



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*17-07 FERRY 1500 PAX Y 1000 ML*

*CUADERNO 6*

*DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES*

---

**Grado Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Marcos Covelo Fernández

**TUTOR**

Fernando Lago Rodríguez

**FECHA**

2017



Escola Politécnica Superior

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

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

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-07**

**TIPO DE BUQUE:** RO-PAX

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV GL, Marpol, Solas. SRTP.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 1500 pasajeros, 1000 metros lineales que permitirán transportar 30 tráileres y 115 turismos simultáneamente.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 26 nudos al 90% MCR, 15% de margen de mar, autonomía de 3000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** los propios de este tipo de buque.

**PROPULSIÓN:** Dual-fuel (diésel/GNL).

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 1500 pasajeros y 55 tripulantes.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** los propios de este tipo de buque.

Ferrol, 28 Setiembre 2016

**ALUMNO: D. Marcos Covelo Fernández**



## ÍNDICE:

<b>1. Introducción.....</b>	<b>pág-4</b>
<b>2. Características buque.....</b>	<b>pág-6</b>
<b>3. Estimación de la potencia propulsora.....</b>	<b>pág-7</b>
<b>4. Selección de la planta propulsora.....</b>	<b>pág-9</b>
<b>5. Cálculo del propulsor.....</b>	<b>pág-11</b>
<b>6. Claras en el codaste.....</b>	<b>pág-15</b>
<b>7. Cálculo del timón y de su perfil.....</b>	<b>pág-17</b>
<b>8. Propulsores de proa.....</b>	<b>pág-24</b>
<b>Planos.....</b>	<b>pág-27</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>pág-31</b>



## 1. Introducción:

En este proyecto se diseña un buque tipo Ro-Pax. Dicho buque será diseñado con objeto de transportar 1500 pasajeros y 1000 metros lineales de carga rodada, que le permitan albergar 115 turismos y 30 tráileres simultáneamente. Estará destinado para trayectos relativamente largos, por lo que contará con acomodación adecuada para viajes nocturnos (todos los pasajeros dispondrán de camarotes o cómodas butacas) y de diversos servicios a bordo (restaurante, cafeterías, tiendas, zonas de ocio). Será dotado con propulsión dual-fuel en línea con las actuales exigencias medioambientales. El diseño se realizará de acuerdo a la Sociedad de clasificación DNV-GL y será conforme con Marpol y Solas (incluyendo el requerimiento de retorno seguro a puerto SRTP). La velocidad de servicio que deberá alcanzar será de 26 Kn con una autonomía de 3000 millas.

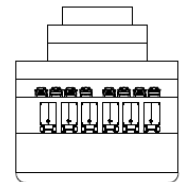
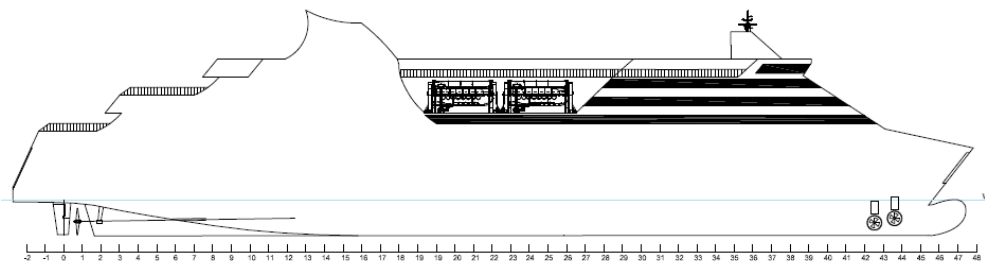
Neste proxecto diseñase un buque tipo Ro-Pax. Este buque estará deseñado para transportar 1500 pasaxeiros e 1000 metros lineais de carga rodada, o que lle permite acomodar 115 vehículos e 30 tráileres simultaneamente. Estará destinado a viaxes relativamente longas, polo que terá aloxamento adecuado para viaxes nocturnas (todos os pasaxeiros terán cabinas ou cómodos asentos) e varios servizos a bordo (restaurante, cafeterías, tendas, áreas de lecer). Estará equipado con propulsión de dobre combustible en liña cos requisitos ambientais actuais. O deseño realizarase segundo a sociedade de clasificación DNV-GL e estará de acordo con Marpol e Solas (incluído o requisito de retorno seguro a porto SRTP). A velocidade de servizo a alcanzar será de 26 Kn cunha autonomía de 3000 millas.

In this project a ship type Ro-Pax is designed. This vessel will be designed to carry 1500 passengers and 1000 linear meters of roll cargo, allowing it to accommodate 115 cars and 30 trailers simultaneously. It will be destined for long journeys, so it will have adequate accommodation for night trips (all passengers will have cabins or comfortable seats) and various services on board (restaurant, coffee shops, shops, leisure areas). It will be equipped with dual-fuel propulsion in line with current environmental requirements. The design will be made according to the DNV-GL classification society and will be in accordance with Marpol and Solas (including the safe return to port SRTP). The service speed to be achieved will be 26 knots with an autonomy of 3000 miles.



