



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2017/18**

---

*BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Diego Carral Amenedo

**TUTORAS/ES**

Marcos Míguez González

**FECHA**

JULIO 2018

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

**PROYECTO NÚMERO: 18-12**

**TIPO DE BUQUE:** Bulkcarrier tipo “NEOPANAMAX” de 120.000 TPM adaptado a la operación en terminales graneleras del golfo de México y Asia.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, SOLAS, MARPOL y EXIGENCIAS DE LA ACP (Autoridad del Canal de Panamá).

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 120.000 T.P.M. grano, mineral, carbón

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 14 nudos en condiciones de servicio, 85% de MCR + 15% de margen de mar. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Escotillas de accionamiento hidráulico.

**PROPULSIÓN:** Un motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo, motores auxiliares de tipo dual (FUEL-GNL).

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 tripulantes en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques y posibilidad de interconexión del cuadro eléctrico del buque con la corriente de tierra.

Ferrol, 30 Octubre 2017

ALUMNO/A: **D. DIEGO CARRAL AMENEDO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

---

*BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 6**

**“PREDICCIÓN DE POTENCIA PROPULSORA Y DISEÑO DEL  
PROPULSOR Y TIMÓN”**

## Indice

1 RPA .....	2
2 Introducción .....	5
3 Estimación de la potencia propulsora.....	6
3.1 Cálculo de Resistencia al Avance mediante NavCad .....	6
3.2 Estimación de Potencia Propulsora mediante NavCad. Cálculo “By THRUST” .....	8
3.3 Selección Motor Principal.....	10
3.4 Cálculo “By Power” y definición del propulsor .....	11
3.5 Comprobación claras .....	14
4 Diseño del timón .....	17
4.1.1 Disposición .....	17
4.1.2 Superficie del timón .....	17
4.1.3 Tipo de perfil.....	19
4.1.4 Centros de presión .....	20
4.1.5 Potencia del servo-motor del timón.....	20
4.2 Comprobación huelgos codaste (timón-hélice) .....	22
5 Anexo 1_ Informes Resistencia y Propulsión .....	23
5.1 Informe Resistencia .....	23
5.2 Informe Propulsion.....	28
6 Anexo 2_ Informes Hélices .....	33

## 2 INTRODUCCIÓN

En este Cuaderno llevaremos a cabo la estimación de la potencia propulsiva de un método similar al empleado en el Cuaderno 1, pero con mucha más exactitud al poder contar ahora con todos los datos de nuestro Buque Proyecto.

Las dimensiones y coeficientes de nuestro Buque Proyecto, obtenidas en el Cuaderno 3 “Coeficientes y Plano de Formas”, son las siguientes:

DIMENSIONES, COEFICIENTES y CARACTERÍSTICAS		
Eslora total (LOA)	250	m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	245,5	m
Manga (B)	42,4	m
Calado (T)	14,9	m
Puntal (D)	21,55	m
Desplazamiento ( $\Delta$ )	142652	Tn
Superficie Mojada ( $m^2$ )	16380	$m^2$
Coeficiente Bloque ( $C_b$ )	0,897	
Coeficiente Prismático ( $C_p$ )	0,901	
Coeficiente de la Maestra ( $C_m$ )	0,996	
Coeficiente de Flotación ( $C_f$ )	0,957	
Velocidad (knots)	14	knots
Potencia (kW)	21660	kW

Para nuestra estimación de potencia emplearemos el software “NavCad”, y mediante una predicción basada en Holtrop obtendremos la potencia propulsiva de nuestro buque. Esta puede considerarse fiable si el rango de las variables de nuestro buque se encuentra entre los siguientes límites para graneleros o bulkcarriers:

$$FN_{max} = 0,24$$

$$0,73 < C_p < 0,85$$

$$5,1 < \frac{L}{B} < 7,1$$

$$2,4 < \frac{B}{T} < 3,2$$

Que en nuestro caso serán:

$$FN = 0,147 \text{ --- CUMPLE}$$

$$C_p = 0,89 \text{ --- NO CUMPLE}$$

$$\frac{L}{B} = 5,79 \text{ --- CUMPLE}$$

$$\frac{B}{T} = 2,83 \text{ --- CUMPLE}$$

Como podemos observar, cumplimos 3 de los 4 márgenes fijados por Holtrop, pero de todas las series sistemáticas disponibles es la que más se adapta a nuestro buque, por lo tanto es la que emplearemos.

### 3 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

Para realizar el cálculo de la potencia propulsora definitiva de nuestro Buque Proyecto vamos a apoyarnos en el software “NavCad”, y el proceso de cálculo será similar al empleado en el Cuaderno 1, con la diferencia que ahora contamos con todos los datos exactos y definitivos del buque.

#### 3.1 Cálculo de Resistencia al Avance mediante NavCad

Comenzaremos introduciendo en el programa las características de nuestro buque que son relevantes para el cálculo de la resistencia al avance del mismo, y posterior estimación de la potencia propulsora. Esos datos son los siguientes:

##### Características generales:

Eslora Total.....	249,9 m
Eslora en la Flotación.....	249,9 m
Eslora entre perpendiculares .....	245,5 m
Manga máxima en la Flotación.....	42,4 m
Puntal a cubierta principal .....	21,55 m
Puntal a cubierta superior.....	21,55 m
Calado máximo de diseño.....	14,95 m
Desplazamiento.....	142688 Tn
Superficie Mojada.....	15947 m <sup>2</sup>
Área de Flotación.....	9962 m <sup>2</sup>
Coficiente de la Maestra.....	0,99
Coficiente de flotación .....	0,93
Coficiente de Bloque.....	0,89
LCB desde estampa.....	133,72 m
LCF desde estampa.....	128,72 m
Semi-ángulo de entrada.....	67°
Forma de proa.....	U
Forma de popa.....	U
Velocidad en pruebas.....	14 kn
Factor de forma del casco.....	1,473

##### Bulbo:

Area transversal.....	0 m <sup>2</sup>
Nariz longitudinal.....	0 m
Altura del centro desde línea de flotación.....	0 m

##### Estampa:

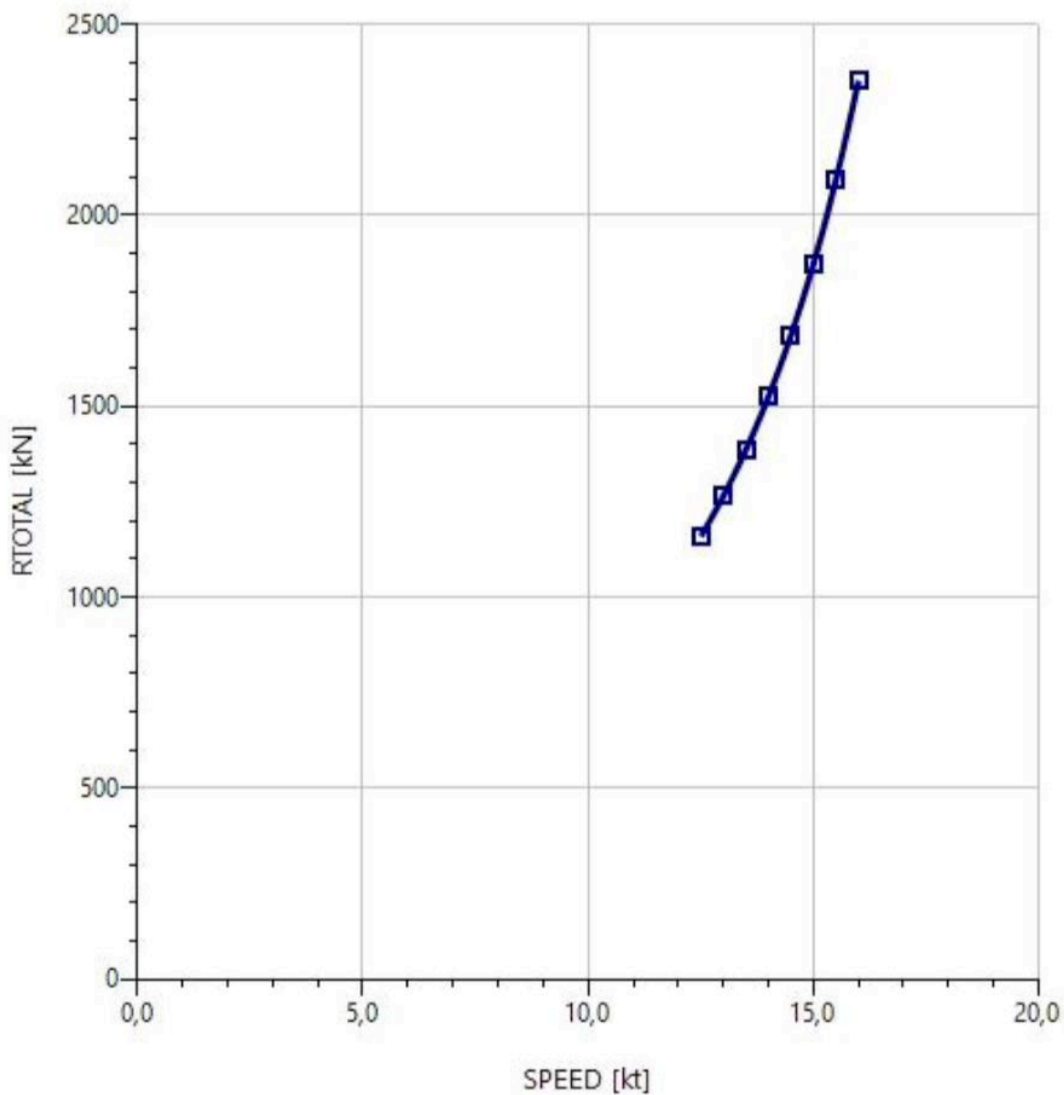
Area mojada de la estampa.....	25 m <sup>2</sup>
Manga de la estampa en la línea de agua.....	13,63 m
Altura de la estampa mojada.....	2,77 m

**Márgenes y apéndices**

Apéndices.....	+5%
Margen de mar.....	+15%
Rugosidad.....	+15%

Una vez introducidos todos los parámetros en el programa procedemos a calcular la resistencia al avance del buque. Obtenemos un informe y un gráfico detallado que figura como anexo y donde se puede comprobar que la resistencia total, ya aplicado el margen de mar del 15%, a 14 nudos tiene un valor de:

$$R_{TOTAL} = 1524,67 \text{ kN}$$



### 3.2 Estimación de Potencia Propulsora mediante NavCad. Cálculo “By THRUST”

Tras este cálculo de la resistencia procedemos a realizar el estudio de la propulsión ya con el dato de la resistencia calculado.

Aquí es donde entran en juego los parámetros de nuestro propulsor que introducimos en el programa:

**Propulsión y punto de diseño óptimo:**

- Número de palas..... 6
- Relación área disco/área palas..... 0,7004 (size)
- Diámetro del propulsor..... 7640 mm
- Paso de la hélice..... 5420 mm (size)
- Inmersión del eje..... 10850 mm
- Eficiencia de la transmisión..... 1
- Relación de reducción..... 0,98 (size)
- Eficiencia del eje..... 0,98
- RPM de referencia.....

