



Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2021/22

BUQUE TANQUE VLCC DE 285000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

PROFESORES

Marcos Míguez González

FECHA

MARZO 2022



TÍTULO Y RESUMEN

El buque proyectado en este trabajo tiene como fin el transporte de grandes cantidades de crudo. Se trata de un buque VLCC capaz de transportar, según los requisitos previos de anteproyecto, 285000 toneladas de peso muerto. En estos cuadernos se realiza una primera aproximación detallada del diseño, construcción, equipamiento y viabilidad económica de un proyecto de estas características.

O buque proxectado niste traballo ten como finalidade o transporte de grandes cantidades de crudo. Trátase dun buque VLCC capaz de transportar, segundo os requisitos previos de anteproxecto, 285000 toneladas de carga. Nistos cuadernos realizarase una rimeira aproximación ao detalle do diseño, construción, equipamento e viabilidade económica dun proxecto distas características.

The projected vessel in this assignment has the mission of transporting very large volumes of crude. It consist in a Very Large Crude Carrier able to handle, according to Previous Anteproject Requisites, with 285000 deadweight tonnes. In this booklets a first close iteration for the ship's design, construction, equipment and economic viability is done



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE FERROL
UNIVERSIDADE DA CORUÑA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

BUQUE TANQUE VLCC DE 285000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

**CUADERNO 6
PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE
PROPULSORES Y TIMONES**

1 ÍNDICE

<i>Título y Resumen</i>	<i>2</i>
<i>1 Índice.....</i>	<i>4</i>
<i>2 RPA.....</i>	<i>5</i>
<i>3 Parámetros de forma del buque</i>	<i>6</i>
<i>4 Cálculo de resistencia</i>	<i>8</i>
4.1 Resistencia de formas	10
4.2 Resistencia de apéndices	11
4.3 Resistencia aerodinámica	13
<i>5 Estimación de potencia propulsiva.</i>	<i>15</i>
<i>6 Elección de motor propulsor</i>	<i>17</i>
<i>7 Diseño de propulsor / Análisis de alternativas.</i>	<i>19</i>
7.1 Propulsor con 4 palas.....	19
7.2 Propulsor con 5 palas.....	22
7.3 Propulsor con 6 palas.....	24
<i>8 Diseño del Timón</i>	<i>27</i>
8.1 Tipo de timón	27
8.2 Cálculo de la fuerza sobre el timón.....	28
8.3 Cálculo del Par Torsor	31
8.4 Comprobación de las claras del codaste	31
<i>9 Croquis del Codaste.....</i>	<i>33</i>
<i>10 ANEXO I: Resistencia al Avance</i>	<i>34</i>
<i>11 ANEXO II: Propulsión</i>	<i>35</i>
<i>12 ANEXO III: Hélice de 4 palas.....</i>	<i>36</i>
<i>13 ANEXO IV: Hélice de 5 palas</i>	<i>37</i>
<i>14 ANEXO V: Hélice de 6 palas</i>	<i>38</i>
<i>15 ANEXO VI: Plano del contorno de Popa</i>	<i>39</i>
<i>16 ANEXO VII: Plano del timón</i>	<i>40</i>

2 RPA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2021-2022

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: VLCC de 285000 DWG

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: CRUDO

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14,5 knots

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas para carga y
descarga de tanques

PROPULSIÓN: Motor Diesel acoplado a una hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales para este tipo de buques.

Ferrol, 1 Diciembre 2021

ALUMNO/A: D^a Esteban Martínez de la Colina Vilariño

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

3 PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE

Uno de los objetivos de este cuaderno es el de estimar la potencia necesaria que el buque debe instalar para que se cumpla la velocidad de operación, consumos y la correcta navegación normal del buque de acuerdo con los requisitos previos de anteproyecto.

La planta propulsora del buque, según está estipulado en la RPA consta de un motor Diesel lento directamente acoplado. Esta unidad ha de desarrollar una potencia suficiente para que el buque alcance una velocidad de servicio de 14,5 knots a plena carga y con el grupo motor trabajando a un 85% de la potencia máxima continúa añadiéndole un margen de mar del 15%.

El paso siguiente a la estimación de potencia es la selección de un motor marino que sea capaz de cumplir con las expectativas anteriormente expuestas.

Además, otro de los objetivos del cuaderno es el del diseño del timón a instalar y la definición de la zona del codaste y sus claras.

Para poder asegurar el cumplimiento de dichos objetivos, a continuación se presentan las hidrostáticas del buque al calado de diseño.

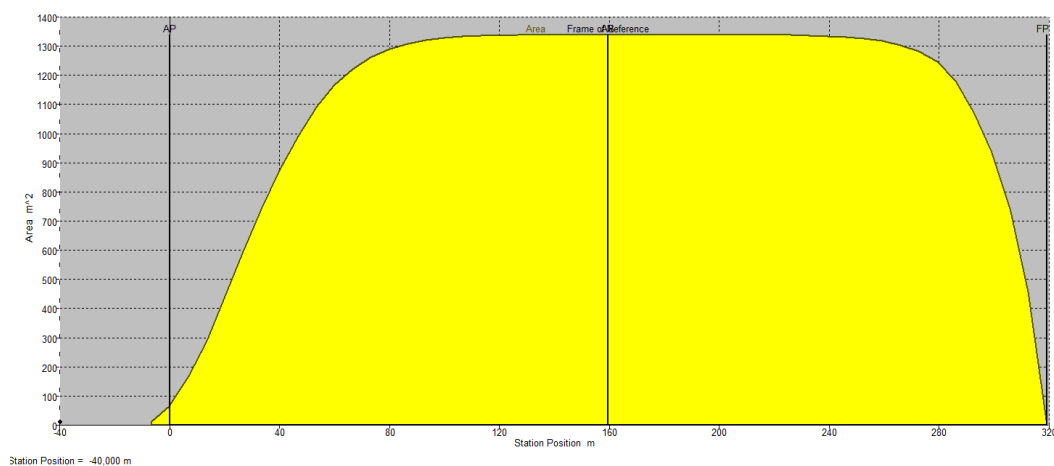
Displacement	369520	t
Volume (displaced)	360507,77	m ³
Draft Amidships	22,37	m
Immersed depth	22,37	m
WL Length	336,10	m
Beam max extents on WL	60	m
Wetted Area	29584	m ²
Max sect. area	1337,358	m ²
Waterpl. Area	17543,42	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,829	
Block coeff. (Cb)	0,826	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,996	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,899	
LCB length	167,522	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	160,432	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	51,529	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	49,394	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	101,635	m
KG fluid	0	m
BMt	13,287	m
BML	358,259	m
GMt corrected	24,922	m
GML	396,894	m
KMt	24,992	m
KML	369,895	m
Immersion (TPc)	179,820	tonne/cm

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

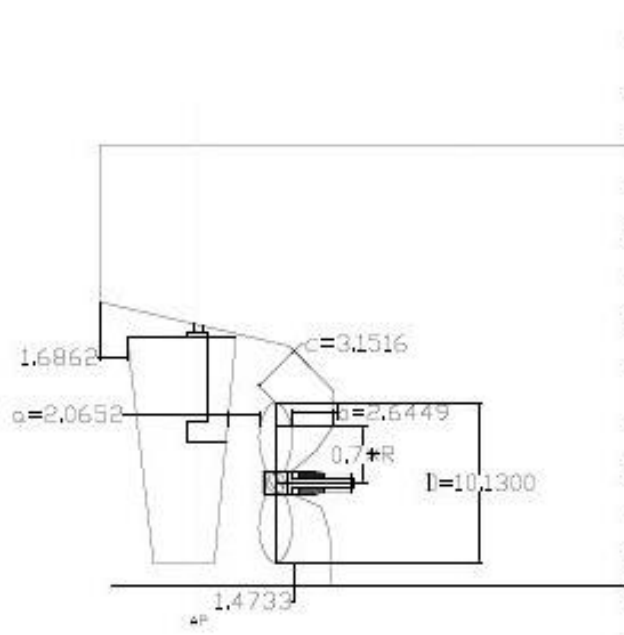
Esteban Martínez de la Colina Vilariño

MTc	4283,245	tonne.m
RM at 1° = GMt.Disp.sin(1)	160791,252	tonne.m
Length/Beam Ratio	5,481	
Beam/Draft Ratio	2,682	
Length/Vol ^{0.333} Ratio	4,568	
Precision	Medium	39 stations

Se presenta también la curva de áreas.



Además, para la definición del codaste es necesario tener en cuenta los huelgos mínimos de la hélice, mostrados a continuación y obtenidos del desarrollo del cuaderno III.



4 CÁLCULO DE RESISTENCIA

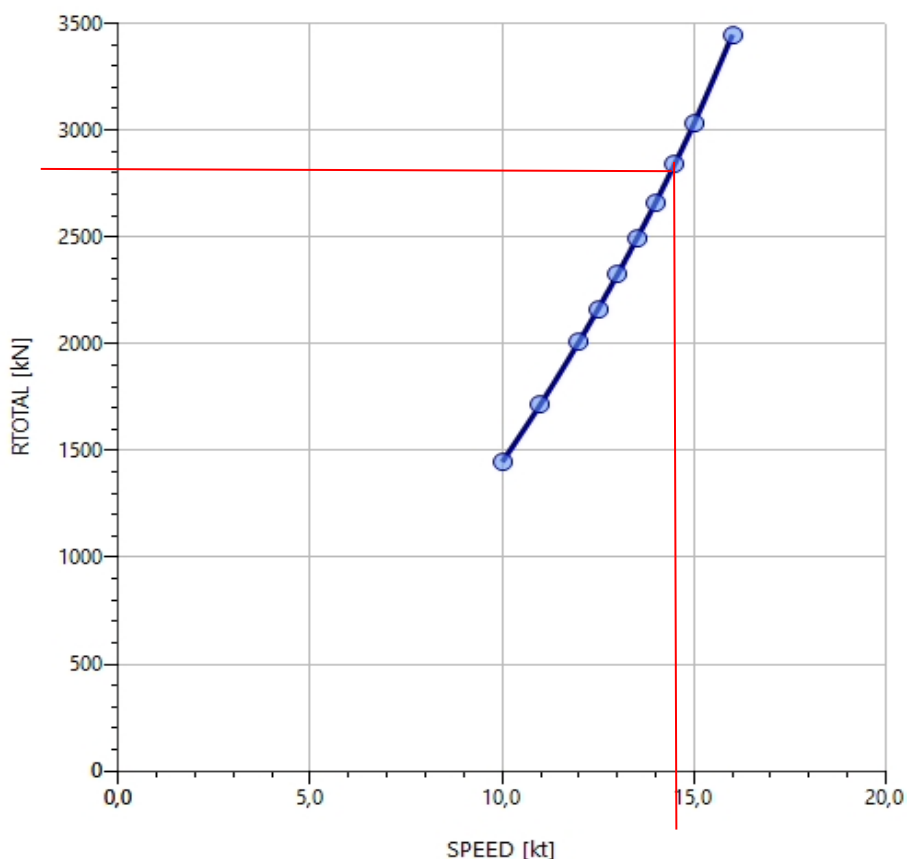
Mediante el uso de los valores característicos del buque mostrados anteriormente se puede realizar una primera aproximación, o predicción de la potencia requerida a partir de diferentes métodos.

Para ello se empleará el software “NavCad” de Hydrocomp y para el cálculo, el método de Holtrop.

Por lo tanto, es necesario asegurar que las formas del buque entran en los rangos de parámetros de la base de datos para la que el método está estudiado y de esta forma que los resultados entregados se ajustan a la realidad.

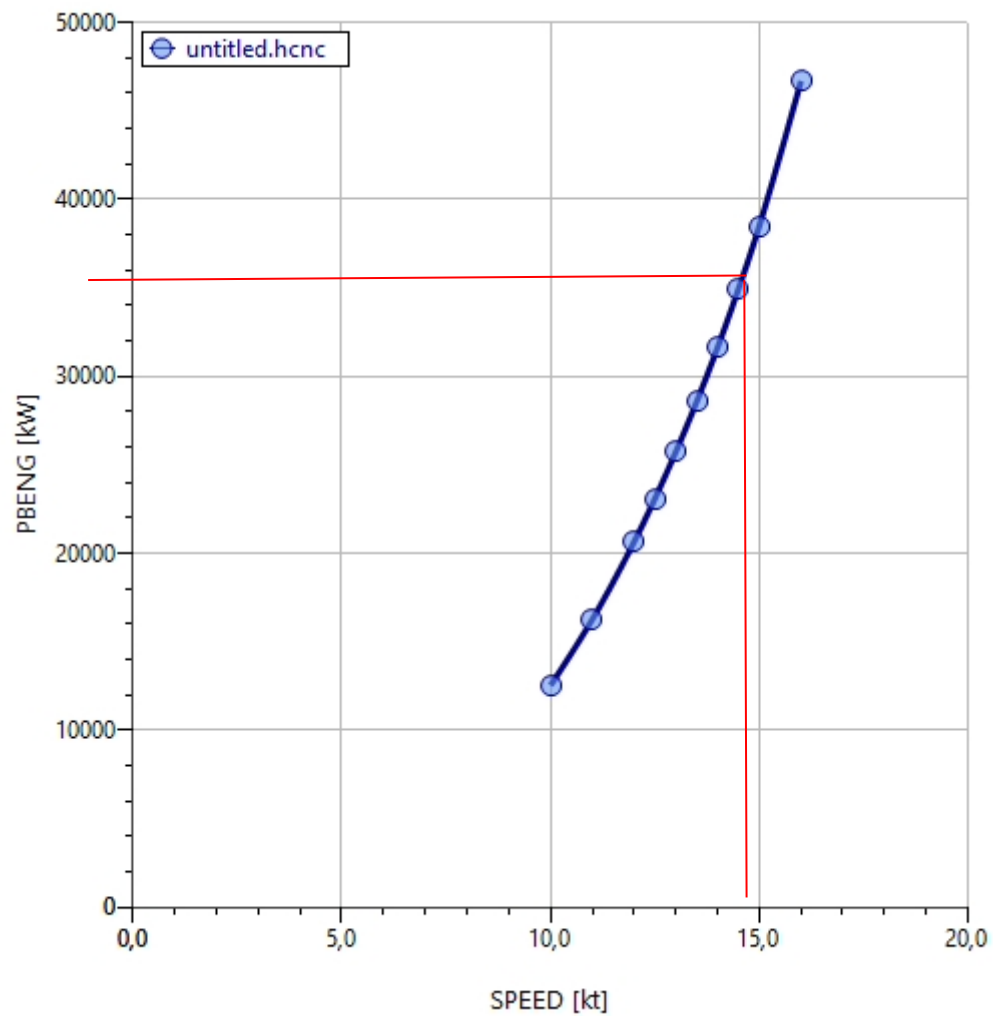
PARÁMETROS	MINIMO	MÁXIMO	BUQUE	¿CUMPLE?
Froude Number (design)	0,06	0,26	0,14	SÍ
CP	0,55	0,85	0,82	SÍ
LWL/BWL	3,9	14,9	5,55	SÍ
BWL/T	2,1	4	2,94	SÍ
Lambda	0,01	1,07	1,03	SÍ

De la inserción en el programa NavCad de los parámetros obtenidos de las hidrostáticas del buque proyectado se obtienen las siguientes curvas de Resistencia Total al Avance (RTOTAL) y Potencia Efectiva Total requerida (PETOTAL) frente a las distintas velocidades a las que desea estudiar el comportamiento del buque.



CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilarriño



La velocidad de proyecto, establecida en las RPA, es de 14,5 knots por lo tanto:

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
10,00	0,090	0,195	1,45e9	0,001462	1,000	0,001349	0,000000	0,000255	0,003066
11,00	0,099	0,214	1,60e9	0,001445	1,000	0,001320	0,000000	0,000242	0,003007
12,00	0,107	0,234	1,75e9	0,001430	1,000	0,001295	0,000000	0,000231	0,002955
12,50	0,112	0,243	1,82e9	0,001423	1,000	0,001284	0,000000	0,000225	0,002932
13,00	0,116	0,253	1,89e9	0,001416	1,000	0,001275	0,000000	0,000219	0,002911
13,50	0,121	0,263	1,96e9	0,001410	1,000	0,001268	0,000000	0,000214	0,002892
14,00	0,125	0,273	2,04e9	0,001404	1,000	0,001263	0,000000	0,000209	0,002875
+ 14,50 +	0,130	0,282	2,11e9	0,001398	1,000	0,001260	0,000000	0,000204	0,002862
15,00	0,134	0,292	2,18e9	0,001393	1,000	0,001261	0,000000	0,000199	0,002853
16,00	0,143	0,312	2,33e9	0,001382	1,000	0,001279	0,000000	0,000189	0,002850
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
10,00	1231,46	8,44	18,33	0,00	0,00	0,00	188,73	1446,96	
11,00	1461,61	10,07	22,18	0,00	0,00	0,00	224,08	1717,94	
12,00	1709,36	11,83	26,40	0,00	0,00	0,00	262,14	2009,72	
12,50	1840,12	12,75	28,64	0,00	0,00	0,00	282,23	2163,74	
13,00	1975,81	13,71	30,98	0,00	0,00	0,00	303,07	2323,57	
13,50	2116,80	14,70	33,41	0,00	0,00	0,00	324,74	2489,65	
14,00	2263,64	15,73	35,93	0,00	0,00	0,00	347,29	2662,59	
+ 14,50 +	2417,04	16,78	38,54	0,00	0,00	0,00	370,85	2843,21	
15,00	2577,90	17,87	41,24	0,00	0,00	0,00	395,55	3032,56	
16,00	2930,66	20,13	46,92	0,00	0,00	0,00	449,66	3447,37	
EFFECTIVE POWER			OTHER						
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
10,00	6335,2	7443,8	0,01863	0,04235	0,00034				
11,00	8271,1	9721,6	0,01823	0,04154	0,00040				
12,00	10552,4	12406,7	0,01788	0,04082	0,00047				
12,50	11833,0	13914,1	0,01774	0,04050	0,00051				
13,00	13213,7	15539,5	0,01761	0,04020	0,00055				
13,50	14701,2	17290,6	0,01751	0,03994	0,00058				
14,00	16303,2	19176,6	0,01744	0,03972	0,00062				
+ 14,50 +	18029,8	21208,8	0,01741	0,03953	0,00067				
15,00	19892,8	23401,3	0,01742	0,03940	0,00071				
16,00	24122,6	28375,7	0,01767	0,03937	0,00081				

Report ID:020220907-1743

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

RTOTAL (14,5knots)= 2843,21 kN

PETOTAL (14,5knots)=21208,8 kW

La resistencia total al avance del buque está compuesta por distintas partidas que a continuación se desglosan.

4.1 Resistencia de formas

La resistencia de formas es la generada por las formas del buque cuando este se desplaza por un fluido viscoso como el agua. También se conoce como resistencia de casco desnudo, ya que no tiene en cuenta los apéndices que pueda tener el barco, ni la superestructura que también genera una resistencia al avance en este caso de origen aerodinámica.

El valor obtenido de esta resistencia es el debido a las propias formas y dimensiones del buque introducidas en el programa y mostradas a continuación.

Rformas=RBARE=2417,04 kN

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Hull		
Configuration:	Monohull	▼
Chine type:	Round/multiple	▼
General		
Length on WL:	336,300	m
Max beam on WL:	60,000	m
Max molded draft:	22,370	m
Displacement:	369520,00	t
Wetted surface:	29584,000	m2
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	167,522	m
LCF fwd TR:	160,432	m
Max section area:	1336,830	m2
Waterplane area:	18140,000	m2
Bulb section area:	0,000	m2
Bulb ctr below WL:	0,000	m
Bulb nose fwd TR:	0,000	m
Imm transom area:	14,600	m2
Transom beam WL:	9,113	m
Transom immersion:	2,156	m
Half entrance angle:	86,00	deg
Bow shape factor:	1,0	[WL flow]
Stern shape factor:	1,0	[WL flow]

4.2 Resistencia de apéndices

La resistencia de los apéndices, como su propio nombre indica es la componente de la resistencia al avance total que se debe a la interacción de los apéndices instalados en el caso, y que no forman parte de la carena del buque, con el agua.

Rapéndices=RAPP=16,78 kN

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

A continuación, se muestra una tabla con los valores considerados para dicho cálculo.

Appendage		
Definition:	Component	
Percent of hull drag:		%
Planing influence		
LCE fwd TR:		m
VCE below WL:		m
Shafting		
Count:	1	
Max prop diameter:	10130,0	mm
Shaft angle to WL:	0,00	deg
Exposed shaft length:	0,000	m
Shaft diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m2
Strut bossing length:	0,000	m
Bossing diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m2
Hull bossing length:	0,000	m
Bossing diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m2
Strut (per shaft line)		
Count:	0	
Root chord:		m
Tip chord:		m
Span:		m
T/C ratio:		
Projected area:		m2
Wetted surface:		m2
Exposed palm depth:		m
Exposed palm width:		m
Rudder		
Count:	1	
Rudder location:	Behind propeller	
Type:	Balanced foil	
Root chord:	6,900	m
Tip chord:	3,900	m
Span:	14,500	m
T/C ratio:	0,150	
LE sweep:	5,00	deg
Projected area:	78,300	m2
Wetted surface:	158,939	m2

4.3 Resistencia aerodinámica

Si bien esta resistencia de un orden mucho menor a la hidrodinámica, es importante tenerla en cuenta. La resistencia aerodinámica es la que se debe a la existencia de obra muerta y superestructura en contacto con el aire que le rodea. Al avanzar el barco, toda esta superficie actúa enfrentándose al aire de origen viscoso y generando fuerzas de presión que tratarán de retener al buque.

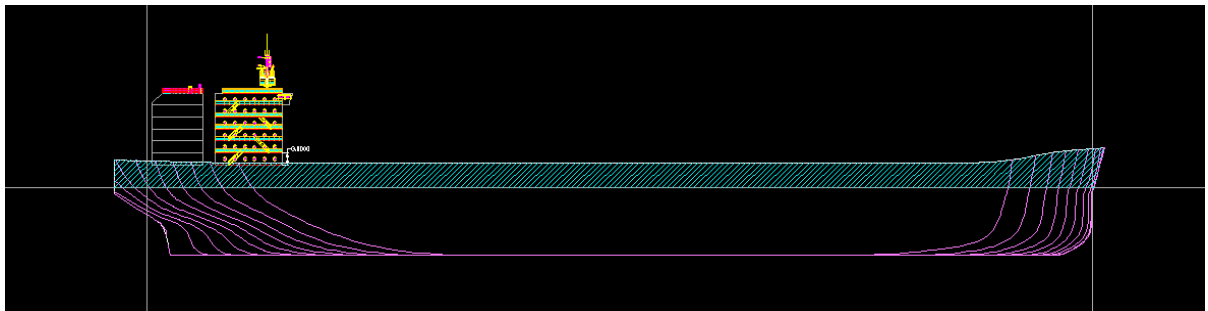
El valor obtenido de esta resistencia toma el siguiente valor.

$$R_{aero} = R_{WIND} = 38,54 \text{ kN}$$

A continuación, se muestra una tabla con los valores considerados para dicho cálculo y unos croquis donde se pretende explicar de dónde vienen las áreas consideradas.

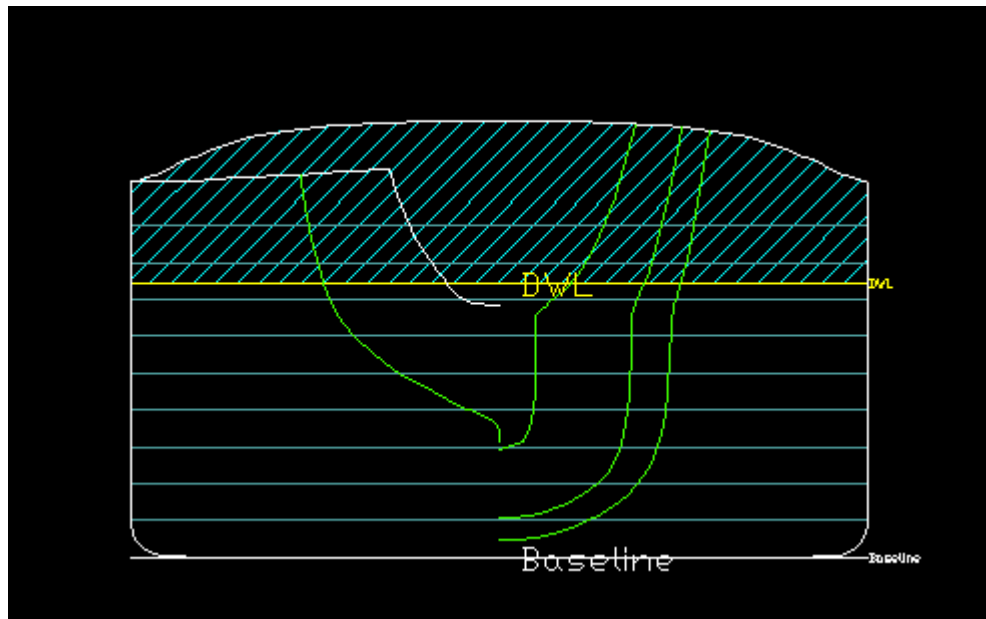
Wind		
Wind speed:	0,00	kt
Angle off bow:	0,00	deg
Gradient correction:	Off	
Exposed hull		
Transverse area:	716,770	m2
VCE above WL:	28,000	m
Profile area:	2818,820	m2
Superstructure		
Superstructure shape:	Tanker/Bulker	
Transverse area:	788,970	m2
VCE above WL:	40,000	m
Profile area:	536,390	m2

Las áreas medidas a continuación han sido sacadas del CAD.



