



PROYECTO FIN DE GRADO

BUQUE PESQUERO ARRASTRERO CONGELADOR 1200 m³

CUADERNO 6

“POTENCIA PROPULSORA, HELICE Y TIMÓN”

Autor: Alejandro Mariño González.

DNI: 32717336-C

Grado en propulsión y servicios del buque.

Tutor: Marcos Míguez González

RPA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-12P

TIPO DE BUQUE: BUQUE PESQUERO ARRASTRERO CONGELADOR

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 1200 m³ DE CAPACIDAD DE BODEGA.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13,5 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO. 85% DE MCR Y 10% DE MARGEN DE MAR. AUTONOMÍA 60 DÍAS.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: CAPACIDAD DE CONGELACION TOTAL DE 60 T/DIA EN TÚNELES Y ARMARIOS DE CONGELACIÓN

PROPULSIÓN: UNA ÚNICA LÍNEA DE EJES ACCIONADA POR UN MOTOR DE 4 TIEMPOS Y HÉLICE CPP.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 TRIPULANTES.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: HÉLICE TRANSVERSAL EN PROA. LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUE.

ÍNDICE.

1. CÁLCULO DE LA POTENCIA.....	Pág.4
2. POTENCIA Y VELOCIDAD DE ARRASTRE.....	Pág.9
3. DISEÑO DEL TIMÓN.....	Pág.10
4. FUERZA Y MOMENTO ACTUANDO SOBRE EL TIMÓN.....	Pág.13
5. COMPROBACIÓN CLARAS DEL CODASTE.....	Pág.16
6. PLANO DEL TIMÓN	Pág.17
7. ANEXO 1: RESULTADOS NAVCAD	

1) CÁLCULO DE LA POTENCIA.

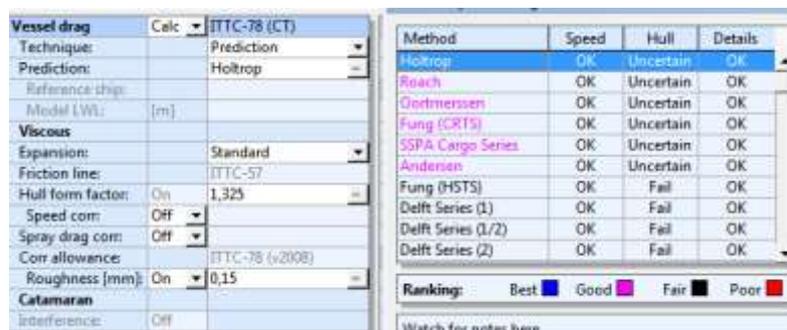
Se realizará un cálculo en Navcad para obtener la potencia al freno necesaria del motor propulsor, así como el dimensionamiento de la hélice.

Este programa se divide fundamentalmente en dos secciones:

a) Resistencia

En esta parte, se calcula la resistencia al avance del buque y la potencia efectiva necesaria para seleccionar el motor.

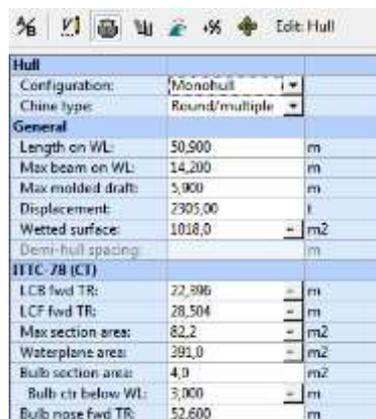
En primer lugar, se escoge el método de predicción Holtrop que es el más preciso según estima el programa. Además se establecen los siguientes parámetros referentes a la viscosidad y que el programa ayuda a estimar.



Seguidamente se introducen los siguientes datos: Lpp, manga, calado, coeficiente de bloque, coeficiente prismático coeficiente de la maestra, desplazamiento del buque, superficie de agua mojada, área de la maestra la velocidad de servicio del buque y el margen del mar.



Speed	Value	Unit
Speed (R1)	4,00	kt
Speed (R2)	5,00	kt
Speed (R3)	6,00	kt
Speed (R4)	8,00	kt
Speed (R5)	10,00	kt
Speed (R6)	12,00	kt
Speed (R7)	13,00	kt
Speed (R8)	15,00	kt
Speed (R9)	14,00	kt
Speed (R10)	15,00	kt
Design speed	13,50	kt



Parameter	Value	Unit
Configuration	Monohull	
Chine type	Round/multiple	
Length on WL	50,900	m
Max beam on WL	14,200	m
Max molded draft	5,000	m
Displacement	2305,00	t
Wetted surface	1038,0	m²
Demi-hull spacing		m
LCB fwd TR	22,396	m
LCF fwd TR	28,504	m
Max section area	82,2	m²
Waterplane area	391,0	m²
Bulb section area	4,0	m²
Bulb ctr below WL	3,000	m
Bulb nose fwd TR	52,600	m

Margin		
Design margin:	10	%
Basis:	Hull + added dr...	