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	0,98	
Expanded area ratio:	Size	0,700	
Propeller diameter:	Size	7640,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	5420,0	mm
Design condition			
Design speed:		14,00	kt
Reference thrust:		1967,39	kN
Design point:		1,000	
Reference RPM:		90,0	
Design point:		1,000	
Max prop diam:		7640,0	mm
Review			
Tip speed:		36,74	m/s

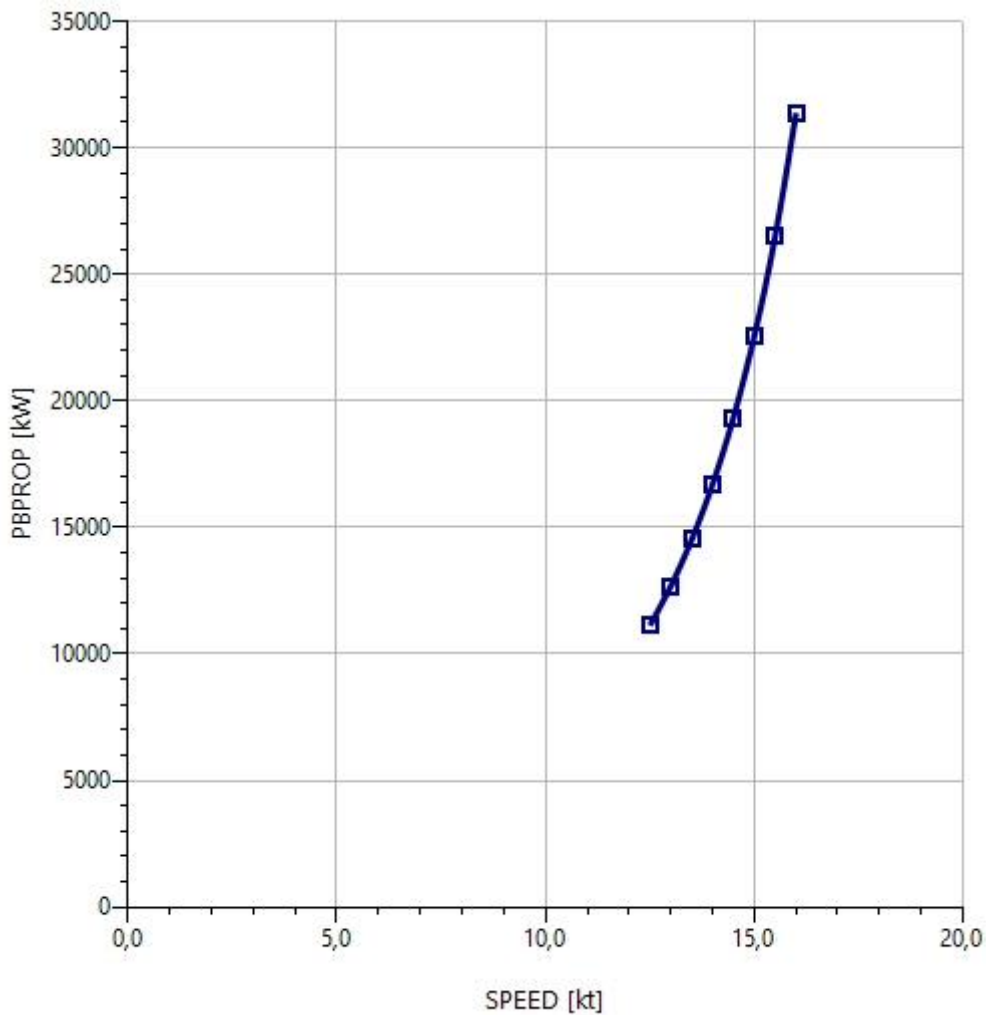
90 rpm

Igual que en la parte de “resistencia” obtenemos un informe y un gráfico que se encuentra anexo a este documento, y donde podemos observar que la potencia al freno necesaria para desplazar el buque a 14 nudos es de:

$$PB_{TOTAL} = 16708,9 \text{ kW}$$

SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,50	80	1306,71	1333,30	10908,0	11130,6	11130,6	11130,6	808,4
13,00	84	1426,62	1455,65	12436,9	12690,7	12690,7	12690,7	737,4
13,50	88	1561,90	1593,68	14233,5	14524,0	14524,0	14524,0	669,1
<b>+ 14,00 +</b>	<b>92</b>	<b>1716,49</b>	<b>1751,42</b>	<b>16374,7</b>	<b>16708,9</b>	<b>16708,9</b>	<b>16708,9</b>	<b>603,2</b>
14,50	96	1895,03	1933,59	18958,3	19345,2	19345,2	19345,2	539,6
15,00	101	2102,87	2145,66	22107,6	22558,7	22558,7	22558,7	478,7
15,50	107	2346,06	2393,80	25976,1	26506,2	26506,2	26506,2	421,0
16,00	113	2631,35	2684,89	30753,3	31380,9	31380,9	31380,9	367,0





También es importante fijarnos en las revoluciones óptimas, habiéndole marcado 90 rpm como referencia, las revoluciones óptimas estimadas por el programa son:

$$RPM_{\text{ÓPTIMAS}} = 92 \text{ rpm}$$

Lo cual se adaptará perfectamente al motor elegido puesto que funcionará en torno a 90 rpm como ya hemos visto anteriormente.

Por último, realizamos la comprobación de la potencia total requerida para el motor principal, en la que debemos tener en cuenta la PTO de 750 Kw que está previsto instalar y también el margen de 85% del MCR (Maximum Continuous Rate), por lo tanto:

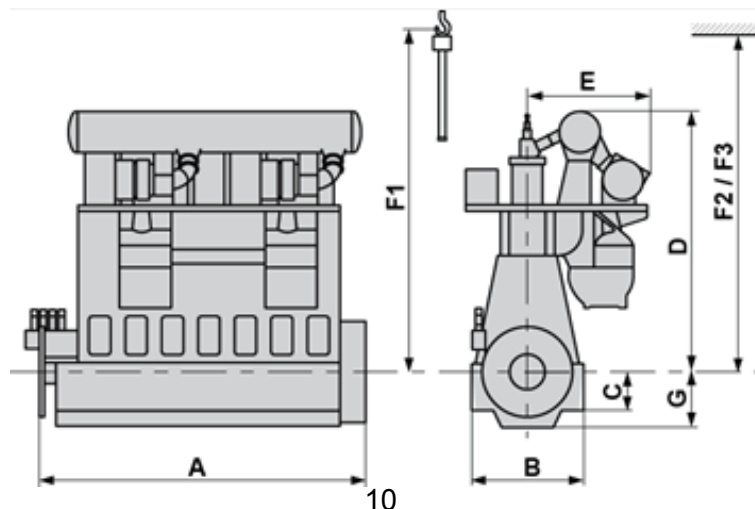
$$BHP = \frac{PB_{TOTAL} + 750}{0,85} = \frac{16708,9 + 750}{0,85} = 20540 \text{ kW}$$

### 3.3 Selección Motor Principal

Con este dato procedemos a la selección del motor propulsor, en donde no hay cambios con respecto al elegido en el Cuaderno 1, escogeremos un motor de la marca Winterthur Gas & Diesel, concretamente el modelo WinGD X72-6cil, que funciona entre 66 y 89 rpm cubriendo de 12.700 kW a 66 rpm hasta los 21.660 a 89 rpm.

Sus características son las siguientes:

<b>WinGD X72</b>		IMO Tier II/Tier III (SCR)				
Cylinder bore	720 mm					
Piston stroke	3086 mm					
Speed	66-89 rpm					
Mean effective pressure at R1/R1+	20.5/19.4 bar					
Stroke / bore	4.29					
<b>Rated power, principal dimensions and weights</b>						
Cyl.	Output in kW at				Length A mm	Weight tonnes
	84 / 89 rpm		66 rpm			
	R1 / R1+	R2 / R2+	R3	R4		
4	14 440	10 800	11 360	8 480	6 790	407
5	18 050	13 500	14 200	10 600	8 085	481
6	21 660	16 200	17 040	12 720	9 375	561
7	25 270	18 900	19 880	14 840	10 665	642
8	28 880	21 600	22 720	16 960	11 960	716
Dimensions (mm)	B		C		D	E
	4 780		1 575		10 790	4 710
	F1		F2		F3	G
	13 560		13 560		12 580	2 455
<b>Brake specific fuel consumption (BSFC) in g/kWh</b>						
<b>Full load</b>						
Rating point	R1/R1+		R2/R2+	R3	R4	
BMEP, bar	20.5/19.4		15.4/14.5	20.5	15.4	
BSFC	Standard Tuning	167/166	160	167	160	
<b>Part load, % of R1/R1+</b>	85	70	85	70	65	
Tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load	
BSFC	163.2/162.2	162.8/161.8	162.5/161.5	161.3/160.3	158.0/157.2	



### 3.4 Cálculo “By Power” y definición del propulsor

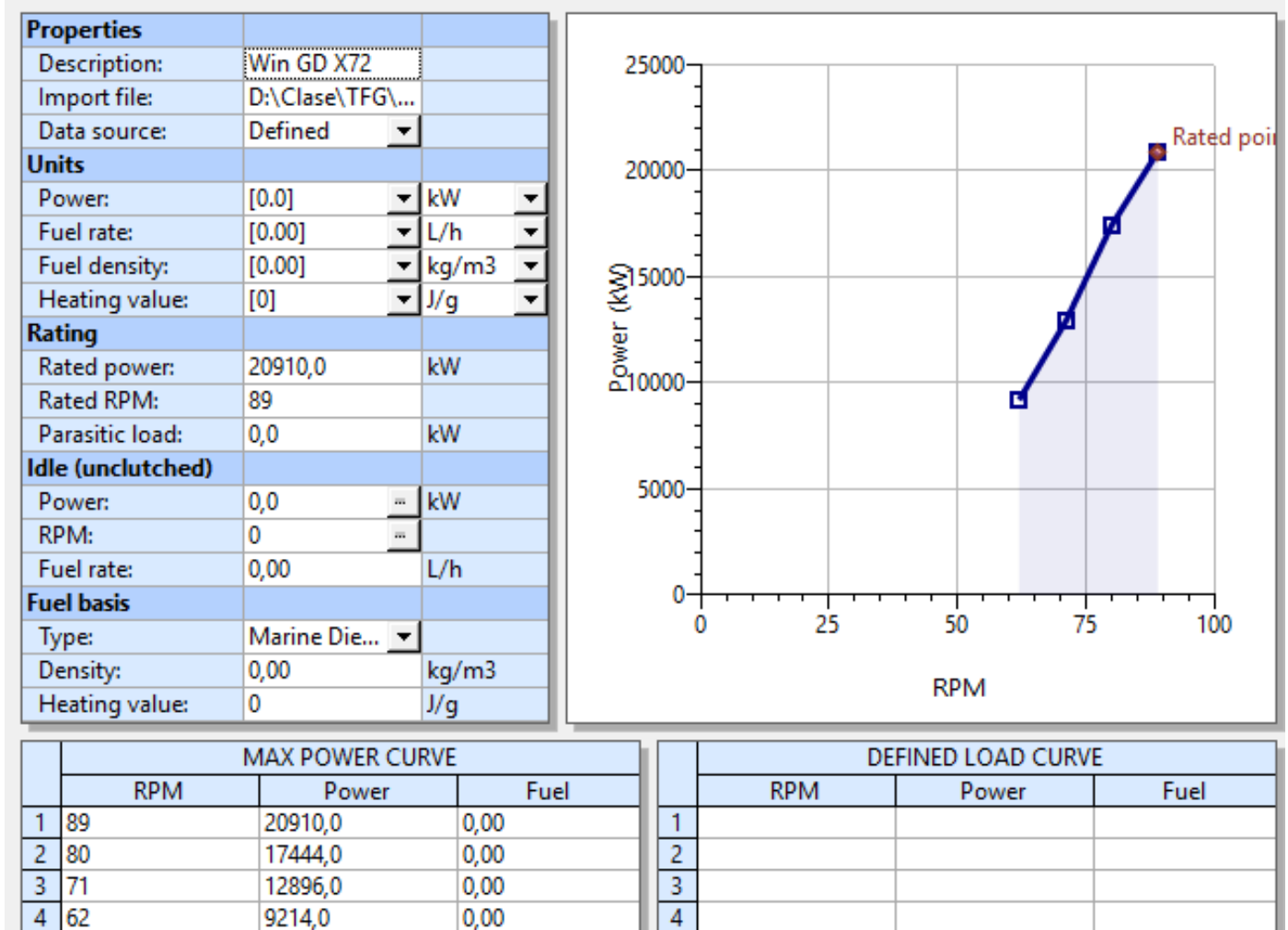
Una vez tenemos elegido nuestro motor podemos ajustar la estimación de potencia al mismo, el software NavCad nos permite introducir la curva de potencia del motor que obtenemos de las características que nos muestra el fabricante.

Con esto, y entrando en el programa por el método de “By Power” obtendremos un dimensionamiento del propulsor acorde con el motor real que vamos a instalar.