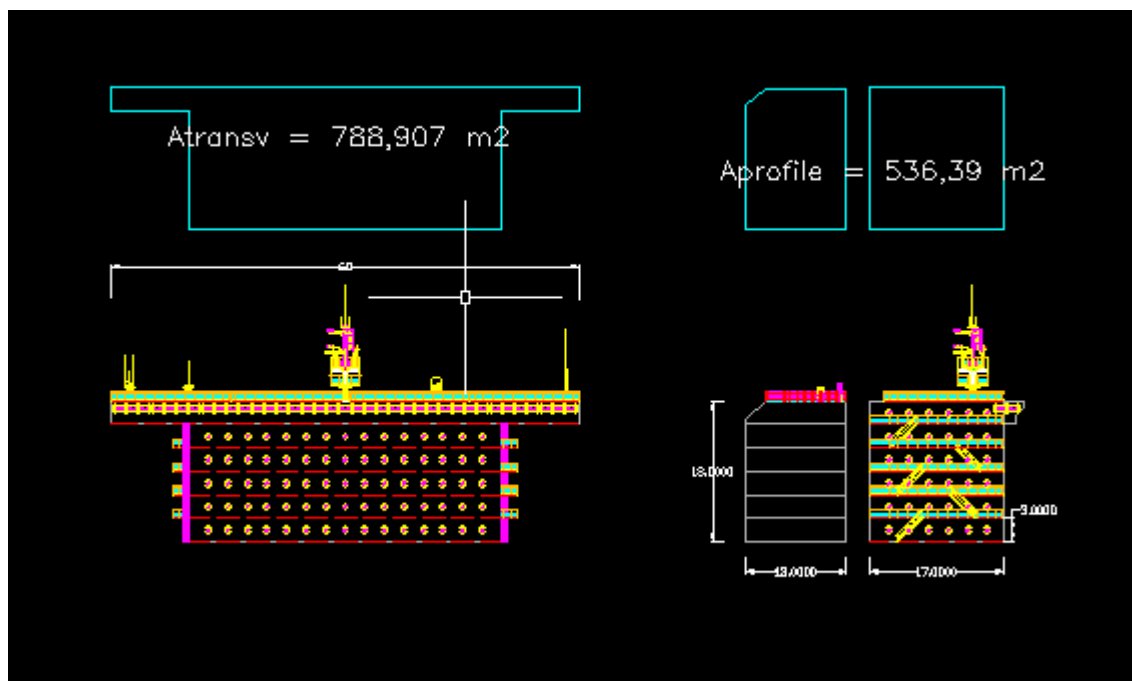
CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilarriño



$A_{profile} = 2818,82$

$A_{transv} = 716,77 \text{ m}^2$



El report completo del cálculo se adjunta como Anexo.

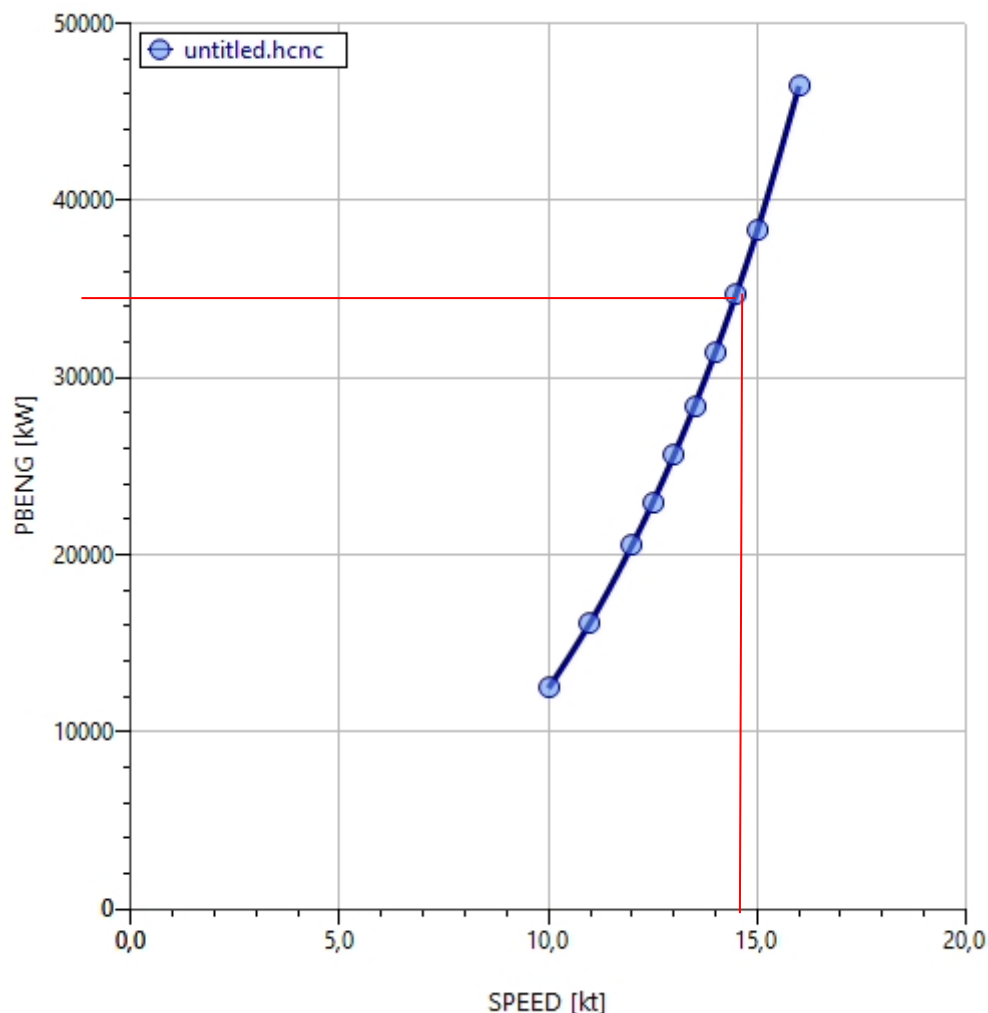
5 ESTIMACIÓN DE POTENCIA PROPULSIVA.

Para la estimación de la potencia que hay que instalar a bordo para cumplir con la velocidad requerida de operación del buque se utilizará el programa NavCad en su función "Propulsion" para de esta forma llegar a la PBTOTAL a unas determinadas RPM.

Además, el programa hace una primera aproximación de las dimensiones y geometría de la estación propulsora que se podría instalar.

El valor de PBTOTAL obtenido como resultado de la ejecución del programa es hallado por un dimensionamiento por empuje en el que está incluido un 15% de margen de mar y un régimen en el que el motor está trabajando a un 85% de μ MCR.

Se estima que para un propulsor de 6palas:



CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Prediction results [System]									
HULL-PROPULSOR					ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	1,0133	49	12474,1	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	1,0133	54	16189,1	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	1,0133	58	20543,9	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	1,0133	60	22981,2	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	1,0133	63	25606,0	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	1,0133	65	28432,2	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	1,0133	67	31477,6	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	1,0133	69	34764,3	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	1,0133	72	38320,3	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	1,0133	77	46469,6	0,0	---	---
EFFICIENCY				THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3610	0,5967	0,7364	1888,99	1446,96				
11,00	0,3641	0,6005	0,73405	2242,74	1717,94				
12,00	0,3669	0,6039	0,73191	2623,65	2009,72				
12,50	0,3681	0,6055	0,73093	2824,73	2163,74				
13,00	0,3693	0,6069	0,73001	3033,38	2323,57				
13,50	0,3704	0,6081	0,72918	3250,19	2489,64				
14,00	0,3713	0,6092	0,72844	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3721	0,6101	0,72781	3711,77	2843,21				
15,00	0,3727	0,6107	0,72732	3958,95	3032,56				
16,00	0,3732	0,6106	0,72695	4500,49	3447,37				
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	49	2379,61	2379,61	12099,9	12474,1	12474,1	12474,1	---	
11,00	54	2828,46	2828,46	15703,4	16189,1	16189,1	16189,1	---	
12,00	58	3312,30	3312,30	19927,6	20543,9	20543,9	20543,9	---	
12,50	60	3567,87	3567,87	22291,8	22981,2	22981,2	22981,2	---	
13,00	63	3833,12	3833,12	24837,8	25606,0	25606,0	25606,0	946,5	
13,50	65	4108,77	4108,77	27579,3	28432,2	28432,2	28432,2	885,2	
14,00	67	4395,78	4395,78	30533,3	31477,6	31477,6	31477,6	829,1	
+ 14,50 +	69	4695,42	4695,42	33721,4	34764,3	34764,3	34764,3	777,6	
15,00	72	5009,34	5009,34	37170,7	38320,3	38320,3	38320,3	729,7	
16,00	77	5695,58	5695,58	45075,5	46469,6	46469,6	46469,6	641,9	

Report ID020220907-1825

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

BKW=PBTOTAL=34764,3 kW

Como se mencionó anteriormente, a este valor se le aplica un 85% del régimen al que tiene que trabajar el motor. Por lo tanto:

Potencia Motor=(BKW)/0.85=40899,17 kW

De la anterior tabla se observa que las evoluciones óptimas a las que debe girar el motor, y por tanto también la hélice debido a que va directamente acoplada son:

RPM=69

El report correspondiente a este apartado se adjunta como Anexo.

6 ELECCIÓN DE MOTOR PROPULSOR

El motor que más se adapta a los datos obtenidos anteriormente encontrado entre los distintos catálogos de low-speed MAN marine engines consultados es el siguiente.

MAN Energy Solutions

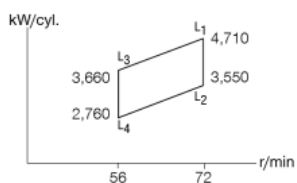
199 14 73-6.0

Power, speed and fuel oil

MAN B&W G80ME-C10.6

Tier II Tier III

Cyl.	L ₁ kW	Stroke: 3,720 mm/L ₁ MEP: 21.0 bar	
6	28,260		
7	32,970		
8	37,680		
9	42,390		



Fuel oil

MAN B&W G80ME-C10.6

L₁ SFOC [g/kWh]

Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	158.5	157.0	161.0
Low-load EGB	154.5	155.0	165.0

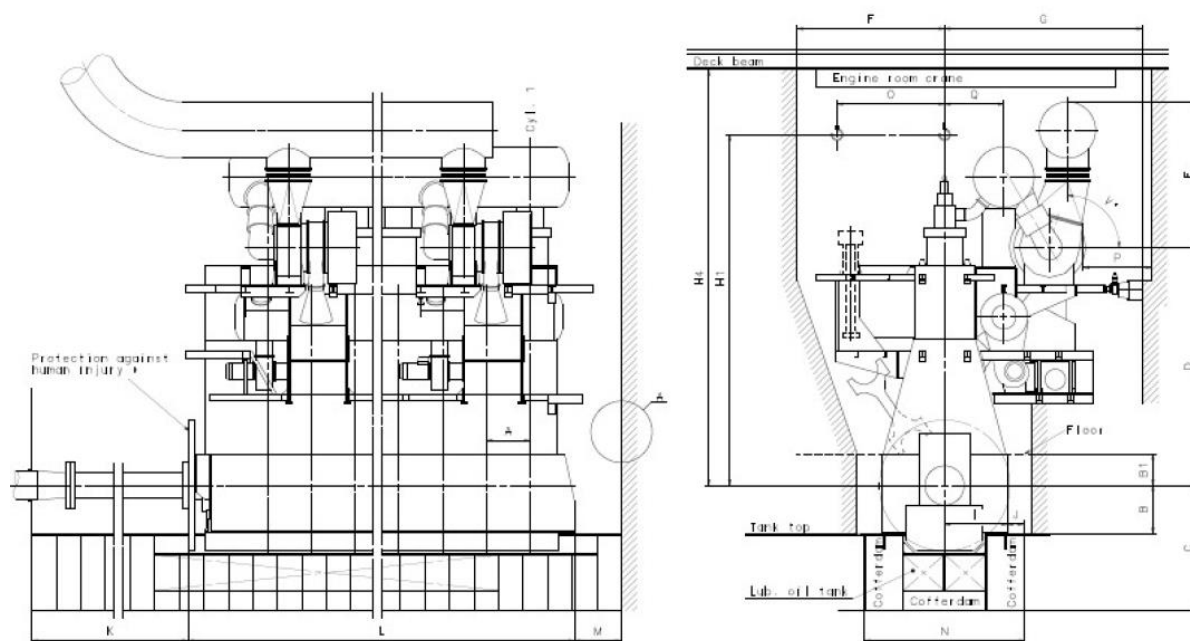
Se elige el motor MAN B&W G80ME-C10.6 TierII-III en su versión de 9 cilindros que trabaje a un régimen de 72 rpm y a una presión de 21 bar.

	MAN B&W G80ME-C10.6 TierII-III Fuel OIL
RPM	72
BKW (kW)	42390
Nº DE CILINDROS	9
P (bar)	21
BHP CV)	56845,9
Specific Fuel Oil Consumption (g/kWh)	165

Según el fabricante las medidas del motor a instalar son las siguientes.

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño



Cyl. No.	6	7	8	9	
A		1400			Cylinder distance. See drawing 'Outline drawing'
B		2010			Distance from crankshaft centre line to foundation. See drawing 'Engine seating'
C	4685	4730	4795	4860	The dimension includes a cofferdam of 600 mm and must fulfil minimum height to tank top according to classification rules. See drawing 'Lub. oil bottom tank'
D *	10080	10080	10080	10080	MAN Diesel TCA
	9665	9665	9665	9767	ABB A100-L/A200-L
	-	9795	9795	10040	Mitsubishi MET
E *	See text				Height of exhaust pipe is according to engine room design.
F	See text				See drawing: 'Engine Top Bracing', if top bracing fitted on camshaft side
G	6275	6075	6075	6275	MAN Diesel TCA
	5875	5875	5875	6075	ABB A100-L/A200-L
	-	6075	6075	6375	Mitsubishi MET
H1 *		15100			Minimum overhaul height, normal lifting procedure. See drawing 'Engine room crane'
H4 *		15625			Minimum overhaul height, normal lifting procedure, with MAN B&W Double Jib Crane. See drawing 'Engine room crane'
I		2660			Length from crankshaft centre line to outer side bedplate. See drawing 'Engine seating'
J		510			Space for tightening control of holding down bolts. See drawing 'Engine seating'
K	See text				K must longer than the propeller shaft, if the propeller shaft is to be drawn into the engine room
L *	12410	12629	15045	15445	Minimum length of a basic engine, without 2 nd order moment compensators. See drawing 'Outline drawing'
M		≠ 900			Free space in front of engine
N		6030			Distance between outer foundations girders. See drawing 'Engine seating'
O		3025			Minimum crane operation area. See drawing 'Outline drawing'
P	See text				See drawing 'Crane beam for Turbocharger' for overhaul of turbocharger
Q	See text				Recommended crane operation area. See drawing 'Outline drawing'
V	0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°				Maximum 30° when engine room has minimum headroom above the turbocharger

7 DISEÑO DE PROPULSOR / ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

La intención que se pretende en este apartado es la de conseguir un propulsor lo más optimizado posible. Es decir, el que haga que la PBT_{total} sea cuánto más baja, mejor para alcanzar la velocidad de servicio de 14,5 knots establecida en las RPA. Esto quiere decir que la potencia que el motor tendrá que entregar será menor.