Justificación de los datos a introducir en el programa:

- $L_{pp}=50,9$ m (cuaderno1).
- $B= 14,2$ m (cuaderno1).
- $T= 5,9$ m (cuaderno1).
- $\Delta= 2305$ t (cuaderno1).
- $CB= 0,531$ (cuaderno1).
- $CP= 0,541$ (cuaderno1).
- $Cm=0,981$ (cuaderno1).
- Superficie mojada = $L \cdot B \cdot (1,22 \cdot T/B) + 0,46) \cdot (CB + 0,765) = 1018 \text{ m}^2$ (Formula estimada en libro de Proyecto de buques y artefactos). La superficie mojada estimada en navcad por el método Holtrop es 906 m^2 aunque nos fiaremos más de la formula.
- Área de la maestra = $Cm \cdot B \cdot T = 82,2 \text{ m}^2$. El programa estimaba $78,1 \text{ m}^2$ pero nos fiaremos del primer dato.
- Área bulbo = 4 m^2 . Se estima 5 % del área de la maestra.
- Centro de gravedad del bulbo= $52,6$ m.
- Margen de mar= 10 % (RPA).

A continuación mostramos los resultados obtenidos en el programa Navcad.

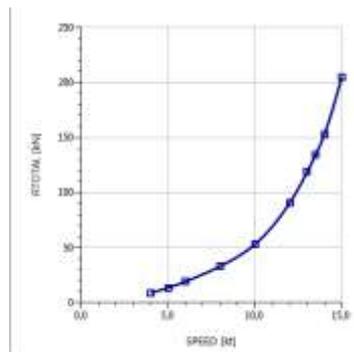


Grafico 1: Resistencia al avance para cada velocidad de servicio.

SPEED [kt]	FN	FV	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
13,50	0,311	0,613	116,54	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00	12,24	134,60	809,4	934,8

Tabla 1: Resultados obtenidos en el programa

Para la velocidad de servicio del buque (13,5 kt), la resistencia al avance en aguas libres es de 134,60 kN y la potencia efectiva de 934,8 kW.

El siguiente paso será en el apartado de “propulsión” del programa navcad y consistirá en dimensionar el propulsor.

b) Propulsión

En esta sección del programa se dimensionará la hélice y se obtendrá la potencia al freno del motor.

Se tiene en cuenta la elección en el cuaderno 11 de un alternador PTO que consumirá 600 Kw.

Primeramente se hace una estimación de la potencia al freno atendiendo a la siguiente expresión:

$$BHP = \frac{\frac{PE \cdot \text{Margen de mar}}{\eta_{cp} \cdot \eta_m \cdot \eta_{red}} + PTO}{0,85}$$

Donde:

- BHP: Potencia al freno.
- PE: Potencia efectiva.
- η_{cp} : Rendimiento cuasi-propulsivo.
- η_m : Rendimiento mecánico.
- η_{red} : Rendimiento de la reductora

La potencia efectiva teniendo en cuenta el margen del mar igual a 934,8 kW.

El rendimiento mecánico y el rendimiento de la reductora se estiman en 0,97.

Sin embargo, el rendimiento cuasi-propulsivo es:

$$\eta_{CP} = \eta_O \cdot \eta_H \cdot \eta_{RR}$$

siendo:

- η_{CP} : Rendimiento cuasi-propulsivo.
- η_O : Rendimiento hélice aguas libres.
- η_H : Rendimiento del casco.
- η_{RR} : Rendimiento rotativo-relativo.

La estimación del conjunto de todos estos coeficientes se va a encontrar entre 0,5 y 0,6. Se escoge 0,5 ya que sería el caso más restrictivo y para el que se obtiene una mayor potencia.

Por lo tanto la estimación de la potencia al freno sería:

$$BHP = \frac{\frac{934,8}{0,5} + 600}{0,85} = 2905 \text{ kW}$$

Ahora se calculará la potencia al freno del motor mediante el programa Navcad.

Se establece en el programa un propulsor de paso variable con tobera de la serie Kaplan 19A con 5 palas.

Se escoge una hélice con tobera de la serie KAPLAN 19A ya que se caracteriza por llevar acoplada una tobera. La instalación de una tobera es debido a que durante la maniobra de arrastre de la red se necesita un tiro elevado.

Edit: Propulsor		
Propulsor		
Count:	1	▼
Propulsor type:	Propeller series	▼
Propeller type:	CPP	▼
Propeller series:	Kaplan 19A	▼
Propeller sizing:	By thrust	▼
Reference prop:		
Blade count:	5	▼

Se introducen en el programa los siguientes parámetros:

- Diámetro máximo de la hélice: 3,5 m. (Buque base)
- Rendimiento de la reductora: 0,97 (El hecho de montar un motor de cuatro tiempos, de entre 900-1000 rpm hace necesario la instalación de una reductora).

