de L/B igual a 5,14 y un coeficiente de bloque de 0,561; se obtiene un S_b del 6,15%SM.

2.1.5 FORMAS DEL BULBO DE PROA



Imagen 3. Forma del Casco

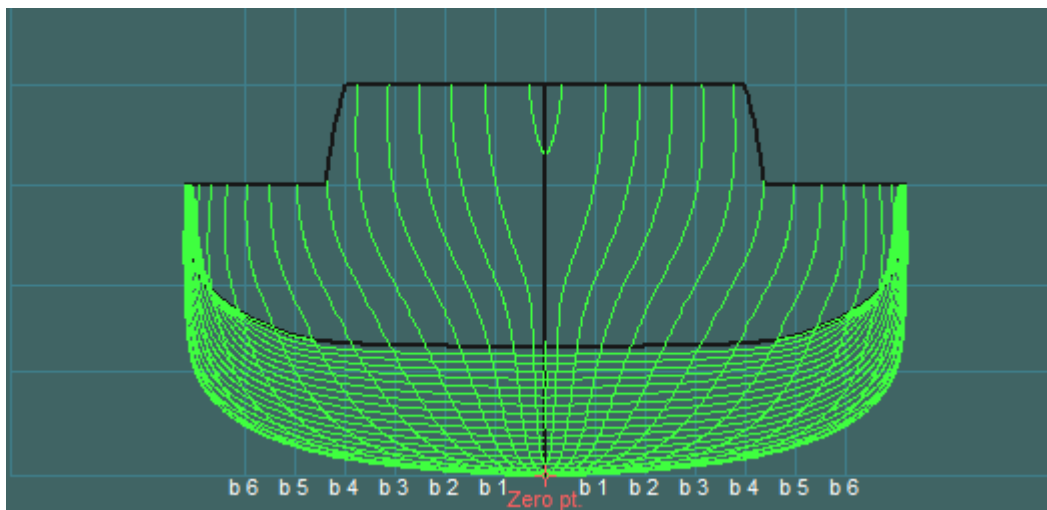


Imagen 4. Vista de la Manga y el Puntal

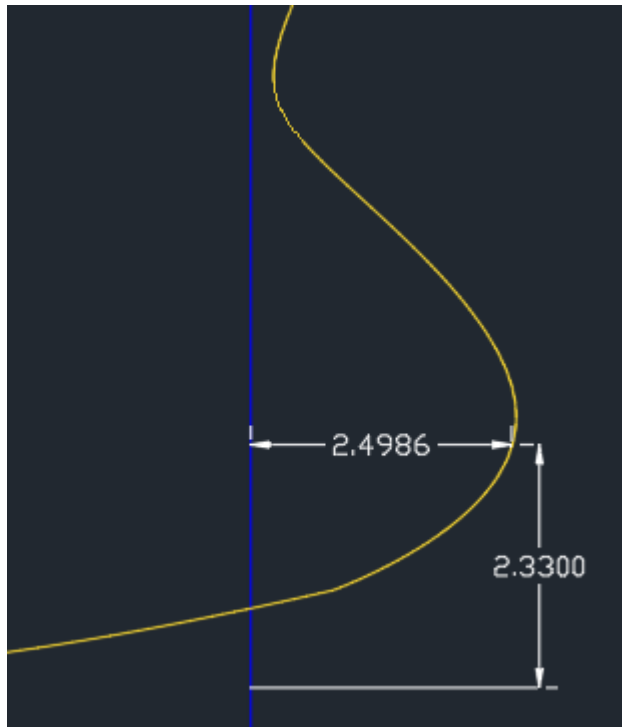


Imagen 5. Bulbo de Proa vista transversal

Se representa sobre el plano longitudinal, las medidas (m) de la altura y la protuberancia del bulbo de proa.

3 CONTORNO DE POPA

Uno de los aspectos más importantes del proyecto de un buque consiste en conseguir una adecuación satisfactoria entre el casco y la hélice, de forma que se consiga un compromiso rentable. Por ello, es de vital importancia confeccionar unas formas de popa que garanticen que llega un flujo de agua incidente adecuado al propulsor, evitando la formación desigual de remolinos. Es decir, las condiciones del flujo de entrada de agua al disco de la hélice tienen una gran influencia.

Estas zonas de popa, conocidas como vanos de codaste, suelen definirse con el apoyo de reglamentos de las Sociedades de Clasificación. Se va a seguir el reglamento de la Lloyd's Register.

En el Cuaderno 6: "Predicción de Potencia y Diseño de propulsores y timones" una vez se ha elegido el motor adecuado para el buque proyecto, se realizan las especificaciones necesarias para definir la hélice. Se ha concluido que tendrá las siguientes características geométricas:

- Paso: 3,6629 m
- Diámetro Hélice: 3,2000 m
- Inmersión Eje: 4,0000 m
- P/D: 1,14470
- Relación área desarrollada/área disco: 0,4160

Procediendo con el cálculo de las claras de la hélice, siguiendo con el reglamento de la sociedad de clasificación Lloyd's Register Julio 2019, se tiene:

Hull Clearances for twin screw

E	F	Hélices	Palas	Diámetro (m)	K
1KD	1,20KD				
0,29	0,34	2	4	3,2	0,09

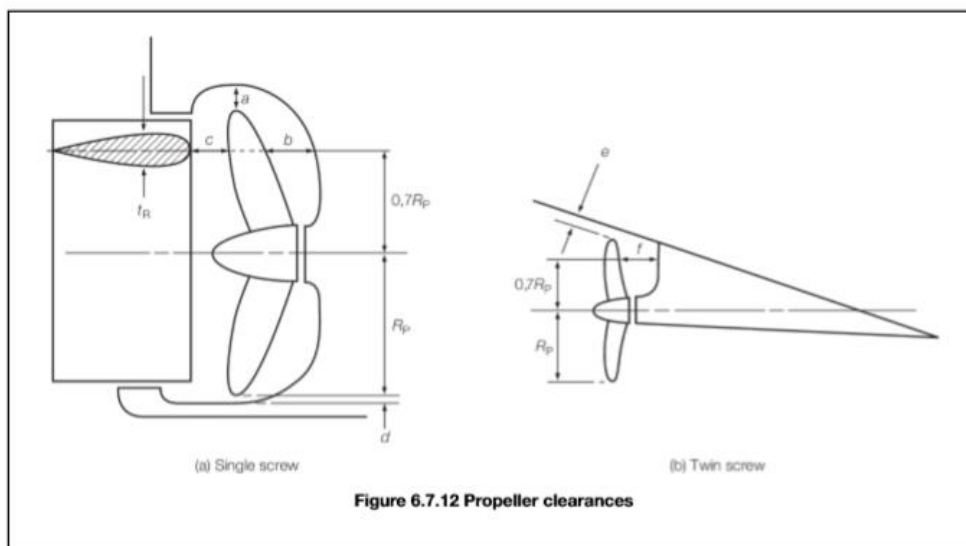


Imagen 6. Claras de la Hélice

Table 6.7.8 Recommended propeller/hull clearances

Number of blades	Hull clearances for single screw, in metres, see Figure 6.7.12 Propeller clearances				Hull clearances for twin screw, in metres, see Figure 6.7.12 Propeller clearances	
	a	b	c	d	e	f
3	1,20Kδ	1,80Kδ	0,12δ	0,03δ	1,20Kδ	1,20Kδ
4	1,00Kδ	1,50Kδ	0,12δ	0,03δ	1,00Kδ	1,20Kδ
5	0,85Kδ	1,275Kδ	0,12δ	0,03δ	0,85Kδ	0,85Kδ
6	0,75Kδ	1,125Kδ	0,12δ	0,03δ	0,75Kδ	0,75Kδ
Minimum value	0,10δ	0,15δ	t_R	—	3 and 4 blades, 0,20δ 5 and 6 blades, 0,16δ	0,15δ

Symbols

L as defined in Pt 3, Ch 6, 1.4 Symbols and definitions 1.4.1

C_b = moulded block coefficient at load draught

$$K = \left(0,1 + \frac{L}{3050} \left(\frac{3,48C_b P}{L^2} + 0,3 \right) \right)$$

$$= \left(K = \left(0,1 + \frac{L}{3050} \left(\frac{2,56C_b P}{L^2} + 0,3 \right) \right) \right)$$

t_R = thickness of rudder, in metres, measured at $0,7R_p$ above the shaft centreline

P = designed power on one shaft, in kW (shp)

R_p = propeller radius, in metres

δ = propeller diameter, in metres

Note The above recommended minimum clearances also apply to semi-spade type rudders.

Imagen 7. Claras de la Hélice Reglamento Lloyd's Register

Se va a mostrar a continuación un recorte de AutoCAD de la disposición de las claras de la hélice:

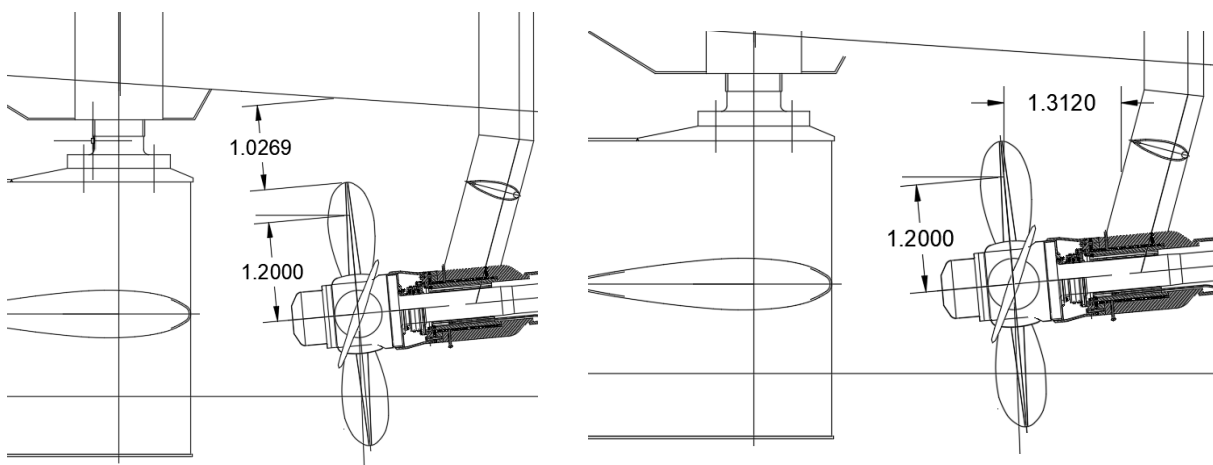


Imagen 8. Claras de la hélice

Si se hace un análisis de las claras mínimas exigidas por distintas sociedades de clasificación puede observarse que las claras exigidas disminuyen al aumentar el número de palas de la hélice.

Ello es debido al menor nivel de fluctuaciones de par y empuje transmitidos al casco y/o a la línea de ejes por hélices de mayor número de palas. Si se tiene en cuenta, además que el diámetro óptimo en hélices de mayor número de palas es inferior, puede deducirse la conveniencia de proyectar hélices de mayor número de palas.