Comenzamos introduciendo la curva de potencia de nuestro motor, para ello debemos comenzar restándole el valor de la PTO (750 kw) a la potencia total del mismo:

$$P_{TOTAL} = BHP - PTO = 21660 - 750 = 20910 \text{ kW}$$

Y lo mismo con la potencia de los siguientes puntos, quedándonos:



Una vez introducidos estos datos, el programa dimensiona la hélice conforme al diámetro máximo y al número de palas, en nuestro caso haremos el cálculo para 4, 5 y 6 palas, obteniendo en cada caso los siguientes resultados:

**Propulsión y punto de diseño para 4 PALAS**

Número de palas.....	4
Diámetro del propulsor.....	7640 mm
Relación área disco/área palas.....	0,6524 (size)
Paso de la hélice.....	6508 mm (size)
Eficiencia de la transmisión.....	1
Relación de reducción.....	1
Eficiencia del eje.....	0,98

De esta condición obtenemos:

$PB_{TOTAL} = 17830 \text{ kW}$       % Carga = 85,3%      RPM = 84 rpm      % EFFO = 72,29%

**Propulsión y punto de diseño para 5 PALAS**

Número de palas.....	5
Diámetro del propulsor.....	7640 mm
Relación área disco/área palas.....	0,7151 (size)
Paso de la hélice.....	6353 mm (size)
Eficiencia de la transmisión.....	1
Relación de reducción.....	1
Eficiencia del eje.....	0,98

De esta condición obtenemos:

$PB_{TOTAL} = 17437 \text{ kW}$       % Carga = 83,4%      RPM = 84 rpm      % EFFO = 74,21%

**Propulsión y punto de diseño para 6 PALAS**

Número de palas.....	6
Diámetro del propulsor.....	7640 mm
Relación área disco/área palas.....	0,7799 (size)
Paso de la hélice.....	6237 mm (size)
Eficiencia de la transmisión.....	1
Relación de reducción.....	1
Eficiencia del eje.....	0,98

De esta condición obtenemos:

$PB_{TOTAL} = 17043 \text{ kW}$       % Carga = 81,5%      RPM = 84 rpm      % EFFO = 75,36%

Comparativa Nº Palas				
Nº Palas	PB TOTAL (kw)	% Rendimiento Propulsivo	% Carga Motor	RPM
4	17830	72,29%	85,3%	84
5	17437	74,21%	83,4%	84
6	17043	75,36%	81,5%	84

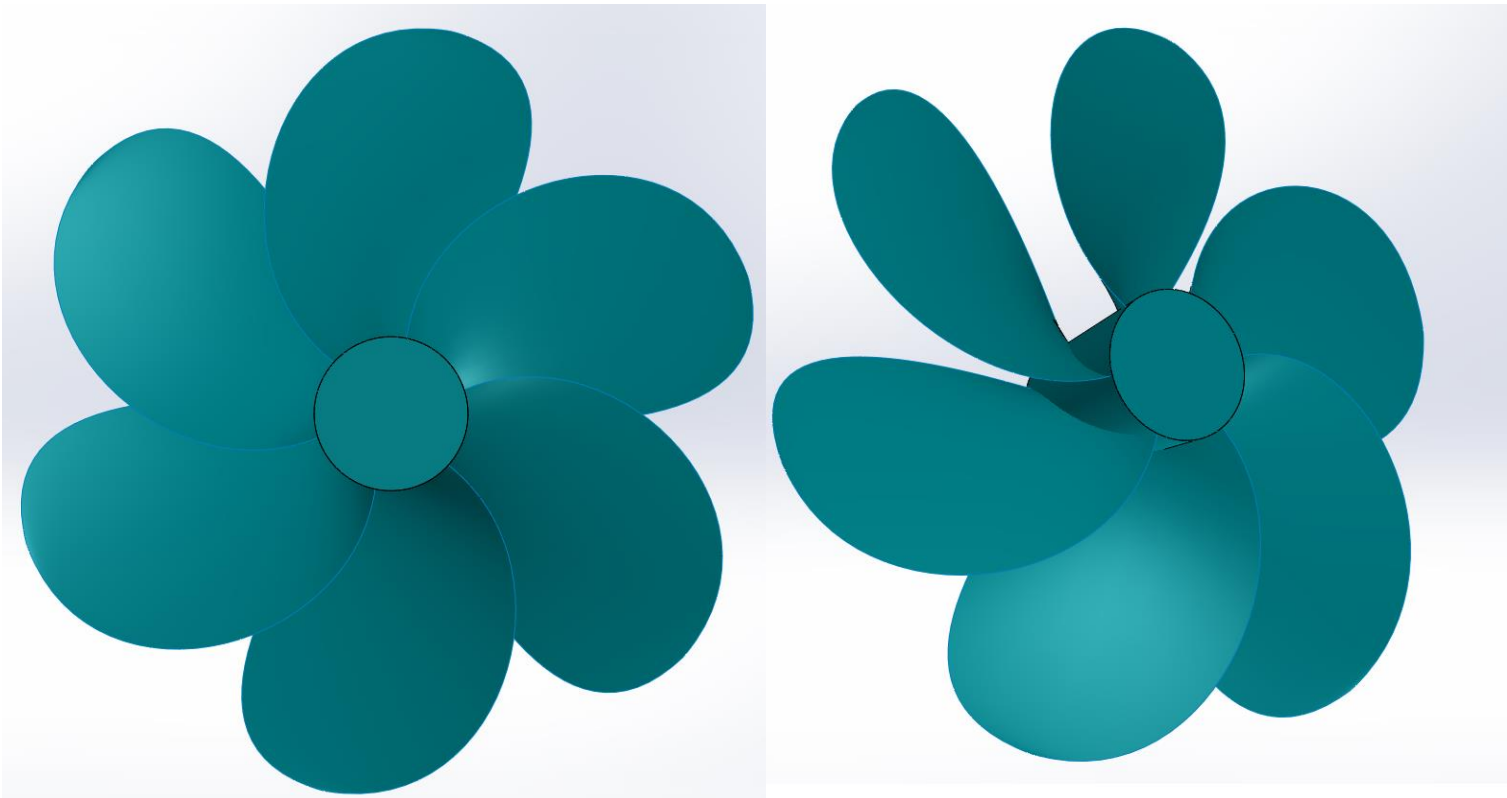
Como podemos comprobar la hélice de 4 palas no cumple con el requisito del 85% de MCR del motor, ya que en ese caso el motor tendría que trabajar al 85,3% en régimen nominal, por lo tanto esta opción queda descartada.

Entre la hélice de 5 y la de 6 palas, la condición más ventajosa de las analizadas se da en el caso de la hélice de 6 palas, su rendimiento propulsivo es mayor y por lo tanto la potencia demandada al motor para mantener la velocidad fijada en las RPA de 14 nudos será menor. Además de estos datos comparados también debemos tener en cuenta en nuestra decisión el reparto de la presión en las palas. El reparto de presiones será más beneficioso en el caso de 6 palas por haber más superficie de pala disponible, esto contribuye a evitar la aparición del fenómeno de la cavitación.

Este mejor reparto de presiones también posibilita unos huelgos de la hélice menores y por lo tanto una popa más compacta, teniendo en cuenta todo esto decidimos instalar una hélice de 6 palas pese a que su coste sea mayor, porque a lo largo de la vida útil del buque preveemos amortizarla.

Los informes del cálculo para cada número de palas distinto se encuentran en el **Anexo 2\_ Informes Hélices.**

Tras realizar el cálculo del propulsor mediante el programa NavCad, este también nos permite obtener un modelo en 3D del propulsor calculado, que será utilizado a partir de ahora en los diversos planos del buque. Una muestra del mismo en 3D son las siguientes imágenes:



Como podemos observar nuestra hélice será de paso fijo y tendrá las siguientes características:

## PROPULSOR

Número de palas.....	6
Diámetro del propulsor.....	7640 mm
Relación área disco/área palas.....	0,7799
Paso de la hélice.....	6237 mm

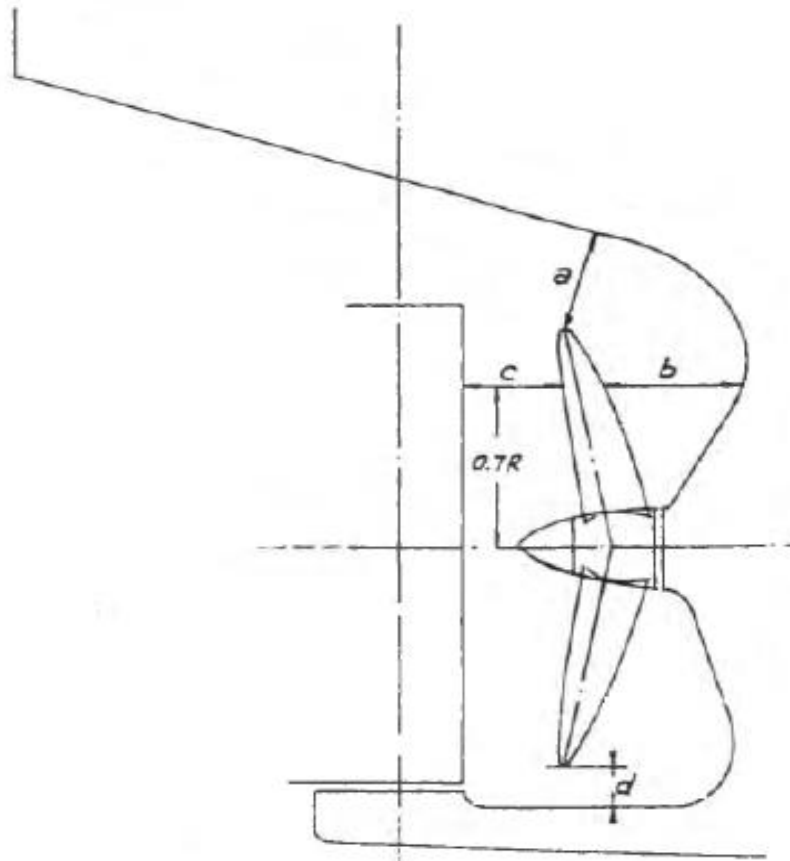
### 3.5 Comprobación claras

Una vez definido nuestro propulsor debemos comprobar las claras existentes en el contorno del mismo, estas deben ser mayores que las claras mínimas calculadas según la SSCC, el Lloyd's en nuestro caso.

El trazado de la zona de popa del buque tiene gran influencia en el rendimiento propulsivo. Por un lado por su influencia en el fenómeno de separación del flujo y por tanto en la resistencia viscosa, y por otro en el rendimiento del propulsor, que es máximo cuando la estela es homogénea.

Para el trazado de esta zona debemos tener en cuenta los siguientes aspectos

- Dar cabida a la hélice con una inmersión adecuada.
- Disponer los huecos mínimos entre hélice, codaste y timón. Las SSCC imponen unos requisitos mínimos de seguridad que para el caso de la Lloyd's podemos ver de forma esquemática en la siguiente figura:



En nuestro caso:

$$D_{HELICE} = 7,64 \text{ m}$$

$$0,7 * R = 0,7 * \frac{7,64}{2} = 2,667 \text{ m}$$

$$K = \left(0,1 + \frac{Lpp}{3050}\right) \left(\frac{2,56 * C_B * P}{Lpp^2} + 0,3\right) = 0,2019$$

Siendo:  $P = potencia \text{ en } kW$

Clara a:  $a = A * K * D = 0,75 * 0,2026 * 7,64 = 1,157 \text{ m}$

“A” toma el valor de 0,75 por ser de 6 palas nuestra hélice.