Ahora se selecciona la opción “by thrust” en “propeller sizing” y se comprobará si el rendimiento de la hélice varía respecto a lo estimado previamente. Esta potencia al freno se tomará como referencia para seleccionar el motor. Para ello el programa dimensionará un propulsor.

Se obtiene una potencia al freno para 13,5 nudos de 1690,7 kW. Además se puede apreciar que el rendimiento de la hélice (EFOA) no es 0,5 como se había estimado previamente, sino 0,57. Por lo tanto el rendimiento de la hélice ha mejorado.

SPEED [kt]	FN	FV	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	EFOA	EFFG	EFOA
13,50	0,311	0,613	934,8	0,1756	0,2268	1,0037	1000	1690,7	0,00	0,0	0,6243	0,9700	0,5700

La potencia al freno para escoger el motor será:

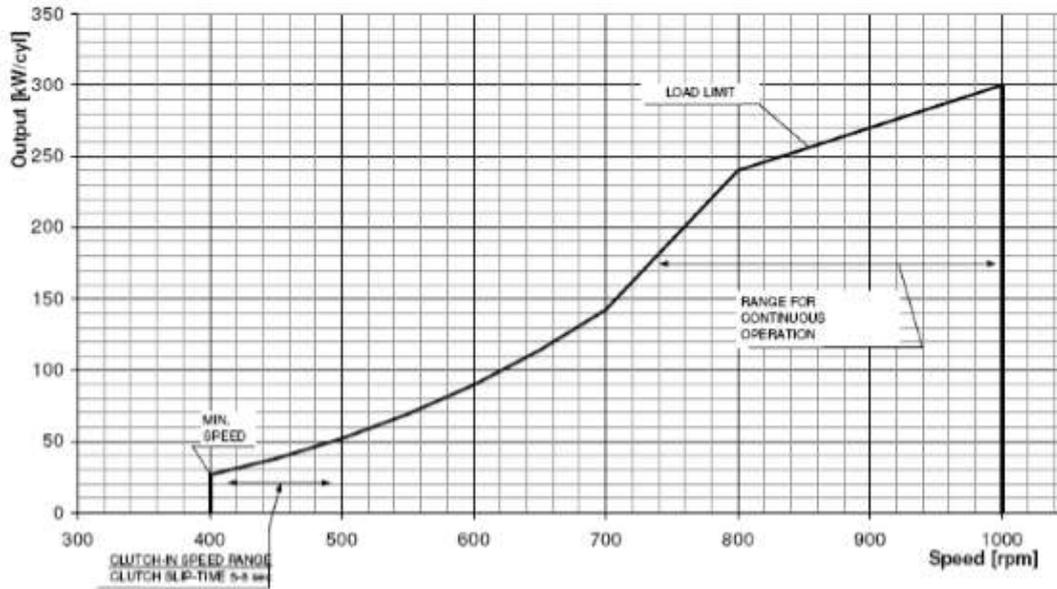
$$BHP = \frac{1690,7 + 600}{0,85} = 2694,9 \text{ kW}$$

Se escoge un motor wartsila L926 con una potencia de 3090 Kw a 1000 rpm.

Finalmente mediante la herramienta “by power” en “propeller sizing” se introduce la curva del motor para adaptar el propulsor y la potencia obtenida al motor Wartsila 9L26.

To size			
Gear ratio:	Size	▼	7,25
Expanded area ratio:	Size	▼	0,650
Propeller diameter:	Size	▼	3500,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	4492,9 mm

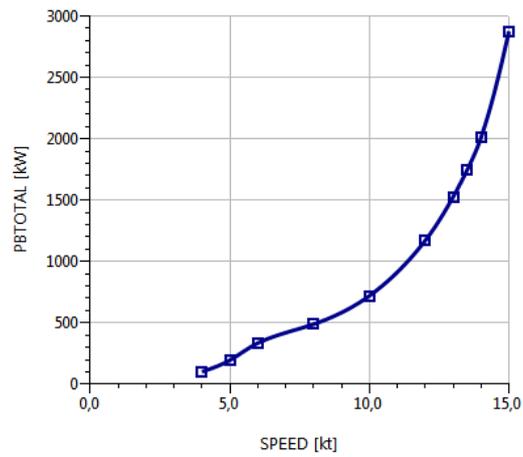
Para ello se introduce en el programa la curva del motor Wartsila 9L26.



❖ RESULTADOS DEFINITIVOS.