### Características buque Ferry

$L_{pp}$	130 m
$L_{total}$	145,6 m
<b>B</b>	24,4 m
<b>D</b>	7,84 m
$T_{diseño}$	5,26 m
<b>C<sub>b</sub></b>	0,58
<b>C<sub>m</sub></b>	0,960
<b>C<sub>p</sub></b>	0,60
<b>Despl</b>	9923,2 t
<b>Pasajeros</b>	1500
<b>Tripulación</b>	55
<b>Velocidad</b>	26 nudos
<b>BKw</b>	31768,6 Kw





## 2. Características buque:

Se decidió dotar al buque de 2 líneas de ejes, la cual suele ser la configuración representativa en este tipo de buques, ya que aporta:

- Mayor maniobrabilidad, la cual es necesaria en la operación del buque (entradas y salidas de puerto constantes).
- Redundancia de la propulsión, permitiendo en caso de avería seguir navegando. Esto está en consonancia con las exigencias de SRTP que el buque debe cumplir.
- Mejor funcionamiento de la propulsión, ya que disponer de dos hélices minimiza los problemas de cavitación o de sobrecarga que se podrían dar (el diámetro de la hélice está limitado en este tipo de buques por su bajo calado)

Dichas líneas de ejes serán movidas por 2 motores cada una, sumando un total de 4 motores dispuestos en dos cámaras de máquinas independientes. Dichos motores son de Dual-fuel, cumpliendo el requerimiento de la RPA. Por tanto, funcionarán con HFO y GNL, de los cuales se dispondrán tanques almacén.

El buque contará además con 2 bow thrusters que incrementen su maniobrabilidad en las situaciones de atraque y desatraque, permitiéndole operar sin necesidad de asistencia de remolcadores en la mayoría de situaciones.

El diámetro de las hélices viene determinado por el espacio disponible en el codaste. Tal y como se calculó en el cuaderno 3, el diámetro máximo del que podrá dotarse a las hélices es de 4 metros. Con dicho valor se consigue cumplir los huelgos que estipula la sociedad de clasificación (se indica en el apartado 5).

Dichas hélices se instalarán del tipo paso variable, ya que aportan una mayor rapidez de respuesta y mejor adaptación a diferentes situaciones de navegación.



### 3. Estimación de la potencia propulsora:

Se ha realizado la estimación de la potencia propulsora que necesitará el buque para cumplir los requerimientos de la RPA.

Para el cálculo de dicha potencia se utilizó el software Navcad 2010. Dadas las características del buque proyecto, se empleó el método de Holtrop, ya que encajan adecuadamente:

Method	Speed	Hull	Details	Parameters
Simple Towboat	OK	OK	OK	FN [design] 0,06-0,80 0,39
Holtrop	OK	OK	OK	CP 0,55-0,85 0,62
Blount/Fox	OK	OK	OK	LWL/BWL 3,90-14,90 5,69
Simple Ship	OK	Uncertain	Uncertain	BWL/T 2,10-4,00 4,06
Andersen	Fail	OK	OK	
Oortmerssen	OK	Uncertain	Uncertain	
Simple Planing	OK	Uncertain	Uncertain	
Series 62	OK	Fail	OK	
Simple Sailboat	OK	Fail	Uncertain	
Series 60	Fail	Uncertain	Uncertain	

Ranking: Best ■ Good ■ Fair ■ Poor ■

Se tomaron los valores hidrostáticos de la condición de plena carga para el cálculo, ya que se debe asegurar que se alcanza la velocidad indicada en RPA en la operación normal del buque.

A continuación se indican los valores introducidos en el programa:

#### Características del casco:

Desplazamiento	9314 t
Eslora en la flotación	142,31 m
Manga máx. en flotación	24,4 m
Calado máx.	4,935 m
Superficie mojada	3395 m <sup>2</sup>
LCB desde popa	66,924 m
LCF desde popa	59,092 m
Área máx. transversal	115,6 m <sup>2</sup>
Área flotación	2764,5 m <sup>2</sup>
Área transversal bulbo	14,8 m <sup>2</sup>
Distancia bulbo a flotación	1,39 m
Distancia bulbo a popa	143,25 m
Área de la popa sumergida	0 m <sup>2</sup>



Manga de la popa en flotación	0
Inmersión de la popa	0
Semiángulo de entrada	15,57 °
Factor forma de proa	1
Factor forma de popa	1
<b>Apéndices:</b>	
Porcentaje	10%
<b>Margen:</b>	
Sobre el casco y demás elementos	15% (margen de mar)
<b>Propulsor:</b>	
Número de propulsores	2
Tipo	Hélice de paso variable
Serie	B de Wageningen
Diámetro máx.	4000 mm
Inmersión centro de la hélice	3000 mm
Eficiencia reductora	0,97
Eficiencia eje	0,98
Punto de trabajo del motor	90%

Con dicha configuración se obtuvieron los siguientes resultados:

**Potencia total necesaria = 32578,7 Kw**

Los cálculos pormenorizados se incluyen en el anexo.





## 4. Selección de la planta propulsora:

A partir de los resultados obtenidos en el apartado anterior se definió la planta propulsora más adecuada para el buque proyecto. Tal y como se indicó con anterioridad el buque estará dotado de dos líneas de ejes.

El buque cuenta con un puntal limitado para alojar la cámara de máquinas, ya que incrementarlo supondría elevar las cubiertas de carga rodada, comprometiendo la estabilidad y navegabilidad del buque (elevación del centro de gravedad). Por ello, tras el dimensionado inicial se cuenta con un puntal para la cámara de máquinas de:

$$7,84 \text{ (puntal cub. Ppal)} - 1,7 \text{ (doble fondo)} = 6,14 \text{ m}$$

Se evaluaron dos posibles configuraciones de la planta propulsora:

- 2 motores, uno por cada línea de ejes:  
En el mercado no se encontró ningún motor dual-fuel que aportara la potencia necesaria (16289 Kw) y encajara en el puntal disponible. Por ello, esta disposición exigiría elevar la posición de todas las cubiertas. Esto no solo supondría empeorar la estabilidad del buque sino que incrementaría el coste de acero de su construcción.
  