4 DESARROLLO DE FORMAS

Las opciones para conseguir las formas parten de una transformación:

1. Buque modelo de la biblioteca de MaxSurf: esta primera opción se descartó, ya que al dimensionar de nuevo la eslora, manga y puntal, se obtenían unas formas poco representativas del buque proyecto que se quiere realizar.

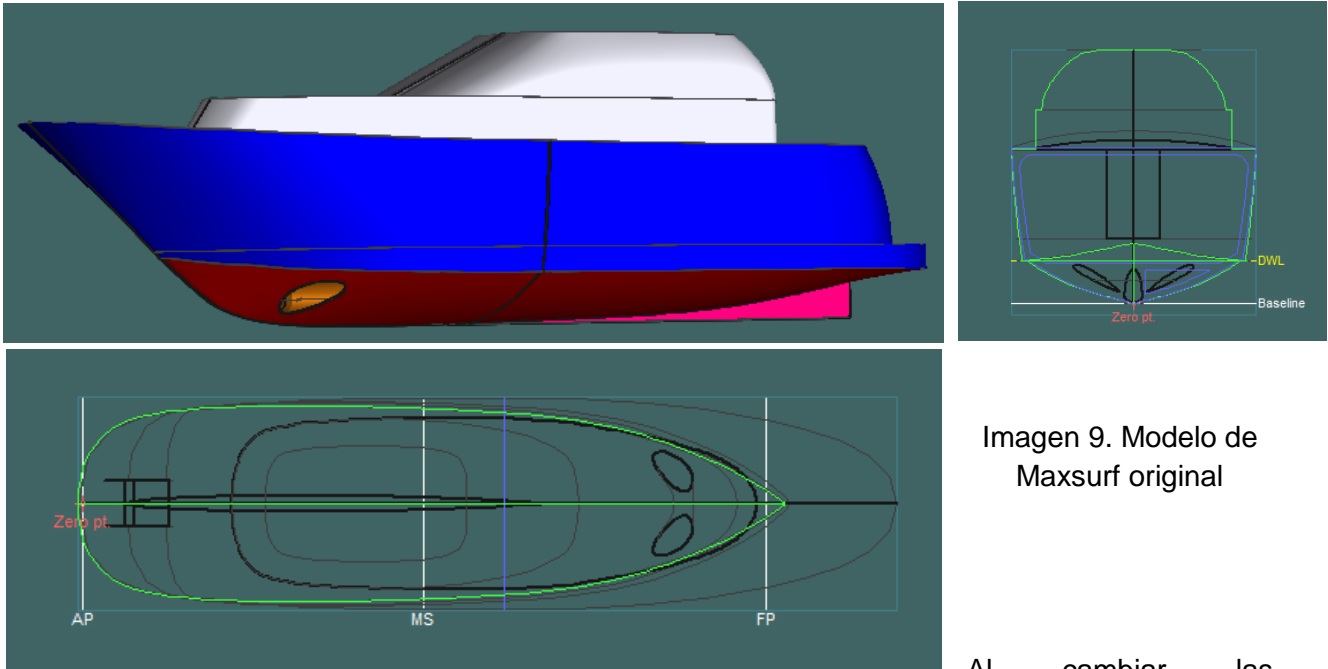


Imagen 9. Modelo de Maxsurf original

Al cambiar las dimensiones del modelo de Maxsurf, para obtener las del buque proyecto, se observa que el buque ya no tiene formas perfiladas en proa.

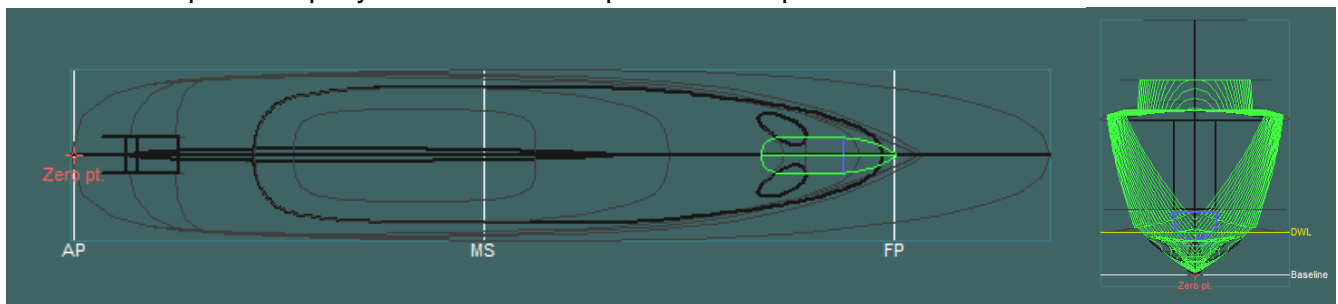


Imagen 10. Vista en Planta del Plano de formas del Buque modelo redimensionado

2. El diseño de las formas del buque se lleva a cabo mediante el programa informático MaxSurf y el método de series sistemáticas BSRA, el cual se basa en estudios sistemáticos de formas llevados a cabo por varios canales de ensayos hidrodinámicos. La serie se aplica con el campo de variación:

$$0,55 < Cb < 0,85$$

El coeficiente de bloque del buque proyecto es de 0,519 por lo que se considerará un 0,52 y se podrán aplicar las series sistemáticas, por existir ese valor en las gráficas.

El primer paso es calcular la flotación para diferentes porcentajes de calado:

% Calado	Flotación	Altura (m)
----------	-----------	------------

7,69	A	0,40
15,38	B	0,80
23,08	C	1,19
38,46	D	1,99
53,85	E	2,78
69,23	F	3,58
84,62	G	4,37
100,00	H	5,17
115,38	J	5,97
130,77	K	6,76

Tabla 3. Flotación a distintos %Calado.

En esta tabla, se muestran los resultados obtenidos para las alturas de las líneas de agua. Una vez definida cada línea de agua, se prosigue a determinar los puntos de carena en cada sección utilizando las gráficas correspondientes a los buques con bulbos "Tabla 8.6.3 Buques con bulbos de proa – Proyectos de buques y artefactos Profesor Fernando Junco ". Se obtienen los siguientes resultados:

Sección	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
0								0,13	0,31	0,44
1/4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,27	0,43	0,55
1/2	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,08	0,21	0,39	0,55	0,64
3/4	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	0,15	0,32	0,5	0,64	0,72
1	0,03	0,04	0,05	0,9	0,14	0,23	0,42	0,59	0,72	0,8
1 1/2	0,6	0,11	0,14	0,23	0,32	0,45	0,62	0,75	0,85	0,92
2	0,14	0,22	0,3	0,43	0,56	0,68	0,78	0,86	0,93	0,98
2 1/2	0,28	0,42	0,52	0,65	0,78	0,85	0,91	0,95	0,975	1
3	0,5	0,65	0,75	0,85	0,92	0,95	0,975	0,99	1	1
3 1/2	0,74	0,83	0,9	0,95	0,98	1	1	1	1	1
4	0,84	0,93	0,97	1	1	1	1	1	1	1
5	0,75	0,85	0,9	0,95	0,97	0,98	0,99	1	1	1
6	0,47	0,6	0,67	0,78	0,84	0,88	0,92	0,94	0,96	0,98
6 1/2	0,33	0,46	0,53	0,65	0,72	0,78	0,83	0,87	0,91	0,94
7	0,22	0,34	0,41	0,52	0,59	0,66	0,72	0,77	0,82	0,85
7 1/2	0,14	0,23	0,28	0,36	0,44	0,51	0,58	0,63	0,69	0,75
8	0,1	0,15	0,19	0,26	0,32	0,38	0,43	0,48	0,54	0,6
8 1/2	0,09	0,12	0,14	0,19	0,22	0,25	0,29	0,33	0,38	0,45
9	0,08	0,11	0,12	0,13	0,135	0,14	0,16	0,19	0,23	0,29
9 1/4	0,07	0,11	0,12	0,14	0,13	0,12	0,13	0,15	0,18	0,22
9 1/2	0,07	0,09	0,11	0,11	0,08	0,06	0,06	0,09	0,12	0,15
9 3/4	0,08	0,1	0,11	0,1	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,1
10	0,09	0,09	0,09	0,07	0,04	0,02	0	0	0,01	0,03

Tabla 4. Resultados Alturas Líneas de Agua.

Una vez sacados los valores anteriores de las gráficas BSRA para el coeficiente de bloque de 0,52 correspondiente al buque proyecto, se procede a multiplicar el resultado de la tabla por la semimanga del buque, obteniéndose:

Sección	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	3,35	4,76
1/4	0,22	0,22	0,22	0,22	0,32	0,43	0,11	2,92	4,65	5,95
1/2	0,22	0,22	0,22	0,32	0,43	0,87	2,27	4,22	5,95	6,92
3/4	0,22	0,32	0,43	0,54	0,87	1,62	3,46	5,41	6,92	7,79
1	0,32	0,43	0,54	0,73	1,51	2,49	4,54	6,38	7,79	8,65
1 1/2	6,49	1,19	1,51	2,49	3,46	4,87	6,71	8,11	9,19	9,95
2	1,51	2,38	3,24	4,65	6,06	7,35	8,44	9,30	10,06	10,60
2 1/2	3,03	4,54	5,62	7,03	8,44	9,19	9,84	10,27	10,54	10,82
3	5,41	7,03	8,11	9,19	9,95	10,27	10,54	10,71	10,82	10,82
3 1/2	8,00	8,98	9,73	10,27	10,60	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82
4	9,08	10,06	10,49	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82
5	8,11	9,19	9,73	10,27	10,49	10,60	10,71	10,82	10,82	10,82
6	5,08	6,49	7,25	8,44	9,08	9,52	9,95	10,17	10,38	10,60
6 1/2	3,57	4,97	5,73	7,03	7,79	8,44	8,98	9,41	9,84	10,17
7	2,38	3,68	4,43	5,62	6,38	7,14	7,79	8,33	8,87	9,19
7 1/2	1,51	2,49	3,03	3,89	4,76	5,52	6,27	6,81	7,46	8,11
8	1,08	1,62	2,05	2,81	3,46	4,11	4,65	5,19	5,84	6,49
8 1/2	0,97	1,30	1,51	2,05	2,38	2,70	3,14	3,57	4,11	4,87
9	0,87	1,19	1,30	1,41	1,46	1,51	1,73	2,05	2,49	3,14
9 1/4	0,76	1,19	1,30	1,51	1,41	1,30	1,41	1,62	1,95	2,38
9 1/2	0,76	0,97	1,19	1,19	0,87	0,65	0,65	0,97	1,30	1,62
9 3/4	0,87	1,08	1,19	1,08	0,54	0,43	0,32	0,43	0,54	1,08
10	0,97	0,97	0,97	0,76	0,43	0,22	0,00	0,00	0,11	0,32

Tabla 5. Cartilla de Trazado

Y se obtiene así la cartilla de trazado mediante las gráficas de BSRA.

El contorno de proa también puede deducirse de la serie BSRA, en este caso, se visualizará la Figura 8.6.5 para buques con bulbo, del Libro de Don Fernando Junco "Proyectos de Buques y Artefactos". Para poder visualizar las gráficas, consulte los Anexos de este cuaderno.