Se obtiene potencia al freno de 1746,6 Kw por lo tanto la potencia total necesaria será:

$$Potencia\ final = \frac{(1746,6 + 600)}{0,85} = 2760,7\ kW.$$



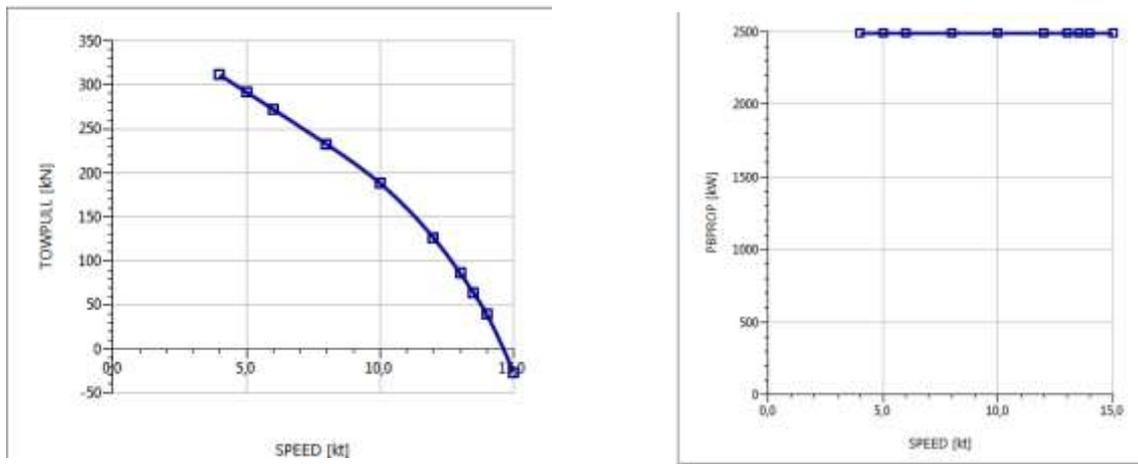
Además el dimensionado del propulsor será el siguiente:

- Relación de reducción: 7
- RPM: 143 rpm
- Diámetro del propulsor: 3,5 m
- Paso: 4,5 m
- Relación de áreas (A_d/A_o): 0,650.
- Rendimiento: 0,63.

2) POTENCIA Y VELOCIDAD DE ARRASTRE.

Ahora mediante la herramienta "towing" en el programa NAVCAD, se obtiene el tiro para cada posible velocidad de arrastre.

❖ RESULTADOS



Se establece una velocidad de arrastre de 4 nudos.

Se aprecia que para una velocidad de 4 nudos se alcanza un tiro de 310 kN, por lo tanto, la resistencia máxima que pueden ofrecer las redes de pesca es de 310 kN.

La potencia a la que se producirá el tiro será a la potencia máxima del motor sin contar la potencia requerida por la PTO (600 Kw).

$$Potencia_{tiro} = 3090 - 600 = 2490 \text{ kW}$$

3) DISEÑO DEL TIMÓN.

En este apartado, se diseñarán los elementos más importantes del timón. Todo este cálculo se verá apoyado en la sociedad de clasificación Bureau Veritas.

3.1) Cálculo del área proyectada de la pala.

- Primera aproximación.

El área de la pala varía entre el 1,5 % y 2,5 % del producto $LPP \times T$, siendo T el calado de proyecto. Al aumentar el área disminuye el diámetro de giro, pero para áreas mayores del 2,5% esta disminución es insignificante.

$$A_{PALA} = (L_{PP} \times T) \cdot 0,02 = (50,9 \cdot 5,9) \cdot 0,02 = 6 \text{ m}^2$$

- Formula de DNV.

El área del timon de un buque no debe ser menor que la siguiente:

$$A_{PALA} = 0,01 \cdot L_{pp} \cdot T \cdot \left(1 + 50 CB^2 \cdot \left(\frac{B}{LPP} \right)^2 \right) = 6,29 \text{ m}^2$$

Escogemos un A_{PALA} de 9 m^2 ya que la altura del timón debe abarcar la totalidad del diámetro de la hélice (3,7 m).

3.2) Relación de aspecto.

La relación de aspecto es el cociente entre la altura y la longitud media del timón, suele ser cercana a 1,5. La altura del timón debe elegirse de modo que, en lo posible, la pala esté situada en el chorro de la hélice.

3.3) Altura y longitud del timón.

El área de un timón rectangular viene dada por la siguiente expresión:

$$A = L \cdot h$$

La relación de aspecto es:

$$\frac{h}{L} = 1,5$$

$h=3,7 \text{ m}$.

L= 2,44 m.

3.4) Mecha del timón.

Según Bureau Veritas, el diámetro de la mecha de un timón rectangular no será menor que el siguiente:

$$DM = 83,3 \cdot KR \cdot \sqrt[3]{(V + 3)^2 + \sqrt{AR^2 \cdot XP^2 + KN^2}} \quad (mm)$$

Siendo:

KR: Coeficiente del timón (Avante: KR=0,248; Ciando: KR=0,185).

V: máxima velocidad avante, en nudos. (13,5 nudos · 1,15 =15,5 nudos).

XP: Distancia del eje del timón al centro de presión según la fórmula:

$$XP = 0,33 \cdot Lt - XL \text{ (avante)} = 0,33 \cdot 2,2 - 0,323 = 0,403$$

$$XP = XA - 0,25 \cdot LT \text{ (atras)} = 1,3 - 0,25 \cdot 2,2 = 0,75$$

Donde XL y XA son las distancias del eje del timón a los bordes de proa y popa de éste.