- 4 motores, acoplados dos a dos a cada línea de ejes:  
Supone una instalación de mayor complejidad técnica y que ocupa mayor volumen. Sin embargo, al repartir la potencia necesaria entre 4 motores (8144 kw), estos son de menor tamaño y existen opciones en el mercado que encajen en el puntal antes citado. Además presenta como ventaja una mayor redundancia en caso de avería (no se limita la maniobrabilidad del buque al perder un motor, pudiendo operar todavía ambas líneas de ejes).

Con todo lo expuesto se decidió optar por instalar 4 motores acoplados dos a dos a cada línea de ejes.

La generación eléctrica mediante PTO se destinará únicamente a los bow thrusters, los cuales se activarán al maniobrar en puerto donde el buque no se propulsa a máxima velocidad. Por ello no se tendrá en cuenta para el dimensionamiento del motor. Por tanto, la potencia requerida resulta:

$$P_{\text{total}} = 32578,7 \text{ Kw} \quad P_{\text{motor}} = 8144 \text{ Kw}$$



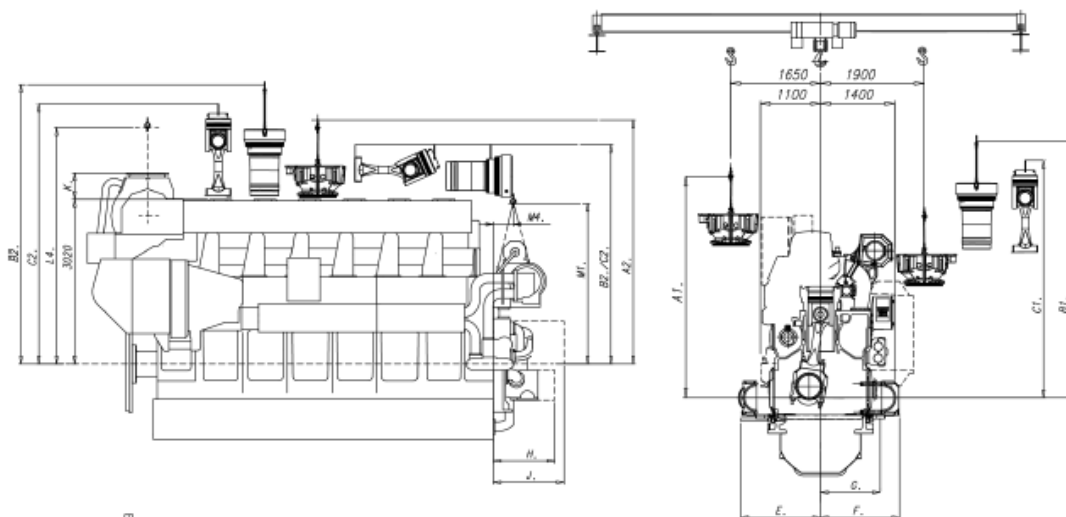
De entre las opciones existentes en el mercado se seleccionó como la más adecuada la siguiente:

### Wärtsilä 8L46DF (9160 Kw)

Cylinder configuration	IMO Tier 2	
	kW	bhp
W 6L46DF	6870	9340
W 7L46DF	8015	10900
W 8L46DF	9160	12450
W 9L46DF	10305	14010
W 12V46DF	13740	18680
W 14V46DF	16030	21790
W 16V46DF	18320	24910

The Wärtsilä 46DF is a 4-stroke, non-reversible, turbocharged and intercooled diesel engine with direct fuel injection (twin pump).

Cylinder bore	460 mm
Stroke	580 mm
Piston displacement	96.4 l/cyl
Number of valves	2 inlet valves and 2 exhaust valves
Cylinder configuration	6, 7, 8 and 9 in-line; 12, 14 and 16 in V-form
Direction of rotation	clockwise, counter-clockwise on request
Speed	600 rpm
Mean piston speed	11.6 m/s



Services spaces in mm		6-7L46DF	8L-9L46DF
A1	Height needed for overhauling cylinder head over accumulator	4060	
A2	Height needed for transporting cylinder head freely over adjacent cylinder head covers	4470	
B1	Height needed for overhauling cylinder liner	4700	
B2	Height needed for transporting cylinder liner freely over adjacent cylinder head covers	4020 / 5120	
C1	Height needed for overhauling piston and connecting rod	4350	
C2	Height needed for transporting piston and connecting rod freely over adjacent cylinder head covers	4020 / 4770	
D1	Recommended location of rail for removing the CAC on engine rear side	1900	2100
D2	Recommended location of starting point for rails	400	
D3	Minimum width needed for CAC overhauling	1950	2300
D4	Minimum width needed for turning of overhauled CAC	2120	2510
E	Width needed for removing main bearing side screw	1470	
F	Width needed for dismantling connecting rod big end bearing	1450	
G	Width of lifting tool for hydraulic cylinder / main bearing nuts	1100	



## 5. Cálculo del propulsor:

Una vez determinada la planta propulsora con la que se dotará al buque, se procedió a calcular las hélices óptimas.