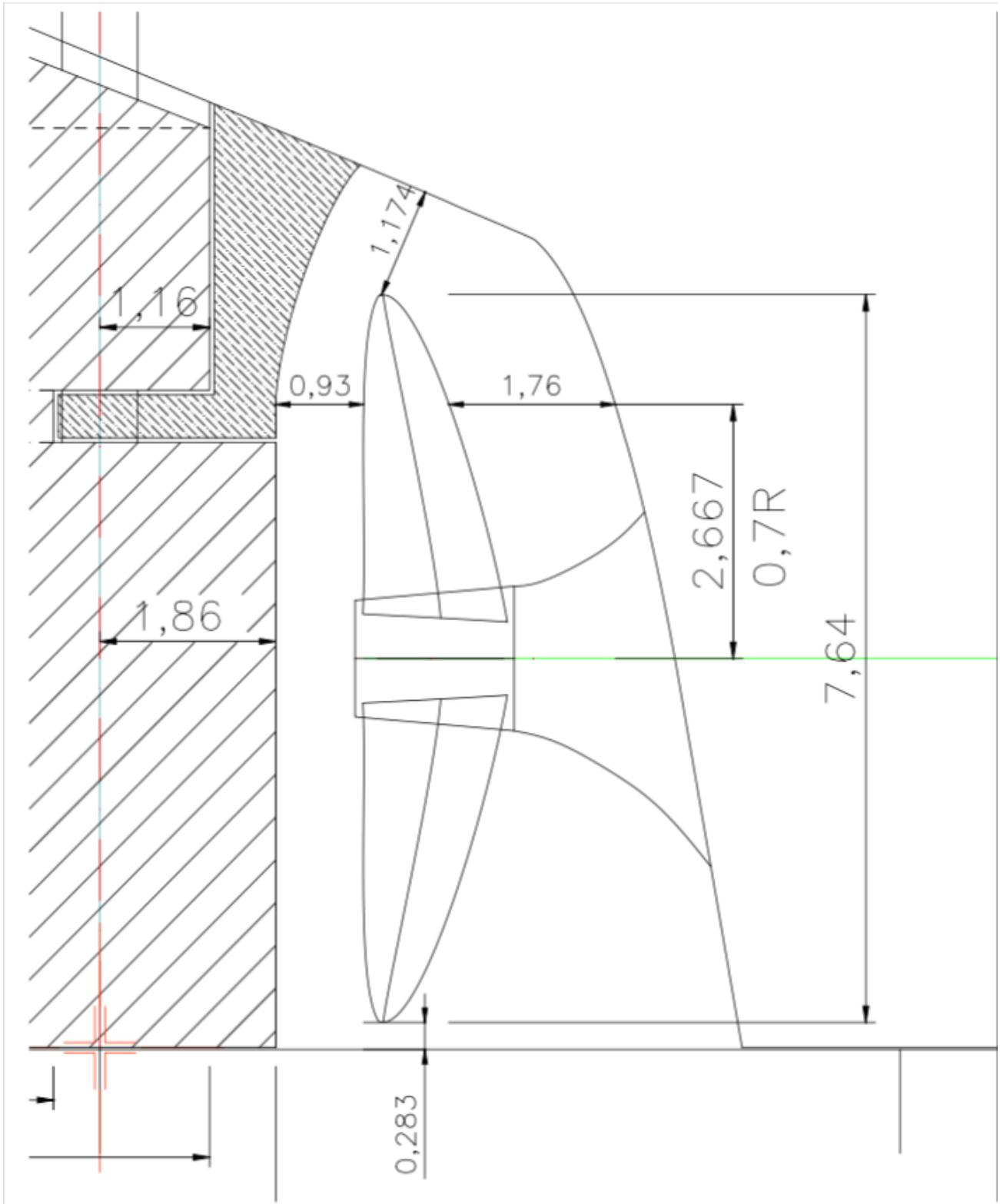
Clara b:  $b = 1,5 * a = 1,735 \text{ m}$

Clara c:  $c = 0,12 * D = 0,917 \text{ m}$

Clara d:  $d = 0,03 * D = 0,267 \text{ m}$

CLARAS CODASTE (mm)			
	MINIMO	REAL	MARGEN
a	1157	1174	17
b	1735	1760	25
c	917	930	13
d	267	283	16

Podemos comprobar los huelgos existentes en el codaste en la siguiente imagen:





## 4 DISEÑO DEL TIMÓN

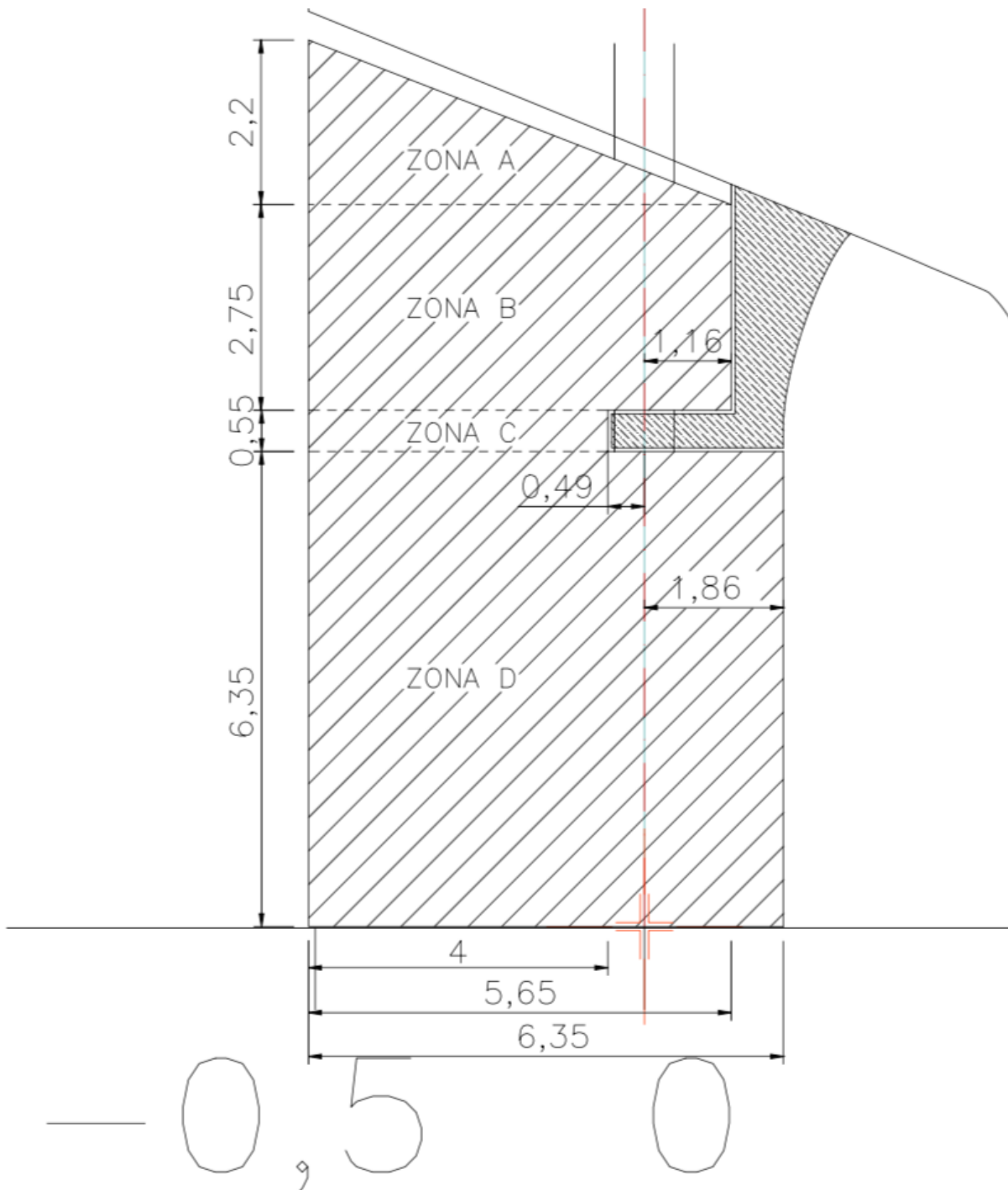
Para el diseño de nuestro timón nos basaremos en el DNT (Det Norske Veritas) y en buques similares para decidir el tipo de timón y perfil que emplearemos.

### 4.1.1 Disposición

Decidimos emplear un timón de tipo semisuspendido por las características de nuestro codaste, y con pala compensada para aprovechar al máximo el espacio disponible. Su situación será justo a popa de la hélice propulsora.

### 4.1.2 Superficie del timón

Sus dimensiones principales son las mostradas en la siguiente imagen:



Y están recogidas en la siguiente tabla para el cálculo del área total de la pala:

ZONA	ALTO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
A	2,2	5,65	6,22
B	2,75	5,65	15,54
C	0,55	4	2,20
D	6,35	6,35	40,32
<b>TOTAL</b>	<b>11,85</b>		<b>64,28</b>

El área de la pala es función del área de deriva, esta se puede estimar como la eslora por el calado, pero para ser más exactos la hemos medido sobre el perfil del buque. La expresión para el área de deriva es la siguiente:

$$A_{PALA} = C * A_{DERIVA}$$

$$A_{DERIVA} = 3632 \text{ m}^2$$

El coeficiente C debe estar entre 1,5 y 2% del área de deriva, por lo tanto en nuestro caso sería:

$$C = A_{PALA} / A_{DERIVA} = \frac{64,28}{3632} = 0,0177 \rightarrow 1,77\%$$

La relación de aspecto viene dada por el cociente entre la altura del timón y su longitud máxima. En nuestro caso la relación de aspecto toma un valor de:

$$rel. \text{ aspecto} = \frac{h}{l} = \frac{11,85}{6,35} = 1,86$$

El valor habitual es cercano a 1,5 pero en nuestro caso al decidir hacer triangular la parte superior para aprovechar el área este valor es algo superior.

El área compensada debe ser aproximadamente el 20% del área total, y la longitud de la parte compensada no debe exceder el 35% de la longitud total del timón.

$$\frac{L_{comp}}{L} = \frac{1,86}{6,35} = 0,292 \rightarrow 29,2 \%$$

$$\frac{A_{comp}}{A} = \frac{15}{64,28} = 0,233 \rightarrow 23,3 \%$$

Según la fórmula de Det Norske Verites (DNV) el área del timón del buque no debe ser menor de:

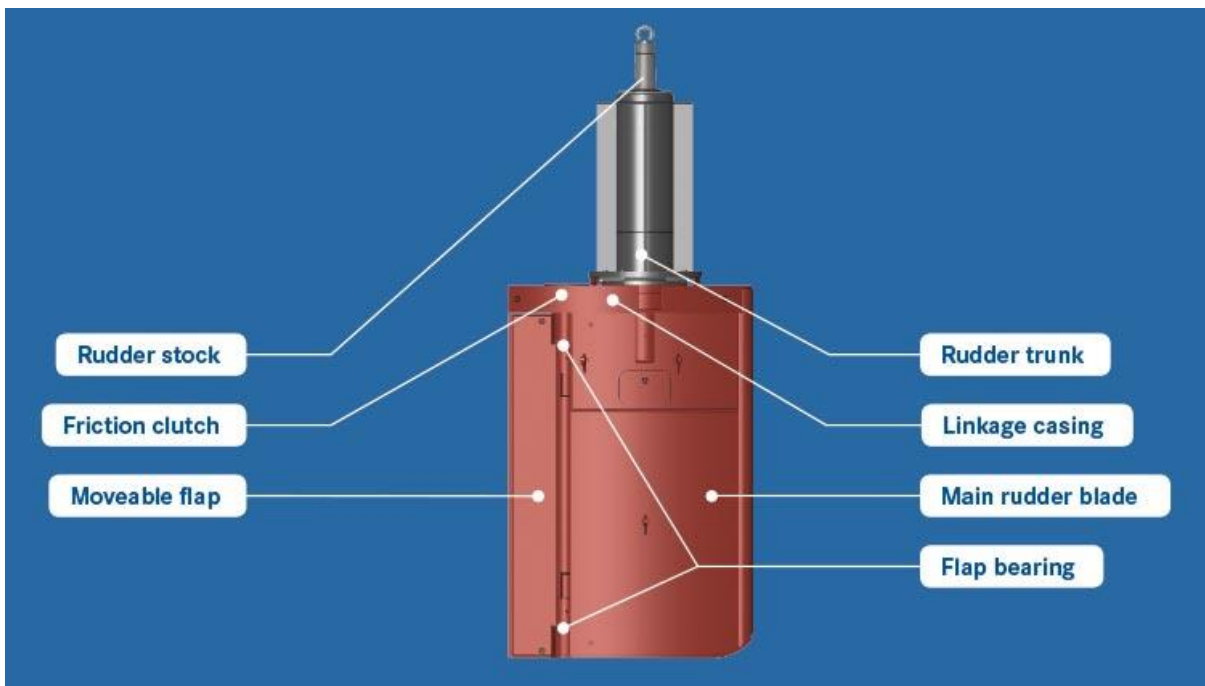
$$A_{MIN} = 0,01 * L_{pp} * T \left[ 1 + 50 \left( \frac{C_B * B}{L_{pp}} \right)^2 \right] = 79,8 \text{ m}^2$$

Es estimación es superior que el área de nuestro timón, pero en cambio esta se encuentra dentro de los porcentajes recomendados del área de deriva. Teniendo en cuenta esto decidimos escoger un perfil que confiera más sustentación al timón para compensar esta posible falta de área según el DNV.