XL=0,323 m

XA=1,3 m

KN: coeficiente según la disposición de los pinzotes del timón.

$$KN = A1 \cdot (0,67 \cdot y1 + 0,17 \cdot y2) - A2 \cdot (y1 + 0,5 \cdot y3) = 9 \cdot (0,67 \cdot 0,738 + 0,17 \cdot 3,7) = 10,11$$

AR= área de la pala.

Esta fórmula se debe aplicar considerando el buque marcha avante y ciando.

- AVANTE

$$DM = 83,3 \cdot 0,248 \cdot \sqrt[3]{(15,5 + 3)^2 + \sqrt{8^2 \cdot (0,403)^2 + 10,11^2}} \text{ (mm)} = 0,145 \text{ m}$$

- ATRÁS

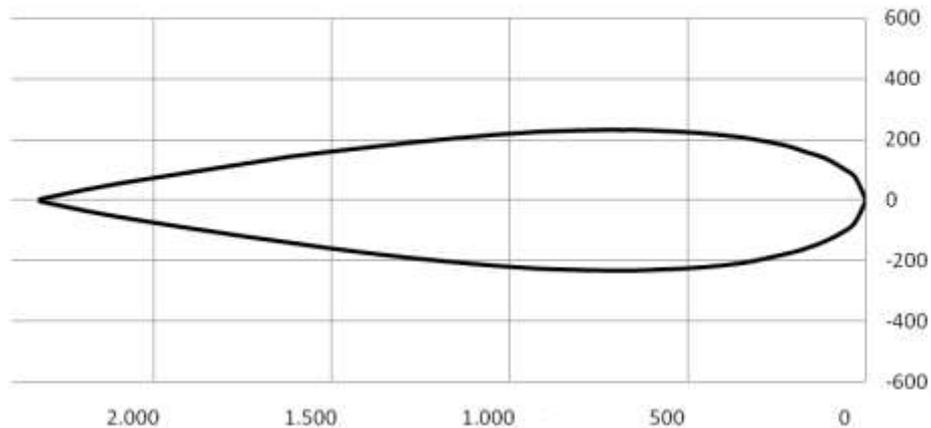
$$DM = 83,3 \cdot 0,248 \cdot \sqrt[3]{(15,5 + 3)^2 + \sqrt{8^2 \cdot (0,75)^2 + 10,11^2}} \text{ (mm)} = 0,146 \text{ m}$$

El tipo de perfil escogido es el NACA 20, que corresponde a un perfil con una anchura máxima del 20% de la cuerda.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros que definen el perfil de la pala, en la que los Factores X e Y contienen los valores de cuerda y anchura adimensionalizados, mientras que la columna de las X e Y contienen los valores reales del perfil del timón del buque.

Perfil NACA 20			
Factor x	Factor y	x(mm)	y semimangas(mm)
0	0	0	0
0,125	0,3156	30,5	77,9
0,25	0,4357	61,5	110
0,5	0,5923	124	148,2
0,75	0,6998	186,5	177
1	0,7803	249	198
1,5	0,8906	374	224,6
2	0,956	498	239,8
2,5	0,9899	624	251,6
3	1	751	255
4	0,9669	998	246,7
5	0,882	1249	225,6
6	0,7604	1502	193,1
7	0,6105	1751,5	150,6
8	0,4371	1997	108,3
9	0,2412	2245	61,5
9,5	0,1344	2371	34,6
10	0,021	2440	5,8

Perfil del Timón



4) FUERZA Y MOMENTO ACTUANDO SOBRE EL TIMÓN

Aplicando la sociedad de clasificación Bureau Veritas, la resultante de la fuerza que actúa sobre el timón se calcula con la siguiente expresión:

$$C_R = 132 \cdot n_R \cdot A \cdot V^2 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$$

Donde:

n_R : es un coeficiente de navegación, igual a 1.00 para navegación no restringida.

A : es el área total proyectada de la pala = 9 m²

V : Velocidad del buque en nudos. Puede ser avante (VAV) o cuando (VAD). En el caso de la velocidad avante, se corresponde con la velocidad de servicio que es igual a 13,5 nudos, mientras que la velocidad cuando se toma como la mitad de la de avante 6,5 nudos.

- r_1 : factor de forma, igual a $r_1 = \frac{(\lambda+2)}{3}$ con $\lambda = \min\left[\frac{h^2}{2}; 2\right]$

- r_2 : igual a $r_2 = \frac{h}{2}$ al no presentar cuerno.

$$h = \frac{z_3 + z_4 + z_2}{2}$$

al ser la pala de contorno rectangular, z_3 y z_4 son iguales a la altura del timón (3,7 m) además $z_2=0$.

$h=3,7$.

Por lo tanto $\lambda = \min \left[\frac{h^2}{2}; 2 \right] = 1,52$ y $r1 = \frac{(\lambda+2)}{3} = 1,17$

r2: factor que para timones con perfiles NACA es igual a 1.10 en la condición de avante y de 0.80 cuando.

r3: factor que depende del tipo de interacción entre el propulsor y el timón, y para el caso de timones que se encuentran detrás de una tobera fija es de 1.15.

