



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/18**

PETROLERO DE 300.000 TPM

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno III

COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERIA NAVAL Y OCEÁNICA
CURSO 2016-2017

PROYECTO 17-33

TIPO DE BUQUE: Petrolero de crudo de 300.000 TPM.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, SOLAS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudo y calefacción de tanques.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR y 15% MM.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas en cámara de bombas.

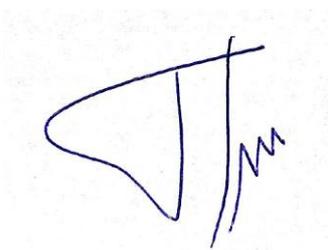
PROPULSIÓN: Motor diésel lento.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: las habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Febrero de 2017

ALUMNO: D. Pedro Carro Allegue



Fernando Junco Ocampo

CUADERNO III:

COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

ÍNDICE:

1	Introducción.....	4
2	Contornos de proa.....	6
2.1	Criterios de selección del bulbo.....	6
3	Contorno de popa.....	9
3.1	Huelgos mínimos entre hélice y casco.	9
4	Generación de formas.....	11
4.1	Cálculo de las líneas de agua.....	11
4.2	Cálculo de las secciones.....	11
4.3	Tangencias con el fondo.....	13
4.4	Semimangas.....	13
4.5	Cartilla de trazado.....	14
4.6	Formas finales.....	14
4.7	Características hidrostáticas y curva de áreas.....	15
5	Bibliografía.....	17
	ANEXO I: Cartilla de trazado	
	ANEXO II: Plano de formas	
	ANEXO III: Contorno popa	

1 INTRODUCCIÓN.

En el estudio hidrodinámico de un nuevo proyecto reviste la máxima importancia la elección de las formas del buque, tanto en lo que se refiere a la obra viva como a la obra muerta, ya que ello influye decisivamente en los siguientes conceptos:

- Disminuir la resistencia a la marcha del buque.
- Aumentar la velocidad operativa en la mar.
- Dotar al buque de la necesaria estabilidad, tanto estática como dinámica, imprescindible para su seguridad.
- Evitar los fenómenos de turbulencia y separación, que dan lugar a un aumento de resistencia y pueden propiciar fenómenos de cavitación de la hélice.
- Mejorar las condiciones del flujo en torno a la carena, especialmente en lo que se refiere al flujo de entrada a la hélice, evitándose en gran medida los fenómenos de cavitación y las posibles fluctuaciones de presión transmitidas al casco y las vibraciones a que ello puede dar lugar.

Comenzamos recordando las dimensiones principales de nuestro buque, que son las siguientes:

Características principales:	
Lpp (m)	305.5
B (m)	63
D (m)	30
T (m)	20.8
DWT (ton)	300.000
Cb	0.83

CUADERNO III: COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

PEDRO CARRO ALLEGUE

En general, podemos decir que existen dos métodos o sistemas, que a su vez se subdividen en diferentes métodos, para realizar la determinación de las formas de nuestro buque:

- Derivación de Formas: A partir de las formas de un buque similar ya fabricado.
- Generación de formas: Que a su vez podemos subdividir en:
 - Diseño libre de las formas: No se aconseja su uso aislado.
 - Empleo de Series Sistemáticas: 60, BSRA, TAYLOR, HSVA, etc...

Para el diseño de las formas del buque, nos basaremos en el uso de una serie sistemática que por medio del valor del coeficiente de bloque nos proporciona las semimangas en cada sección del buque.

Usaremos la serie sistemática B.S.R.A. (British Ship Research Association). Con el coeficiente de bloque y las dimensiones principales vamos a obtener la cartilla de trazado.

2 CONTORNOS DE PROA.

La proa del buque puede ser de distintas maneras, roda lanzada (buques finos) o vertical (buques llenos), en función de su coeficiente de bloque.

En nuestro caso tendrá una proa cilíndrica con roda vertical, debido a que es un buque con alto coeficiente de bloque.

Pero en todo caso, uno de los temas más importante es la determinación del uso o no de un bulbo de proa con el fin de reducir la resistencia al avance de nuestro buque.

Para decantarnos por la elección de que nuestro buque lleve o no bulbo de proa, y sabiendo que existen buques similares al nuestro que llevan bulbo y otros no, nos basaremos en unos criterios que está demostrado que el 95% de los buques con bulbo cumplen, y eso nos determinará la utilización o no de bulbo en nuestro caso particular.

2.1 Criterios de selección del bulbo.

Nuestros criterios para el uso de bulbo en nuestro buque serán dos:

- A partir de unos rangos que cumplen el 95% de los buques que llevan bulbo.
- Una predicción de potencia de nuestro buque usando bulbo o sin él.

- Rangos de buques con bulbo:

Los buques que suelen llevar bulbo de proa, se encuentran dentro de los siguientes rangos:

$$0.65 < C_b < 0.815$$

Nuestro C_B es de 0.83, por lo que según esto no necesitaremos bulbo.

$$5.5 < (L_{pp}/B) < 7$$

En nuestro caso $L_{pp}/B = 4.85$ que tampoco entra en el rango.

$$0.24 < F_n < 0.57$$

Nuestro número de Froude lo podemos definir como:

$$F_n = \sqrt{\frac{v^2}{g \cdot L}}$$

CUADERNO III: COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

PEDRO CARRO ALLEGUE

En donde:

“v” es la velocidad en m/s (7.76 m/s)

“g” es la fuerza de la gravedad (9.81 m/s²)

“L” es la eslora (317.72 m)

Por tanto:

$$Fn = 0,1382$$

Por tanto en este caso tampoco es aconsejable el uso de bulbo.

$$Cb \cdot B / Lpp < 0.135$$

En nuestro caso este valor será 0,171 por tanto tampoco es aconsejable el uso de bulbo.