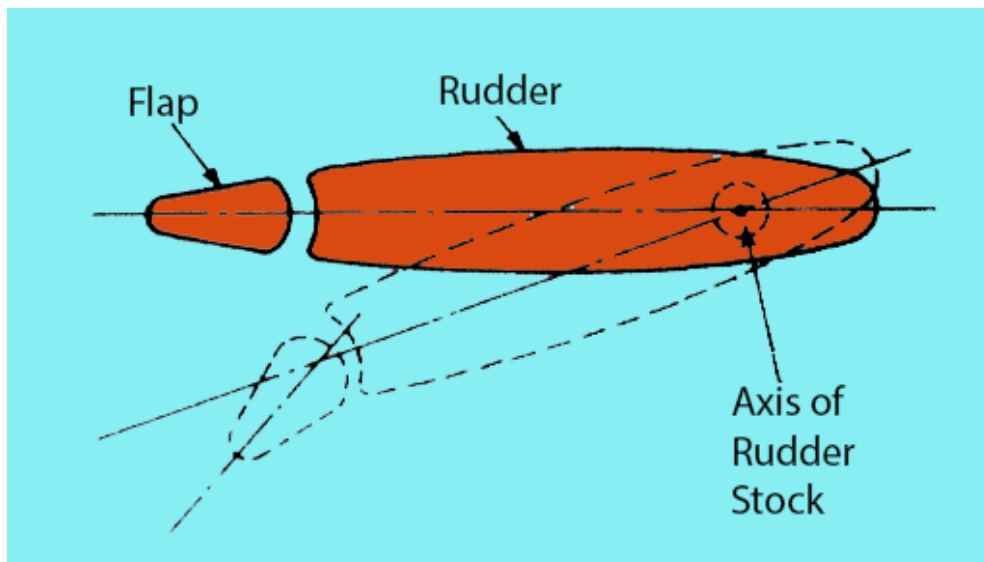
#### 4.1.3 Tipo de perfil

El perfil que instalaremos en nuestro buque proyecto será un timón con flap móvil o del tipo “Becker Rudder”, su nombre varía en función del fabricante pero el principio del mismo es idéntico en todos los casos: un flap móvil en la salida del timón con mayor ángulo de giro que el resto de la pala dándole así más sustentación al conjunto del timón.

Un esquema general, con una geometría distinta a la nuestra, sería el siguiente:



El flap móvil a la salida gira más que el resto del timón para ángulos superiores o maniobras en las que se necesite meter mucho timón. Esto se puede observar en el siguiente esquema de su vista en planta:



#### 4.1.4 Centros de presión

En la tabla siguiente se calcula el centro de presión del timón para cada zona mediante la expresión:

$$D = (0,2 + 0,3 * \sin \alpha) * L \text{ (para áreas prismáticas)}$$

$$D = \frac{2}{3} * L \text{ (para áreas triangulares)}$$

$$X_P^{AVANTE} = D - D_{E-A}$$

$$X_P^{CIANDO} = L - D - D_{E-A}$$

donde:

D = distancia desde el borde de ataque al centro de presión

L = longitud media de cada zona del timón

$\alpha = 35^\circ$  según las recomendaciones del SOLAS

$X_P^{AVANTE}$  = Distancia del centro de presión avante al borde de ataque

$X_P^{CIANDO}$  = Distancia del centro de presión ciando al borde de ataque

$D_{E-A}$  = Distancia del eje del timón (mecha) al borde de ataque

ZONA	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (m2)	Eje-Ataque (mm)	D (mm)	Xp (mm) ciando	A*Xp ci	Xp (mm) avante	A*Xp av
A	2200	5650	6,22	1160	3767	723	4496	2607	16200
B	2750	5650	15,54	1160	2102	2388	37100	942	14640
C	550	4000	2,20	-490	1488	3002	6604	1978	4352
D	6350	6350	40,32	1860	2363	2127	85780	503	20269
<b>TOTAL</b>	11850		64,28				133979		55461

$$X_P^{CIANDO} = \frac{\sum(A * X_{Pci})}{\sum A} = \frac{133979}{64,28} = 2084 \text{ mm desde PP}$$

$$X_P^{AVANTE} = \frac{\sum(A * X_{Pav})}{\sum A} = \frac{55461}{64,28} = 863 \text{ mm desde PP}$$

#### 4.1.5 Potencia del servo-motor del timón

Mediante la fórmula de Jeagger calculamos la fuerza y el par torsor necesario para girar la pala del timón:

$$F = \frac{41,35 * A * V^2 * \sin \alpha}{0,2 + 0,3 * \sin \alpha}$$

$$Q = F * X_P$$

En estas fórmulas consideraremos la velocidad avante:

$$V_{avante} = 16 \text{ knts} = 8,231 \text{ m/s}$$

14 nudos de la velocidad de servicio y 2 nudos de margen de seguridad.

Y la velocidad cuando:

$$V_{quando} = \frac{2}{3} * 16 \text{ knts} = 10,66 \text{ knts} = 5,487 \text{ m/s}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

	FUERZA (kg)	PAR TORSOR (kg*m)
<b>AVANTE</b>	277.590	239.521
<b>CIANDO</b>	123.374	257.164

El par que debe suministrar el servomotor es el máximo valor obtenido de par torsor de la tabla anterior multiplicado por 1,3 (margen del 30% como factor de riesgo):

$$Q_{SERVO} = PAR \ TORSOR * 1,3 = 257164 * 1,3 = 334 \ 313 \text{ kg} * \text{m}$$

La potencia necesaria del servo viene dada por la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * \omega}{\eta}$$

Donde: P = potencia necesaria  
 Q = par torsor  
 $\omega$  = velocidad angular  
 $\eta$  = 0,8 rendimiento del sistema

La velocidad angular  $\omega$  viene determinada por el SOLAS ya que obliga a que el timón pueda pasar de 30° en una banda a 35° en la banda contraria en menos de 25 segundos, por lo que  $\omega$ :

$$\omega = \frac{(35 + 30) * \pi}{25 * 180} = 0,045 \text{ rad/s}$$

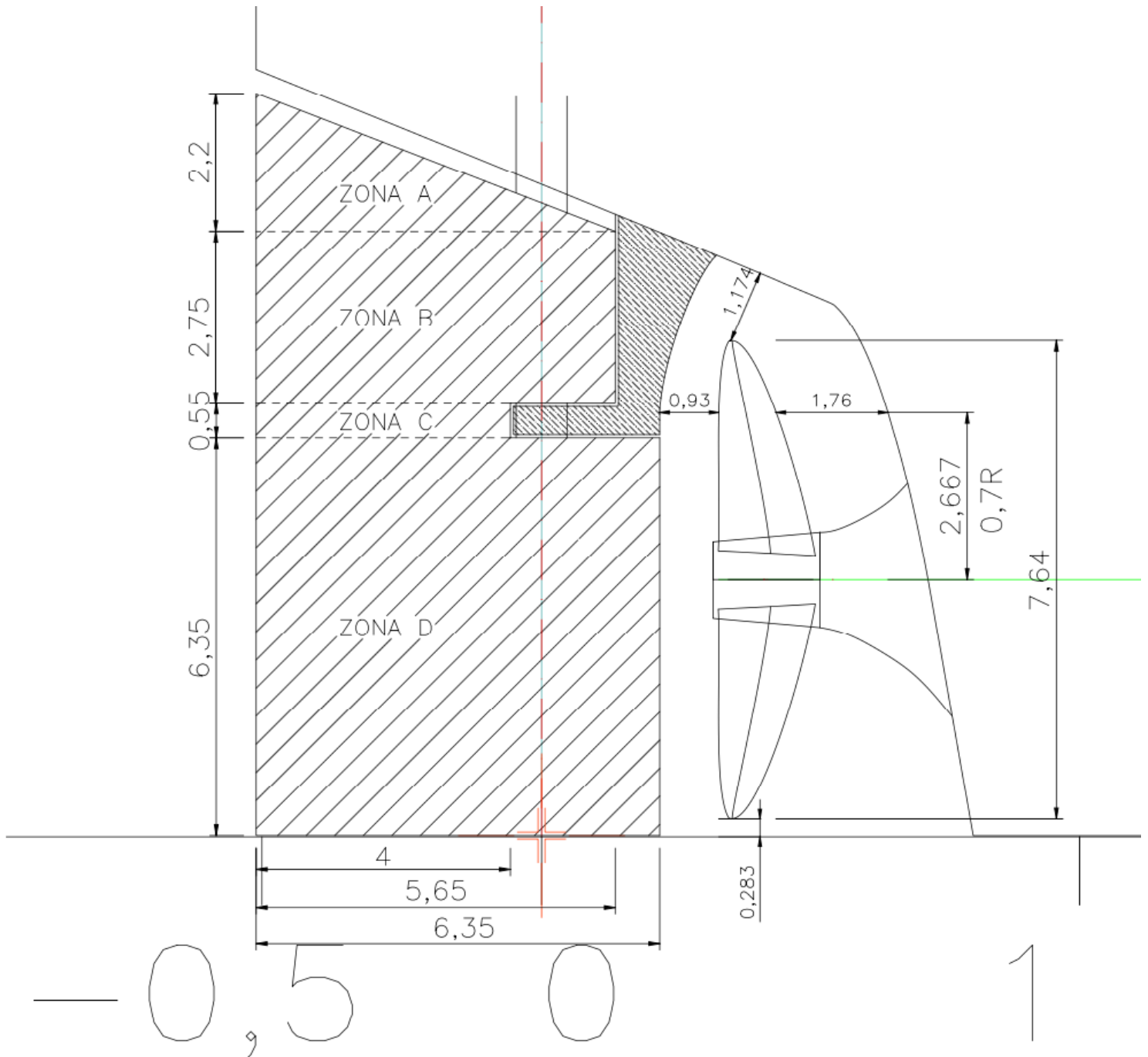
Y el valor de la potencia:

$$P = \frac{Q * \omega}{\eta} = \frac{334313 * 9,8 * 0,045}{0,8} = 184 \ 290 \text{ W} \approx 184,5 \text{ kW}$$

## 4.2 Comprobación huelgos codaste (timón-hélice)

Por último, ya con nuestro timón diseñado y calculado, y con nuestra hélice definida debemos comprobar los huelgos existentes en el codaste que serán mayores a los mínimos exigidos ya que los hemos tenido en cuenta a la hora de dimensionar la pala del timón.