- La fuerza que actúa sobre el timón será igual a:

- Condición de avante.

$$C_{RAV} = 132 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 13,5^2 \cdot 1,17 \cdot 1,1 \cdot 1,15 = 320450 \text{ N}$$

- Cuando.

$$C_{RAV} = 132 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 6,5^2 \cdot 1,17 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 54028 \text{ N}$$

- El momento resultante del timon será el producto de la fuerza resultante por el brazo.

$$M_{TR} = C_R \cdot r$$

El valor del brazo será igual a:

$$r = b \cdot \left[\alpha - \frac{Af}{A} \right]$$

Sin ser menor que $0,1 \cdot b$ en la condición de avante, y donde:

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

Al ser la pala de contorno rectangular, x2 y x3 son iguales a la cuerda del timón (2.45 m.), mientras que x1=0.

- α : coeficiente que es igual a 0.33 para la condición de avante y de 0.66 para la condición de atrás

- A_f : porción de la pala del timón a proa del eje de la mecha. El punto donde se encuentra el eje de la mecha se corresponde en este caso con el punto de anchura máxima de la pala. Para contornos rectangulares y perfil tipo NACA, dicha anchura máxima se encuentra a una distancia del 30% del canto más a proa de la pala en sentido hacia popa, por lo que el área a proa de la mecha será también del 30% del área total, es decir, 2,7 m².

Por tanto el valor del brazo y del momento en cada condición será de:

- Condición de avante

$$r = b \cdot \left[\alpha - \frac{A_f}{A} \right] = 2,45 \cdot (0,33 - 0,3) = 0,075 \text{ m}$$

Al ser menor que $0,1 \cdot b = 0,1 \cdot 2,45 = 0,245$ se utilizará este último valor.

$$M_{TR} = C_R \cdot r = 54028 \cdot 0,9 = 48625,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

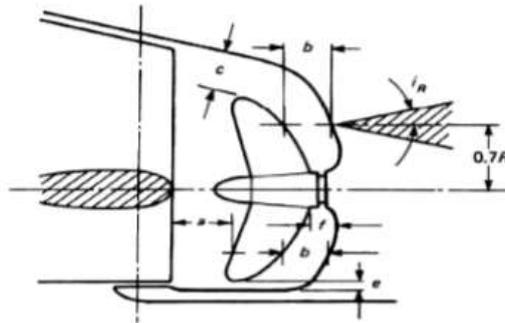
- Cuando.

$$r = b \cdot \left[\alpha - \frac{A_f}{A} \right] = 2,45 \cdot (0,66 - 0,3) = 0,9 \text{ m}$$

$$M_{TR} = C_R \cdot r = 54028 \cdot 0,9 = 48625,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

5) COMPROBACIÓN CLARAS DEL CODASTE.

El Det Notske Veritas (DNV) facilita el siguiente esquema donde se expresan las medidas mínimas que deben cumplir los huecos entre la hélice y el codaste.



Las expresiones que se deben cumplir son:

- $a > 0,2 \cdot r = 0,35 \text{ m.}$
- $b > (0,7 - 0,04 \cdot Z) \cdot r = 0,8 \text{ m.}$
- $c > (0,48 - 0,02 \cdot Z) \cdot r = 0,56 \text{ m.}$
- $e > 0,07 \cdot r = 0,123 \text{ m.}$

Siendo r el radio de la hélice y z el número de palas.

Se adjunta una imagen donde se confirma que se cumplen los huecos entre la hélice y el codaste.