	X	Z (L.A)	%Lpp
A	88,92	0,40	80%
B	111,15	0,80	100%
C	111,15	1,19	100%
D	77,805	1,99	70%
E	44,46	2,78	40%
F	11,115	3,58	10%
G	0	4,37	0%
H	0	5,17	0%
J	5,5575	5,97	5%
K	33,345	6,76	30%

Tabla 6. Serie BSRA Contorno de Proa

4.1 TRANSFORMACIÓN PARAMÉTRICA

Se ha optado por la segunda opción del desarrollo de formas, por lo que el siguiente paso, es la transformación paramétrica del buque de referencia, para adaptarlo a las dimensiones del buque proyecto mediante MaxSurf Modeler. El buque inicial es un yate, del cual tengo la superficie ya diseñada en este programa, y que parte de los siguientes valores de hidrostáticas:

<i>Displacement</i>	3770	t
<i>Volume (displaced)</i>	3678,444	m ³
<i>Draft Amidships</i>	4,31	m
<i>Immersed depth</i>	4,31	m
<i>WL Length</i>	99,699	m
<i>Beam max extents on WL</i>	17,237	m
<i>Wetted Area</i>	1667,898	m ²
<i>Max sect. area</i>	62,498	m ²
<i>Waterpl. Area</i>	1274,95	m ²
<i>Prismatic coeff. (Cp)</i>	0,59	
<i>Block coeff. (Cb)</i>	0,497	
<i>Max Sect. area coeff. (Cm)</i>	0,853	
<i>Waterpl. area coeff. (Cwp)</i>	0,742	
<i>LCB length</i>	-4,802	from zero pt. (+ve fwd) m

<i>LCF length</i>	-9,172	from zero pt. (+ve fwd)
<i>LCB %</i>	-4,816	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
<i>LCF %</i>	-9,2	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
<i>KB</i>	2,657	m
<i>KG fluid</i>	0	m
<i>BMt</i>	6,726	m
<i>BML</i>	192,856	m
<i>GMt corrected</i>	9,383	m
<i>GML</i>	195,512	m
<i>KMt</i>	9,383	m
<i>KML</i>	195,512	m
<i>Immersion (TPc)</i>	13,068	tonne/cm
<i>MTc</i>	73,716	tonne.m
<i>RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)</i>	617,43	tonne.m
<i>Length:Beam ratio</i>	5,784	
<i>Beam:Draft ratio</i>	3,999	
<i>Length:Vol^{0.333} ratio</i>	6,459	
<i>Precision</i>	Highest	212 stations

Tabla 7. Hidrostáticas

A continuación se muestra una imagen en 3D del aspecto de las formas de Maxsurf del buque de referencia antes de la transformación paramétrica:

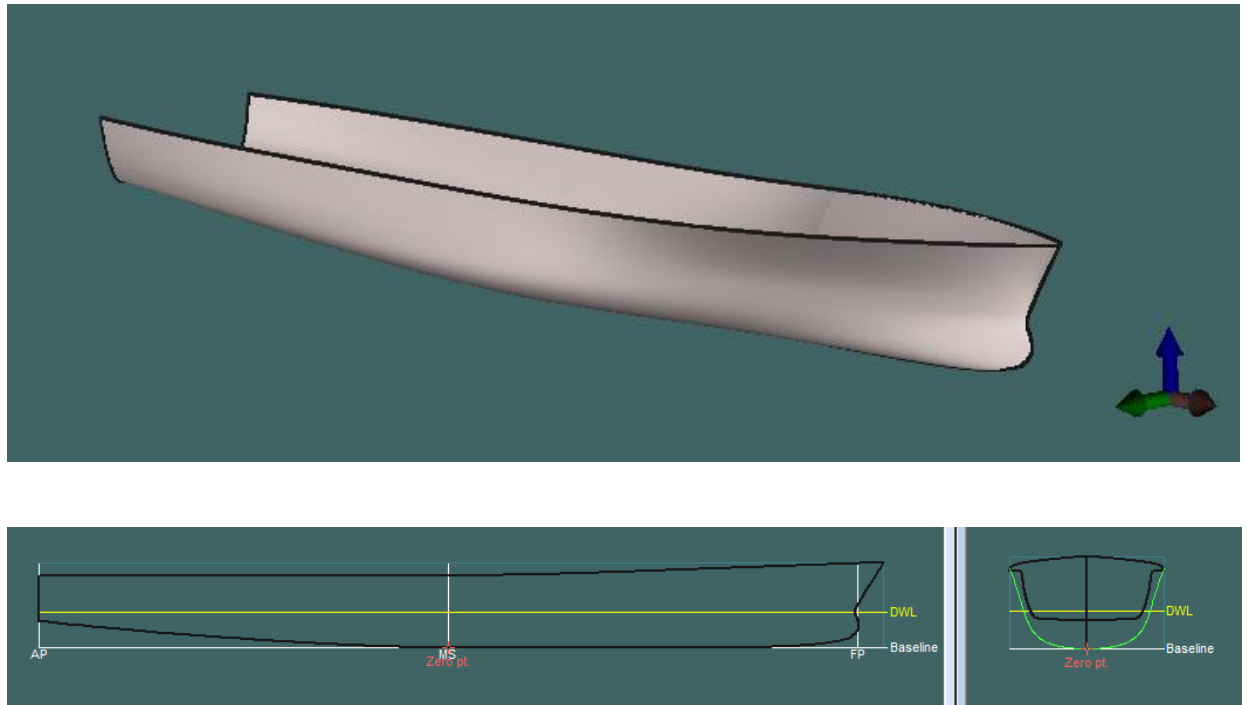


Imagen 11. Formas Buque de Referencia

Una vez seleccionado el buque a utilizar, se procede a transformar el buque de forma paramétrica mediante "Parametric Transformation", escalando el buque de manera que se consiga adaptar las dimensiones a las del buque proyecto.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos de los valores de hidrostáticas, una vez aplicada la transformación y con las dimensiones del buque proyecto. Además de haber aumentado el bulbo del modelo de referencia y habiéndolo ajustado a las formas de acuerdo con los cálculos anteriormente realizados para el bulbo de proa.

Displacement	6314	t
Volume (displaced)	6160,35	m ³
Draft Amidships	5,17	m
Immersed depth	5,17	m
WL Length	110,711	m
Beam max extents on WL	21,654	m
Wetted Area	2375,544	m ²
Max sect. area	94,465	m ²
Waterpl. Area	1885,122	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,589	
Block coeff. (Cb)	0,497	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,855	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,786	
LCB length	43,979	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	46,924	from zero pt. (+ve fwd) m

LCB %	48,757	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	42,384	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	3,25	m
KG fluid	0	m
BMt	9,831	m
BML	223,982	m
GMt corrected	13,081	m
GML	227,232	m
KMt	13,081	m
KML	227,232	m
Immersion (TPc)	19,322	tonne/cm
MTc	130,438	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	1441,483	tonne.m
Length:Beam ratio	5,113	
Beam:Draft ratio	6,239	
Length:Vol ^{0.333} ratio	6,009	
Precision	Highest	213 stations

Tabla 8. Hidrostáticas

El resultado de formas del buque proyecto es el siguiente:

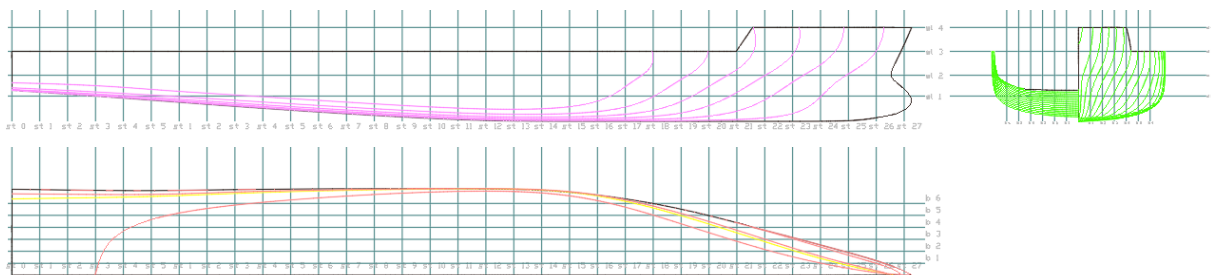


Imagen 12. Plano de Formas Buque Proyecto

5 COMPROBACIÓN COEFICIENTES ADIMENSIONALES

A partir de las formas anteriormente obtenidas, y las formas que resultan de las mismas, se procede a comprobar que los valores de los coeficientes de forma sean iguales o lo más parecidos posibles a los obtenidos en el Cuaderno 1: “Dimensionamiento preliminar y elección de la cifra de mérito”.

<i>Coefficientes Cuaderno 1</i>		<i>Coefficientes MaxSurf</i>		<i>Variación</i>
<i>C_b</i>	0,519	<i>C_b</i>	0,497	4%
<i>C_m</i>	0,954	<i>C_m</i>	0,855	10%
<i>C_p</i>	0,544	<i>C_p</i>	0,589	8%
<i>C_f</i>	0,720	<i>C_f</i>	0,786	9%

Tabla 9. Comparación Coeficientes

Atendiendo a los datos obtenidos, se consideran las formas del buque válidas, considerando las variaciones de coeficientes como asumibles.

Desplazamiento (t)		
Cuaderno 1	Cuaderno 2	MaxSurf
6629,53	6410	6314

Comparación de los valores de desplazamiento, a lo largo de los cuadernos.

Tabla 10. Comparación Desplazamientos

6 CURVA DE ÁREAS SECCIONALES

Una vez optimizada la superficie del casco del buque proyecto, se obtendrá la curva de áreas seccionales, la cual se exportará del programa MaxSurf. Ésta se calcula representando las áreas de cada sección bajo la flotación en función de la eslora e indica cómo se ha repartido el desplazamiento a lo largo de la misma.

