



LNG TANKER 160000m³ NÚMERO 17-05

AUTORA: CARMEN SEOANE FERNÁNDEZ
TUTOR: VICENTE DÍAZ CASÁS

CUADERNO 3

DISEÑO DE FORMAS





GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.017-2018

PROYECTO NÚMERO 17/05

TIPO DE BUQUE: LNG carrier.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas, SOLAS, MARPOL, CIG.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: LNG con una capacidad de 160.000 m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 19.5 knots a velocidad de servicio, al 85% MCR + 15% MM y 5000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: bombas de carga y de vapor habituales en buques de este tipo.

PROPULSIÓN: dual-fuel diesel-electric (DFDE)

TRIPULACIÓN Y PASAJE: capacidad para 40 tripulantes en camarotes dobles e individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 18 Setiembre 2017

ALUMNA: D^a Carmen Seoane Fernández

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. CONTORNOS DE PROA.....	5
2.1 RESISTENCIA AL AVANCE CON Y SIN BULBO.....	6
2.2 TRAZADO DEL BULBO.....	6
3. CONTORNOS DE POPA.....	7
4. CÁLCULO DE FORMAS MEDIANTE MAXSURF.....	8
5. CARTILLA DE TRAZADO DEL BUQUE PROYECTO.....	11
ANEXO I.....	13

1. INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se detallará el diseño de formas del buque proyecto. Este cuaderno es de gran importancia debido a la importancia de las formas del buque con respecto a la estabilidad o a la resistencia al avance entre otros factores. En el diseño de las formas de este buque se debe tener en cuenta los tanques de membrana estancos y se debe estudiar la introducción o no de un bulbo en proa. Se recordarán las características principales del buque proyecto y sus coeficientes más importantes:

Lpp (m)	271,3
B (m)	45,4
D (m)	26,4
T (m)	12,3
Δ (t)	119484,49
LBD (m ³)	324682,40
Fn	0,194
Vh (m ³)	270135,0
CbD	0,832
Cb	0,745
Cf	0,829
Cm	0,991
Cp	0,752

Tabla 1 Características principales

2. CONTORNOS DE PROA.

En este punto se debe estudiar la introducción de un bulbo en proa. La introducción del bulbo supone aumentar los costes de acero ya que son formas más complejas. Su beneficio principal en buques lentos es disminuir el efecto de la ola rompiente mejorando así la resistencia al avance.

Para valorarlo se tendrá en cuenta estos rangos de aplicación:

- $0,65 < C_b < 0,815$
- $5,5 < \frac{L}{B} < 7$
- $0,24 < F_n < 0,57$
- $\frac{C_b * B}{L} > 0,135$

En el caso del buque proyecto tenemos que:

Cb	0,745
Fn	0,194
L/B	5,98
Cb*B/L	0,12

Tabla 2 Valores buque proyecto

Se cumple el coeficiente de bloque y la relación de esbeltez. En este caso se podría discutir el beneficio o no de la instalación del bulbo. Otro factor que se podría tener en cuenta sería las condiciones a las que iría el buque en su ruta habitual. Si las zonas donde operará el buque son adversas la instalación del bulbo estaría justificada. En el caso de este proyecto se ha pensado en una ruta por el océano atlántico, por tanto sería beneficioso la instalación del mismo. En los buques de la base de datos definida en el cuaderno 1, se observa que los buques tipo como el del proyecto, llevan instalado un bulbo en proa.

Por estos factores mencionados, en este proyecto se ha considerado la introducción de un bulbo en proa. Se comprobará si es acertada esta opción mediante un software de cálculo de resistencia al avance (Navcad).

2.1 RESISTENCIA AL AVANCE CON Y SIN BULBO.

En el anexo se adjuntan los resultados proporcionados por el Navcad. La resistencia al avance total sin bulbo es de 2121,44 kN y la resistencia al avance con bulbo es de 1947,34 kN para la velocidad de servicio.

Este resultado reafirma la idea de añadir un bulbo en proa para mejorar la resistencia al avance. Las condiciones de servicio son a plena carga y se puede considerar que el buque navegará en esa condición de forma habitual, por tanto el bulbo será efectivo. Si el buque fuera en situaciones de media carga se podría reconsiderar la idea del bulbo en proa.