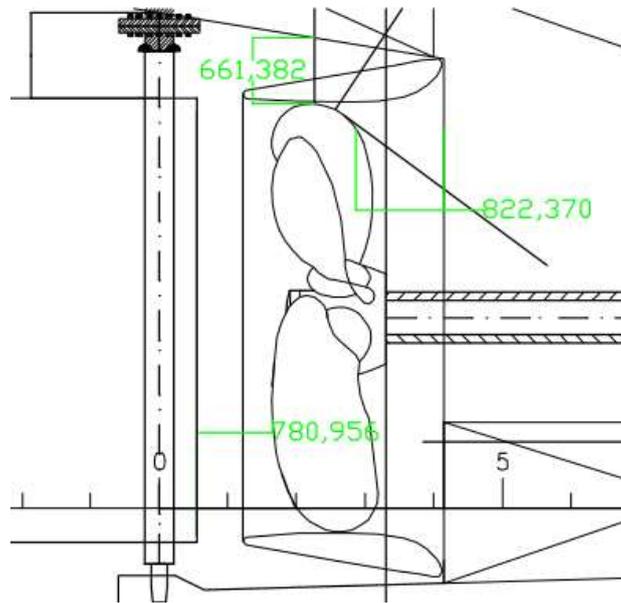
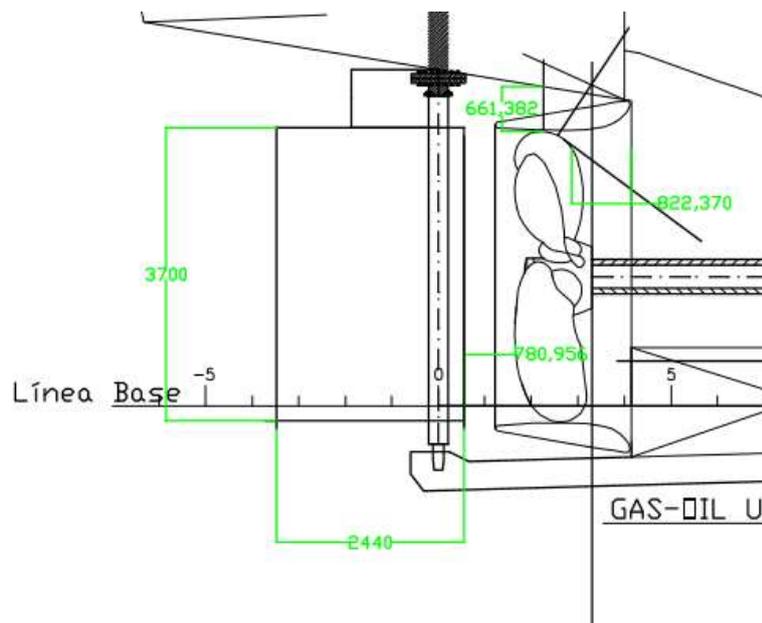


Imagen 1: Comprobación de los huelgos

6) PLANO DEL TIMÓN ACOTADO.



ANEXO 1

RESULTADOS

NAVCAD

Resistance

7 dic 2016 03:07

HydroComp NavCad 2014

Project ID Arrastrero

Description 1200 m^3

File name navcad def.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc] Prediction		Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:	Holtrop		Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:	Standard		Towed:	[Off]
Friction line:	ITTC-57		Margin:	[Calc] Hull + added drag [10%]
Hull form factor:	[On] 1,325		Water properties	
Speed corr:	[Off]		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	0,31	0,54	3,58*	2,41	0,67
Range	0,06-0,40	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-0,95

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CTLT/CF]	CR	dCF	CA	CT
4,00	0,092	0,182	8,81e7	0,002122	1,325	0,000001	0,000000	0,000680	0,003493
5,00	0,115	0,227	1,10e8	0,002055	1,325	0,000001	0,000000	0,000693	0,003416
6,00	0,138	0,272	1,32e8	0,002002	1,325	0,000001	0,000000	0,000699	0,003353
8,00	0,184	0,363	1,76e8	0,001923	1,325	0,000001	0,000000	0,000703	0,003252
10,00	0,230	0,454	2,20e8	0,001864	1,325	0,000155	0,000000	0,000701	0,003326
12,00	0,276	0,545	2,64e8	0,001819	1,325	0,000841	0,000000	0,000697	0,003947
13,00	0,299	0,590	2,86e8	0,001799	1,325	0,001321	0,000000	0,000694	0,004399
+ 13,50 +	0,311	0,613	2,97e8	0,001790	1,325	0,001562	0,000000	0,000693	0,004627
14,00	0,322	0,636	3,08e8	0,001781	1,325	0,001841	0,000000	0,000691	0,004893
15,00	0,345	0,681	3,30e8	0,001765	1,325	0,002686	0,000000	0,000688	0,005712
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
4,00	7,72	0,39	0,00	0,00	0,00	0,81	0,81	8,92	
5,00	11,80	0,59	0,00	0,00	0,00	1,24	1,24	13,63	
6,00	16,68	0,83	0,00	0,00	0,00	1,75	1,75	19,27	
8,00	28,76	1,44	0,00	0,00	0,00	3,02	3,02	33,22	
10,00	45,97	2,30	0,00	0,00	0,00	4,83	4,83	53,10	
12,00	78,56	3,93	0,00	0,00	0,00	8,25	8,25	90,74	
13,00	102,75	5,14	0,00	0,00	0,00	10,79	10,79	118,68	
+ 13,50 +	116,54	5,83	0,00	0,00	0,00	12,24	12,24	134,60	
14,00	132,54	6,63	0,00	0,00	0,00	13,92	13,92	153,08	
15,00	177,64	8,88	0,00	0,00	0,00	18,65	18,65	205,17	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
4,00	15,9	18,4	0,00001	0,04028	0,00034				
5,00	30,4	35,1	0,00001	0,03940	0,00052				
6,00	51,5	59,5	0,00001	0,03866	0,00074				
8,00	118,4	136,7	0,00001	0,03750	0,00127				
10,00	236,5	273,2	0,00178	0,03836	0,00203				
12,00	485,0	560,2	0,00970	0,04552	0,00348				
13,00	687,2	793,7	0,01524	0,05073	0,00455				
+ 13,50 +	809,4	934,8	0,01802	0,05335	0,00516				
14,00	954,6	1102,5	0,02124	0,05642	0,00586				
15,00	1370,8	1583,3	0,03097	0,06588	0,00786				