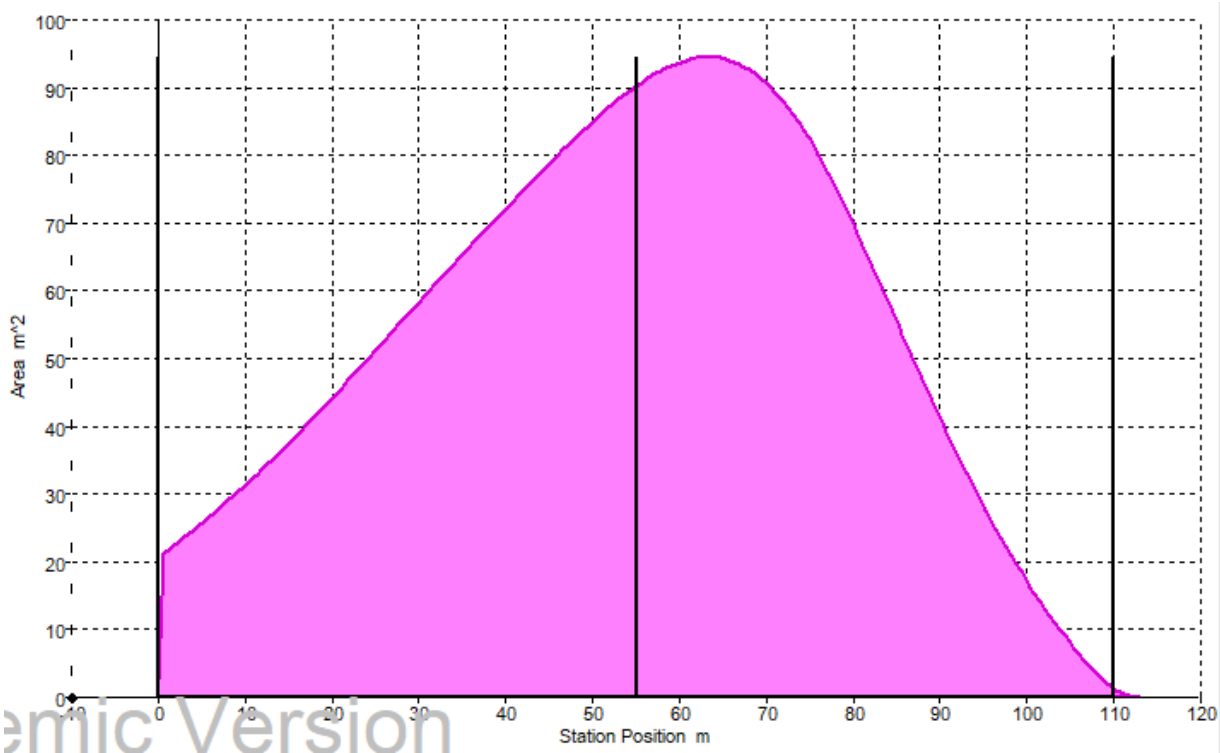


Imagen 14. Curva Áreas Seccionales

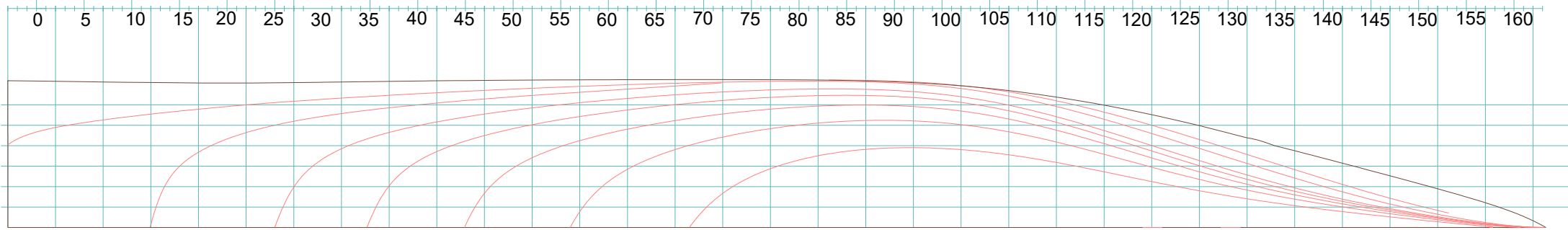
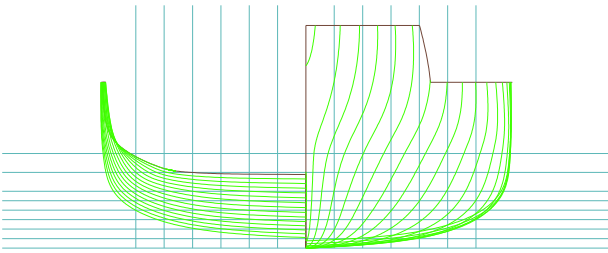
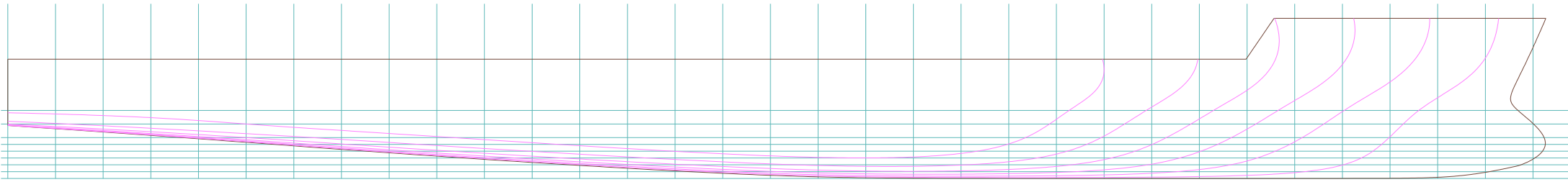
El resultado del área de la sección maestra es:

$$S_m = 0,092 \text{ m}^2$$

7 CARTILLA DE TRAZADO

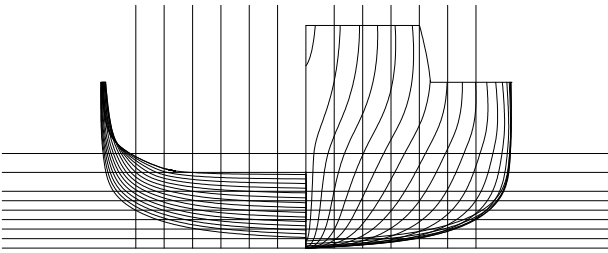
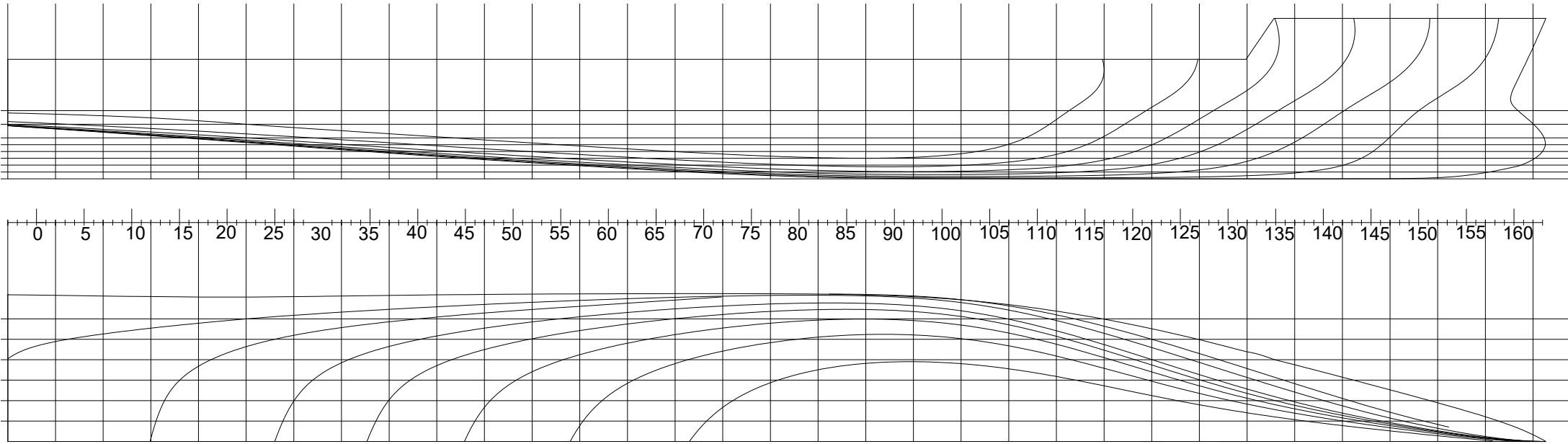
Distancia (m)	L.A	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	
		0	0,4	0,8	1,2	2	2,8	3,6	4,4	5,2	6	6,8
		L. Base	L.A 1	L.A 2	L.A 3	L.A 4	L.A 5	L.A 6	L.A 7	L.A 8	L.A 9	L.A 10
Sección												
0	1						6,11	8,71	9,71	10,25	10,48	
5	2						8,05	9,22	9,82	10,19	10,38	
10	3					6,53	8,87	9,62	10,03	10,29	10,45	
15	4				3,20	7,98	9,37	9,93	10,26	10,48	10,60	
20	5				6,43	8,79	9,75	10,18	10,44	10,61	10,70	
25	6			2,22	7,72	9,35	10,06	10,39	10,58	10,71	10,78	
30	7		0,55	5,62	8,55	9,77	10,32	10,56	10,69	10,78	10,82	
35	8		4,73	7,02	9,13	10,09	10,51	10,68	10,77	10,83	10,85	
40	9	2,88	6,26	7,85	9,51	10,29	10,63	10,76	10,82	10,85	10,86	
45	10	4,61	7,00	8,28	9,68	10,36	10,66	10,77	10,82	10,85	10,85	
50	11	5,16	7,22	8,36	9,62	10,24	10,54	10,67	10,74	10,78	10,78	
55	12	5,14	7,01	8,06	9,40	9,84	10,16	10,33	10,45	10,54	10,55	
60	13	4,75	6,41	7,37	8,48	9,09	9,45	9,69	9,88	10,04	10,10	
65	14	4,11	5,52	6,37	7,40	8,01	8,42	8,74	9,02	9,27	9,14	
70	15	3,36	4,48	5,20	6,13	6,74	7,20	7,59	7,95	8,29	8,52	
75	16	2,63	3,48	4,04	4,85	5,43	5,91	6,34	6,75	7,15	7,46	
80	17	1,99	2,62	3,04	3,66	4,18	4,64	5,06	5,48	5,91	6,29	
85	18	1,46	1,91	2,21	2,66	3,05	3,43	3,82	4,22	4,65	5,06	
90	19	1,02	1,33	1,54	1,83	2,00	2,35	2,65	3,00	3,40	3,81	
95	20	0,63	0,83	0,96	1,14	1,28	1,44	1,63	1,89	2,24	2,62	
100	21	0,27	0,38	0,46	0,55	0,62	0,70	0,79	0,95	1,21	1,54	
105	22		0,05	0,09	0,14	0,17	0,18	0,17	0,15	0,29	0,55	
109,5	23		0,03	0,06	0,11	0,13	0,13	0,11	0,04	0,14	0,41	
110	24		0,01	0,04	0,08	0,09	0,05				0,22	
110,5	25			0,02	0,05	0,06	0,05					
111	26			0,00	0,03	0,04	0,02					
111,5	27				0,01	0,01						
112	28											
112,5	29											
113	30											