2.2 TRAZADO DEL BULBO.

Las formas del buque proyecto se han obtenido a partir de un buque base de LNG obtenido en Maxsurf. En el anexo se adjunta el plano de formas del buque. Este buque carecía de bulbo y por tanto, en la transformación para obtener el buque proyecto se ha tenido que diseñar modificando las curvas de manera que se asemeje a la forma del buque Barcelona Knutsen y que cumpla con la curva de áreas. A continuación se muestran los parámetros que definen el bulbo del buque proyecto:

- ALTURA h : es la ordenada sobre la línea de base del punto de protuberancia máxima. Este valor oscila entre el 35% y el 55% del calado máximo.

En este caso $h = 6,90 \text{ m}$ el 56 % del calado máximo del buque.

- PROTUBERANCIA x : Es la abscisa del punto más a proa del contorno longitudinal del bulbo, referida a la perpendicular de proa.

En este caso $x = 4.80 \text{ m}$

El buque base Barcelona Knutsen tiene unas medidas:

$$h = 7,2 \text{ m}$$

$$x = 5.60 \text{ m}$$

Tomaremos el valor del bulbo como válido.

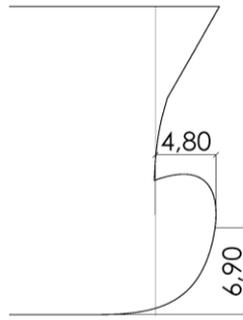


Ilustración 1 Dimensiones bulbo (m)

3. CONTORNOS DE POPA.

En este punto se calcularán las claras exigidas para el propulsor según la sociedad de clasificación DNV, ya que no hay menciones en Bureau Veritas.

Se calcularán los valores mínimos exigidos. En este punto del proyecto no está definidas las dimensiones del propulsor, estimaremos un radio de $R=4.5$ metros y $Z=4$ palas.

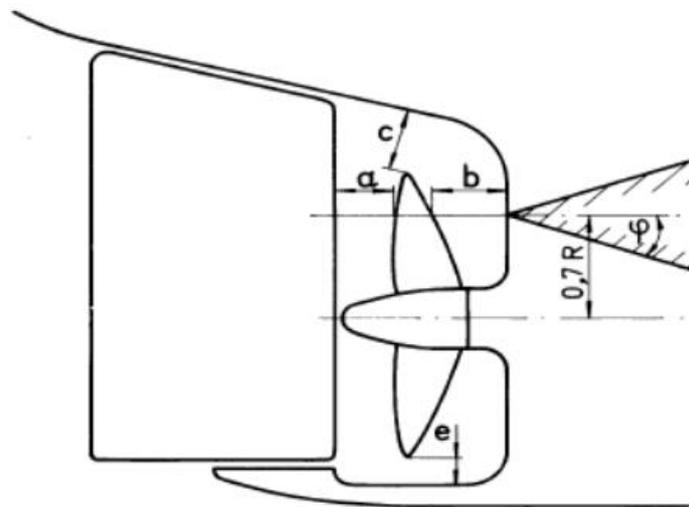


Ilustración 2 Claras codaste DNV

REQUISITO (m)	MÍNIMO
$a \geq 0,2 * R$	0,9
$b \geq (0,7 - 0,04 * Z) * R$	2,79
$c \geq (0,48 - 0,02 * Z) * R$	1,8
$e \geq 0,07 * R$	0,315

Tabla 3 Valores mínimos codaste

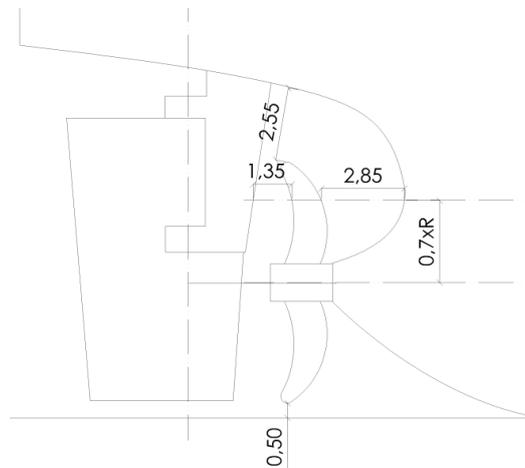


Ilustración 3 Claras disponibles

4. CÁLCULO DE FORMAS MEDIANTE MAXSURF.

Para definir las formas del buque se ha partido de un buque base procedente de la base de datos de Maxsurf. Se ha escogido el casco de un LNG. Este buque base carecía de bulbo. Ya se ha justificado la instalación del bulbo, por tanto se ha diseñado a partir de datos tomados del Barcelona Knutsen de altura, protuberancia y diferentes puntos para conseguir formas suaves. El buque de partida tiene las siguientes dimensiones:

- $L_{PP} = 76,8 \text{ m}$
- $B = 13,50 \text{ m}$
- $T = 4,57 \text{ m}$
- $D = 9,10 \text{ m}$

Se muestran los cálculos hidrostáticos que ofrece Maxsurf para las formas del buque proyecto así como la curva de áreas seccionales. En el anexo se ofrecen tanto los planos de formas de partida como los del buque proyecto final.