Como podemos comprobar nuestro buque, no está dentro de estos rangos, por lo que no cumplimos con los criterios necesarios para que nuestro buque lleve bulbo.

Por tanto, según este criterio nuestro buque no usará bulbo de proa.

- Predicción de potencia del buque.

Con los parámetros calculados en el “Cuaderno 1”, procederemos a hacer una predicción de potencia de nuestro buque utilizando bulbo de proa, y sin este, y compararemos los resultados obtenidos.

Sin bulbo de proa:

La potencia demandada por nuestro propulsor, para una velocidad de servicio de 15 nudos, sin bulbo de proa será de:

SPEED [kt]	RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER								
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
12,50	1578,51	78,93	0,00	0,00	0,00	236,78	1894,21	10150,7	12180,8
13,00	1699,41	84,97	0,00	0,00	0,00	254,91	2039,29	11365,2	13638,3
13,50	1825,64	91,28	0,00	0,00	0,00	273,85	2190,76	12679,0	15214,9
14,00	1957,77	97,89	0,00	0,00	0,00	293,67	2349,33	14100,3	16920,4
14,50	2096,57	104,83	0,00	0,00	0,00	314,49	2515,88	15639,2	18767,1
+ 15,00 +	2242,99	112,15	0,00	0,00	0,00	336,45	2691,59	17308,4	20770,1
15,50	2398,25	119,91	0,00	0,00	0,00	359,74	2877,90	19123,3	22948,0
16,00	2563,79	128,19	0,00	0,00	0,00	384,57	3076,55	21102,9	25323,4
16,50	2741,38	137,07	0,00	0,00	0,00	411,21	3289,66	23269,8	27923,7
17,00	2933,08	146,65	0,00	0,00	0,00	439,96	3519,69	25651,4	30781,7

CUADERNO III: COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

PEDRO CARRO ALLEGUE

Con bulbo de proa:

La potencia demandada por nuestro propulsor, para una velocidad de servicio de 15 nudos, utilizando bulbo de proa será de:

SPEED [kt]	RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER								
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
12,50	1593,69	79,68	0,00	0,00	0,00	239,05	1912,43	10248,3	12298,0
13,00	1715,16	85,76	0,00	0,00	0,00	257,27	2058,20	11470,6	13764,8
13,50	1841,65	92,08	0,00	0,00	0,00	276,25	2209,98	12790,2	15348,3
14,00	1973,55	98,68	0,00	0,00	0,00	296,03	2368,26	14213,9	17056,7
14,50	2111,42	105,57	0,00	0,00	0,00	316,71	2533,71	15750,1	18900,1
+ 15,00 +	2255,97	112,80	0,00	0,00	0,00	338,40	2707,16	17408,6	20890,3
15,50	2408,06	120,40	0,00	0,00	0,00	361,21	2889,67	19201,6	23041,9
16,00	2568,77	128,44	0,00	0,00	0,00	385,31	3082,52	21143,8	25372,6
16,50	2739,36	136,97	0,00	0,00	0,00	410,90	3287,24	23252,6	27903,2
17,00	2921,35	146,07	0,00	0,00	0,00	438,20	3505,63	25548,9	30658,6

$$BKW(\text{con bulbo}) = 20890,3 \text{ KW}$$

$$BKW(\text{sin bulbo}) = 20770,1 \text{ KW}$$

Como podemos ver, también en este caso parece ser aconsejable el no utilizar un bulbo de proa.

Por tanto, nuestro buque poseerá una proa cilíndrica (con roda vertical) y sin bulbo de proa.

3 CONTORNO DE POPA.

Esta zona es de máxima importancia ya que en ella se dispone el propulsor o propulsores y el timón o timones, y su diseño afecta, por tanto, conjuntamente a la propulsión y a la maniobrabilidad del buque.

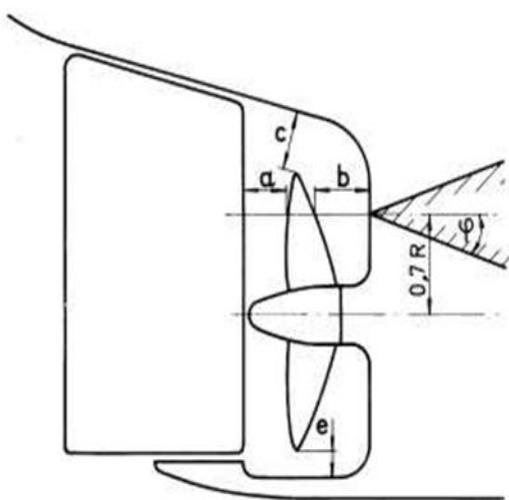
La forma de la popa de nuestro buque será en forma de espejo o estampa. Debido a que en los buques mercantes como el nuestro, se ha generalizado el uso de una popa de estampa, porque reducen la resistencia al avance y son constructivamente más sencillas y baratas.

3.1 Huelgos mínimos entre hélice y casco.

Según el DNV, estos huelgos mínimos toman los siguientes valores:

Table C1 Minimum clearances	
For single screw ships:	For twin screw ships:
$a \geq 0.2 R$ (m)	
$b \geq (0.7 - 0.04 Z_p) R$ (m)	
$c \geq (0.48 - 0.02 Z_p) R$ (m)	$c \geq (0.6 - 0.02 Z_p) R$ (m)
$e \geq 0.07 R$ (m)	

En donde Z se corresponde con el número de palas del propulsor (6), y R con el radio del propulsor en metros (5.9 m).