El cálculo se realizó de nuevo mediante el software Navcad. Teniendo en cuenta la elevada potencia a transmitir, se estudiaron hélices de 4, 5 y 6 palas (de paso variable). Se utilizó la serie B de Wageningen, por ser una serie ampliamente utilizada y probada. La condición de cavitación se analizó mediante el criterio de Keller. Tal y como se indicó con anterioridad, se tomó como diámetro máximo permitido para la hélice 4 metros.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada tipo de hélice, los datos pormenorizados se incluyen en el anexo:

### - 4 palas:

El programa obtuvo que la hélice de 4 palas que mejor se adapta a las condiciones del buque es:

<b>Hélice 4 palas</b>	
<b>Relación de área expandida</b>	1,05
<b>Diámetro hélice</b>	4000 mm
<b>Paso medio</b>	5129,8 mm
<b>Inmersión del eje</b>	3000 mm

Con dicha hélice los resultados obtenidos con respecto a la propulsión del buque son los siguientes:

<b>Resultados propulsor 4 palas</b>	
<b>Eficiencia del propulsor en aguas abiertas</b>	0,6453
<b>Eficiencia de la propulsión</b>	0,5994
<b>Coeficiente de mérito del propulsor</b>	0,40271
<b>Revoluciones del propulsor</b>	203 rpm



<b>Par del propulsor en aguas abiertas</b>	657,15 KN·m
<b>Potencia entregada por cada propulsor</b>	14563,3 Kw
<b>Potencia en el eje total</b>	29720,9 Kw
<b>Potencia al freno total</b>	30640,1 Kw

- **5 palas:**

El programa obtuvo que la hélice de 5 palas que mejor se adapta a las condiciones del buque era:

<b>Hélice 5 palas</b>	
<b>Relación de área expandida</b>	1,05
<b>Diámetro hélice</b>	4000 mm
<b>Paso medio</b>	4600,9 mm
<b>Inmersión del eje</b>	3000 mm

Con dicha hélice los resultados obtenidos con respecto a la propulsión del buque son los siguientes:

<b>Resultados propulsor 5 palas</b>	
<b>Eficiencia del propulsor en aguas abiertas</b>	0,6478
<b>Eficiencia de la propulsión</b>	0,6017
<b>Coeficiente de mérito del propulsor</b>	0,40425
<b>Revoluciones del propulsor</b>	233 rpm
<b>Par del propulsor en aguas abiertas</b>	572,14 KN·m
<b>Potencia entregada por cada propulsor</b>	14507,7 Kw



<b>Potencia en el eje total</b>	29607,6 Kw
<b>Potencia al freno total</b>	30523,3 Kw

- **6 palas:**

El programa obtuvo que la hélice de 6 palas que mejor se adapta a las condiciones del buque era:

**Hélice 6 palas**

<b>Relación de área expandida</b>	1,05
<b>Diámetro hélice</b>	4000 mm
<b>Paso medio</b>	4802,7 mm
<b>Inmersión del eje</b>	3000 mm

Con dicha hélice los resultados obtenidos con respecto a la propulsión del buque son los siguientes:

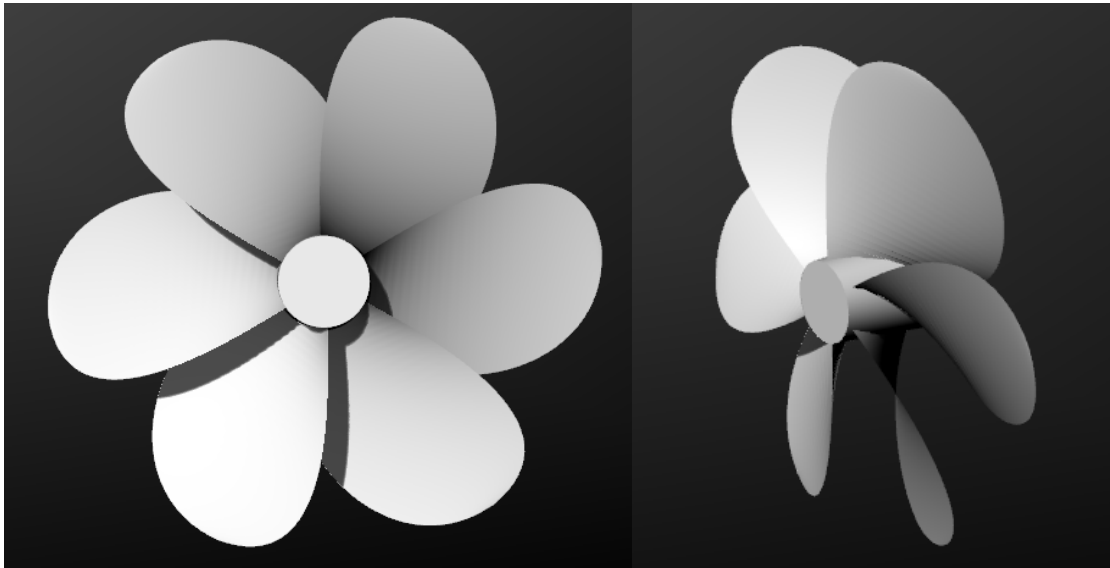
**Resultados propulsor 6 palas**

<b>Eficiencia del propulsor en aguas abiertas</b>	0,6549
<b>Eficiencia de la propulsión</b>	0,6136
<b>Coeficiente de mérito del propulsor</b>	0,40869
<b>Revoluciones del propulsor</b>	224 rpm
<b>Par del propulsor en aguas abiertas</b>	588,51 KN·m
<b>Potencia entregada por cada propulsor</b>	14226,5 Kw
<b>Potencia en el eje total</b>	29033,6 Kw
<b>Potencia al freno total</b>	29931,6 Kw



Comparando los resultados obtenidos se comprueba que la configuración más adecuada es la del propulsor de **6 palas**:

	<b>4 palas</b>	<b>5 palas</b>	<b>6 palas</b>
<b>Eficiencia del propulsor</b>	0,6453	0,6478	0,6549
<b>Potencia al freno total (Kw)</b>	30640,1	30523,3	29931,6



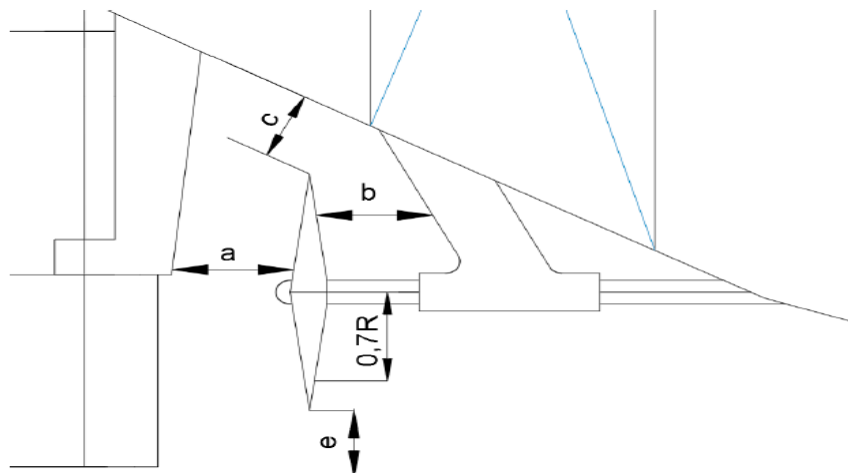
#### Hélice 6 palas

<b>Relación de área expandida</b>	1,05
<b>Diámetro hélice</b>	4000 mm
<b>Paso medio</b>	4802,7 mm
<b>Inmersión del eje</b>	3000 mm

## 6. Claras en el codaste:

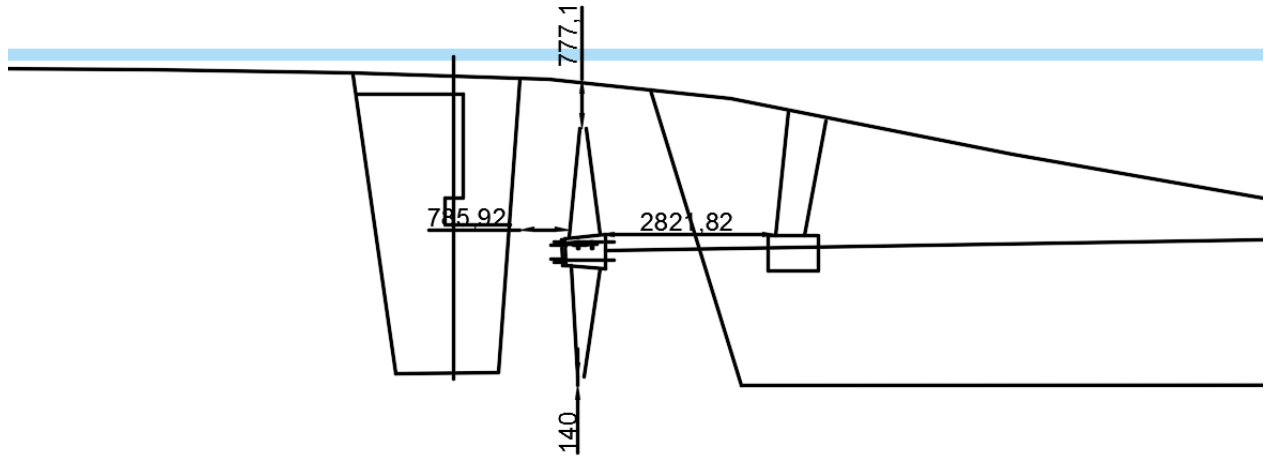
Al igual que se planteó en el cuaderno 3, deben comprobarse las claras de la hélice-carena, evitando los problemas de cavitación, vibraciones y resistencia que se producirían si estos huelgos fueran insuficientes. Para ello se tendrán en cuenta las recomendaciones de la Sociedad de Clasificación correspondiente (DNV-GL):

- $a \geq 0,2R(m)$  = **0,4 m**
- $b \geq (0,7-0,04 Z_p)R(m)$  = **1 m**
- $c \geq (0,48-0,02Z_p)R(m)$  = **0,76 m**
- $e \geq (0,07)R(m)$  = **0,14 m**



4.1- Identificación de los huelgos en el codaste.

Se midieron sobre los planos obtenidos las medidas indicadas, mostrándose en la imagen siguiente:



4.2- Huelgos medidos en la carena.