Alcanzar dicho objetivo supone:

- Reducir costes de explotación del buque, ya que el motor trabajará más ligero, consumirá menos y por consiguiente sufrirá menos.
- Los fenómenos de cavitación se verán disminuidos.
- Los elementos del sistema propulsivo siempre deberán tener la resistencia estructural suficiente para evitar fracturas o posibles deformaciones.
- Generalmente, esta optimización se logra con diámetros de propulsor lo más grandes posible. Siempre y cuando se hayan seguido correctamente los reglamentos de las Sociedades de Clasificación, como el DNV, respecto a huelgos de hélice, timón, casco y línea de base.

Empleando el software de Hydrocomp "Navcad" se estudiarán a continuación tres alternativas de hélice. La primera con 4 palas, la segunda con 5 y la tercera con 6. EN buques de características similares al de proyecto, las hélices de 3 palas suelen presentar problemas graves de cavitación. Es por este motivo que no se incluye este tipo de hélice en el estudio.

7.1 Propulsor con 4 palas

El punto de diseño parte de los siguientes parámetros.

Propulsor		
Count:	1	
Propulsor type:	Propeller series	
Propeller type:	FPP	
Propeller series:	B Series	
Propeller sizing:	By power	
Reference prop:		
Blade count:	4	
Expanded area ratio:	0,6556	
Propeller diameter:	10130,0	mm
Propeller mean pitch:	7677,7	mm
Hub immersion:	17,0	mm
Engine/gear		
Drive line:	Direct drive	
Gear input:	No gearbox	
Engine data:	None defined	
Rated RPM:		RPM
Rated power:		kW
Primary fuel:	Defined	
Secondary fuel:	None	
Gear efficiency:	1,000	
Load correction:	Off	
Gear ratio:	1,000	
Shaft efficiency:	0,970	

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Propeller sizing analysis

8 sep 2022 03:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Sizing results

To size		Design condition [By power]	
Shaft RPM:	[Size] 62,5 RPM	Max prop diam:	10130 mm
Expanded area ratio:	[Size] 1,0499	Design speed:	14,50 kt
Propeller diameter:	[Size] 10130 mm	Reference power:	42390,0 kW
Propeller mean pitch:	[Size] 9158,3 mm	Design point:	0,850
		Reference RPM:	72,0
		Design point:	1,030

Report ID00220908-1551

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

El punto de diseño elegido es aquel que cubre las necesidades a 0.85 por la potencia total requerida. Además, es importante destacar que las velocidades más altas alcanzadas (siempre en la punta de la pala) sean tales que no exista o aparezcan fenómenos de cavitación.

Para el propulsor de 4 palas se obtiene:

Prediction results [System]

Reduction Results [system]										
HULL-PROPULSOR					ENGINE			FUEL PER ENGINE		
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]	
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	0,9900	45	13683,8	0,0	---	---	
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	0,9900	49	17753,9	0,0	---	---	
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	0,9900	53	22523,7	0,0	---	---	
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	0,9900	55	25192,8	0,0	---	---	
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	0,9900	57	28066,9	0,0	---	---	
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	0,9900	59	31161,5	0,0	---	---	
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	0,9900	61	34495,9	0,0	---	---	
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	0,9900	63	38094,6	0,0	---	---	
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	0,9900	65	41988,7	0,0	---	---	
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	0,9900	70	50915,4	0,0	---	---	
EFFICIENCY					THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
10,00	0,3369	0,5440	0,6871	1888,98	1446,96					
11,00	0,3398	0,5476	0,6851	2242,73	1717,93					
12,00	0,3425	0,5508	0,68329	2623,65	2009,72					
12,50	0,3437	0,5523	0,68245	2824,73	2163,74					
13,00	0,3449	0,5537	0,68168	3033,38	2323,57					
13,50	0,3459	0,5549	0,68097	3250,19	2489,64					
14,00	0,3468	0,5559	0,68035	3475,96	2662,59					
+ 14,50 +	0,3476	0,5567	0,67981	3711,76	2843,21					
15,00	0,3482	0,5573	0,6794	3958,96	3032,56					
16,00	0,3486	0,5573	0,67908	4500,48	3447,36					
POWER DELIVERY										
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP		
10,00	45	2808,73	2808,73	13273,2	13683,8	13683,8	13683,8	---		
11,00	49	3337,00	3337,00	17221,3	17753,9	17753,9	17753,9	---		
12,00	53	3906,21	3906,21	21848,0	22523,7	22523,7	22523,7	993,2		
12,50	55	4206,78	4206,78	24437,0	25192,8	25192,8	25192,8	925,0		
13,00	57	4518,73	4518,73	27224,9	28066,9	28066,9	28066,9	863,5		
13,50	59	4842,89	4842,89	30226,6	31161,5	31161,5	31161,5	807,6		
14,00	61	5180,41	5180,41	33461,0	34495,9	34495,9	34495,9	756,6		
+ 14,50 +	63	5532,86	5532,86	36951,8	38094,6	38094,6	38094,6	709,6		
15,00	65	5902,19	5902,19	40729,1	41988,7	41988,7	41988,7	666,0		
16,00	70	6710,24	6710,24	49388,0	50915,4	50915,4	50915,4	585,8		

Report ID00220908-1551

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Y se observa que:

PBTotal = 38094,6 kW

El rendimiento de la hélice EFFOA = 0,5567

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	3,42	0,69	23,70	0,661	22,32	2,3	2,3	6377,6
11,00	29,16	2,87	0,58	25,88	0,747	26,50	3,1	3,1	6387,9
12,00	24,40	2,44	0,49	28,04	0,840	31,01	4,0	4,0	6397,3
12,50	22,45	2,26	0,46	29,13	0,890	33,38	4,6	4,6	6401,5
13,00	20,72	2,10	0,43	30,21	0,940	35,85	5,3	5,3	6405,5
13,50	19,18	1,96	0,40	31,30	0,993	38,41	6,1	6,1	6409,1
14,00	17,81	1,83	0,37	32,39	1,049	41,08	7,0	7,0	6412,4
+ 14,50 +	16,58	1,71	0,35	33,49	1,106	43,86	8,0	8,0	6415,1
15,00	15,47	1,60	0,32	34,60	1,166	46,79	9,2	9,2	6417,2
16,00	13,56	1,41	0,29	36,90	1,299	53,19	12,1	12,1	6418,8
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3107	0,3154	0,04629	3,2677	1,5439	8,321	24,953	8,66e7	
11,00	0,3136	0,3140	0,04612	3,1924	1,4952	8,1294	24,166	9,46e7	
12,00	0,3163	0,3127	0,04596	3,126	1,4526	7,9603	23,478	1,02e8	
12,50	0,3175	0,3121	0,04589	3,0962	1,4336	7,8843	23,171	1,06e8	
13,00	0,3186	0,3116	0,04582	3,0688	1,4163	7,8147	22,891	1,10e8	
13,50	0,3197	0,3111	0,04576	3,0442	1,4007	7,752	22,639	1,14e8	
14,00	0,3206	0,3106	0,04570	3,0226	1,3871	7,697	22,419	1,18e8	
+ 14,50 +	0,3214	0,3103	0,04566	3,0044	1,3757	7,6507	22,235	1,22e8	
15,00	0,3220	0,3100	0,04562	2,9902	1,3668	7,6146	22,091	1,26e8	
16,00	0,3224	0,3098	0,04559	2,9797	1,3602	7,5877	21,984	1,35e8	

Report ID02220908-1551

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

CAV average =8%

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

7.2 Propulsor con 5 palas

El punto de diseño parte de los siguientes parámetros.

Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	FPP
Propeller series:	B Series
Propeller sizing:	By power
Reference prop:	
Blade count:	5
Expanded area ratio:	1,0499
Propeller diameter:	10130,0 mm
Propeller mean pitch:	9158,3 mm
Hub immersion:	17,0 mm
Engine/gear	
Drive line:	Direct drive
Gear input:	No gearbox
Engine data:	None defined
Rated RPM:	RPM
Rated power:	kW
Primary fuel:	Defined
Secondary fuel:	None
Gear efficiency:	1,000
Load correction:	Off
Gear ratio:	1,000
Shaft efficiency:	0,970

Propeller sizing analysis

8 sep 2022 03:54

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Sizing results

To size	Design condition [By power]
Shaft RPM: [Size] 63,3 RPM	Max prop diam: 10130 mm
Expanded area ratio: [Size] 1,0500	Design speed: 14,50 kt
Propeller diameter: [Size] 10130 mm	Reference power: 42390,0 kW
Propeller mean pitch: [Size] 8832,6 mm	Design point: 0,850
	Reference RPM: 72,0
	Design point: 1,030

Report ID20220908-1554

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

El punto de diseño elegido es aquel que cubre las necesidades a 0.85 por la potencia total requerida. Además, es importante destacar que las velocidades más altas alcanzadas (siempre en la punta de la pala) sean tales que no exista o aparezcan fenómenos de cavitación.

Para el propulsor de 5 palas se obtiene:

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Prediction results [System]

Reduction Peaks [g/kWh]									
HULL-PROPULSOR					ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	0,9900	45	13448,1	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	0,9900	49	17447,2	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	0,9900	54	22133,6	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	0,9900	56	24755,8	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	0,9900	58	27579,6	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	0,9900	60	30619,9	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	0,9900	62	33895,9	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	0,9900	64	37431,6	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	0,9900	66	41257,5	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	0,9900	71	50028,3	0,0	---	---
EFFICIENCY				THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3428	0,5535	0,69914	1888,98	1446,96				
11,00	0,3458	0,5572	0,69715	2242,74	1717,93				
12,00	0,3485	0,5605	0,69534	2623,65	2009,72				
12,50	0,3498	0,5621	0,6945	2824,73	2163,74				
13,00	0,3510	0,5634	0,69373	3033,38	2323,57				
13,50	0,3520	0,5647	0,69302	3250,19	2489,65				
14,00	0,3529	0,5657	0,69239	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3537	0,5666	0,69186	3711,76	2843,21				
15,00	0,3544	0,5672	0,69144	3958,96	3032,56				
16,00	0,3548	0,5672	0,69113	4500,48	3447,37				
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	45	2722,60	2722,60	13044,6	13448,1	13448,1	13448,1	---	
11,00	49	3234,73	3234,73	16923,8	17447,2	17447,2	17447,2	---	
12,00	54	3786,56	3786,56	21469,6	22133,6	22133,6	22133,6	---	
12,50	56	4077,96	4077,96	24013,2	24755,8	24755,8	24755,8	941,3	
13,00	58	4380,39	4380,39	26752,2	27579,6	27579,6	27579,6	878,7	
13,50	60	4694,66	4694,66	29701,3	30619,9	30619,9	30619,9	821,9	
14,00	62	5021,89	5021,89	32879,0	33895,9	33895,9	33895,9	770,0	
+ 14,50 +	64	5363,57	5363,57	36308,6	37431,6	37431,6	37431,6	722,1	
15,00	66	5721,63	5721,63	40019,7	41257,5	41257,5	41257,5	677,8	
16,00	71	6504,98	6504,98	48527,5	50028,3	50028,3	50028,3	596,2	

Report ID:020220908-1555

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0538.U1002

Y se observa que:

PBTtotal = 37431,6 kW

El rendimiento de la hélice EFFOA = 0,5666

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	3,33	0,67	24,02	0,716	22,32	2,1	2,1	6290,4
11,00	29,16	2,79	0,57	26,23	0,813	26,50	2,7	2,7	6301,0
12,00	24,40	2,38	0,48	28,43	0,917	31,00	3,6	3,6	6310,6
12,50	22,45	2,20	0,45	29,53	0,972	33,38	4,2	4,2	6315,1
13,00	20,72	2,05	0,41	30,62	1,029	35,85	4,8	4,8	6319,2
13,50	19,18	1,91	0,39	31,72	1,089	38,41	5,5	5,5	6322,9
14,00	17,81	1,78	0,36	32,83	1,150	41,08	6,4	6,4	6326,2
+ 14,50 +	16,58	1,67	0,34	33,94	1,215	43,86	7,3	7,3	6329,0
15,00	15,47	1,56	0,32	35,07	1,282	46,78	8,4	8,4	6331,2
16,00	13,56	1,37	0,28	37,41	1,430	53,18	11,2	11,2	6332,9
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3064	0,3068	0,04365	3,2677	1,5173	8,321	24,523	7,02e7	
11,00	0,3093	0,3055	0,04350	3,1924	1,4693	8,1294	23,748	7,67e7	
12,00	0,3120	0,3043	0,04335	3,126	1,4275	7,9603	23,071	8,31e7	
12,50	0,3132	0,3037	0,04329	3,0962	1,4088	7,8843	22,769	8,63e7	
13,00	0,3143	0,3032	0,04323	3,0688	1,3917	7,8147	22,493	8,95e7	
13,50	0,3154	0,3028	0,04317	3,0442	1,3764	7,752	22,246	9,27e7	
14,00	0,3163	0,3024	0,04312	3,0226	1,363	7,697	22,029	9,60e7	
+ 14,50 +	0,3170	0,3020	0,04308	3,0044	1,3518	7,6507	21,848	9,93e7	
15,00	0,3177	0,3017	0,04305	2,9902	1,343	7,6146	21,706	1,03e8	
16,00	0,3181	0,3015	0,04302	2,9797	1,3365	7,5877	21,601	1,09e8	

Report ID00220908-1555

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0538 U1002

CAV average =7,3%

Se obtienen mejores valores que en el caso de 4 palas.