Estos huelgos mínimos toman el valor de:

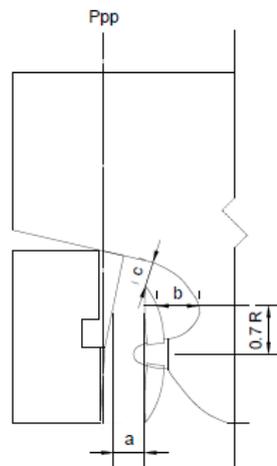
- a = 1.18 m
- b = 2.71 m
- c = 2.12 m

El parámetro “e” no es aplicable en nuestro caso, pues tenemos un timón semisuspendido.

CUADERNO III: COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

PEDRO CARRO ALLEGUE

En nuestro caso particular tenemos:



- DIMENSIONES:

Diámetro hélice = 11800 mm
Área del timón = 106.85 m²
 $a = 2670$ mm
 $b = 3550$ mm
 $c = 2130$ mm

Por lo que podemos ver que cumplimos con este requisito que nos presenta la Sociedad de Clasificación. En el ANEXO III podremos ver más detallado el contorno de la popa de nuestro buque.

4 GENERACIÓN DE FORMAS.

Como ya hemos dicho, usaremos la serie sistemática B.S.R.A. y con el coeficiente de bloque y las dimensiones principales obtendremos nuestra cartilla de trazado.

4.1 Cálculo de las líneas de agua.

En este apartado, según la serie sistemática, obtendremos la altura, sobre la línea base (LB), de las líneas de agua en función de un porcentaje de nuestro calado.

Línea de Agua	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
% de calado	7.69	15.38	23.08	38.46	53.85
Altura sobre L.B.	1,599	3,199	4,80	7,999	11,201
Línea de agua	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>J</u>	<u>K</u>
% de calado	69.23	84.62	100	115.38	130.77
Altura sobre L.B.	14,40	17,601	20,8	23,999	27,20

4.2 Cálculo de las secciones.

Dividiremos nuestro buque en 10 cuadernas de trazado principales, para calcular la separación entre ellas, simplemente dividiremos la eslora entre perpendiculares entre 10:

$$\text{Separación} = \frac{L_{pp}}{10} = 30.55 \text{ m}$$

Las formas más complejas de la proa y la popa del buque hacen que tengamos que dividir la separación entre la cuaderna 0 y 1, y la cuaderna 9 y 10 en 4 partes. Así mismo, las separaciones entre la cuaderna 1 y 2, la 2 y 3, y la 3 y 4, así como las de la cuaderna 6 y 7, 7 y 8, y 8 y 9 se dividirán en dos cada una.

CUADERNO III: COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

PEDRO CARRO ALLEGUE

De esta manera las secciones que tenemos son las siguientes:

<u>SECCIONES</u>	Distancia en metros desde perpendicular de popa (P_{pp})
0	0
$\frac{1}{4}$	7.637
$\frac{1}{2}$	15.275
$\frac{3}{4}$	22.912
1	30.55
1 ½	45.825
2	61.1
2 ½	76.375
3	91.65
3 ½	106.925
4	122.2
5	152.75
6	183.3
6 ½	198.575
7	213.85
7 ½	229.125
8	244.4
8 ½	259.675
9	274.95
9 ¼	282.587
9 ½	290.225
9 ¾	297.862
10	305.5

4.3 Tangencias con el fondo.

Lo primero que haremos será calcular los puntos de tangencia con el fondo. Para ello nos apoyaremos de una tabla de la B.S.R.A., la cual nos da, en función del coeficiente de bloque, dichos puntos de tangencia adimensionalizados con respecto a las semimangas para cada sección.

Con nuestro coeficiente de bloque de 0,83, entrando en la tabla e interpolando, tenemos los siguientes valores:

SECCIÓN	% B/2	SECCIÓN	% B/2
1/4	0.020	6	0.853
1/2	0.025	6 ½	0.853
3/4	0.032	7	0.853
1	0.059	7 ½	0.851
1 ½	0.18	8	0.829
2	0.4	8 ½	0.706
2 ½	0.625	9	0.479
3	0.764	9 ¼	0.32
3 ½	0.83	9 ½	0.129
4	0.853	9 ¾	0.03
5	0.853		

4.4 Semimangas.

En este apartado, obtendremos el valor de las semimangas adimensionalizadas con respecto a la semimanga del buque.

Para ello nos apoyaremos en las gráficas que nos proporciona la serie sistemática B.S.R.A. De estas gráficas, entrando con el coeficiente de bloque en la sección correspondiente, obtendremos:

SECCIÓN	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5
LB		0.020	0.025	0.032	0.059	0.18	0.4	0.625	0.764	0.83	0.853	0.853
A		0,025	0,07	0,145	0,24	0,45	0,66	0,83	0,915	0,955	0,96	0,97
B		0,025	0,1	0,2	0,31	0,545	0,735	0,88	0,955	0,985	1	1
C		0,025	0,15	0,24	0,375	0,61	0,8	0,92	1	1	1	1
D		0,035	0,17	0,32	0,465	0,715	0,875	0,965	1	1	1	1
E		0,065	0,245	0,41	0,56	0,798	0,92	0,98	1	1	1	1
F		0,2	0,37	0,515	0,65	0,84	0,945	1	1	1	1	1
G	0,235	0,37	0,51	0,63	0,75	0,895	0,97	1	1	1	1	1
H	0,335	0,495	0,615	0,725	0,81	0,925	0,985	1	1	1	1	1
J	0,41	0,56	0,68	0,795	0,87	0,95	1	1	1	1	1	1
K	0,46	0,72	0,745	0,84	0,91	0,98	1	1	1	1	1	1