8 PLANO DE FORMAS



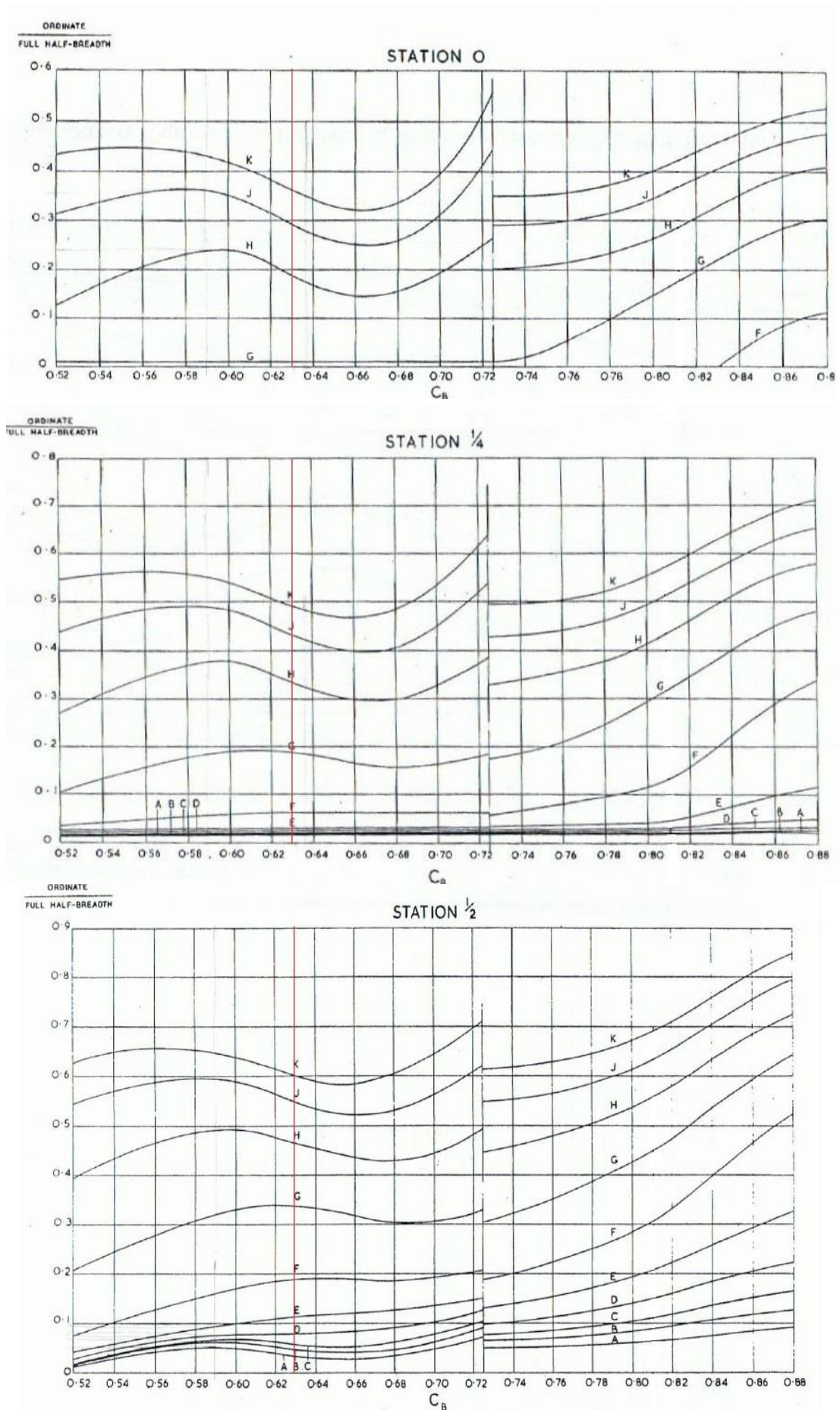
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160

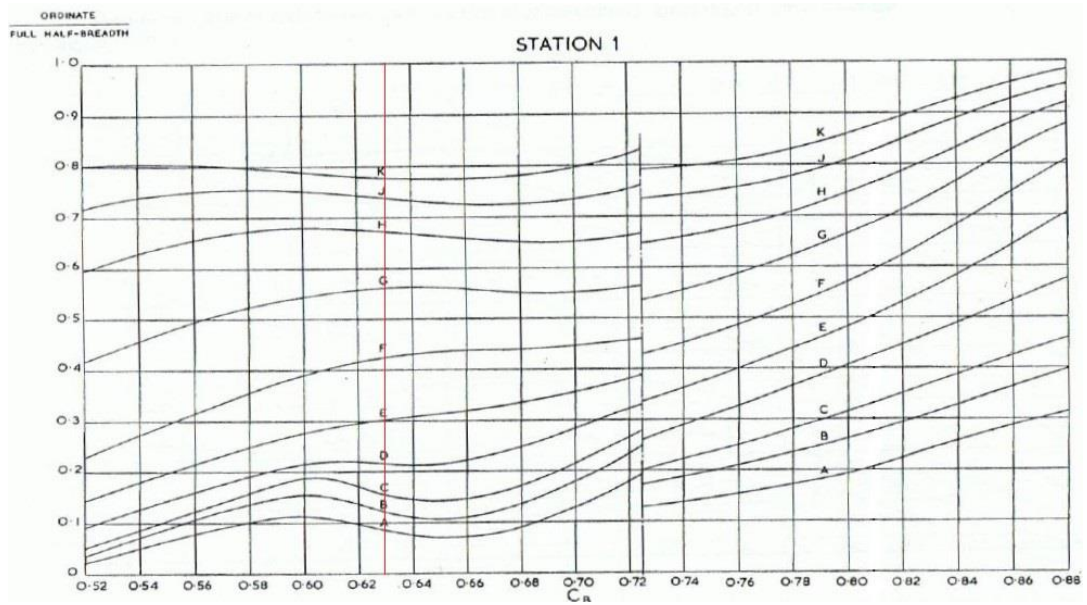
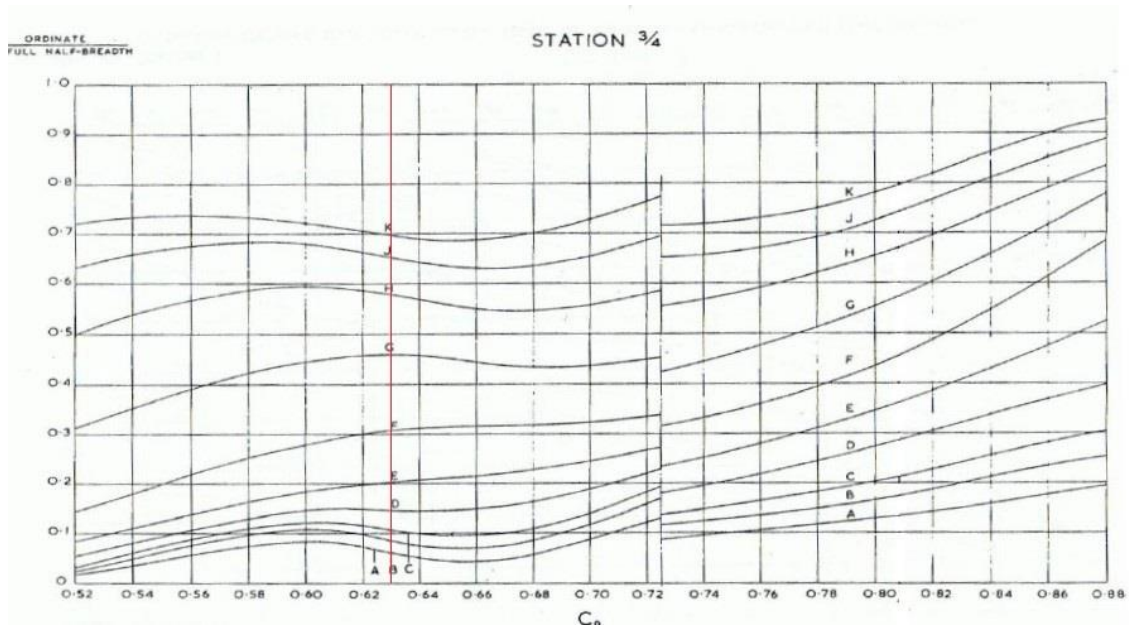
TFG – MEGAYATE DE LUJO	
ROSA PÉREZ RAMÓN	
PLANO DE FORMAS	
ESCALA 1:400	DIN A3

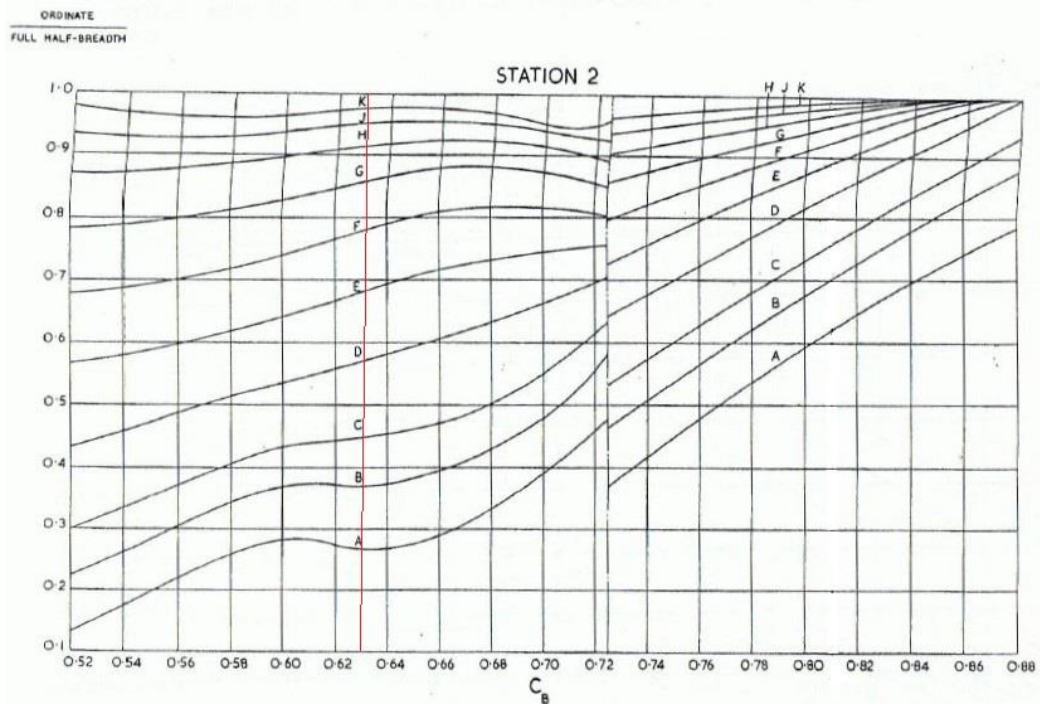
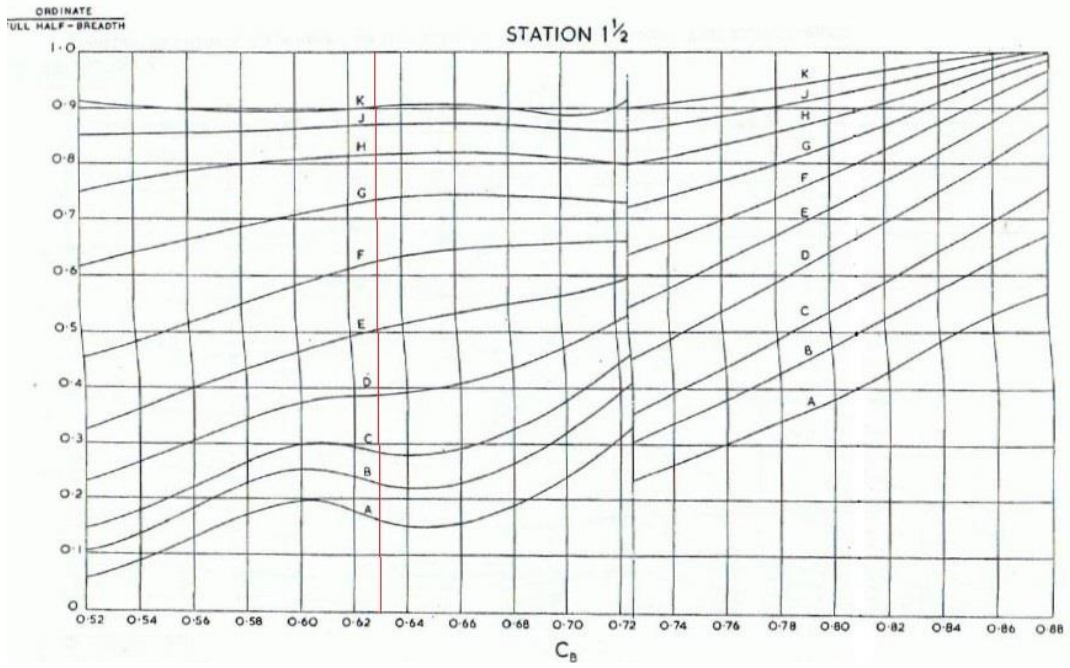