Los huelgos finales del conjunto hélice-timón-codaste son los siguientes:



## 5 ANEXO 1\_INFORMES RESISTENCIA Y PROPULSIÓN

### 5.1 Informe Resistencia

#### Resistance

14 mar 2018 01:33

HydroComp NavCad 2014

Project ID

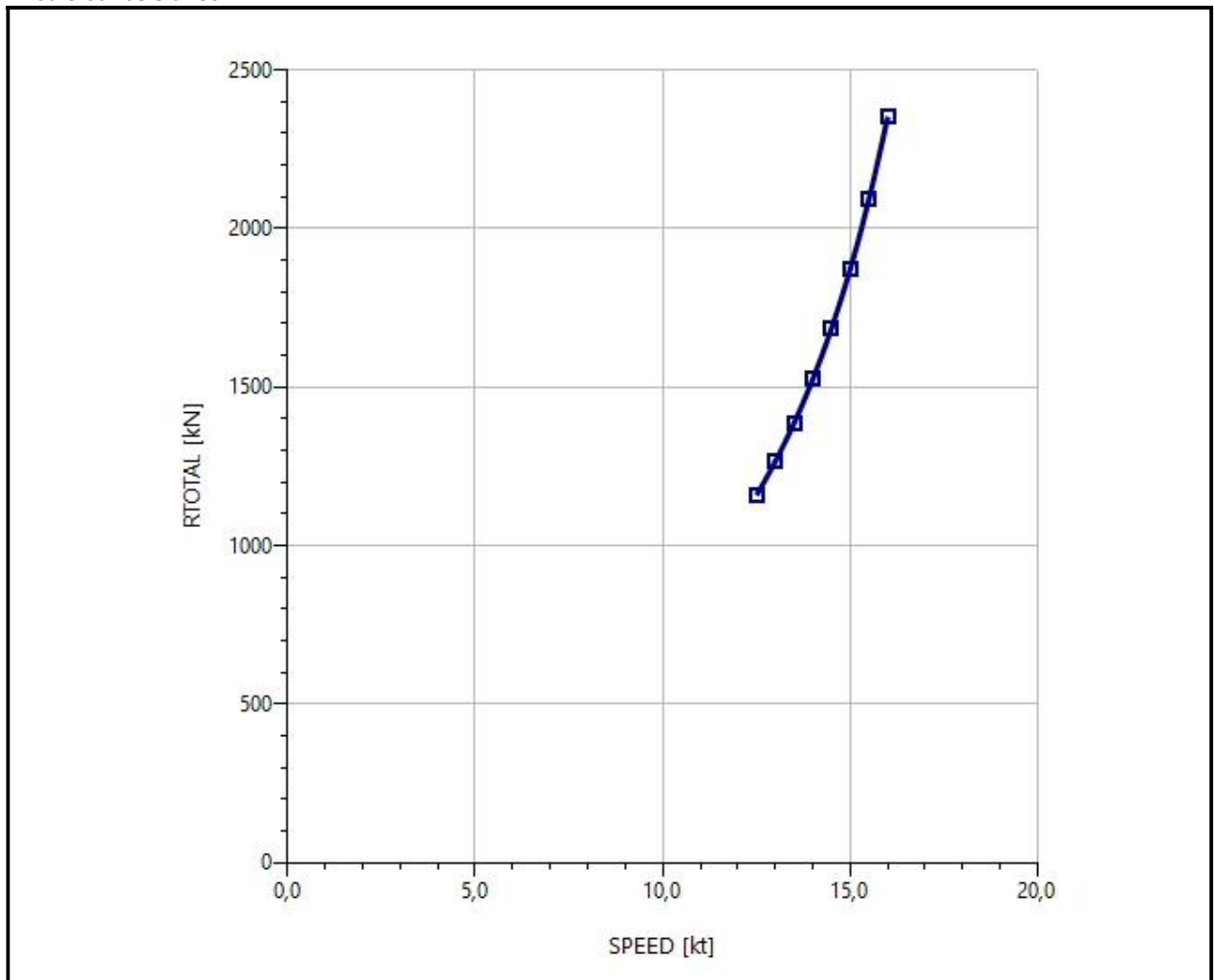
Description

File name **Potencia C6.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 [15%]
Hull form factor:	[On] 1,473		<b>Water properties</b>	
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			

#### Predicted resistance



## Resistance

14 mar 2018 01:33

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6.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 [15%]
Hull form factor:	[On]	1,473	<b>Water properties</b>	
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	0,15	0,88	5,89	2,84	1,09
Range	0,06-0,25	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	[CTLT/CF]	CR	dCF	CA	CT
12,50	0,130	0,285	1,35e9	0,001475	1,471	0,000367	0,000000	0,000300	0,002836
13,00	0,135	0,297	1,41e9	0,001468	1,470	0,000411	0,000000	0,000295	0,002864
13,50	0,140	0,308	1,46e9	0,001461	1,469	0,000472	0,000000	0,000290	0,002909
+ 14,00 +	0,145	0,320	1,51e9	0,001455	1,469	0,000554	0,000000	0,000285	0,002975
14,50	0,151	0,331	1,57e9	0,001449	1,468	0,000659	0,000000	0,000280	0,003066
15,00	0,156	0,342	1,62e9	0,001443	1,467	0,000792	0,000000	0,000276	0,003184
15,50	0,161	0,354	1,68e9	0,001437	1,466	0,000955	0,000000	0,000271	0,003333
16,00	0,166	0,365	1,73e9	0,001432	1,465	0,001152	0,000000	0,000267	0,003515
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
12,50	959,47	47,97	0,00	0,00	0,00	151,12	151,12	1158,56	
13,00	1047,86	52,39	0,00	0,00	0,00	165,04	165,04	1265,29	
13,50	1147,92	57,40	0,00	0,00	0,00	180,80	180,80	1386,11	
+ 14,00 +	1262,66	63,13	0,00	0,00	0,00	198,87	198,87	1524,67	
14,50	1395,68	69,78	0,00	0,00	0,00	219,82	219,82	1685,29	
15,00	1551,10	77,55	0,00	0,00	0,00	244,30	244,30	1872,95	
15,50	1733,59	86,68	0,00	0,00	0,00	273,04	273,04	2093,31	
16,00	1948,38	97,42	0,00	0,00	0,00	306,87	306,87	2352,67	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
12,50	6169,9	7450,2	0,00526	0,04064	0,00069				
13,00	7007,9	8462,0	0,00589	0,04103	0,00075				
13,50	7972,3	9626,5	0,00677	0,04168	0,00082				
+ 14,00 +	9094,0	10981,0	0,00793	0,04263	0,00090				
14,50	10411,0	12571,3	0,00945	0,04393	0,00100				
15,00	11969,3	14452,9	0,01135	0,04562	0,00111				
15,50	13823,5	16691,8	0,01368	0,04775	0,00124				
16,00	16037,3	19365,1	0,01650	0,05037	0,00139				

Report ID20180314-1333

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539



## Resistance

14 mar 2018 01:33

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6.hcnc**

### Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>249,900 m</b>	LCG fwd TR:	<i>[XCG/LP 0,000]</i> <b>0,000 m</b>
Max beam on WL:	<i>[LWL/BWL 5,894]</i> <b>42,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<i>[BWL/T 2,836]</i> <b>14,950 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<i>[CB 0,878]</i> <b>142688,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	<i>[CS 2,705]</i> <b>15947,0 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR:	<i>[XCB/LWL 0,535]</i> <b>133,720 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<i>[XCF/LWL 0,515]</i> <b>128,720 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	<i>[CX 0,999]</i> <b>633,2 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<i>[CWP 0,940]</i> <b>9962,0 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>0,0 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>0,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>7640,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>0,000 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	<i>[ATR/AX 0,039]</i> <b>25,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<i>[BTR/BWL 0,321]</i> <b>13,630 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<i>[TTR/T 0,185]</i> <b>2,770 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>67,00 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	<i>[WL flow]</i> <b>1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	<i>[WL flow]</i> <b>1,0</b>	Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

Report ID20180314-1333

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

## Resistance

14 mar 2018 01:33

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6.hcnc**

### Appendage data

<b>General</b>		<b>Skeg/Keel</b>	
Definition:	<b>Percentage</b>	Count:	<b>0</b>
Percent of hull drag:	<b>5,00 %</b>	Type:	<b>Skeg</b>
<b>Planing influence</b>		Mean length:	<b>0,000 m</b>
LCE fwd TR:	<b>0,000 m</b>	Mean width:	<b>0,000 m</b>
VCE below WL:	<b>0,000 m</b>	Height aft:	<b>0,000 m</b>
<b>Shafting</b>		Height mid:	<b>0,000 m</b>
Count:	<b>1</b>	Height fwd:	<b>0,000 m</b>
Max prop diameter:	<b>7640,0 mm</b>	Projected area:	<b>0,0 m2</b>
Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>	Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>
Exposed shaft length:	<b>0,000 m</b>	<b>Stabilizer</b>	
Shaft diameter:	<b>0,000 m</b>	Count:	<b>0</b>
Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>	Root chord:	<b>0,000 m</b>
Strut bossing length:	<b>0,000 m</b>	Tip chord:	<b>0,000 m</b>
Bossing diameter:	<b>0,000 m</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>	T/C ratio:	<b>0,000</b>
Hull bossing length:	<b>0,000 m</b>	LE sweep:	<b>0,00 deg</b>
Bossing diameter:	<b>0,000 m</b>	Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>
Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>	Projected area:	<b>0,0 m2</b>
<b>Strut (per shaft line)</b>		Dynamic multiplier:	<b>1,00</b>
Count:	<b>0</b>	<b>Bilge keel</b>	
Root chord:	<b>0,000 m</b>	Count:	<b>0</b>
Tip chord:	<b>0,000 mm</b>	Mean length:	<b>0,000 m</b>
Span:	<b>0,000 m</b>	Mean base width:	<b>0,000 m</b>
T/C ratio:	<b>0,000</b>	Mean projection:	<b>0,000 m</b>
Projected area:	<b>0,0 m2</b>	Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>
Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>	<b>Tunnel thruster</b>	
Exposed palm depth:	<b>0,000 m</b>	Count:	<b>1</b>
Exposed palm width:	<b>0,000 m</b>	Diameter:	<b>0,000 m</b>
<b>Rudder</b>		<b>Sonar dome</b>	
Count:	<b>1</b>	Count:	<b>0</b>
Rudder location:	<b>Behind propeller</b>	Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>
Type:	<b>Balanced foil</b>	<b>Miscellaneous</b>	
Root chord:	<b>0,000 m</b>	Count:	<b>0</b>
Tip chord:	<b>0,000 m</b>	Drag area:	<b>0,0 m2</b>
Span:	<b>0,000 m</b>	Drag coef:	<b>0,00</b>
T/C ratio:	<b>0,000</b>		
LE sweep:	<b>0,00 deg</b>		
Projected area:	<b>0,0 m2</b>		
Wetted surface:	<b>0,0 m2</b>		

### Environment data

<b>Wind</b>		<b>Seas</b>	
Wind speed:	<b>0,00 kt</b>	Significant wave ht:	<b>0,000 m</b>
Angle off bow:	<b>0,00 deg</b>	Modal wave period:	<b>0,0 sec</b>
Gradient correction:	<b>Off</b>	<b>Shallow/channel</b>	
<b>Exposed hull</b>		Water depth:	<b>0,000 m</b>
Transverse area:	<b>0,0 m2</b>	Type:	<b>Shallow water</b>
VCE above WL:	<b>0,000 m</b>	Channel width:	<b>0,000 m</b>
Profile area:	<b>0,0 m2</b>	Channel side slope:	<b>0,00 deg</b>
<b>Superstructure</b>		Hull girth:	<b>0,000 m</b>
Superstructure shape:	<b>Cargo ship</b>		
Transverse area:	<b>0,0 m2</b>		
VCE above WL:	<b>0,000 m</b>		
Profile area:	<b>0,0 m2</b>		