	SECCIÓN	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/4	9 1/2	9 3/4	10
LINEA AGUA	LB	0,853	0,853	0,853	0,851	0,829	0,706	0,479	0,32	0,129	0,03	
	A	0,975	0,98	0,98	0,98	0,96	0,88	0,69	0,535	0,36	0,155	
	B	1	1	1	1	0,985	0,915	0,75	0,61	0,43	0,23	
	C	1	1	1	1	1	0,945	0,795	0,65	0,475	0,275	0,05
	D	1	1	1	1	1	0,955	0,815	0,685	0,5	0,3	0,07
	E	1	1	1	1	1	0,955	0,815	0,685	0,5	0,3	0,035
	F	1	1	1	1	1	0,955	0,815	0,685	0,5	0,275	0
	G	1	1	1	1	1	0,97	0,84	0,715	0,52	0,29	0
	H	1	1	1	1	1	0,98	0,87	0,75	0,575	0,325	0,025
	J	1	1	1	1	1	1	0,915	0,815	0,63	0,38	0,025
	K	1	1	1	1	1	1	0,985	0,9	0,715	0,45	0,07

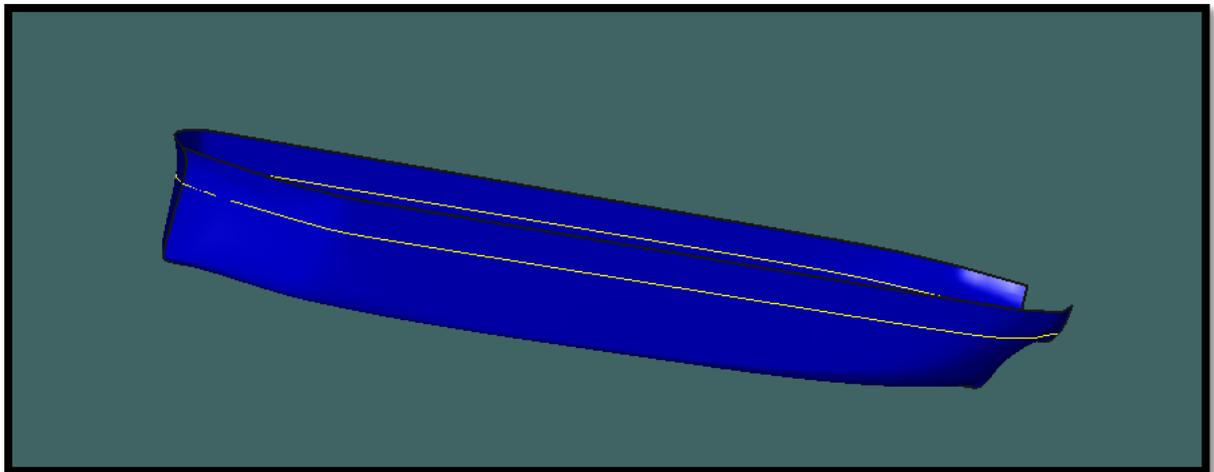
De esta forma obtendremos nuestra cartilla de trazado a partir de la cual obtendremos las formas de nuestro buque.

La cartilla de trazado completa la adjuntamos en el ANEXO 4.

4.6 Formas finales.

Tras introducir nuestra cartilla de trazado y después de un trabajoso proceso de ajuste y alisamiento de formas en el programa “MAXURF”, obtendremos las formas finales que podemos ver en el ANEXO 1.

La geometría de nuestro casco la podemos observar en la siguiente imagen:



4.7 Características hidrostáticas y curva de áreas.

Las características hidrostáticas de nuestro buque las podemos ver en la siguiente tabla:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	350565	t
2	Volume (displaced)	342014,780	m ³
3	Draft Amidships	20,800	m
4	Immersed depth	20,800	m
5	WL Length	313,139	m
6	Beam max extents o	63,000	m
7	Wetted Area	28563,659	m ²
8	Max sect. area	1308,159	m ²
9	Waterpl. Area	17773,413	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,835	
11	Block coeff. (Cb)	0,833	
12	Max Sect. area coeff	0,998	
13	Waterpl. area coeff.	0,901	
14	LCB length	158,138	from zero pt. (+ve fwd) m
15	LCF length	151,786	from zero pt. (+ve fwd) m
16	LCB %	50,501	from zero pt. (+ve fwd) % Lw
17	LCF %	48,472	from zero pt. (+ve fwd) % Lw
18	KB	10,751	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	15,665	m
21	BML	356,130	m
22	GMt corrected	26,415	m
23	GML	366,880	m
24	KMt	26,415	m
25	KML	366,880	m
26	Immersion (TPc)	182,177	tonne/cm
27	MTC	4209,999	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Di	161613,712	tonne.m
29	Length:Beam ratio	4,970	
30	Beam:Draft ratio	3,029	
31	Length:Vol ^{0.333} rati	4,478	
32	Precision	Medium	66 stations

Density (water)

CUADERNO III: COEFICIENTES DE FORMA Y PLANOS DE FORMA

PEDRO CARRO ALLEGUE

En cuanto a la curva de áreas, el programa nos la proporciona mediante el siguiente gráfico:



5 BIBLIOGRAFÍA.

- “El proyecto básico del buque mercante”, Alvariño, R; Aspiroz, J; y Meizoso , M.
- “Proyectos de buques y artefactos”, Fernando Junco.
- Apuntes de la asignatura de Proyectos (ITN)
- Apuntes de la asignatura de Métodos computacionales aplicados al proyecto (GAN)
- Diverso material web.