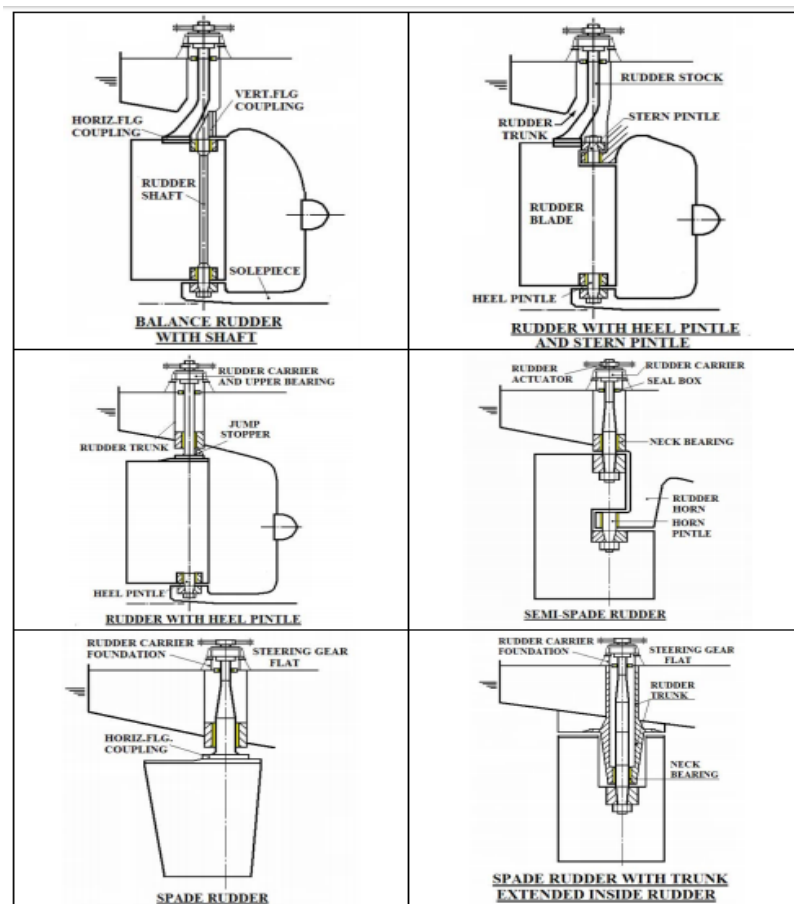




## 7. Cálculo del timón y de su perfil:

El buque contará con dos timones, situados tras cada una de las hélices, aprovechando el chorro de agua que estas expulsan.

En primer lugar se determinó el tipo de timón más adecuado para el buque proyecto. En la figura siguiente, obtenida del DNV-GL, se muestran los principales tipos de timón:



Dado el gran tamaño que tendrán los timones del buque proyecto resulta poco adecuado el uso del tipo suspendido, por su elevado peso. Por otra parte, las formas del buque no son propicias para la instalación de timones con apoyos. Por tanto, se decidió optar por el timón de **tipo semisuspendido**. Además serán compensados, disminuyendo así el par que deba generar el servomotor.

Una vez seleccionado el tipo de timones que se instalarán en el buque se procedió a determinar sus parámetros geométricos. Dicho cálculo se realizó mediante las recomendaciones de los apuntes aportados en la asignatura “Proyectos del buque y artefactos marinos”, de la sociedad de clasificación (DNV-GL) y del libro “El proyecto del buque mercante”.



Los parámetros geométricos que definen el timón son:

- Altura (h): Dimensión normal al flujo. La altura máxima viene determinada por el espacio existente en el codaste. Debe tenerse en cuenta que el timón no debe sobresalir más allá de la quilla, para que quede protegido de posibles impactos. Dado que el timón actúa eficazmente en la zona de flujo elevado que genera la hélice, resulta una buena medida el dimensionar el timón en función de esta, mediante la expresión:

$$h = 1,15 \cdot D_{\text{hélice}}$$

$$h = 1,15 \cdot 4 = 4,6 \text{ m}$$

La altura existente en el codaste es de 4,9 m, por lo que deberá reducirse la altura obtenida del timón para asegurar su correcto funcionamiento. Se decidió dejar un margen de 0,3 m entre el timón y la carena para evitar la zona de flujo lento que se produce cercano a ella. Por otra parte, se decidió asegurar una separación de 0,2 m entre el timón y la quilla para protegerlo. Con dichos valores, la altura resultante de los timones será de:

$$h = 4,4 \text{ m}$$

- Cuerda (c): Dimensión paralela al flujo.
- Espesor (t): Dimensión perpendicular al plano de crujía.
- Relación de alargamiento (L): Es la relación entre la altura del timón y la cuerda media ( $L=h/c$ ). Dicha relación es aconsejable que varíe entre 1,4 y 2. El límite inferior tiene por objeto que el par de la mecha no sea muy elevado y el superior para evitar desprendimientos del flujo.

Se decidió tomar el valor mayor del intervalo ( $L = 2$ ), minimizando el par que deba aplicarse a los timones, ya que con dicha configuración se cumplen los criterios de área necesaria sin problema. Por tanto:

$$L = 2$$

$$c = 2,2 \text{ m}$$

- Relación de espesor (t/c): Relación entre el máximo espesor del perfil y la cuerda. Los límites aconsejables de esta relación son 0,15 y 0,23. Un timón con un gran espesor bloquearía el flujo que sale de la hélice. Por otra parte debe evitarse el desprendimiento del flujo en sus ángulos de trabajo.

Se seleccionó la relación más baja posible que no desprendiera el flujo por debajo de  $30^\circ$ , buscando minimizar las pérdidas por resistencia que pueda generar el timón. En párrafos posteriores se muestra la comprobación del ángulo de desprendimiento del flujo.



$$t/c = 0,19$$

- Área del timón (AR): Se refiere al producto de la cuerda por la altura. El DNV recomienda para su cálculo la fórmula:

$$A_t = \frac{T \cdot L}{100} \cdot \left[ 1 + 50 \cdot C_B^2 \cdot \left( \frac{B}{L} \right)^2 \right]$$

$$A_t = 10,21 \text{ m}^2$$

E indica que para buques que realicen frecuentes maniobras en puerto dicho valor debe aumentarse. El buque proyecto debe considerarse en dicha circunstancia.