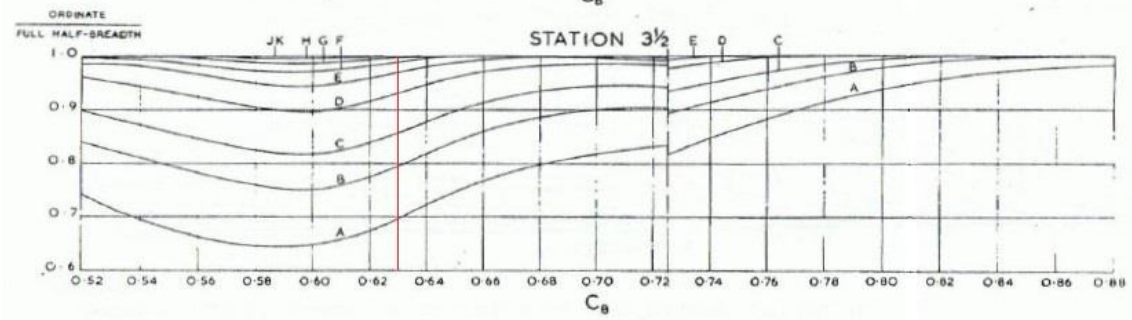
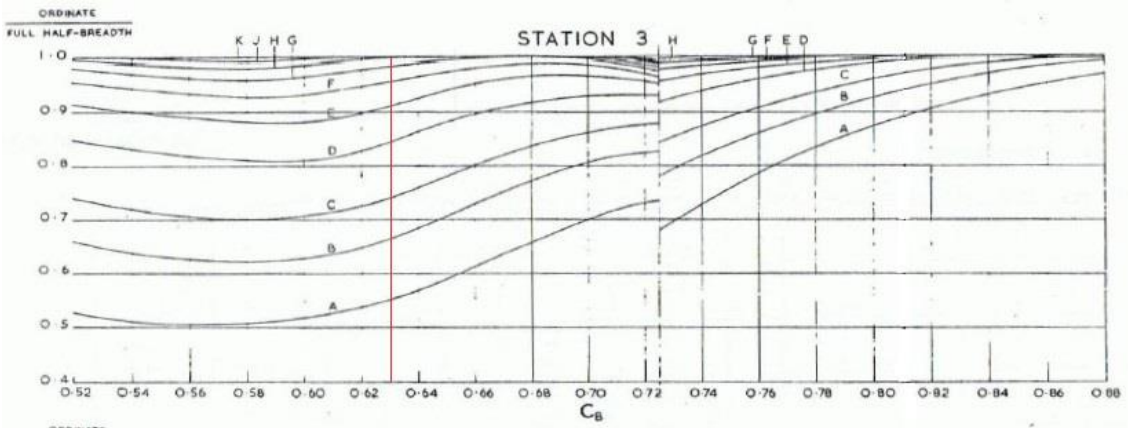
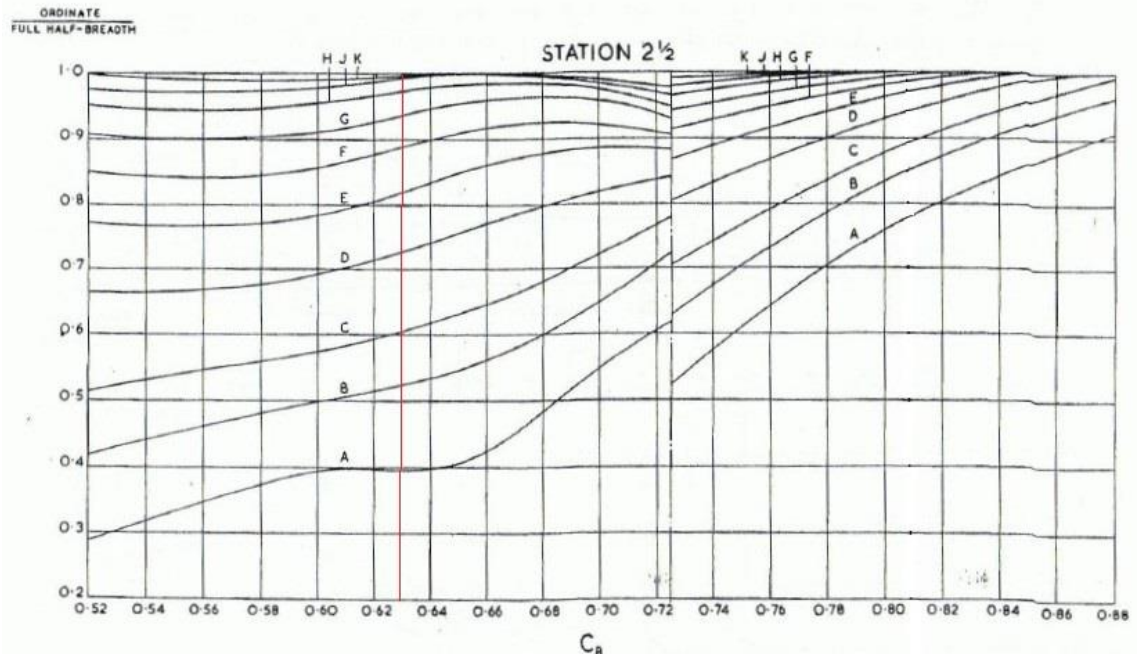
TFG – MEGAYATE DE LUJO	
ROSA PÉREZ RAMÓN	
PLANO DE FORMAS	
ESCALA 1:400	DIN A3

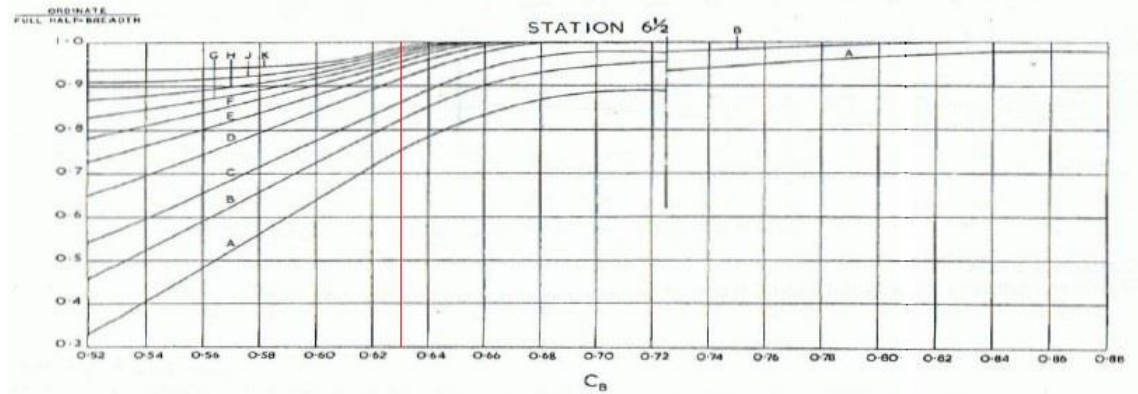
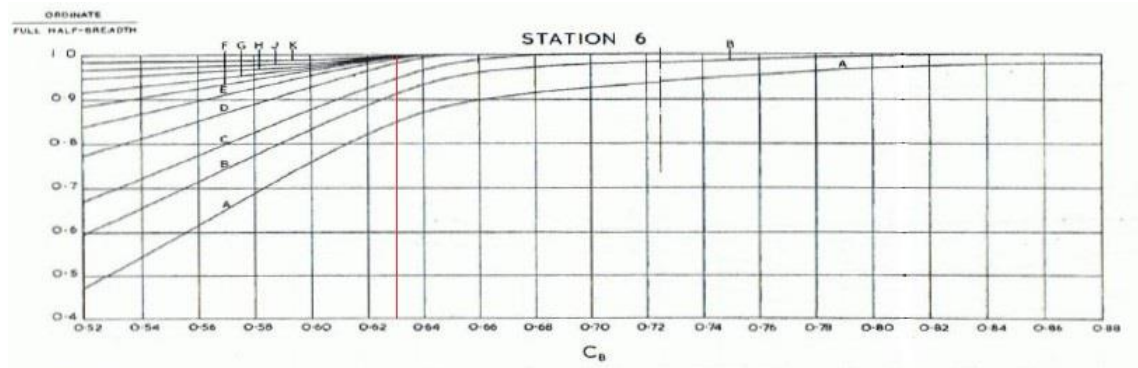
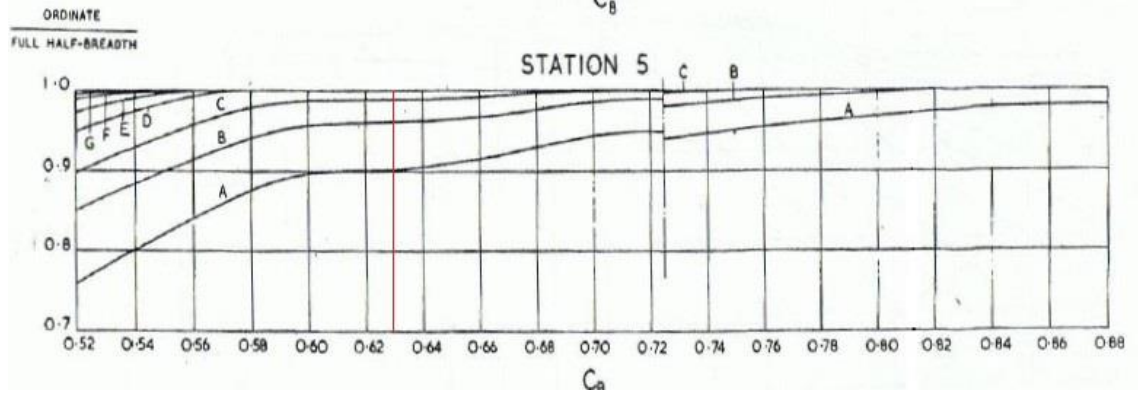
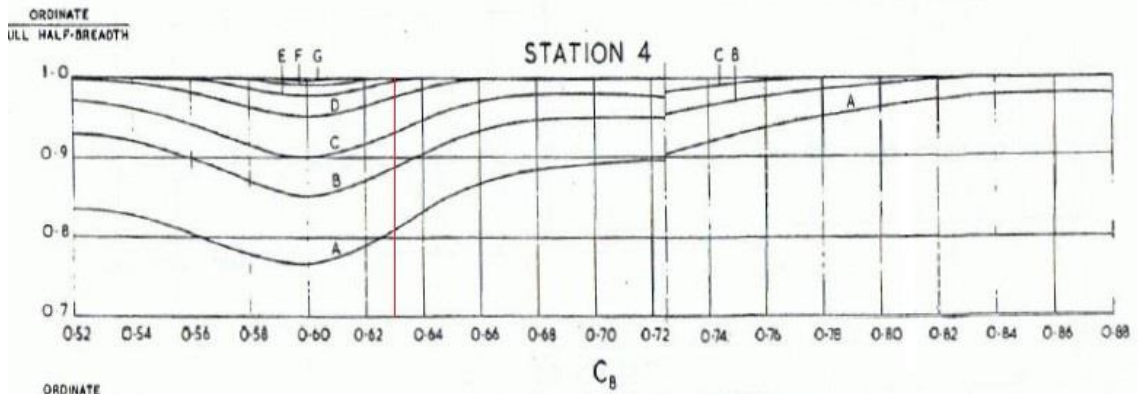
ANEXO I: FIGURAS 8.3.6