7.3 Propulsor con 6 palas

El punto de diseño parte de los siguientes parámetros.

Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	FPP
Propeller series:	B Series
Propeller sizing:	By power
Reference prop:	
Blade count:	6
Expanded area ratio:	1,0500
Propeller diameter:	10130,0 mm
Propeller mean pitch:	8832,6 mm
Hub immersion:	17,0 mm
Engine/gear	
Drive line:	Direct drive
Gear input:	No gearbox
Engine data:	None defined
Rated RPM:	
Rated power:	
Primary fuel:	Defined
Secondary fuel:	None
Gear efficiency:	1,000
Load correction:	Off
Gear ratio:	1,000
Shaft efficiency:	0,970

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Propeller sizing analysis

8 sep 2022 03:55

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Sizing results

To size		Design condition [By power]	
Shaft RPM:	[Size] 62,2 RPM	Max prop diam:	10130 mm
Expanded area ratio:	[Size] 1,0500	Design speed:	14,50 kt
Propeller diameter:	[Size] 10130 mm	Reference power:	42390,0 kW
Propeller mean pitch:	[Size] 8901,6 mm	Design point:	0,850
		Reference RPM:	72,0
		Design point:	1,030

Report ID020220909-1555

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

El punto de diseño elegido es aquel que cubre las necesidades a 0.85 por la potencia total requerida. Además, es importante destacar que las velocidades más altas alcanzadas (siempre en la punta de la pala) sean tales que no exista o aparezcan fenómenos de cavitación.

Para el propulsor de 6 palas se obtiene:

Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	0,9900	44	13382,9	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	0,9900	49	17361,7	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	0,9900	53	22024,0	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	0,9900	55	24632,7	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	0,9900	57	27442,0	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	0,9900	59	30466,5	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	0,9900	61	33725,5	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	0,9900	63	37242,9	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	0,9900	65	41049,1	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	0,9900	69	49775,3	0,0	---	---
	EFFICIENCY			THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3444	0,5562	0,70255	1888,98	1446,96				
11,00	0,3475	0,5599	0,70059	2242,74	1717,94				
12,00	0,3503	0,5633	0,6988	2623,65	2009,72				
12,50	0,3515	0,5649	0,69797	2824,73	2163,74				
13,00	0,3527	0,5663	0,69721	3033,38	2323,57				
13,50	0,3538	0,5675	0,69651	3250,19	2489,65				
14,00	0,3547	0,5686	0,69589	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3555	0,5695	0,69536	3711,76	2843,21				
15,00	0,3562	0,5701	0,69495	3958,96	3032,56				
16,00	0,3566	0,5701	0,69464	4500,48	3447,37				
	POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	44	2759,85	2759,85	12981,4	13382,9	13382,9	13382,9	---	
11,00	49	3279,00	3279,00	16840,9	17361,7	17361,7	17361,7	---	
12,00	53	3838,39	3838,39	21363,3	22024,0	22024,0	22024,0	---	
12,50	55	4133,79	4133,79	23893,7	24632,7	24632,7	24632,7	946,0	
13,00	57	4440,38	4440,38	26618,7	27442,0	27442,0	27442,0	883,1	
13,50	59	4758,96	4758,96	29552,5	30466,5	30466,5	30466,5	826,1	
14,00	61	5090,68	5090,68	32713,7	33725,5	33725,5	33725,5	773,9	
+ 14,50 +	63	5437,06	5437,06	36125,6	37242,9	37242,9	37242,9	725,8	
15,00	65	5800,03	5800,03	39817,6	41049,1	41049,1	41049,1	681,2	
16,00	69	6594,13	6594,13	48282,1	49775,3	49775,3	49775,3	599,2	

Report ID020220909-1557

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Y se observa que:

PBTotal = 37242,9 kW

El rendimiento de la hélice EFFOA = 0,5695

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	3,45	0,70	23,58	0,772	22,32	2,2	2,2	6407,5
11,00	29,16	2,90	0,59	25,75	0,879	26,50	2,8	2,8	6418,7
12,00	24,40	2,47	0,50	27,91	0,994	31,00	3,7	3,7	6428,9
12,50	22,45	2,29	0,46	28,98	1,055	33,38	4,2	4,2	6433,5
13,00	20,72	2,13	0,43	30,06	1,118	35,85	4,9	4,9	6437,8
13,50	19,18	1,98	0,40	31,14	1,184	38,41	5,6	5,6	6441,8
14,00	17,81	1,85	0,37	32,22	1,252	41,07	6,4	6,4	6445,3
+ 14,50 +	16,58	1,73	0,35	33,32	1,324	43,86	7,3	7,3	6448,2
15,00	15,47	1,62	0,33	34,42	1,398	46,78	8,4	8,4	6450,5
16,00	13,56	1,42	0,29	36,71	1,562	53,18	11,1	11,1	6452,3
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3121	0,3183	0,04591	3,2677	1,5099	8,321	24,404	5,75e7	
11,00	0,3151	0,3170	0,04575	3,1924	1,4621	8,1294	23,632	6,27e7	
12,00	0,3178	0,3158	0,04561	3,126	1,4204	7,9603	22,957	6,80e7	
12,50	0,3191	0,3152	0,04554	3,0962	1,4018	7,8843	22,656	7,06e7	
13,00	0,3202	0,3147	0,04548	3,0688	1,3848	7,8147	22,381	7,33e7	
13,50	0,3213	0,3143	0,04542	3,0442	1,3695	7,752	22,134	7,59e7	
14,00	0,3222	0,3138	0,04537	3,0226	1,3561	7,697	21,918	7,85e7	
+ 14,50 +	0,3230	0,3135	0,04533	3,0044	1,345	7,6507	21,738	8,12e7	
15,00	0,3236	0,3132	0,04530	2,9902	1,3362	7,6146	21,597	8,39e7	
16,00	0,3241	0,3130	0,04527	2,9797	1,3298	7,5877	21,492	8,95e7	

Report ID03220908-1557

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

CAV average =7,3%

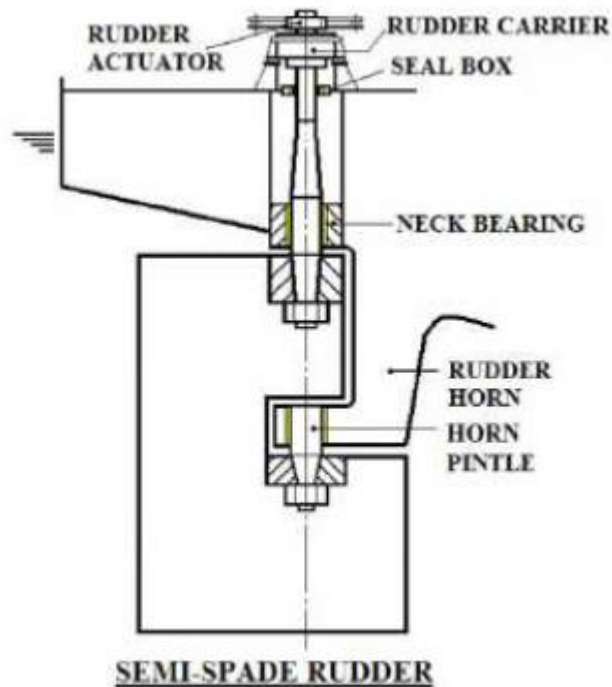
Se obtienen mejores valores que en el caso de 4 y 5 palas.

Por lo tanto, en base a estos resultados obtenidos se selecciona el propulsor de 6 palas.

8 DISEÑO DEL TIMÓN

8.1 Tipo de timón

El timón instalado en el buque de proyecto será del tipo semi-suspendido con unas formas similares a las que a continuación se muestran:

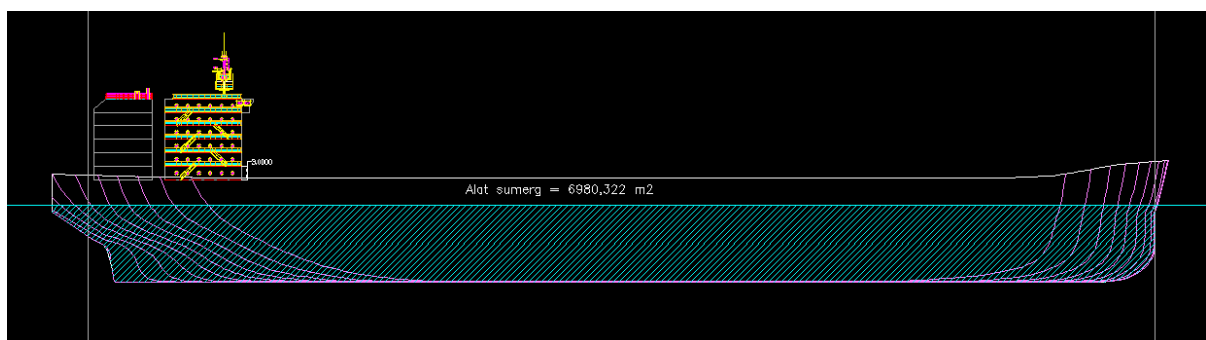


En una primera aproximación se establece lo siguiente

$$0,015 \times A_{lat \text{ sumerg}} \leq A_{timón} \leq 0,02 A_{lat \text{ sumerg}}$$

Siendo:

- $A_{lat \text{ sumerg}}$ el área lateral sumergida del buque que es de 6980,322m².



- $A_{timón}$ el área del timón

Por lo tanto:

$$104,70 \text{ m}^2 \leq A_{timón} \leq 139,60 \text{ m}^2$$

Considerando los huegos mínimos exigidos por las IACS y las áreas calculadas anteriormente, se realiza un diseño del timón para el buque proyectado.

EL Área Total del timón diseñado es de:

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

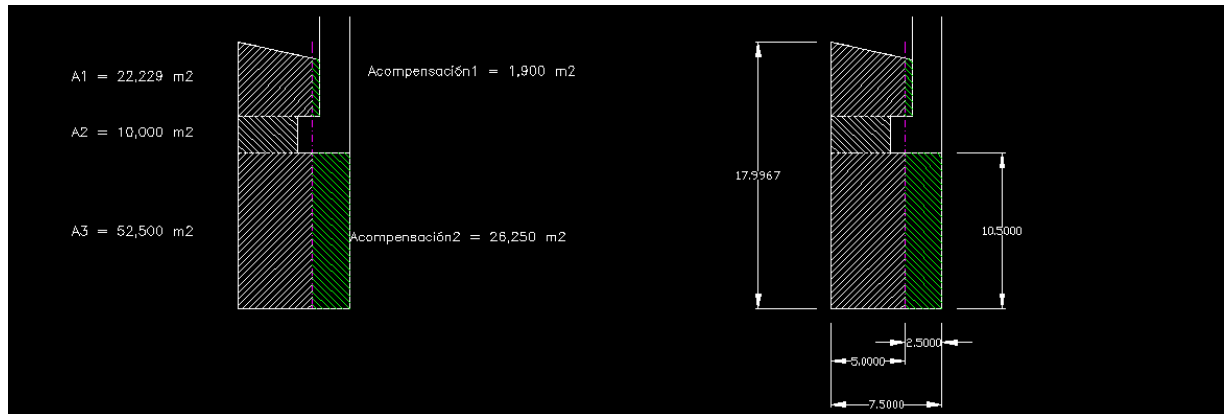
Esteban Martínez de la Colina Vilariño

$$A_{timón\ diseño} = 112,879\ m^2$$

- La cuerda del timón es (C)= 7500 mm
- La altura del timón es (H)= 17996 mm

El área compensada debe ser en torno al 20% del área total (22,576 m²) y la longitud de la parte compensada no puede superar el 35% de la longitud del timón (2,625 m).

- Acompensada = 28,15 m²
- Longitud de la parte compensada es 2,5 m



8.2 Cálculo de la fuerza sobre el timón

Se empleará el procedimiento descrito en el DNV (Parte 3 Ch.14 Sect.1).

La estimación de la fuerza sobre el timón corresponde a la siguiente expresión:

$$C_R = 132 * K1 * K2 * K3 * A * V^2$$

Siendo:

- K1 un factor que depende de la relación de aspecto del timón y del ratio λ .

$$K1 = \frac{\lambda + 2}{3}$$

$$\lambda = \frac{b}{c}$$

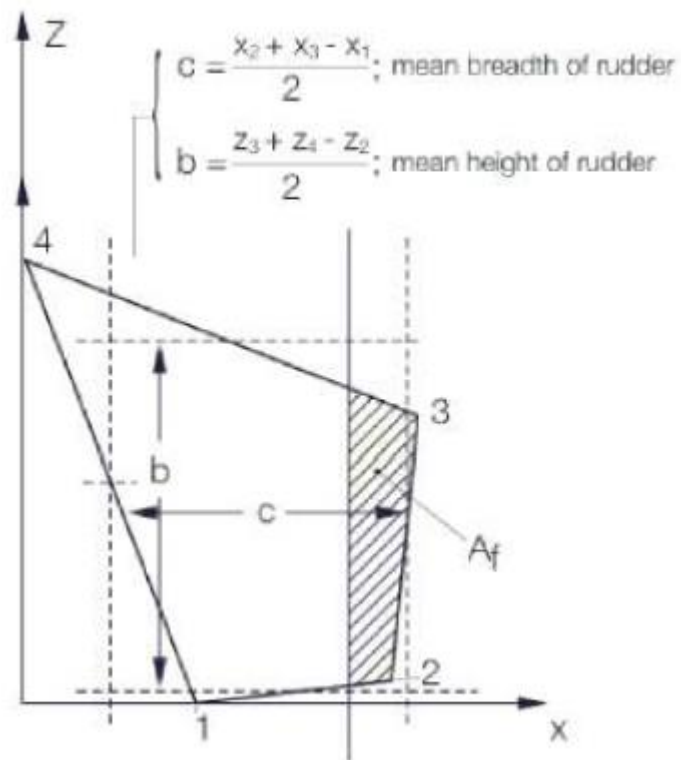
Donde b y c se calculan de la siguiente manera:

$$b = \frac{z3 + z4 - z2}{2}$$

$$c = \frac{x2 + x3 - x1}{2}$$

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilarriño



Entonces:

- $C=7,5$
- $B=14,248$
- $\lambda=1,899$
- $k_1=1,95$

K_2 es un coeficiente que depende del tipo de timón y de su perfil.