ANEXO I:

CARTILLA DE TRAZADO

CUADERNA	SECCIÓN	POS. LONGITUDINAL	POS. VERTICAL	POS. TRANSVERSAL
1	0	0	17,60096	7,4025
1	0	0	20,8	10,5525
1	0	0	23,99904	12,915
1	0	0	27,20016	14,49
2	1/4	7,6375	0	0,63
2	1/4	7,6375	1,59952	0,7875
2	1/4	7,6375	3,19904	0,7875
2	1/4	7,6375	4,80064	0,7875
2	1/4	7,6375	7,99968	1,1025
2	1/4	7,6375	11,2008	2,0475
2	1/4	7,6375	14,39984	6,3
2	1/4	7,6375	17,60096	11,655
2	1/4	7,6375	20,8	15,5925
2	1/4	7,6375	23,99904	17,64
2	1/4	7,6375	27,20016	22,68
3	1/2	15,275	0	0,7875
3	1/2	15,275	1,59952	2,205
3	1/2	15,275	3,19904	3,15
3	1/2	15,275	4,80064	4,725
3	1/2	15,275	7,99968	5,355
3	1/2	15,275	11,2008	7,7175
3	1/2	15,275	14,39984	11,655
3	1/2	15,275	17,60096	16,065
3	1/2	15,275	20,8	19,3725
3	1/2	15,275	23,99904	21,42
3	1/2	15,275	27,20016	23,4675
4	3/4	22,9125	0	1,008
4	3/4	22,9125	1,59952	4,5675
4	3/4	22,9125	3,19904	6,3
4	3/4	22,9125	4,80064	7,56
4	3/4	22,9125	7,99968	10,08
4	3/4	22,9125	11,2008	12,915
4	3/4	22,9125	14,39984	16,2225
4	3/4	22,9125	17,60096	19,845
4	3/4	22,9125	20,8	22,8375
4	3/4	22,9125	23,99904	25,0425
4	3/4	22,9125	27,20016	26,46
5	1	30,55	0	1,8585
5	1	30,55	1,59952	7,56
5	1	30,55	3,19904	9,765
5	1	30,55	4,80064	11,8125
5	1	30,55	7,99968	14,6475
5	1	30,55	11,2008	17,64

5	1	30,55	14,39984	20,475
5	1	30,55	17,60096	23,625
5	1	30,55	20,8	25,515
5	1	30,55	23,99904	27,405
5	1	30,55	27,20016	28,665
6	1 1/2	45,825	0	5,67
6	1 1/2	45,825	1,59952	14,175
6	1 1/2	45,825	3,19904	17,1675
6	1 1/2	45,825	4,80064	19,215
6	1 1/2	45,825	7,99968	22,5225
6	1 1/2	45,825	11,2008	25,137
6	1 1/2	45,825	14,39984	26,46
6	1 1/2	45,825	17,60096	28,1925
6	1 1/2	45,825	20,8	29,1375
6	1 1/2	45,825	23,99904	29,925
6	1 1/2	45,825	27,20016	30,87
7	2	61,1	0	12,6
7	2	61,1	1,59952	20,79
7	2	61,1	3,19904	23,1525
7	2	61,1	4,80064	25,2
7	2	61,1	7,99968	27,5625
7	2	61,1	11,2008	28,98
7	2	61,1	14,39984	29,7675
7	2	61,1	17,60096	30,555
7	2	61,1	20,8	31,0275
7	2	61,1	23,99904	31,5
7	2	61,1	27,20016	31,5
8	2 1/2	76,375	0	19,6875
8	2 1/2	76,375	1,59952	26,145
8	2 1/2	76,375	3,19904	27,72
8	2 1/2	76,375	4,80064	28,98
8	2 1/2	76,375	7,99968	30,3975
8	2 1/2	76,375	11,2008	30,87
8	2 1/2	76,375	14,39984	31,5
8	2 1/2	76,375	17,60096	31,5
8	2 1/2	76,375	20,8	31,5
8	2 1/2	76,375	23,99904	31,5
8	2 1/2	76,375	27,20016	31,5
9	3	91,65	0	24,066
9	3	91,65	1,59952	28,8225
9	3	91,65	3,19904	30,0825
9	3	91,65	4,80064	31,5
9	3	91,65	7,99968	31,5
9	3	91,65	11,2008	31,5
9	3	91,65	14,39984	31,5