Como recomendación también se indica que dicha área debe ser entre 1,5 a 2,5% del área de deriva. En el buque proyecto dicho intervalo supone de 9,62 a 16,03 m<sup>2</sup>.

Por tanto, y teniendo en cuenta lo indicado en el anterior párrafo se tomará el valor de 14,4 m<sup>2</sup> por ser ligeramente superior al obtenido mediante la fórmula del DNV (30%):

$$A_t = 14,4 \text{ m}^2$$

Dado que contaremos con dos timones, dicha área se dividirá entre ambos:

$$A_{\text{cadatimón}} = 7,2 \text{ m}^2$$

- Relación de compensación: Es el cociente entre el área situada a proa del eje de giro del timón y el área total móvil. El área a proa del eje debe estar en torno al 20% - 33% del área total. Además la cuerda de dicha parte compensada no debe exceder al 35% de la cuerda total.

Para el área a proa del eje de giro se tomó un valor medio del 26%:

$$A_{\text{compensación}} = 1,88 \text{ m}^2$$

- Tipo de perfil: Distribución de espesores a lo largo de la cuerda. Para timones marinos, el tipo de perfil más empleado son las secciones NACA00ab, donde ab es la relación de espesor. Tal y como se indicó anteriormente, la relación de espesor se seleccionó 0,19, por lo que el perfil seleccionado fue el:

**NACA 0019**



Se comprobó que con dicha configuración no se corre riesgo de sufrir desprendimiento de flujo en el timón en el rango de ángulos en los que este va a operar (se consideró 30° a babor y estribor a la velocidad de servicio). Para ello se utilizó la siguiente fórmula, obtenida de las publicaciones de CEHIPAR:

$$\delta = 7,11 \left(1 + 7 \frac{t}{c}\right) \left(1 + \frac{1,25}{L}\right) \left[1 + 0,048 \sqrt{\ln \left(1 + 8 \frac{K_t}{\pi J^2}\right)}\right] \frac{h}{D}$$

Donde:

t= espesor del timón.

c = cuerda.

L = relación de alargamiento (h/c).

$K_t$  = coeficiente de empuje de la hélice, obtenido del Navcad (0,2032).

J = grado de avance del propulsor, obtenido del Navcad (0,8151).

h = altura del timón.

D = diámetro de la hélice.

El resultado obtenido con esta configuración fue de:

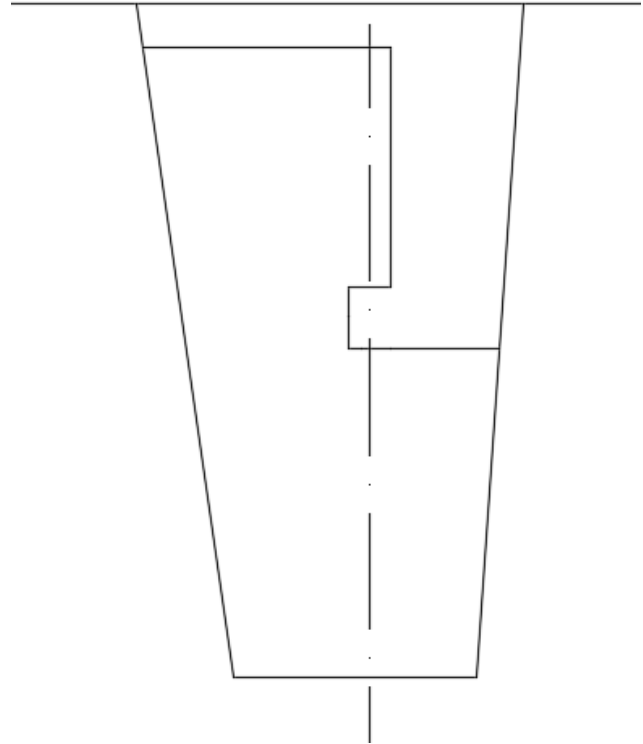
$$\delta = 30,69^\circ$$



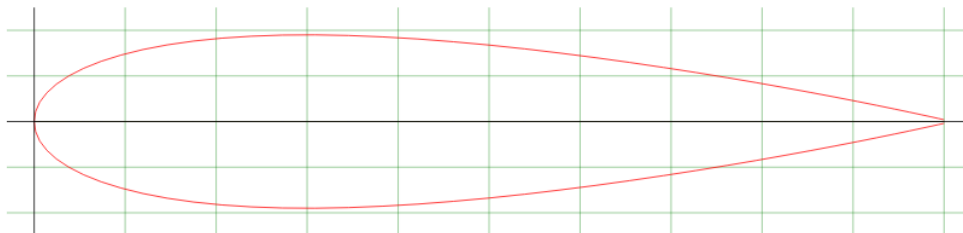
A continuación se muestra una tabla resumen con los datos de los timones y los correspondientes croquis:

### Características timones

<b>Altura</b>	4,4 m
<b>Cuerda</b>	2,2 m
<b>Área total</b>	14,4 m <sup>2</sup>
<b>Área individual</b>	7,2 m <sup>2</sup>
<b>Área compensación</b>	1,88 m <sup>2</sup>
<b>Perfil</b>	NACA0019



NACA 4 digit airfoil generator (NACA 0019 AIRFOIL)



Se calculó también la fuerza que soportarán los timones y el par que deberá realizar el respectivo servomotor. Dicho cálculo se realizó conforme al reglamento del DNV-GL (DNVGL-RU-SHIP-Pt3Ch14).

La fuerza que ejerce el timón se expresa:

$$C_R = 132 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot A \cdot V^2$$



Donde:

A: área del timón.