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Profile Type	K_2	
	Ahead condition	Astern condition
NACA-00 series Göttingen 	1.10	0.80
Flat side 	1.10	0.90
Hollow 	1.35	0.90
High lift rudders 	1.70	to be specially considered; if not known: 1.30
Fish tail 	1.40	0.80
Single plate 	1.00	1.00
Nozzle rudder 	1.90	1.50
Mixed profiles (e.g. NACA-series 63, 64, HSVA MP71, MP73)	1.21	0.90

Para el buque de proyecto se selecciona el perfil NACA-00 serie Göttingen.

- K_2 avante = 1,10
- K_2 ciando = 0,8

K_3 es un coeficiente que depende de a posición del timón y generalmente tomará un valor de 1.

$$C_R = 132 * K_1 * K_2 * K_3 * A * V^2$$

Por lo tanto, conociendo el Área Total de Timón, y las velocidades (m/s) máximas del buque tanto avante (16 knots) como ciando (8 knots) se puede resolver la ecuación de la fuerza actuante e ambos casos:

$$C_{R \text{ avante}} = 2045 \text{ kN}$$

$$C_{R \text{ ciando}} = 371 \text{ kN}$$

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Esteban Martínez de la Colina Vilariño

Cálculo del Par Torsor

Se empleará el procedimiento descrito en el DNV (Parte 3 Ch.14 Sect.1).

$$Q_R = C_R * r$$

Donde:

- C_R es la fuerza lateral sobre el timón calculada en el apartado anterior
- r es el centro de empuje en m. Su valor viene de la siguiente expresión:

$$r_{avante} = \text{máximo}(c * (\alpha - k); 0.1c)$$

$$r_{ciando} = c * (\alpha - k)$$

Donde:

- c , como se vio con anterioridad toma el valor de 7,5
- α es una constante que vale 0,33 cuando el barco navega avante y 0,66 cuando está ciando.
- k resulta ser otro coeficiente que corresponde a la siguiente expresión.

$$k = \frac{Af}{A} = \frac{28,17}{112,879} = 0,249$$

Se estima, por lo tanto, que r valdrá:

$$r_{avante} = \max(7,5 \times (0,33 - 0,249); 0,1 \times 7,5) = 0,75$$

$$r_{ciando} = 7,5 \times (0,66 - 0,249) = 3,0825$$

Con estos valores se puede calcular el par:

$$Q_{R\text{ avante}} = 2045 \times 0,73 = 1492 \text{ kN} \times \text{m}$$

$$Q_{R\text{ ciando}} = 371 \times 3,085 = 1123,57 \text{ kN} \times \text{m}$$

8.3 Comprobación de las claras del codaste

Siguiendo la norma que establece el Reglamento de la IACS, para buques de una sola línea de ejes, como es el caso del buque de proyecto:

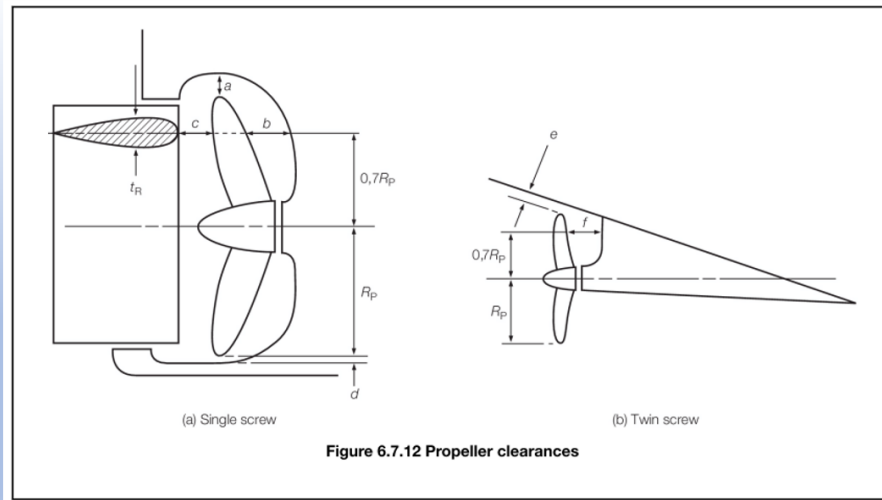
- $a \geq 0,2R \text{ (m)}$
- $b \geq 0,7 - 0,04 Z_p)R \text{ (m)}$
- $c \geq (0,48 - 0,02 Z_p)R \text{ (m)}$
- $e \geq 0,07R \text{ (m)}$

Siendo:

- Z_p el número de palas del propulsor, que en este caso es 6.
- R el radio del propulsor en metros. En este caso 5,065 m.

CUADERNO 6.- PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

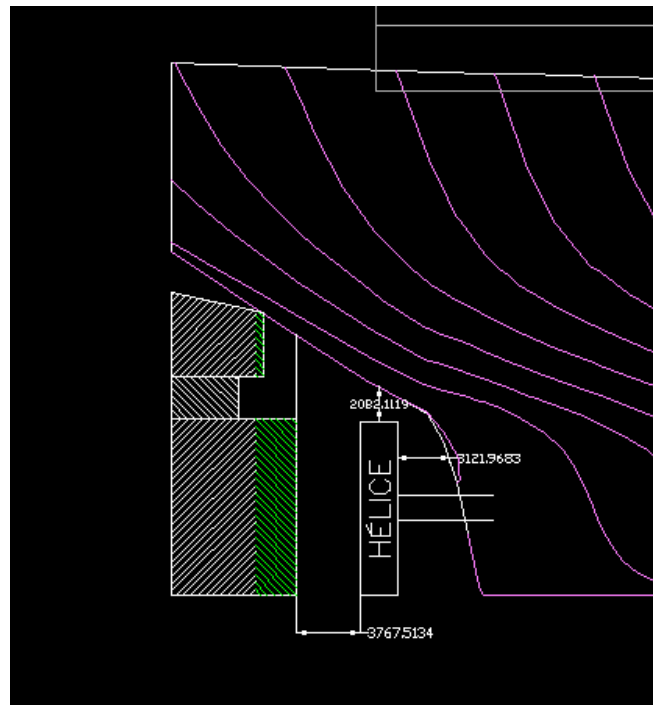
Esteban Martínez de la Colina Vilariño



Entonces:

- $a \geq 0,2 \times \frac{10,13}{2} = 1,013 \text{ m}$
- $b \geq \frac{(0,7-0,04 \times 6)10,13}{2} = 2,329 \text{ m}$
- $c \geq \frac{(0,48-0,02 \times 6)10,13}{2} = 1,82 \text{ m}$
- e no aplica ya que el timón instalado es semisuspendido.

Como se puede apreciar en el sketch que se muestra a continuación, los huelgos mínimos se cumplen:



10 ANEXO I: RESISTENCIA AL AVANCE

Resistance

7 sep 2022 05:43

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull + added drag [15%]
Hull form factor:	[On]	1,000	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,13	0,80	5,61	2,68	0,99
Range	0,06..0,28	0,55..0,85	3,90..14,90	2,10..4,00	0,01..1,07

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
10,00	0,090	0,195	1,45e9	0,001462	1,000	0,001349	0,000000	0,000255	0,003066
11,00	0,099	0,214	1,60e9	0,001445	1,000	0,001320	0,000000	0,000242	0,003007
12,00	0,107	0,234	1,75e9	0,001430	1,000	0,001295	0,000000	0,000231	0,002955
12,50	0,112	0,243	1,82e9	0,001423	1,000	0,001284	0,000000	0,000225	0,002932
13,00	0,116	0,253	1,89e9	0,001416	1,000	0,001275	0,000000	0,000219	0,002911
13,50	0,121	0,263	1,96e9	0,001410	1,000	0,001268	0,000000	0,000214	0,002892
14,00	0,125	0,273	2,04e9	0,001404	1,000	0,001263	0,000000	0,000209	0,002875
+ 14,50 +	0,130	0,282	2,11e9	0,001398	1,000	0,001260	0,000000	0,000204	0,002862
15,00	0,134	0,292	2,18e9	0,001393	1,000	0,001261	0,000000	0,000199	0,002853
16,00	0,143	0,312	2,33e9	0,001382	1,000	0,001279	0,000000	0,000189	0,002850
SPEED [kt]	RESISTANCE								
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
10,00	1231,46	8,44	18,33	0,00	0,00	0,00	188,73	1446,96	
11,00	1461,61	10,07	22,18	0,00	0,00	0,00	224,08	1717,94	
12,00	1709,36	11,83	26,40	0,00	0,00	0,00	262,14	2009,72	
12,50	1840,12	12,75	28,64	0,00	0,00	0,00	282,23	2163,74	
13,00	1975,81	13,71	30,98	0,00	0,00	0,00	303,07	2323,57	
13,50	2116,80	14,70	33,41	0,00	0,00	0,00	324,74	2489,65	
14,00	2263,64	15,73	35,93	0,00	0,00	0,00	347,29	2662,59	
+ 14,50 +	2417,04	16,78	38,54	0,00	0,00	0,00	370,85	2843,21	
15,00	2577,90	17,87	41,24	0,00	0,00	0,00	395,55	3032,56	
16,00	2930,66	20,13	46,92	0,00	0,00	0,00	449,66	3447,37	
SPEED [kt]	EFFECTIVE POWER		OTHER						
	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
10,00	6335,2	7443,8	0,01863	0,04235	0,00034				
11,00	8271,1	9721,6	0,01823	0,04154	0,00040				
12,00	10552,4	12406,7	0,01788	0,04082	0,00047				
12,50	11833,0	13914,1	0,01774	0,04050	0,00051				
13,00	13213,7	15539,5	0,01761	0,04020	0,00055				
13,50	14701,2	17290,6	0,01751	0,03994	0,00058				
14,00	16303,2	19176,6	0,01744	0,03972	0,00062				
+ 14,50 +	18029,8	21208,8	0,01741	0,03953	0,00067				
15,00	19892,8	23401,3	0,01742	0,03940	0,00071				
16,00	24122,6	28375,7	0,01767	0,03937	0,00081				

Resistance

7 sep 2022 05:43

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	336,300 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,605] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,682] 22,370 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,798] 369520,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,688] 29584,000 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 167,522 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 160,432 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 1336,830 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,899] 18140,000 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	10130,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,011] 14,600 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,152] 9,113 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,096] 2,156 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	86,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Resistance

7 sep 2022 05:43

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	0,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	10130,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	6,900 m	Count:	0
Tip chord:	3,900 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	14,500 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,150		
LE sweep:	5,00 deg		
Projected area:	78,300 m2		
Wetted surface:	158,939 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	716,770 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	28,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	2818,820 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Tanker/Bulker		
Transverse area:	788,970 m2		
VCE above WL:	40,000 m		
Profile area:	536,390 m2		

Resistance

7 sep 2022 05:43

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]

RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient

RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RTOWED = Additional towed object resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance

PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power

CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio

+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

11 ANEXO II: PROPULSIÓN

Propulsion

7 sep 2022 06:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	10130,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,80	5,61	2,68
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	1,0133	50	12542,1	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	1,0133	55	16274,2	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	1,0133	59	20648,2	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	1,0133	61	23095,9	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	1,0133	64	25731,9	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	1,0133	66	28570,0	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	1,0133	68	31628,2	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	1,0133	71	34928,7	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	1,0133	73	38500,0	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	1,0133	78	46685,9	0,0	---	---
EFFICIENCY				THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3591	0,5935	0,73241	1888,98	1446,96				
11,00	0,3622	0,5974	0,73022	2242,74	1717,94				
12,00	0,3650	0,6009	0,72822	2623,65	2009,72				
12,50	0,3663	0,6024	0,7273	2824,73	2163,74				
13,00	0,3675	0,6039	0,72644	3033,38	2323,57				
13,50	0,3686	0,6052	0,72566	3250,19	2489,65				
14,00	0,3696	0,6063	0,72497	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3704	0,6072	0,72439	3711,76	2843,21				
15,00	0,3710	0,6078	0,72392	3958,95	3032,56				
16,00	0,3715	0,6078	0,72358	4500,49	3447,37				
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	50	2352,24	2352,24	12165,8	12542,1	12542,1	12542,1	---	
11,00	55	2795,48	2795,48	15785,9	16274,2	16274,2	16274,2	---	
12,00	59	3273,20	3273,20	20028,7	20648,2	20648,2	20648,2	---	
12,50	61	3525,52	3525,52	22403,1	23095,9	23095,9	23095,9	---	
13,00	64	3787,39	3787,39	24959,9	25731,9	25731,9	25731,9	941,8	
13,50	66	4059,51	4059,51	27712,9	28570,0	28570,0	28570,0	880,9	
14,00	68	4342,86	4342,86	30679,3	31628,2	31628,2	31628,2	825,2	
+ 14,50 +	71	4638,69	4638,69	33880,9	34928,7	34928,7	34928,7	773,9	
15,00	73	4948,65	4948,65	37345,0	38500,0	38500,0	38500,0	726,3	
16,00	78	5626,44	5626,44	45285,4	46685,9	46685,9	46685,9	638,9	