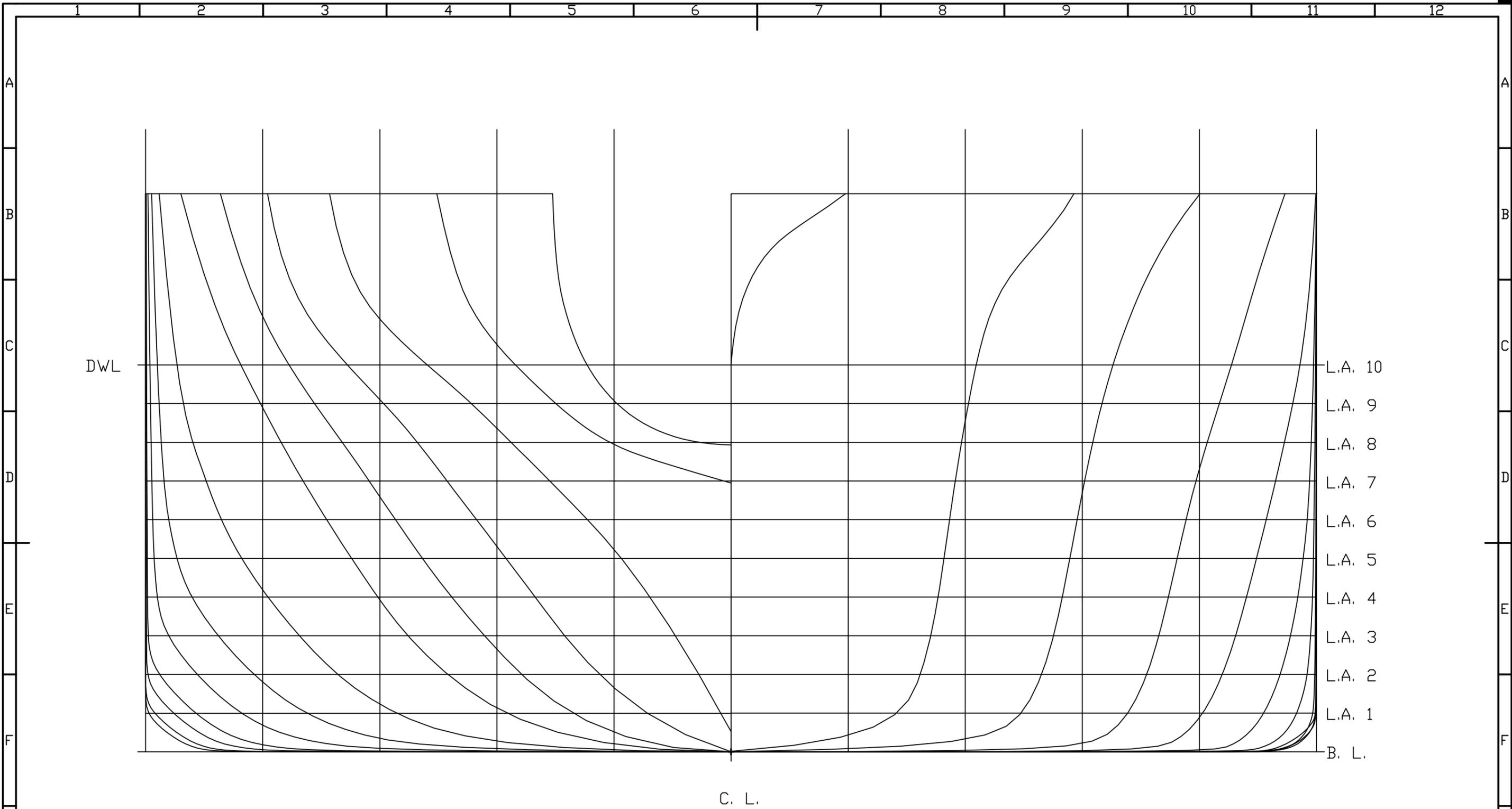
9	3	91,65	17,60096	31,5
9	3	91,65	20,8	31,5
9	3	91,65	23,99904	31,5
9	3	91,65	27,20016	31,5
10	3 1/2	106,925	0	26,145
10	3 1/2	106,925	1,59952	30,0825
10	3 1/2	106,925	3,19904	31,0275
10	3 1/2	106,925	4,80064	31,5
10	3 1/2	106,925	7,99968	31,5
10	3 1/2	106,925	11,2008	31,5
10	3 1/2	106,925	14,39984	31,5
10	3 1/2	106,925	17,60096	31,5
10	3 1/2	106,925	20,8	31,5
10	3 1/2	106,925	23,99904	31,5
10	3 1/2	106,925	27,20016	31,5
11	4	122,2	0	26,8695
11	4	122,2	1,59952	30,24
11	4	122,2	3,19904	31,5
11	4	122,2	4,80064	31,5
11	4	122,2	7,99968	31,5
11	4	122,2	11,2008	31,5
11	4	122,2	14,39984	31,5
11	4	122,2	17,60096	31,5
11	4	122,2	20,8	31,5
11	4	122,2	23,99904	31,5
11	4	122,2	27,20016	31,5
12	5	152,75	0	26,8695
12	5	152,75	1,59952	30,555
12	5	152,75	3,19904	31,5
12	5	152,75	4,80064	31,5
12	5	152,75	7,99968	31,5
12	5	152,75	11,2008	31,5
12	5	152,75	14,39984	31,5
12	5	152,75	17,60096	31,5
12	5	152,75	20,8	31,5
12	5	152,75	23,99904	31,5
12	5	152,75	27,20016	31,5
13	6	183,3	0	26,8695
13	6	183,3	1,59952	30,7125
13	6	183,3	3,19904	31,5
13	6	183,3	4,80064	31,5
13	6	183,3	7,99968	31,5
13	6	183,3	11,2008	31,5
13	6	183,3	14,39984	31,5
13	6	183,3	17,60096	31,5

13	6	183,3	20,8	31,5
13	6	183,3	23,99904	31,5
13	6	183,3	27,20016	31,5
14	6 1/2	198,575	0	26,8695
14	6 1/2	198,575	1,59952	30,87
14	6 1/2	198,575	3,19904	31,5
14	6 1/2	198,575	4,80064	31,5
14	6 1/2	198,575	7,99968	31,5
14	6 1/2	198,575	11,2008	31,5
14	6 1/2	198,575	14,39984	31,5
14	6 1/2	198,575	17,60096	31,5
14	6 1/2	198,575	20,8	31,5
14	6 1/2	198,575	23,99904	31,5
14	6 1/2	198,575	27,20016	31,5
15	7	213,85	0	26,8695
15	7	213,85	1,59952	30,87
15	7	213,85	3,19904	31,5
15	7	213,85	4,80064	31,5
15	7	213,85	7,99968	31,5
15	7	213,85	11,2008	31,5
15	7	213,85	14,39984	31,5
15	7	213,85	17,60096	31,5
15	7	213,85	20,8	31,5
15	7	213,85	23,99904	31,5
15	7	213,85	27,20016	31,5
16	7 1/2	229,125	0	26,8065
16	7 1/2	229,125	1,59952	30,87
16	7 1/2	229,125	3,19904	31,5
16	7 1/2	229,125	4,80064	31,5
16	7 1/2	229,125	7,99968	31,5
16	7 1/2	229,125	11,2008	31,5
16	7 1/2	229,125	14,39984	31,5
16	7 1/2	229,125	17,60096	31,5
16	7 1/2	229,125	20,8	31,5
16	7 1/2	229,125	23,99904	31,5
16	7 1/2	229,125	27,20016	31,5
17	8	244,4	0	26,1135
17	8	244,4	1,59952	30,24
17	8	244,4	3,19904	31,0275
17	8	244,4	4,80064	31,5
17	8	244,4	7,99968	31,5
17	8	244,4	11,2008	31,5
17	8	244,4	14,39984	31,5
17	8	244,4	17,60096	31,5
17	8	244,4	20,8	31,5