Propulsion

7 dic 2016 03:09

HydroComp NavCad 2014

Project ID Arrastrero

Description 1200 m^3

File name navcad def.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Towing
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	3500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,325	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[On]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,31	0,54	3,58*	2,41
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE				
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
4,00	18,4	0,1779	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
5,00	35,1	0,1774	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
6,00	59,5	0,1771	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
8,00	136,7	0,1765	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
10,00	273,2	0,1761	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
12,00	560,2	0,1758	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
13,00	793,7	0,1756	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
+ 13,50 +	934,8	0,1756	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
14,00	1102,5	0,1755	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
15,00	1583,3	0,1754	0,2268	1,0037	1000	2490,0	---	100,0	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	138	162,79	22,46	2342,9	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	3945,2
5,00	138	162,79	22,46	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	3975,2
6,00	138	162,79	22,46	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4011,5
8,00	138	162,80	22,46	2342,9	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4103,5
10,00	138	162,79	22,46	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4221,8
12,00	138	162,79	22,46	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4366,6
13,00	138	162,79	22,45	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4449,1
+ 13,50 +	138	162,79	22,46	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4492,9
14,00	138	162,79	22,46	2342,8	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4538,4
15,00	138	162,80	22,46	2342,9	2415,3	2415,3	2490,0	0,0	4634,5
EFFICIENCY									
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST				
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]	TOWPULL [kN]		
4,00	0,2981	0,9700	0,2729	1,1415	414,31	320,33	311,41		
5,00	0,3555	0,9700	0,3253	1,0631	395,13	305,50	291,86		
6,00	0,4074	0,9700	0,3727	0,99143	377,16	291,60	272,34		
8,00	0,4955	0,9700	0,4529	0,86273	343,77	265,79	232,57		
10,00	0,5627	0,9700	0,5141	0,74668	312,21	241,38	188,29		
12,00	0,6078	0,9700	0,5551	0,6372	280,89	217,17	126,43		
13,00	0,6211	0,9700	0,5671	0,58359	264,91	204,81	86,13		
+ 13,50 +	0,6252	0,9700	0,5708	0,55689	256,76	198,52	63,91		
14,00	0,6275	0,9700	0,5729	0,53019	248,49	192,12	39,04		
15,00	0,6264	0,9700	0,5718	0,47669	231,48	178,97	-26,20		

Propulsion

7 dic 2016 03:09

HydroComp NavCad 2014

Project ID Arrastrero

Description 1200 m³

File name navcad def.hcnc

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	KTN
4,00	0,2102	0,5092	0,05716	11,519	6,1506	29,332	98,047	1,56e7	0,2097
5,00	0,2630	0,4856	0,05716	7,0224	3,1436	17,882	50,112	1,56e7	0,1873
6,00	0,3157	0,4635	0,05716	4,6507	1,8167	11,843	28,961	1,57e7	0,1666
8,00	0,4212	0,4225	0,05716	2,3812	0,76489	6,0638	12,193	1,58e7	0,1297
10,00	0,5268	0,3837	0,05716	1,3827	0,39105	3,521	6,2338	1,59e7	0,0970
12,00	0,6324	0,3452	0,05716	0,86323	0,22604	2,1982	3,6034	1,61e7	0,0668
13,00	0,6852	0,3256	0,05716	0,69345	0,1777	1,7659	2,8328	1,62e7	0,0522
+ 13,50 +	0,7116	0,3155	0,05716	0,62317	0,15864	1,5869	2,529	1,62e7	0,0449
14,00	0,7380	0,3054	0,05716	0,56071	0,14222	1,4278	2,2671	1,63e7	0,0376
15,00	0,7908	0,2845	0,05716	0,45488	0,11558	1,1584	1,8425	1,64e7	0,0228
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00	95,28	0,00	0,00	25,28	0,598	38,96	6,6	6,6	2394,3
5,00	60,91	0,00	0,00	25,28	0,597	38,81	6,5	6,5	2459,9
6,00	42,26	0,00	0,00	25,28	0,595	38,62	6,4	6,4	2532,4
8,00	23,74	0,00	0,00	25,28	0,589	38,09	6,1	6,1	2696,2
10,00	15,18	0,00	0,00	25,28	0,581	37,29	5,7	5,7	2882,0
12,00	10,53	0,00	0,00	25,28	0,570	36,22	5,3	5,3	3085,7
13,00	8,97	0,00	0,00	25,28	0,564	35,57	5,0	5,0	3193,2
+ 13,50 +	8,32	0,00	0,00	25,28	0,560	35,22	4,9	4,9	3248,1
14,00	7,73	0,00	0,00	25,28	0,556	34,84	4,7	4,7	3303,8
15,00	6,73	0,00	0,00	25,28	0,548	34,04	4,4	4,4	3417,1