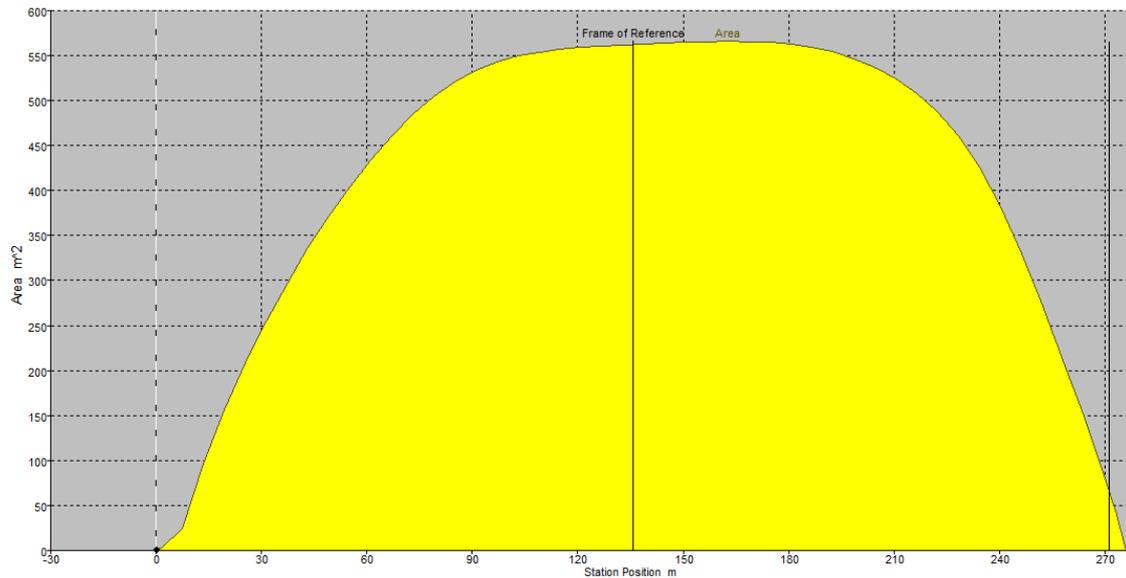


Ilustración 4 Curva de áreas seccionales

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	119524	t
2	Volume (displaced)	116609,251	m ³
3	Draft Amidships	12,728	m
4	Immersed depth	12,728	m
5	WL Length	275,038	m
6	Beam max extents o	45,401	m
7	Wetted Area	15257,765	m ²
8	Max sect. area	565,971	m ²
9	Waterpl. Area	10153,153	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,749	
11	Block coeff. (Cb)	0,734	
12	Max Sect. area coeff	0,979	
13	Waterpl. area coeff.	0,813	
14	LCB length	143,371	from z
15	LCF length	136,340	from z
16	LCB %	52,128	from z
17	LCF %	49,572	from z
18	KB	6,657	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	12,504	m
21	BML	398,715	m
22	GMt corrected	19,161	m
23	GML	405,372	m
24	KMt	19,161	m
25	KML	405,372	m
26	Immersion (TPc)	104,070	tonne/c
27	MTc	1785,916	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	39969,240	tonne.

Tabla 1 Cálculo hidrostáticas MAXSURF

Como se puede observar los cálculos de los coeficientes principales y del desplazamiento no difieren de los calculados en el cuaderno 1.

5. CARTILLA DE TRAZADO DEL BUQUE PROYECTO.

A continuación se muestra la cartilla de trazado obtenida a partir de las formas del Maxsurf para el buque proyecto.