17	8	244,4	23,99904	31,5
17	8	244,4	27,20016	31,5
18	8 1/2	259,675	0	22,239
18	8 1/2	259,675	1,59952	27,72
18	8 1/2	259,675	3,19904	28,8225
18	8 1/2	259,675	4,80064	29,7675
18	8 1/2	259,675	7,99968	30,0825
18	8 1/2	259,675	11,2008	30,0825
18	8 1/2	259,675	14,39984	30,0825
18	8 1/2	259,675	17,60096	30,555
18	8 1/2	259,675	20,8	30,87
18	8 1/2	259,675	23,99904	31,5
18	8 1/2	259,675	27,20016	31,5
19	9	274,95	0	15,0885
19	9	274,95	1,59952	21,735
19	9	274,95	3,19904	23,625
19	9	274,95	4,80064	25,0425
19	9	274,95	7,99968	25,6725
19	9	274,95	11,2008	25,6725
19	9	274,95	14,39984	25,6725
19	9	274,95	17,60096	26,46
19	9	274,95	20,8	27,405
19	9	274,95	23,99904	28,8225
19	9	274,95	27,20016	31,0275
20	9 1/4	282,5875	0	10,08
20	9 1/4	282,5875	1,59952	16,8525
20	9 1/4	282,5875	3,19904	19,215
20	9 1/4	282,5875	4,80064	20,475
20	9 1/4	282,5875	7,99968	21,5775
20	9 1/4	282,5875	11,2008	21,5775
20	9 1/4	282,5875	14,39984	21,5775
20	9 1/4	282,5875	17,60096	22,5225
20	9 1/4	282,5875	20,8	23,625
20	9 1/4	282,5875	23,99904	25,6725
20	9 1/4	282,5875	27,20016	28,35
21	9 1/2	290,225	0	4,0635
21	9 1/2	290,225	1,59952	11,34
21	9 1/2	290,225	3,19904	13,545
21	9 1/2	290,225	4,80064	14,9625
21	9 1/2	290,225	7,99968	15,75
21	9 1/2	290,225	11,2008	15,75
21	9 1/2	290,225	14,39984	15,75
21	9 1/2	290,225	17,60096	16,38
21	9 1/2	290,225	20,8	18,1125
21	9 1/2	290,225	23,99904	19,845

21	9 1/2	290,225	27,20016	22,5225
22	9 3/4	297,8625	0	0,945
22	9 3/4	297,8625	1,59952	4,8825
22	9 3/4	297,8625	3,19904	7,245
22	9 3/4	297,8625	4,80064	8,6625
22	9 3/4	297,8625	7,99968	9,45
22	9 3/4	297,8625	11,2008	9,45
22	9 3/4	297,8625	14,39984	8,6625
22	9 3/4	297,8625	17,60096	9,135
22	9 3/4	297,8625	20,8	10,2375
22	9 3/4	297,8625	23,99904	11,97
22	9 3/4	297,8625	27,20016	14,175
23	10	305,5	4,80064	1,575
23	10	305,5	7,99968	2,205
23	10	305,5	11,2008	1,1025
23	10	305,5	14,39984	0
23	10	305,5	17,60096	0
23	10	305,5	20,8	0,7875
23	10	305,5	23,99904	0,7875
23	10	305,5	27,20016	2,205

ANEXO II:
PLANO DE FORMAS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
Trabajo Fin de Máster

PROYECTO: PETROLERO DE CRUDO DE 300.000 T.P.M.

PLANO: PLANO DE FORMAS

AUTOR: PEDRO CARRO ALLEGUE	FECHA: ENERO 2017	ESCALA: 1:200	HOJA: 1A
-------------------------------	----------------------	------------------	-------------

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

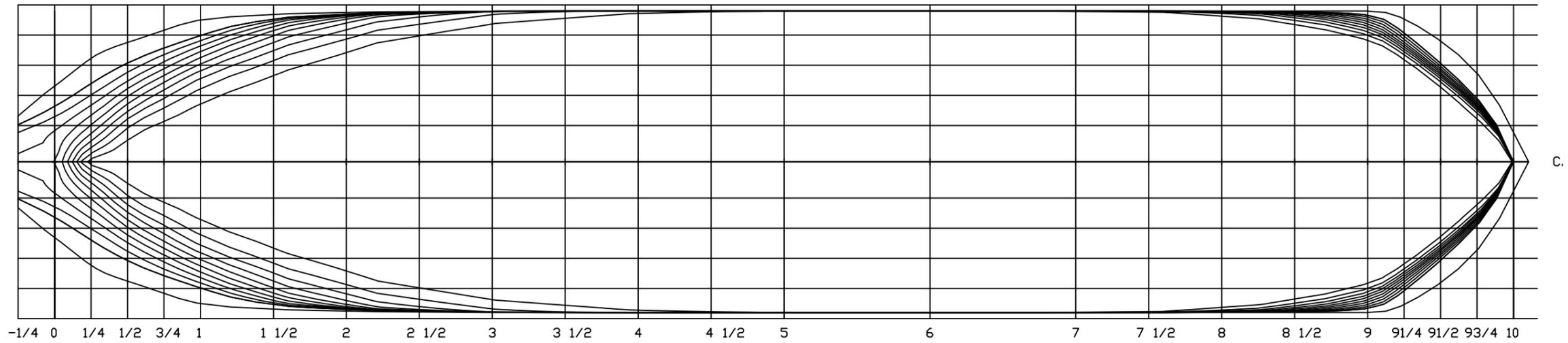
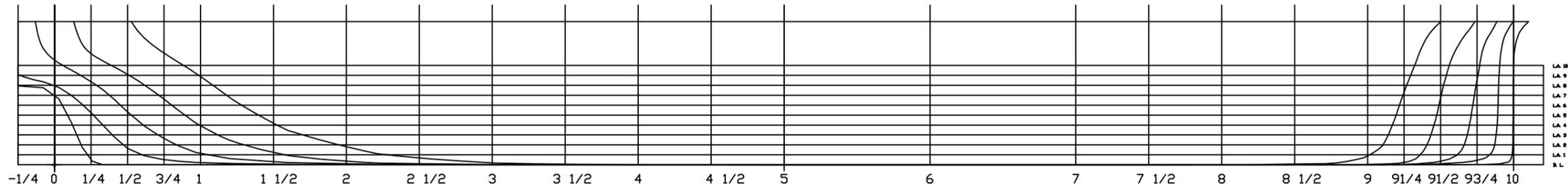
E