Propulsion

7 sep 2022 06:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	2,73	0,55	26,54	0,716	35,75	5,6	5,6	5693,3
11,00	29,16	2,29	0,47	28,98	0,813	42,45	7,6	7,6	5703,6
12,00	24,40	1,95	0,40	31,40	0,917	49,65 !	10,1	10,1	5713,0
12,50	22,45	1,81	0,37	32,61	0,972	53,46 !	11,6	11,6	5717,4
13,00	20,72	1,68	0,34	33,82	1,029	57,41 !!	13,3	13,3	5721,4
13,50	19,18	1,56	0,32	35,04	1,089	61,51 !!	15,2	15,2	5725,0
14,00	17,81	1,46	0,30	36,25	1,150	65,79 !!	17,4	17,4	5728,2
+ 14,50 +	16,58	1,37	0,28	37,48	1,215	70,25 !!	19,9	19,9	5731,0
15,00	15,47	1,28	0,26	38,73	1,282	74,93 !!	22,7 !!	22,7	5733,1
16,00	13,56	1,13	0,23	41,31	1,430	85,17 !!	30,0 !!	30,0	5734,7
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,2773	0,2513	0,03090	3,2677	1,4484	8,3211	22,871	4,84e7	
11,00	0,2800	0,2503	0,03080	3,1924	1,4028	8,1294	22,151	5,28e7	
12,00	0,2825	0,2494	0,03071	3,126	1,363	7,9603	21,523	5,72e7	
12,50	0,2836	0,2490	0,03067	3,0962	1,3452	7,8844	21,242	5,94e7	
13,00	0,2846	0,2486	0,03064	3,0688	1,329	7,8147	20,986	6,16e7	
13,50	0,2855	0,2482	0,03060	3,0442	1,3145	7,752	20,756	6,39e7	
14,00	0,2864	0,2479	0,03057	3,0226	1,3017	7,697	20,555	6,61e7	
+ 14,50 +	0,2871	0,2476	0,03055	3,0044	1,2911	7,6507	20,387	6,83e7	
15,00	0,2876	0,2474	0,03053	2,9902	1,2827	7,6145	20,255	7,06e7	
16,00	0,2881	0,2473	0,03052	2,9797	1,2766	7,5877	20,158	7,53e7	

Propulsion

7 sep 2022 06:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	336,300 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,605] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,682] 22,370 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,798] 369520,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,688] 29584,000 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 167,522 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 160,432 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 1336,830 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,899] 18140,000 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	10130,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,011] 14,600 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,152] 9,113 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,096] 2,156 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	86,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6556 [Keep]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10130,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7579] 7677,7 mm [Keep]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	17,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10130,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,50 kt
Engine data:		Reference thrust:	3711,77 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	75,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	75,0 RPM [Keep]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

7 sep 2022 06:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name untitled.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

12 ANEXO III: HÉLICE DE 4 PALAS

Propulsion

8 sep 2022 03:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	10130,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,80	5,61	2,68
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	0,9900	45	13683,8	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	0,9900	49	17753,9	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	0,9900	53	22523,7	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	0,9900	55	25192,8	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	0,9900	57	28066,9	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	0,9900	59	31161,5	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	0,9900	61	34495,9	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	0,9900	63	38094,6	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	0,9900	65	41988,7	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	0,9900	70	50915,4	0,0	---	---
	EFFICIENCY			THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3369	0,5440	0,6871	1888,98	1446,96				
11,00	0,3398	0,5476	0,6851	2242,73	1717,93				
12,00	0,3425	0,5508	0,68329	2623,65	2009,72				
12,50	0,3437	0,5523	0,68245	2824,73	2163,74				
13,00	0,3449	0,5537	0,68168	3033,38	2323,57				
13,50	0,3459	0,5549	0,68097	3250,19	2489,64				
14,00	0,3468	0,5559	0,68035	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3476	0,5567	0,67981	3711,76	2843,21				
15,00	0,3482	0,5573	0,6794	3958,96	3032,56				
16,00	0,3486	0,5573	0,67908	4500,48	3447,36				
	POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	45	2808,73	2808,73	13273,2	13683,8	13683,8	13683,8	---	
11,00	49	3337,00	3337,00	17221,3	17753,9	17753,9	17753,9	---	
12,00	53	3906,21	3906,21	21848,0	22523,7	22523,7	22523,7	993,2	
12,50	55	4206,78	4206,78	24437,0	25192,8	25192,8	25192,8	925,0	
13,00	57	4518,73	4518,73	27224,9	28066,9	28066,9	28066,9	863,5	
13,50	59	4842,89	4842,89	30226,6	31161,5	31161,5	31161,5	807,6	
14,00	61	5180,41	5180,41	33461,0	34495,9	34495,9	34495,9	756,6	
+ 14,50 +	63	5532,86	5532,86	36951,8	38094,6	38094,6	38094,6	709,6	
15,00	65	5902,19	5902,19	40729,1	41988,7	41988,7	41988,7	666,0	
16,00	70	6710,24	6710,24	49388,0	50915,4	50915,4	50915,4	585,8	

Propulsion

8 sep 2022 03:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	3,42	0,69	23,70	0,661	22,32	2,3	2,3	6377,6
11,00	29,16	2,87	0,58	25,88	0,747	26,50	3,1	3,1	6387,9
12,00	24,40	2,44	0,49	28,04	0,840	31,01	4,0	4,0	6397,3
12,50	22,45	2,26	0,46	29,13	0,890	33,38	4,6	4,6	6401,5
13,00	20,72	2,10	0,43	30,21	0,940	35,85	5,3	5,3	6405,5
13,50	19,18	1,96	0,40	31,30	0,993	38,41	6,1	6,1	6409,1
14,00	17,81	1,83	0,37	32,39	1,049	41,08	7,0	7,0	6412,4
+ 14,50 +	16,58	1,71	0,35	33,49	1,106	43,86	8,0	8,0	6415,1
15,00	15,47	1,60	0,32	34,60	1,166	46,79	9,2	9,2	6417,2
16,00	13,56	1,41	0,29	36,90	1,299	53,19	12,1	12,1	6418,8
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3107	0,3154	0,04629	3,2677	1,5439	8,321	24,953	8,66e7	
11,00	0,3136	0,3140	0,04612	3,1924	1,4952	8,1294	24,166	9,46e7	
12,00	0,3163	0,3127	0,04596	3,126	1,4526	7,9603	23,478	1,02e8	
12,50	0,3175	0,3121	0,04589	3,0962	1,4336	7,8843	23,171	1,06e8	
13,00	0,3186	0,3116	0,04582	3,0688	1,4163	7,8147	22,891	1,10e8	
13,50	0,3197	0,3111	0,04576	3,0442	1,4007	7,752	22,639	1,14e8	
14,00	0,3206	0,3106	0,04570	3,0226	1,3871	7,697	22,419	1,18e8	
+ 14,50 +	0,3214	0,3103	0,04566	3,0044	1,3757	7,6507	22,235	1,22e8	
15,00	0,3220	0,3100	0,04562	2,9902	1,3668	7,6146	22,091	1,26e8	
16,00	0,3224	0,3098	0,04559	2,9797	1,3602	7,5877	21,984	1,35e8	

Propulsion

8 sep 2022 03:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID **VLC285000 TFG**

Description

File name **TFG.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	336,300 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,605] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,682] 22,370 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,798] 369520,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,688] 29584,000 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 167,522 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 160,432 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 1336,830 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,899] 18140,000 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	10130,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,011] 14,600 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,152] 9,113 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,096] 2,156 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	86,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	1,0499 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10130,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9041] 9158,3 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	17,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10130,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,50 kt
Engine data:		Reference power:	42390,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	72,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,030
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	62,5 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

8 sep 2022 03:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

13 ANEXO IV: HÉLICE DE 5 PALAS

Propulsion

8 sep 2022 03:55

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	10130,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,80	5,61	2,68
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	0,9900	45	13448,1	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	0,9900	49	17447,2	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	0,9900	54	22133,6	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	0,9900	56	24755,8	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	0,9900	58	27579,6	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	0,9900	60	30619,9	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	0,9900	62	33895,9	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	0,9900	64	37431,6	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	0,9900	66	41257,5	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	0,9900	71	50028,3	0,0	---	---
EFFICIENCY				THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3428	0,5535	0,69914	1888,98	1446,96				
11,00	0,3458	0,5572	0,69715	2242,74	1717,93				
12,00	0,3485	0,5605	0,69534	2623,65	2009,72				
12,50	0,3498	0,5621	0,6945	2824,73	2163,74				
13,00	0,3510	0,5634	0,69373	3033,38	2323,57				
13,50	0,3520	0,5647	0,69302	3250,19	2489,65				
14,00	0,3529	0,5657	0,69239	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3537	0,5666	0,69186	3711,76	2843,21				
15,00	0,3544	0,5672	0,69144	3958,96	3032,56				
16,00	0,3548	0,5672	0,69113	4500,48	3447,37				
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	45	2722,60	2722,60	13044,6	13448,1	13448,1	13448,1	---	
11,00	49	3234,73	3234,73	16923,8	17447,2	17447,2	17447,2	---	
12,00	54	3786,56	3786,56	21469,6	22133,6	22133,6	22133,6	---	
12,50	56	4077,96	4077,96	24013,2	24755,8	24755,8	24755,8	941,3	
13,00	58	4380,39	4380,39	26752,2	27579,6	27579,6	27579,6	878,7	
13,50	60	4694,66	4694,66	29701,3	30619,9	30619,9	30619,9	821,9	
14,00	62	5021,89	5021,89	32879,0	33895,9	33895,9	33895,9	770,0	
+ 14,50 +	64	5363,57	5363,57	36308,6	37431,6	37431,6	37431,6	722,1	
15,00	66	5721,63	5721,63	40019,7	41257,5	41257,5	41257,5	677,8	
16,00	71	6504,98	6504,98	48527,5	50028,3	50028,3	50028,3	596,2	

Propulsion

8 sep 2022 03:55

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	3,33	0,67	24,02	0,716	22,32	2,1	2,1	6290,4
11,00	29,16	2,79	0,57	26,23	0,813	26,50	2,7	2,7	6301,0
12,00	24,40	2,38	0,48	28,43	0,917	31,00	3,6	3,6	6310,6
12,50	22,45	2,20	0,45	29,53	0,972	33,38	4,2	4,2	6315,1
13,00	20,72	2,05	0,41	30,62	1,029	35,85	4,8	4,8	6319,2
13,50	19,18	1,91	0,39	31,72	1,089	38,41	5,5	5,5	6322,9
14,00	17,81	1,78	0,36	32,83	1,150	41,08	6,4	6,4	6326,2
+ 14,50 +	16,58	1,67	0,34	33,94	1,215	43,86	7,3	7,3	6329,0
15,00	15,47	1,56	0,32	35,07	1,282	46,78	8,4	8,4	6331,2
16,00	13,56	1,37	0,28	37,41	1,430	53,18	11,2	11,2	6332,9
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3064	0,3068	0,04365	3,2677	1,5173	8,321	24,523	7,02e7	
11,00	0,3093	0,3055	0,04350	3,1924	1,4693	8,1294	23,748	7,67e7	
12,00	0,3120	0,3043	0,04335	3,126	1,4275	7,9603	23,071	8,31e7	
12,50	0,3132	0,3037	0,04329	3,0962	1,4088	7,8843	22,769	8,63e7	
13,00	0,3143	0,3032	0,04323	3,0688	1,3917	7,8147	22,493	8,95e7	
13,50	0,3154	0,3028	0,04317	3,0442	1,3764	7,752	22,246	9,27e7	
14,00	0,3163	0,3024	0,04312	3,0226	1,363	7,697	22,029	9,60e7	
+ 14,50 +	0,3170	0,3020	0,04308	3,0044	1,3518	7,6507	21,848	9,93e7	
15,00	0,3177	0,3017	0,04305	2,9902	1,343	7,6146	21,706	1,03e8	
16,00	0,3181	0,3015	0,04302	2,9797	1,3365	7,5877	21,601	1,09e8	

Propulsion

8 sep 2022 03:55

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	336,300 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,605] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,682] 22,370 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,798] 369520,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,688] 29584,000 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 167,522 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 160,432 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 1336,830 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,899] 18140,000 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	10130,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,011] 14,600 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,152] 9,113 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,096] 2,156 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	86,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	1,0500 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10130,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8719] 8832,6 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	17,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10130,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,50 kt
Engine data:		Reference power:	42390,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	72,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,030
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	63,3 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