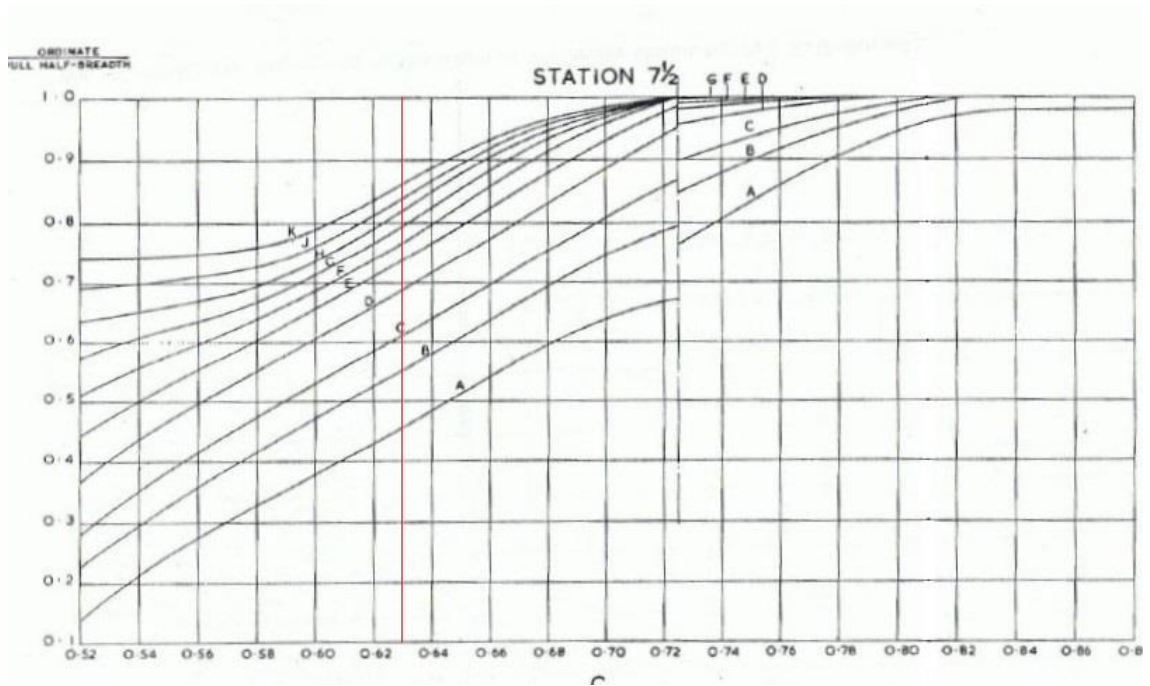
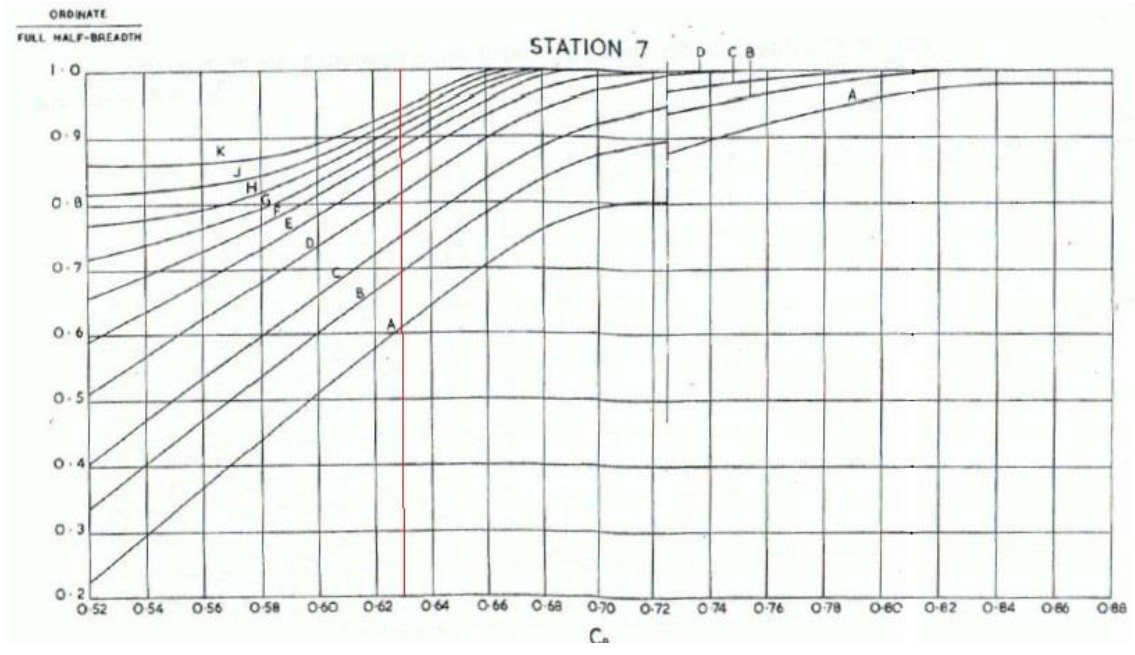


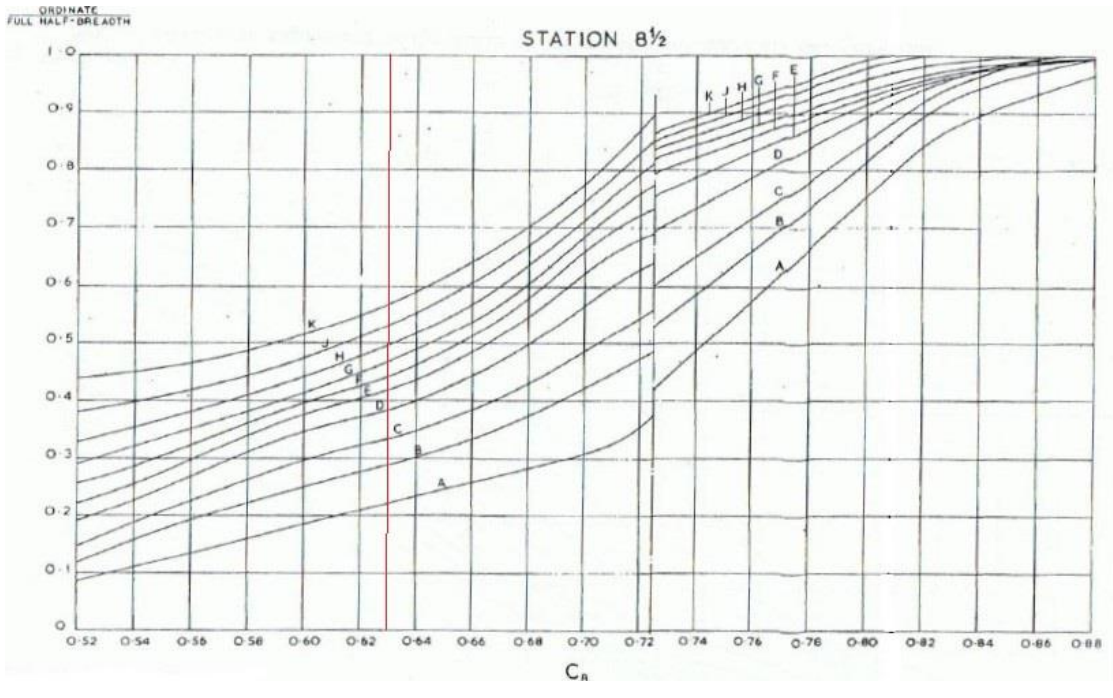
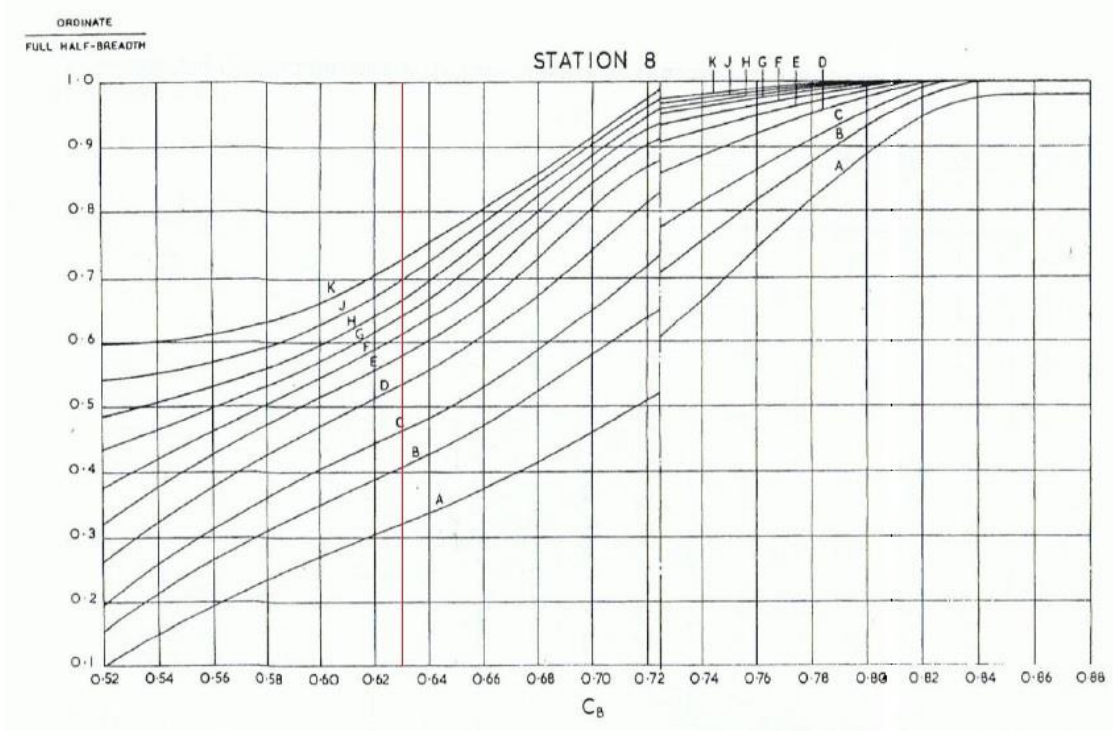