F

G

H

MS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
Trabajo Fin de Máster

PROYECTO: PETROLERO DE CRUDO DE 300.000 T.P.M.

PLANO: PLANO DE FORMAS

AUTOR:
PEDRO CARRO ALLEGUE

FECHA:
ENERO 2017

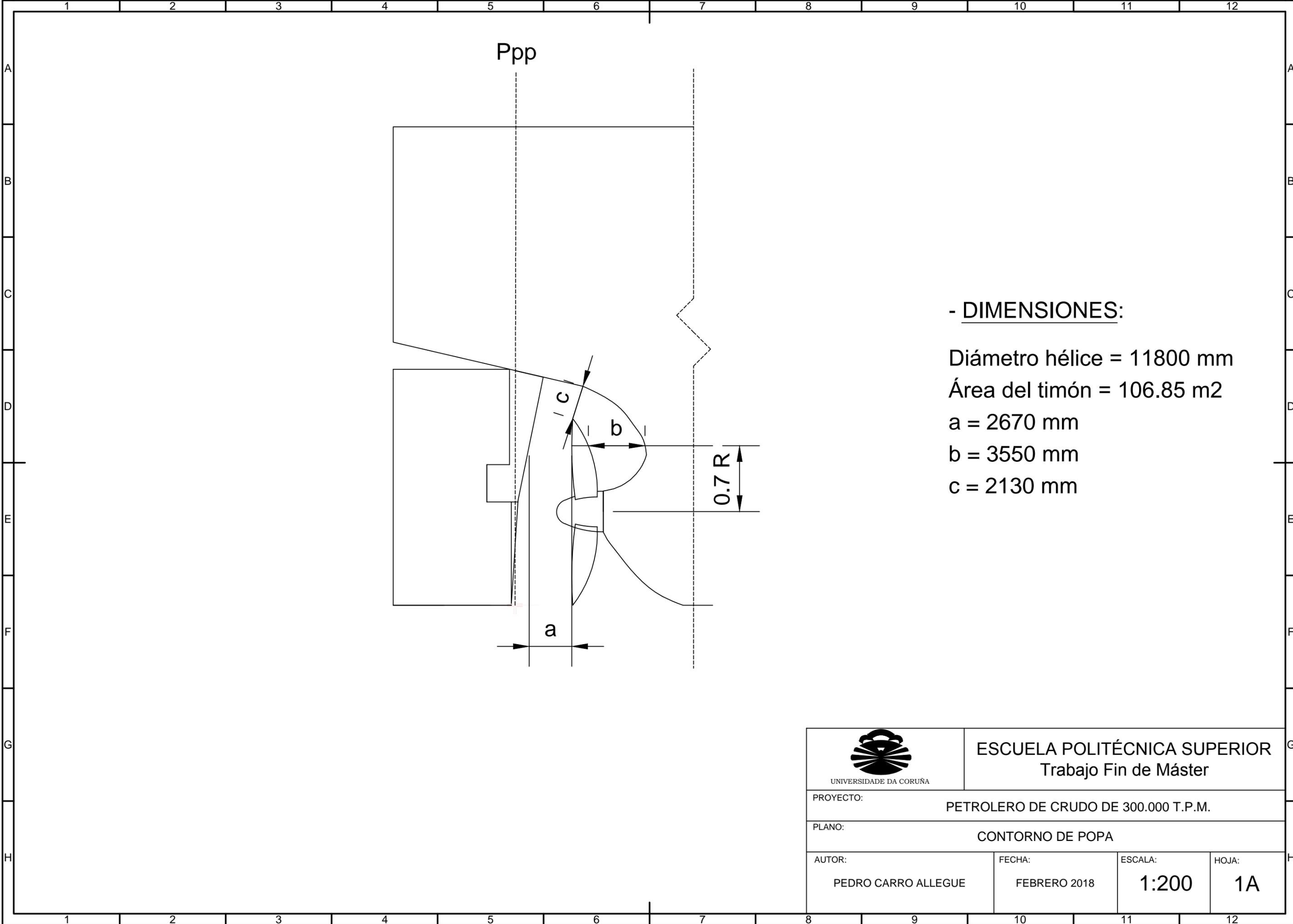
ESCALA:
1:1000

HOJA:
1B

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

ANEXO III:

CONTORNO DE POPA



- DIMENSIONES:

Diámetro hélice = 11800 mm

Área del timón = 106.85 m²

a = 2670 mm

b = 3550 mm

c = 2130 mm

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Trabajo Fin de Máster	
PROYECTO:		PETROLERO DE CRUDO DE 300.000 T.P.M.	
PLANO:		CONTORNO DE POPA	
AUTOR:	FECHA:	ESCALA:	HOJA:
PEDRO CARRO ALLEGUE	FEBRERO 2018	1:200	1A