8 sep 2022 03:55

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

16 ANEXO VII: PLANO DEL TIMÓN

Propulsion

8 sep 2022 03:57

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	10130,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,80	5,61	2,68
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
10,00	7443,8	0,5445	0,2340	0,9900	44	13382,9	0,0	---	---
11,00	9721,6	0,5435	0,2340	0,9900	49	17361,7	0,0	---	---
12,00	12406,7	0,5426	0,2340	0,9900	53	22024,0	0,0	---	---
12,50	13914,1	0,5422	0,2340	0,9900	55	24632,7	0,0	---	---
13,00	15539,5	0,5418	0,2340	0,9900	57	27442,0	0,0	---	---
13,50	17290,6	0,5415	0,2340	0,9900	59	30466,5	0,0	---	---
14,00	19176,6	0,5411	0,2340	0,9900	61	33725,5	0,0	---	---
+ 14,50 +	21208,8	0,5408	0,2340	0,9900	63	37242,9	0,0	---	---
15,00	23401,3	0,5405	0,2340	0,9900	65	41049,1	0,0	---	---
16,00	28375,7	0,5398	0,2340	0,9900	69	49775,3	0,0	---	---
	EFFICIENCY			THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
10,00	0,3444	0,5562	0,70255	1888,98	1446,96				
11,00	0,3475	0,5599	0,70059	2242,74	1717,94				
12,00	0,3503	0,5633	0,6988	2623,65	2009,72				
12,50	0,3515	0,5649	0,69797	2824,73	2163,74				
13,00	0,3527	0,5663	0,69721	3033,38	2323,57				
13,50	0,3538	0,5675	0,69651	3250,19	2489,65				
14,00	0,3547	0,5686	0,69589	3475,96	2662,59				
+ 14,50 +	0,3555	0,5695	0,69536	3711,76	2843,21				
15,00	0,3562	0,5701	0,69495	3958,96	3032,56				
16,00	0,3566	0,5701	0,69464	4500,48	3447,37				
	POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
10,00	44	2759,85	2759,85	12981,4	13382,9	13382,9	13382,9	---	
11,00	49	3279,00	3279,00	16840,9	17361,7	17361,7	17361,7	---	
12,00	53	3838,39	3838,39	21363,3	22024,0	22024,0	22024,0	---	
12,50	55	4133,79	4133,79	23893,7	24632,7	24632,7	24632,7	946,0	
13,00	57	4440,38	4440,38	26618,7	27442,0	27442,0	27442,0	883,1	
13,50	59	4758,96	4758,96	29552,5	30466,5	30466,5	30466,5	826,1	
14,00	61	5090,68	5090,68	32713,7	33725,5	33725,5	33725,5	773,9	
+ 14,50 +	63	5437,06	5437,06	36125,6	37242,9	37242,9	37242,9	725,8	
15,00	65	5800,03	5800,03	39817,6	41049,1	41049,1	41049,1	681,2	
16,00	69	6594,13	6594,13	48282,1	49775,3	49775,3	49775,3	599,2	

Propulsion

8 sep 2022 03:57

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	35,43	3,45	0,70	23,58	0,772	22,32	2,2	2,2	6407,5
11,00	29,16	2,90	0,59	25,75	0,879	26,50	2,8	2,8	6418,7
12,00	24,40	2,47	0,50	27,91	0,994	31,00	3,7	3,7	6428,9
12,50	22,45	2,29	0,46	28,98	1,055	33,38	4,2	4,2	6433,5
13,00	20,72	2,13	0,43	30,06	1,118	35,85	4,9	4,9	6437,8
13,50	19,18	1,98	0,40	31,14	1,184	38,41	5,6	5,6	6441,8
14,00	17,81	1,85	0,37	32,22	1,252	41,07	6,4	6,4	6445,3
+ 14,50 +	16,58	1,73	0,35	33,32	1,324	43,86	7,3	7,3	6448,2
15,00	15,47	1,62	0,33	34,42	1,398	46,78	8,4	8,4	6450,5
16,00	13,56	1,42	0,29	36,71	1,562	53,18	11,1	11,1	6452,3
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3121	0,3183	0,04591	3,2677	1,5099	8,321	24,404	5,75e7	
11,00	0,3151	0,3170	0,04575	3,1924	1,4621	8,1294	23,632	6,27e7	
12,00	0,3178	0,3158	0,04561	3,126	1,4204	7,9603	22,957	6,80e7	
12,50	0,3191	0,3152	0,04554	3,0962	1,4018	7,8843	22,656	7,06e7	
13,00	0,3202	0,3147	0,04548	3,0688	1,3848	7,8147	22,381	7,33e7	
13,50	0,3213	0,3143	0,04542	3,0442	1,3695	7,752	22,134	7,59e7	
14,00	0,3222	0,3138	0,04537	3,0226	1,3561	7,697	21,918	7,85e7	
+ 14,50 +	0,3230	0,3135	0,04533	3,0044	1,345	7,6507	21,738	8,12e7	
15,00	0,3236	0,3132	0,04530	2,9902	1,3362	7,6146	21,597	8,39e7	
16,00	0,3241	0,3130	0,04527	2,9797	1,3298	7,5877	21,492	8,95e7	

Propulsion

8 sep 2022 03:57

HydroComp NavCad 2018

Project ID **VLC285000 TFG**

Description

File name **TFG.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	<i>0,000 m</i>
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	<i>0,000 m2</i>
Length on WL:	336,300 m	<i>LCG fwd TR:</i>	<i>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</i>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,605] 60,000 m	<i>VCG below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Max molded draft:	[BWL/T 2,682] 22,370 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
Displacement:	[CB 0,798] 369520,00 t	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Wetted surface:	[CS 2,688] 29584,000 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
ITTC-78 (CT)		<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,498] 167,522 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 160,432 m	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Max section area:	[CX 0,996] 1336,830 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
Waterplane area:	[CWP 0,899] 18140,000 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Bulb section area:	0,000 m2	<i>Propulsor type:</i>	<i>Propeller</i>
Bulb ctr below WL:	0,000 m	<i>Max prop diameter:</i>	<i>10130,0 mm</i>
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	<i>0,00 deg</i>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,011] 14,600 m2	<i>Position fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,152] 9,113 m	<i>Position below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom immersion:	[TTR/T 0,096] 2,156 m	<i>Transom lift device:</i>	<i>Flap</i>
Half entrance angle:	86,00 deg	<i>Device count:</i>	<i>0</i>
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Span:</i>	<i>0,000 m</i>
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Chord length:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Deflection angle:</i>	<i>0,00 deg</i>
		<i>Tow point fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Tow point below WL:</i>	<i>0,000 m</i>

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	1,0500	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10130,0 mm	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8787] 8901,6 mm	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	17,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10130,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,50 kt
Engine data:		Reference power:	42390,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	72,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,030
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	62,2 RPM
Gear efficiency:	1,000		[Size]
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

8 sep 2022 03:57

HydroComp NavCad 2018

Project ID VLC285000 TFG

Description

File name TFG.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

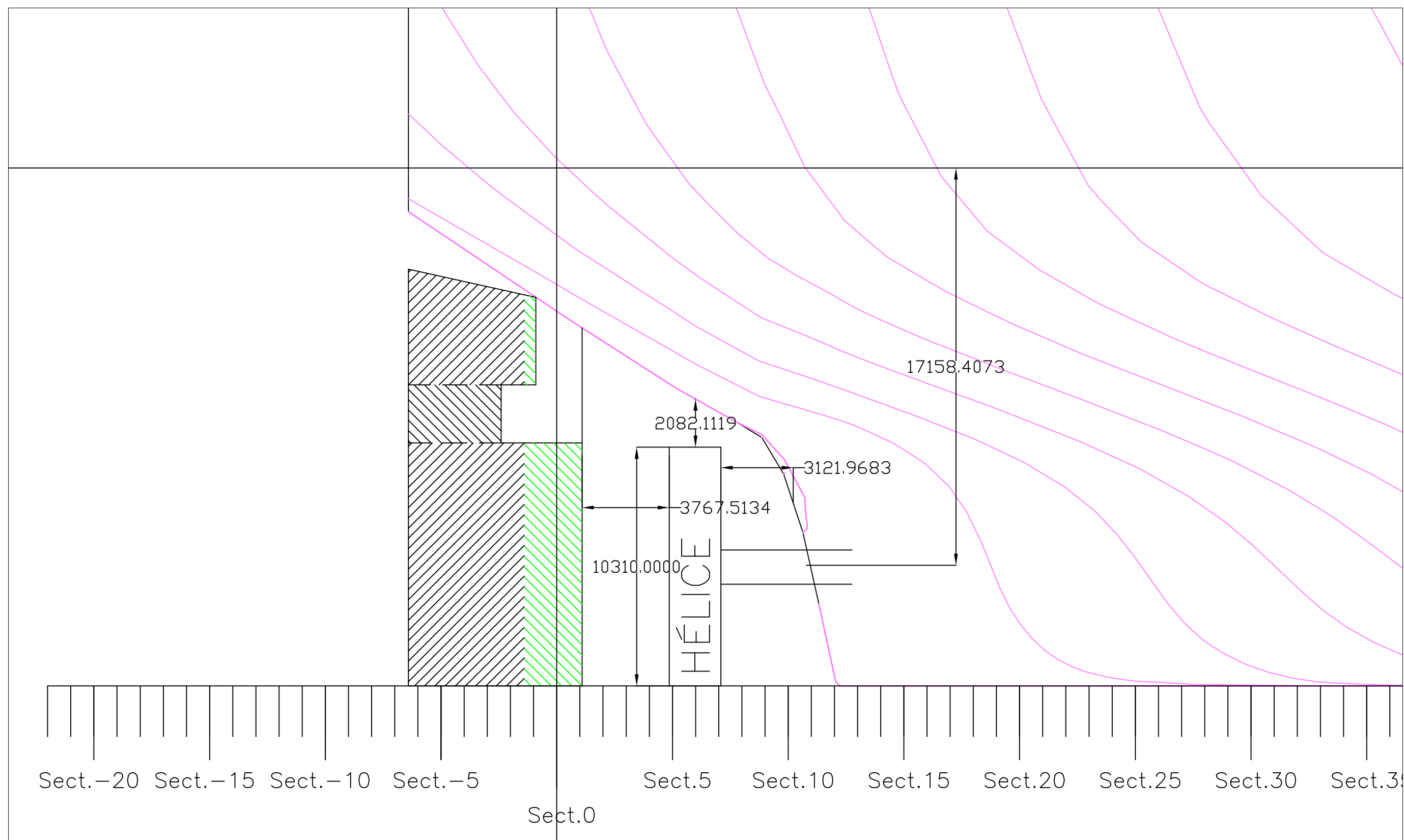
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

15 ANEXO VI: PLANO DEL CONTORNO DE POPA



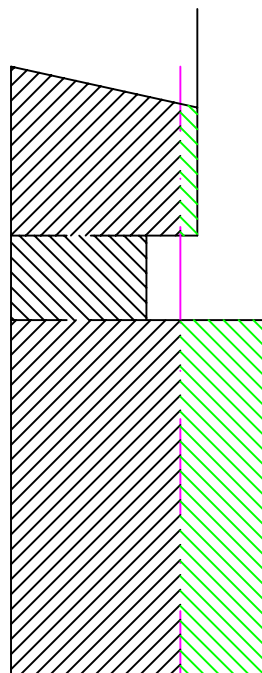
Unidad:		Nombre	Fecha	Escuela Politécnica Superior UNIVERSIDADE DA CORUÑA	
	Autor	EMARTÍNEZ	11/09/2022		
	Tutor	MMÍGUEZ		Buque Tanque VLCC 258000TPM	
Escala: 1:5000	Título del plano: Planos del Contorno de Popa y Huelgos hélice				Proyecto N°:

14 ANEXO V: HÉLICE DE 6 PALAS

A1 = 22,229 m²

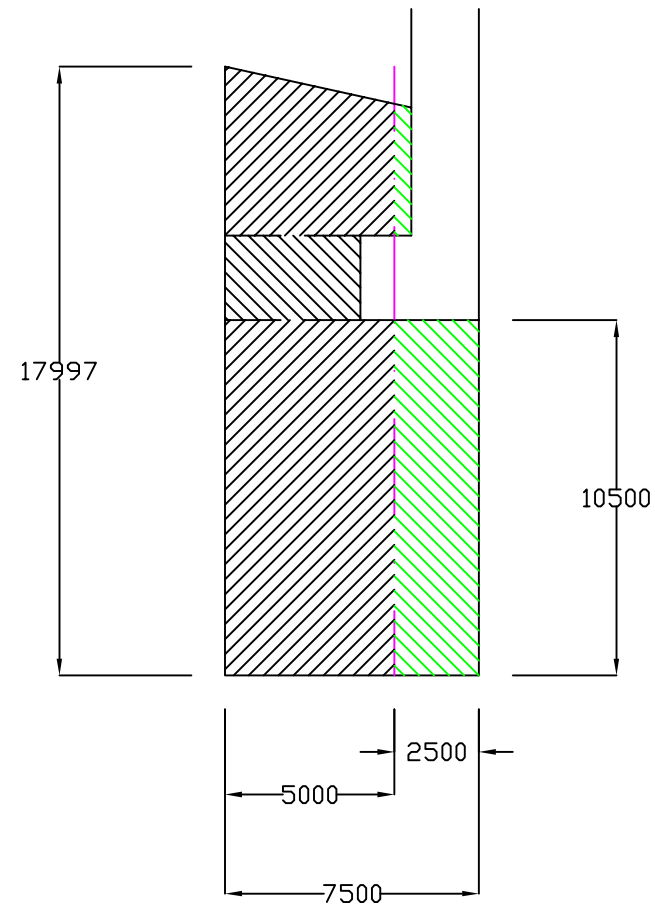
A2 = 10,000 m²

A3 = 52,500 m²



Acompensación1 = 1,900 m²

Acompensación2 = 26,250 m²



Unidad:		Nombre	Fecha	Escuela Politécnica Superior UNIVERSIDADE DA CORUÑA	
	Autor	EMARTÍNEZ	11/09/2022		
	Tutor	MMÍGUEZ			
				Buque Tanque VLCC 258000TPM	
Escala: 1:5000	Título del plano: Planos del Timón y sus Áreas)				Proyecto N°