## Resistance

14 mar 2018 01:33

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name

Potencia C6.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

## 5.2 Informe Propulsion

### Propulsion

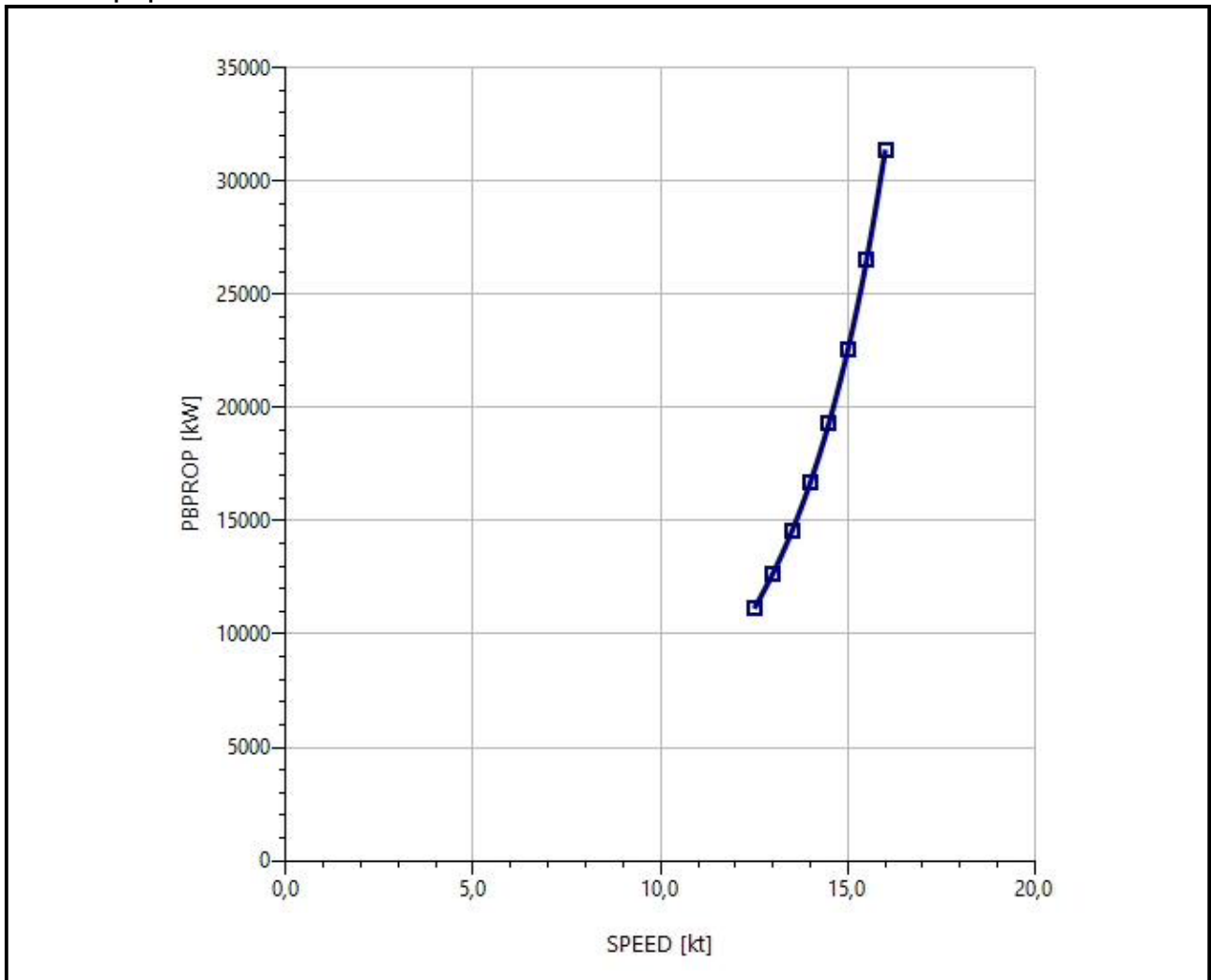
19 mar 2018 11:53  
 HydroComp NavCad 2014

Project ID  
 Description  
 File name **Potencia C6.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:	7640,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,473	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:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

#### Predicted propulsion



## Propulsion

19 mar 2018 11:52

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6.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:	7640,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,473	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:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,88	5,89	2,84
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 [%]
12,50	7450,2	0,5643	0,2250	1,0081	79	11130,6	---	0,0
13,00	8462,0	0,5638	0,2250	1,0081	82	12690,7	---	0,0
13,50	9626,5	0,5634	0,2250	1,0081	86	14524,0	---	0,0
+ 14,00 +	10981,0	0,5629	0,2250	1,0081	90	16708,9	---	0,0
14,50	12571,3	0,5625	0,2250	1,0081	94	19345,2	---	0,0
15,00	14452,9	0,5621	0,2250	1,0081	99	22558,7	---	0,0
15,50	16691,8	0,5617	0,2250	1,0081	104	26506,2	---	0,0
16,00	19365,1	0,5613	0,2250	1,0081	110	31380,9	---	0,0
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,50	80	1306,71	1333,30	10908,0	11130,6	11130,6	11130,6	808,4
13,00	84	1426,62	1455,65	12436,9	12690,7	12690,7	12690,7	737,4
13,50	88	1561,90	1593,68	14233,5	14524,0	14524,0	14524,0	669,1
+ 14,00 +	92	1716,49	1751,42	16374,7	16708,9	16708,9	16708,9	603,2
14,50	96	1895,03	1933,59	18958,3	19345,2	19345,2	19345,2	539,6
15,00	101	2102,87	2145,66	22107,6	22558,7	22558,7	22558,7	478,7
15,50	107	2346,06	2393,80	25976,1	26506,2	26506,2	26506,2	421,0
16,00	113	2631,35	2684,89	30753,3	31380,9	31380,9	31380,9	367,0
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST			
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]		
12,50	0,3809	1,0000	0,6693	0,76649	1494,98	1158,56		
13,00	0,3799	1,0000	0,6668	0,76728	1632,71	1265,29		
13,50	0,3780	1,0000	0,6628	0,7687	1788,60	1386,11		
+ 14,00 +	0,3752	1,0000	0,6572	0,77084	1967,39	1524,67		
14,50	0,3714	1,0000	0,6498	0,77373	2174,65	1685,29		
15,00	0,3665	1,0000	0,6407	0,77736	2416,81	1872,95		
15,50	0,3605	1,0000	0,6297	0,78172	2701,16	2093,31		
16,00	0,3536	1,0000	0,6171	0,78673	3035,83	2352,67		

## Propulsion

19 mar 2018 11:52

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6.hcnc**

### Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
12,50	0,2738	0,2384	0,02728	3,1801	1,3287	8,098	21,089	3,93e7	
13,00	0,2730	0,2388	0,02731	3,2039	1,3423	8,1586	21,304	4,11e7	
13,50	0,2715	0,2394	0,02736	3,2477	1,3674	8,2703	21,703	4,29e7	
+ 14,00 +	0,2692	0,2403	0,02744	3,3151	1,4062	8,4418	22,319	4,49e7	
14,50	0,2661	0,2415	0,02754	3,4094	1,4612	8,6818	23,192	4,71e7	
15,00	0,2622	0,2430	0,02768	3,5341	1,5348	8,9994	24,361	4,95e7	
15,50	0,2575	0,2449	0,02784	3,6926	1,6301	9,4031	25,873	5,21e7	
16,00	0,2521	0,2470	0,02802	3,8881	1,7501	9,9011	27,778	5,50e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,50	51,85	3,89	0,79	32,15	0,580	46,56	2,1	2,1	4201,0
13,00	47,83	3,56	0,73	33,57	0,615	50,85 !	2,4	2,4	4198,7
13,50	44,26	3,26	0,66	35,09	0,655	55,70 !	2,8	2,8	4194,6
+ 14,00 +	41,07	2,98	0,61	36,74	0,700	61,27 !!	3,3	3,3	4188,4
14,50	38,21	2,71	0,55	38,52	0,753	67,73 !!	3,9	3,9	4180,0
15,00	35,64	2,45	0,50	40,48	0,815	75,27 !!	4,8	4,8	4169,4
15,50	33,32	2,21	0,45	42,64	0,887	84,12 !!	6,0	6,0	4156,6
16,00	31,22	1,98	0,40	45,01	0,972	94,55 !!	7,5	7,5	4141,8

Report ID20180319-1152

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

## Propulsion

19 mar 2018 11:52

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6.hcnc**

### Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>249,900 m</b>	LCG fwd TR: [XCG/LP 0,000]	<b>0,000 m</b>
Max beam on WL: [LWL/BWL 5,894]	<b>42,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft: [BWL/T 2,836]	<b>14,950 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement: [CB 0,878]	<b>142688,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface: [CS 2,705]	<b>15947,0 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR: [XCB/LWL 0,535]	<b>133,720 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR: [XCF/LWL 0,515]	<b>128,720 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area: [CX 0,999]	<b>633,2 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area: [CWP 0,940]	<b>9962,0 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>0,0 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>0,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>7640,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>0,000 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area: [ATR/AX 0,039]	<b>25,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL: [BTR/BWL 0,321]	<b>13,630 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion: [TTR/T 0,185]	<b>2,770 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>67,00 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor: [WL flow]	<b>1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor: [WL flow]	<b>1,0</b>	Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By thrust</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>6</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,7004</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>7640,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch: [P/D 0,7094]	<b>5420,0 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>10850,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
Engine/gear		Design condition	
Engine data:		Max prop diam:	<b>7640,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design speed:	<b>14,00 kt</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference power:	<b>0,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>0,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>90,0</b>
Gear ratio:	<b>0,980</b> [Size]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

## Propulsion

19 mar 2018 11:52  
HydroComp NavCad 2014

Project ID  
Description  
File name **Potencia C6.hnc**

### 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  
PBPROP = Brake power per propulsor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
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  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = 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



## **6 ANEXO 2\_INFORMES HÉLICES**

**Analysis parameters**

<b>Hull-propulsor interaction</b>		<b>System analysis</b>	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	7640,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,473	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:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

**Prediction method check [Holtrop]**

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,88	5,89	2,84
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 [%]
12,50	7450,2	0,5643	0,2250	1,0072	74	11864,7	---	56,7
13,00	8462,0	0,5638	0,2250	1,0072	77	13530,4	---	64,7
13,50	9626,5	0,5634	0,2250	1,0072	81	15490,6	---	74,1
+ 14,00 +	10981,0	0,5629	0,2250	1,0072	85	17830,5	---	85,3
14,50	12571,3	0,5625	0,2250	1,0072	89	20658,8	---	98,8
15,00	14452,9	0,5621	0,2250	1,0072	94	24112,4	---	115,3
15,50	16691,8	0,5617	0,2250	1,0072	99	28362,3	---	135,6
16,00	19365,1	0,5613	0,2250	1,0072	104	33619,5	---	160,8
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,50	74	1507,25	1507,25	11627,4	11864,7	11864,7	11864,7	758,4
13,00	77	1645,77	1645,77	13259,7	13530,4	13530,4	13530,4	691,6
13,50	81	1802,25	1802,25	15180,8	15490,6	15490,6	15490,6	627,4
+ 14,00 +	85	1981,32	1981,32	17473,9	17830,5	17830,5	17830,5	565,2
14,50	89	2188,44	2188,44	20245,6	20658,8	20658,8	20658,8	505,3
15,00	94	2429,88	2429,88	23630,2	24112,4	24112,4	24112,4	447,8
15,50	99	2712,78	2712,78	27795,1	28362,3	28362,3	28362,3	393,4
16,00	104	3045,06	3045,06	32947,1	33619,5	33619,5	33619,5	342,6
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST			
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]		
12,50	0,3577	1,0000	0,6279	0,71969	1494,98	1158,56		
13,00	0,3566	1,0000	0,6254	0,72028	1632,71	1265,29		
13,50	0,3547	1,0000	0,6214	0,72136	1788,60	1386,11		
+ 14,00 +	0,3519	1,0000	0,6159	0,72297	1967,39	1524,67		
14,50	0,3480	1,0000	0,6085	0,72515	2174,65	1685,29		
15,00	0,3431	1,0000	0,5994	0,7279	2416,81	1872,95		
15,50	0,3372	1,0000	0,5885	0,73119	2701,16	2093,31		
16,00	0,3303	1,0000	0,5760	0,73498	3035,83	2352,67		

**Prediction results [Propulsor]**

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
12,50	0,2966	0,2797	0,03691	3,1801	1,4151	8,098	22,48	5,08e7	
13,00	0,2956	0,2800	0,03695	3,2039	1,4298	8,1586	22,714	5,30e7	
13,50	0,2940	0,2807	0,03702	3,2477	1,4571	8,2703	23,147	5,54e7	
+ 14,00 +	0,2915	0,2816	0,03712	3,3151	1,4993	8,4417	23,818	5,80e7	
14,50	0,2881	0,2829	0,03726	3,4094	1,559	8,6818	24,766	6,09e7	
15,00	0,2837	0,2845	0,03744	3,5341	1,6391	8,9994	26,039	6,40e7	
15,50	0,2785	0,2865	0,03766	3,6926	1,7428	9,4031	27,685	6,74e7	
16,00	0,2725	0,2887	0,03790	3,8881	1,8733	9,9011	29,759	7,11e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,50	51,85	4,56	0,93	29,68	0,507	49,99 !	3,8	3,8	4549,8
13,00	47,83	4,18	0,85	31,00	0,535	54,59 !	4,4	4,4	4547,0
13,50	44,26	3,82	0,78	32,41	0,567	59,80 !!	5,0	5,0	4542,0
+ 14,00 +	41,07	3,49	0,71	33,93	0,604	65,78 !!	5,9	5,9	4534,4
14,50	38,21	3,17	0,64	35,59	0,646	72,71 !!	6,9	6,9	4524,2
15,00	35,64	2,87	0,58	37,42	0,696	80,81 !!	8,3	8,3	4511,2
15,50	33,32	2,58	0,53	39,42	0,754	90,32 !!	10,0	10,0	4495,7
16,00	31,22	2,32	0,47	41,63	0,823	101,51 !!	12,3	12,3	4477,7