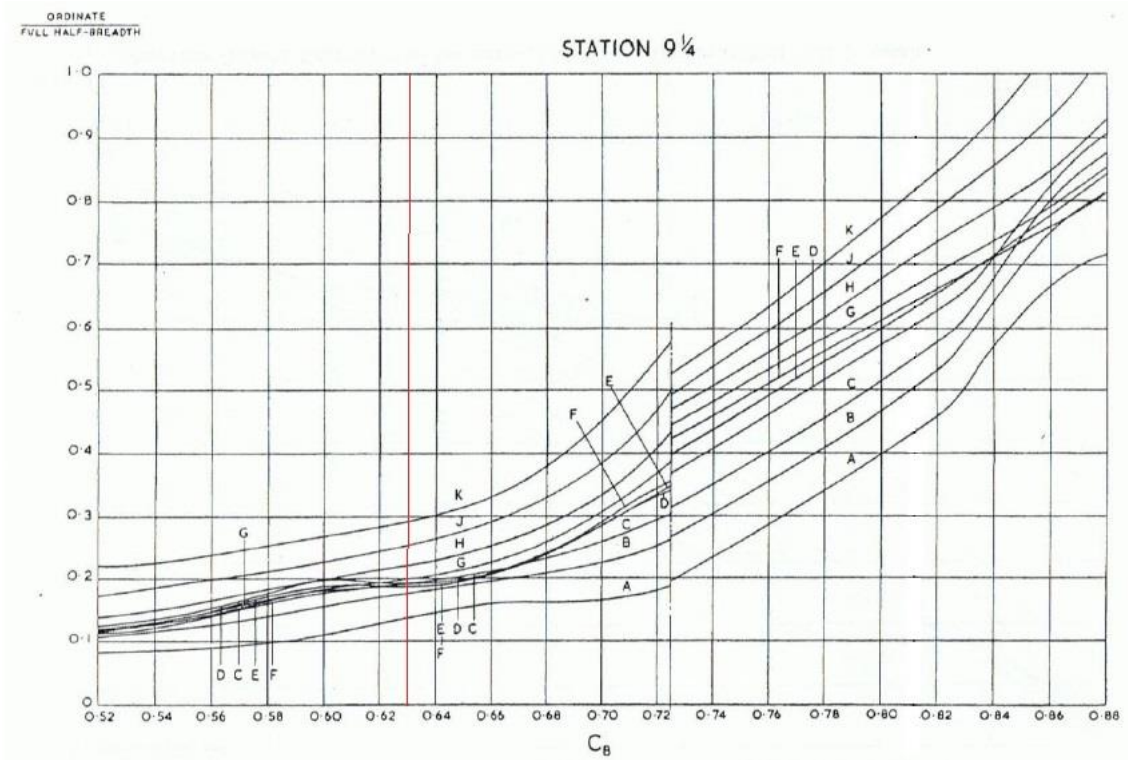
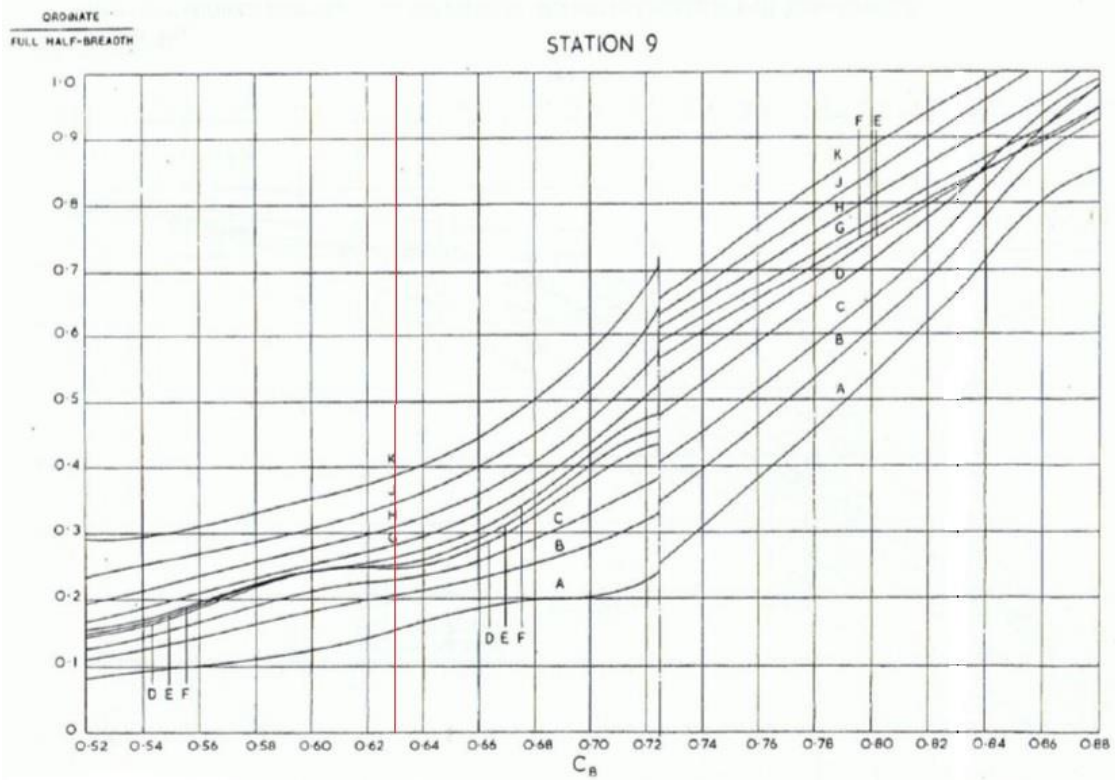


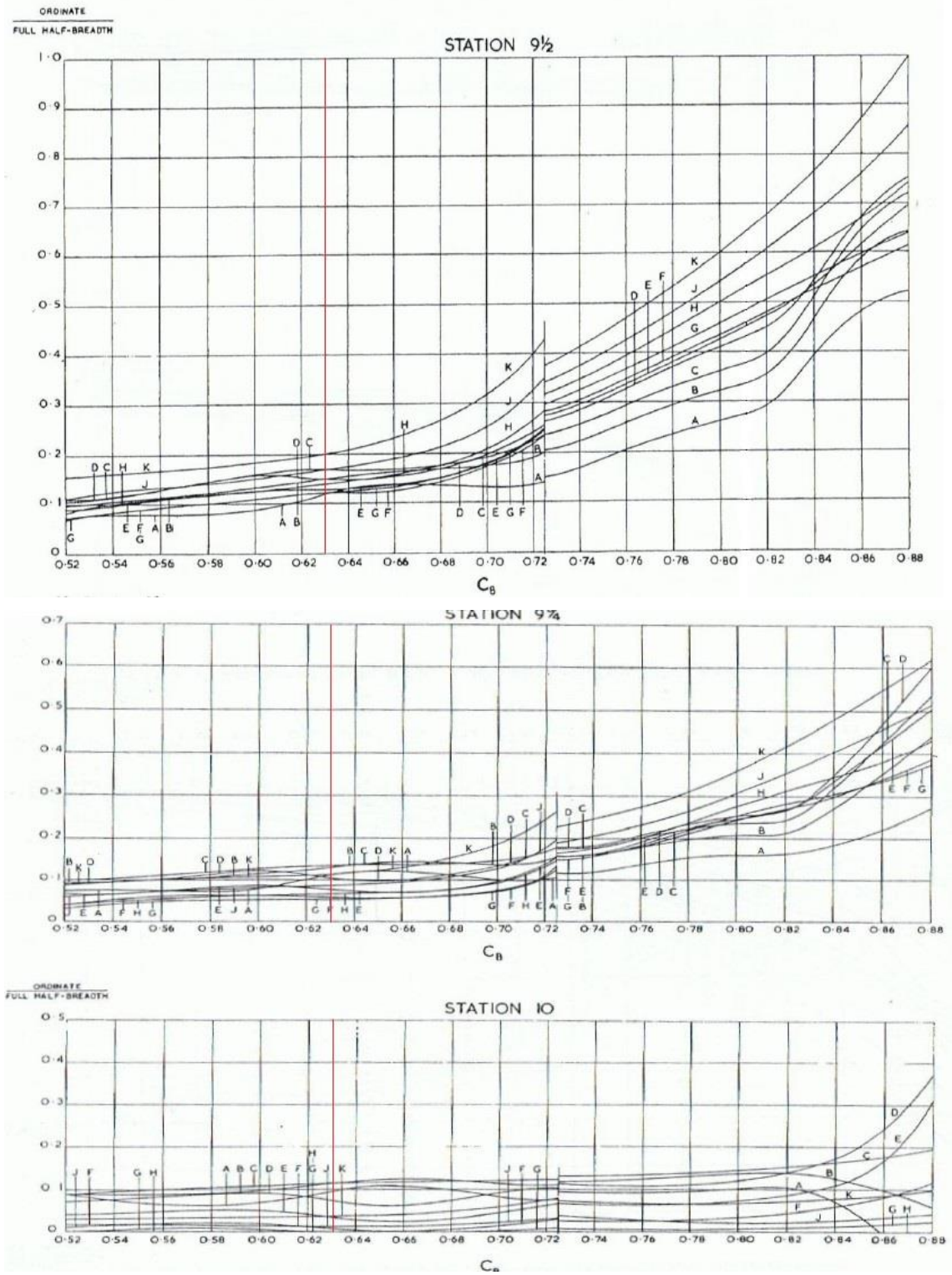




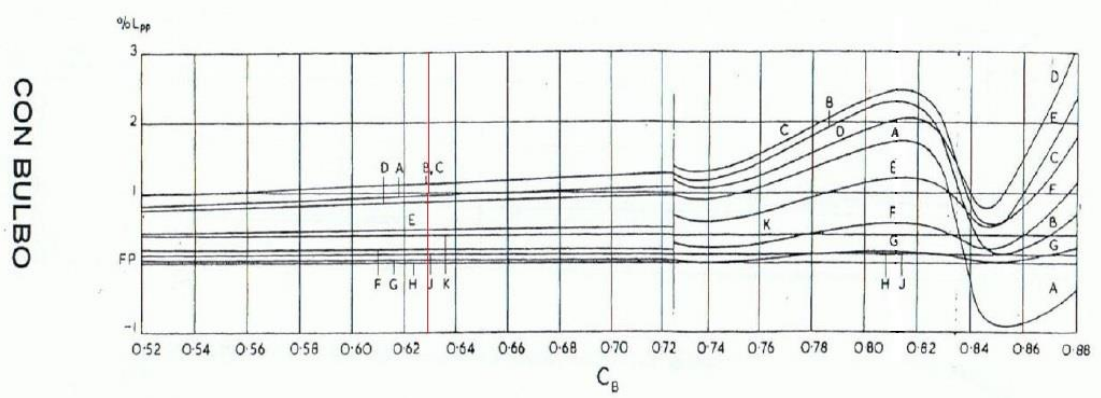








ANEXO II: FIGURA 8.6.5



BIBLIOGRAFÍA

L. Register., Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft., Julio 2019.

F. J. Ocampo, Proyecto de buques y artefactos marinos. Proyecto de las formas de un buque, Universidad de la Coruña.