LINEA AGUA (m)	SECCION			
	0	1	2	3
0	0	0	0	0
2	-	3,11	6,66	9,86
4	-	3,31	7,63	11,74
6	-	3,17	8,38	13,03
8	-	3,48	9,79	14,55
10	-	5,14	11,91	16,03
12	-	8,62	14,05	17,30
14	6,08	12,31	16,14	18,73
16	11,56	15,84	18,64	20,45
18	-	19,22	21,29	22,24

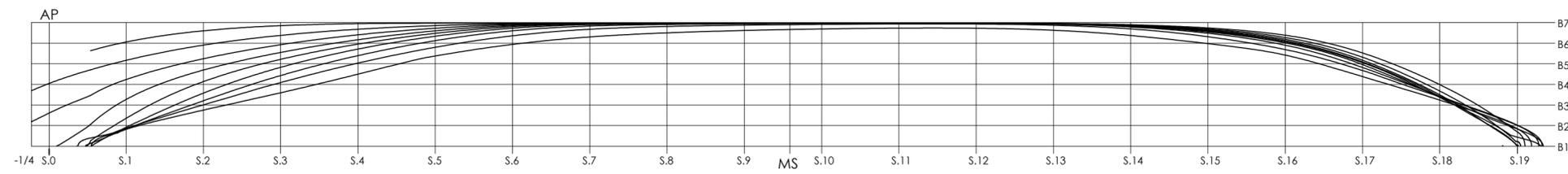
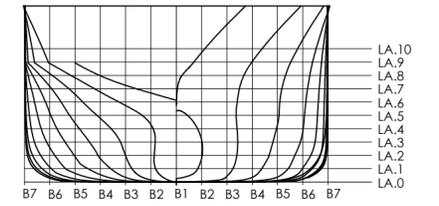
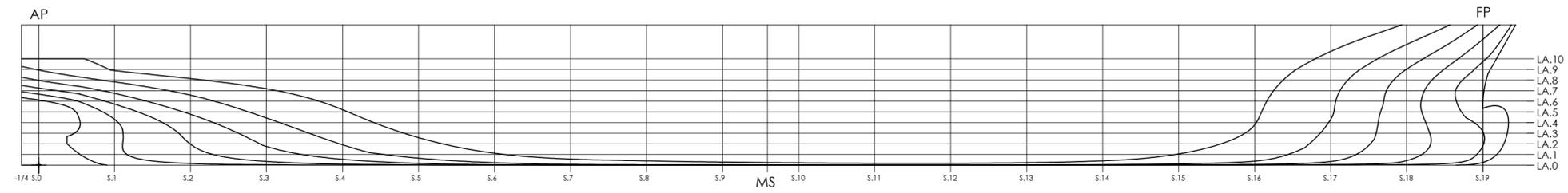
LINEA AGUA	SECCION			
	4	5	6	7
0	0	0	0	0
2	13,29	16,64	18,78	20,16
4	15,33	18,24	20,37	21,57
6	16,71	19,47	21,29	22,16
8	17,92	20,29	21,77	22,42
10	18,84	20,82	22,04	22,54
12	19,64	21,28	22,25	22,62
14	20,55	21,75	22,42	22,66
16	21,58	22,24	22,58	22,69
18	22,60	22,70	22,70	22,70

LINEA AGUA	SECCION			
	8	9	10	11
0	0	0	0	0
2	20,92	21,35	21,62	21,78
4	22,09	22,33	22,47	22,55
6	22,46	22,57	22,63	22,66
8	22,59	22,65	22,67	22,69
10	22,65	22,68	22,69	22,70
12	22,68	22,69	22,70	22,70
14	22,70	22,70	22,70	22,70
16	22,70	22,70	22,70	22,70
18	22,70	22,70	22,70	22,70

LINEA AGUA	SECCION			
	12	13	14	15
0	0	0	0	0
2	21,76	21,39	20,42	18,93
4	22,53	22,31	21,64	20,20
6	22,65	22,50	21,99	20,84
8	22,68	22,55	22,10	21,07
10	22,69	22,57	22,17	21,21
12	22,69	22,59	22,22	21,33
14	22,69	22,61	22,28	21,47
16	22,70	22,62	22,34	21,63
18	22,70	22,64	22,41	21,82

LINEA AGUA	SECCION			
	16	17	18	19
0	0	0	0	0
2	16,80	12,84	8,51	3,24
4	17,82	13,96	9,10	3,89
6	18,63	14,52	9,24	3,86
8	19,06	15,05	9,13	3,19
10	19,26	15,41	8,99	1,68
12	19,45	15,55	9,15	0,03
14	19,71	15,86	9,48	0,64
16	20,05	16,41	10,17	0,89
18	20,47	17,20	11,36	2,66

ANEXO I
PLANO DE FORMAS DEL BUQUE PROYECTO
PLANO DE FORMAS BUQUE BASE MAXSURF



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR	PROYECTO 17/05
PLANO DE FORMAS LNG 160.000 m ³	
AUTORA: CARMEN SEOANE FERNÁNDEZ TUTOR: VICENTE DÍAZ CASÁS	ESCALA 1:750