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>249,900 m</b>	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] <b>0,000 m</b>
Max beam on WL: [LWL/BWL 5,894]	<b>42,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft: [BWL/T 2,836]	<b>14,950 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement: [CB 0,878]	<b>142688,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface: [CS 2,705]	<b>15947,0 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR: [XCB/LWL 0,535]	<b>133,720 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR: [XCF/LWL 0,515]	<b>128,720 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area: [CX 0,999]	<b>633,2 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area: [CWP 0,940]	<b>9962,0 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>0,0 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>0,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>7640,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>0,000 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area: [ATR/AX 0,039]	<b>25,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL: [BTR/BWL 0,321]	<b>13,630 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion: [TTR/T 0,185]	<b>2,770 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>67,00 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor: [WL flow]	<b>1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor: [WL flow]	<b>1,0</b>	Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>4</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,6524</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>7640,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch: [P/D 0,8519]	<b>6508,3 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>10850,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:	<b>Win GD X72</b>	Max prop diam:	<b>7640,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>89 RPM</b>	Design speed:	<b>14,00 kt</b>
Rated power:	<b>20910,0 kW</b>	Reference power:	<b>20910,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>89,0</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b> [Keep]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

**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  
PBPROP = Brake power per propulsor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
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  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = 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

**Analysis parameters**

<b>Hull-propulsor interaction</b>		<b>System analysis</b>	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	7640,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,473	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:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

**Prediction method check [Holtrop]**

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,88	5,89	2,84
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 [%]
12,50	7450,2	0,5643	0,2250	1,0034	74	11606,1	---	55,5
13,00	8462,0	0,5638	0,2250	1,0034	77	13234,7	---	63,3
13,50	9626,5	0,5634	0,2250	1,0034	80	15150,7	---	72,5
+ 14,00 +	10981,0	0,5629	0,2250	1,0034	84	17436,8	---	83,4
14,50	12571,3	0,5625	0,2250	1,0034	88	20198,7	---	96,6
15,00	14452,9	0,5621	0,2250	1,0034	93	23569,8	---	112,7
15,50	16691,8	0,5617	0,2250	1,0034	98	27716,2	---	132,5
16,00	19365,1	0,5613	0,2250	1,0034	103	32843,1	---	157,1
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,50	74	1478,67	1478,67	11374,0	11606,1	11606,1	11606,1	775,3
13,00	77	1614,51	1614,51	12970,0	13234,7	13234,7	13234,7	707,1
13,50	80	1767,90	1767,90	14847,7	15150,7	15150,7	15150,7	641,4
+ 14,00 +	84	1943,36	1943,36	17088,0	17436,8	17436,8	17436,8	578,0
14,50	88	2146,20	2146,20	19794,7	20198,7	20198,7	20198,7	516,8
15,00	93	2382,58	2382,58	23098,4	23569,8	23569,8	23569,8	458,1
15,50	98	2659,42	2659,42	27161,8	27716,2	27716,2	27716,2	402,6
16,00	103	2984,47	2984,47	32186,2	32843,1	32843,1	32843,1	350,7
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST			
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]		
12,50	0,3670	1,0000	0,6419	0,73853	1494,98	1158,56		
13,00	0,3660	1,0000	0,6394	0,73918	1632,71	1265,29		
13,50	0,3641	1,0000	0,6354	0,74035	1788,60	1386,11		
+ 14,00 +	0,3612	1,0000	0,6298	0,74212	1967,39	1524,67		
14,50	0,3573	1,0000	0,6224	0,7445	2174,65	1685,29		
15,00	0,3524	1,0000	0,6132	0,7475	2416,81	1872,95		
15,50	0,3464	1,0000	0,6022	0,75109	2701,16	2093,31		
16,00	0,3394	1,0000	0,5896	0,75522	3035,83	2352,67		

**Prediction results [Propulsor]**

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
12,50	0,2986	0,2834	0,03670	3,1801	1,379	8,098	21,99	4,42e7	
13,00	0,2976	0,2838	0,03673	3,2039	1,3933	8,1586	22,218	4,62e7	
13,50	0,2960	0,2845	0,03680	3,2477	1,4197	8,2703	22,64	4,83e7	
+ 14,00 +	0,2934	0,2854	0,03691	3,3151	1,4606	8,4417	23,292	5,06e7	
14,50	0,2900	0,2868	0,03705	3,4094	1,5185	8,6818	24,215	5,30e7	
15,00	0,2857	0,2885	0,03722	3,5341	1,5962	8,9994	25,453	5,57e7	
15,50	0,2805	0,2905	0,03743	3,6926	1,6966	9,4031	27,054	5,87e7	
16,00	0,2744	0,2928	0,03768	3,8881	1,8231	9,9011	29,072	6,19e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,50	51,85	4,62	0,94	29,48	0,543	45,60	2,8	2,8	4580,4
13,00	47,83	4,24	0,86	30,79	0,575	49,80	3,2	3,2	4577,7
13,50	44,26	3,88	0,79	32,19	0,611	54,56 !	3,7	3,7	4572,7
+ 14,00 +	41,07	3,54	0,72	33,70	0,652	60,01 !!	4,4	4,4	4565,3
14,50	38,21	3,21	0,65	35,35	0,700	66,33 !!	5,2	5,2	4555,2
15,00	35,64	2,91	0,59	37,16	0,755	73,72 !!	6,2	6,2	4542,5
15,50	33,32	2,62	0,53	39,15	0,821	82,39 !!	7,6	7,6	4527,2
16,00	31,22	2,35	0,48	41,34	0,897	92,60 !!	9,4	9,4	4509,5

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>249,900 m</b>	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] <b>0,000 m</b>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,894] <b>42,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	[BWL/T 2,836] <b>14,950 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	[CB 0,878] <b>142688,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	[CS 2,705] <b>15947,0 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,535] <b>133,720 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,515] <b>128,720 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	[CX 0,999] <b>633,2 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	[CWP 0,940] <b>9962,0 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>0,0 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>0,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>7640,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>0,000 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,039] <b>25,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,321] <b>13,630 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	[TTR/T 0,185] <b>2,770 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>67,00 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	[WL flow] <b>1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	[WL flow] <b>1,0</b>	Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>5</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,7151</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>7640,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8317] <b>6353,8 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>10850,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:	<b>Win GD X72</b>	Max prop diam:	<b>7640,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>89 RPM</b>	Design speed:	<b>14,00 kt</b>
Rated power:	<b>20910,0 kW</b>	Reference power:	<b>20910,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>89,0</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b> [Keep]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		



**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  
PBPROP = Brake power per propulsor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
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  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = 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

# Propulsion

19 mar 2018 01:57

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **Potencia C6\_motor.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:	7640,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,473	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:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,88	5,89	2,84
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 [%]
12,50	7450,2	0,5643	0,2250	1,0109	73	11347,0	---	54,3
13,00	8462,0	0,5638	0,2250	1,0109	76	12938,7	---	61,9
13,50	9626,5	0,5634	0,2250	1,0109	80	14810,7	---	70,8
+ 14,00 +	10981,0	0,5629	0,2250	1,0109	84	17043,5	---	81,5
14,50	12571,3	0,5625	0,2250	1,0109	88	19740,2	---	94,4
15,00	14452,9	0,5621	0,2250	1,0109	92	23030,4	---	110,1
15,50	16691,8	0,5617	0,2250	1,0109	97	27076,0	---	129,5
16,00	19365,1	0,5613	0,2250	1,0109	103	32076,7	---	153,4
POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,50	73	1466,00	1466,00	11120,1	11347,0	11347,0	11347,0	793,0
13,00	76	1600,64	1600,64	12679,9	12938,7	12938,7	12938,7	723,3
13,50	80	1752,65	1752,65	14514,4	14810,7	14810,7	14810,7	656,2
+ 14,00 +	84	1926,49	1926,49	16702,6	17043,5	17043,5	17043,5	591,3
14,50	88	2127,42	2127,42	19345,4	19740,2	19740,2	19740,2	528,8
15,00	92	2361,52	2361,52	22569,8	23030,4	23030,4	23030,4	468,9
15,50	97	2635,65	2635,65	26534,5	27076,0	27076,0	27076,0	412,1
16,00	103	2957,46	2957,46	31435,1	32076,7	32076,7	32076,7	359,1
EFFICIENCY								
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]		
12,50	0,3726	1,0000	0,6566	0,74976	1494,98	1158,56		
13,00	0,3716	1,0000	0,6540	0,75045	1632,71	1265,29		
13,50	0,3697	1,0000	0,6500	0,7517	1788,60	1386,11		
+ 14,00 +	0,3668	1,0000	0,6443	0,75358	1967,39	1524,67		
14,50	0,3629	1,0000	0,6368	0,75611	2174,65	1685,29		
15,00	0,3579	1,0000	0,6276	0,7593	2416,81	1872,95		
15,50	0,3519	1,0000	0,6165	0,76312	2701,16	2093,31		
16,00	0,3449	1,0000	0,6037	0,7675	3035,83	2352,67		

**Prediction results [Propulsor]**

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
12,50	0,3005	0,2871	0,03686	3,1801	1,3583	8,098	21,499	3,99e7	
13,00	0,2996	0,2875	0,03690	3,2039	1,3724	8,1586	21,721	4,17e7	
13,50	0,2979	0,2882	0,03697	3,2477	1,3983	8,2703	22,131	4,36e7	
+ 14,00 +	0,2954	0,2892	0,03707	3,3151	1,4384	8,4417	22,766	4,56e7	
14,50	0,2920	0,2906	0,03722	3,4094	1,4952	8,6818	23,665	4,79e7	
15,00	0,2876	0,2924	0,03740	3,5341	1,5714	8,9994	24,87	5,03e7	
15,50	0,2824	0,2945	0,03762	3,6926	1,6699	9,4031	26,43	5,30e7	
16,00	0,2764	0,2970	0,03787	3,8881	1,794	9,9011	28,394	5,59e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,50	51,85	4,68	0,95	29,29	0,580	41,82	2,2	2,2	4610,2
13,00	47,83	4,29	0,87	30,59	0,615	45,67	2,5	2,5	4607,6
13,50	44,26	3,93	0,80	31,98	0,655	50,03	2,9	2,9	4602,8
+ 14,00 +	41,07	3,58	0,73	33,48	0,700	55,03 !	3,3	3,3	4595,6
14,50	38,21	3,26	0,66	35,12	0,753	60,83 !!	4,0	4,0	4585,8
15,00	35,64	2,95	0,60	36,91	0,815	67,60 !!	4,8	4,8	4573,4
15,50	33,32	2,66	0,54	38,88	0,887	75,55 !!	5,9	5,9	4558,5
16,00	31,22	2,38	0,49	41,05	0,972	84,92 !!	7,3	7,3	4541,3

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>249,900 m</b>	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] <b>0,000 m</b>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,894] <b>42,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	[BWL/T 2,836] <b>14,950 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	[CB 0,878] <b>142688,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	[CS 2,705] <b>15947,0 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,535] <b>133,720 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,515] <b>128,720 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	[CX 0,999] <b>633,2 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	[CWP 0,940] <b>9962,0 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>0,0 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>0,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>7640,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>0,000 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,039] <b>25,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,321] <b>13,630 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	[TTR/T 0,185] <b>2,770 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>67,00 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	[WL flow] <b>1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	[WL flow] <b>1,0</b>	Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>6</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,7799</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>7640,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8165] <b>6237,8 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>10850,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:	<b>Win GD X72</b>	Max prop diam:	<b>7640,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>89 RPM</b>	Design speed:	<b>14,00 kt</b>
Rated power:	<b>20910,0 kW</b>	Reference power:	<b>20910,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>89,0</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b> [Keep]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

**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  
PBPROP = Brake power per propulsor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
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  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = 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