V: la velocidad máxima del buque (la mitad en ciada).

$K_1$ : factor que se obtiene de:


$$K_1 = \frac{\gamma + 2}{3} \quad \text{donde} \quad \gamma = \frac{b^2}{A_t} \quad (\text{tomando 2 como máximo})$$

Donde:

b: altura promedio entre las alturas de los extremos del timón.

$A_t$ : área del timón con la altura promedio b.

$K_2$ : coeficiente que depende del perfil del timón. Para un perfil NACA, se utiliza 1.1 para avante y 0,8 para ciada.

Profile Type	$K_2$	
	Ahead condition	Astern condition
NACA-00 series Göttingen 	1.10	0.80

$K_3$ : coeficiente dependiente del propulsor. En este caso toma el valor de 1.

Se obtuvo como resultado:

- En avante:

$$C_R = 132 \cdot 1,33 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 5,32 \cdot 26^2 = 694,5 \text{ KN}$$

- En ciada:

$$C_R = 132 \cdot 1,33 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 5,32 \cdot 13^2 = 126,2 \text{ KN}$$

El par se obtiene de la fórmula:

$$Q_R = Q_{R1} + Q_{R2}$$

$$Q_{R1} = C_{R1} \cdot r_1$$

$$Q_{R2} = C_{R2} \cdot r_2$$

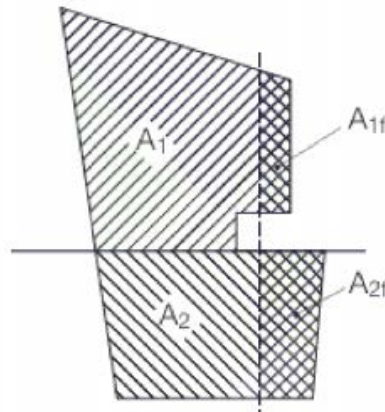


Donde:

$$r_1 = c_1 (a - k_1)$$

$$r_2 = c_2 (a - k_2)$$

$c_1, c_2$ : cuerda media de cada área del timón



$$k_1 = A_{1f} / A_1$$

$$k_2 = A_{2f} / A_2$$

$a$ : coeficiente que toma los valores de 0,33 en avante y 0,66 en ciada, excepto para las partes del timón que se encuentren tras una superficie fija, donde toma los valores de 0,25 en avante y 0,55 en ciada.

$$C_{R1} = C_R \cdot A_1 / A$$

$$C_{R2} = C_R \cdot A_2 / A$$

Se obtuvo como resultado:

- En avante:

$$Q_R = 114,7 \text{ Nm}$$

- En ciada:

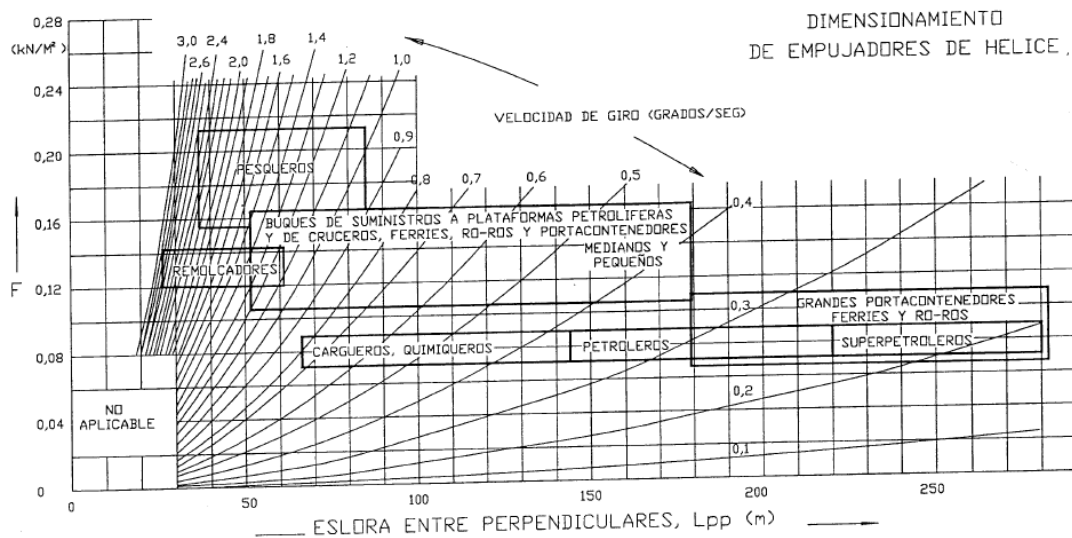
$$Q_R = 74,18 \text{ Nm}$$

Para la instalación del servomotor se deberá mayorar dicho valor con un coeficiente de seguridad (1,3 – 1,5).



### 8. Propulsores de proa:

Se estimó la potencia que estos debían tener para maniobrar el buque satisfactoriamente. Para ello se usó el método obtenido del libro “El proyecto del buque mercante”:



De la anterior gráfica se obtuvo que para que un ferry de tamaño medio, de 130 metros de Lpp, gire a 0,6 grados/seg debe proporcionársele una fuerza de:

$$F = 0,16 \text{ KN/m}^2$$

Y dado que la superficie lateral de la obra viva del buque en condición de carga es de:

$$A = 594,12 \text{ m}^2$$

Se obtiene que es necesario un empuje de:

$$E = F \cdot A = 9690,03 \text{ Kg}$$

Tomando como referencia el valor que se da en dicho libro de la relación entre el empuje y la potencia del motor del propulsor (11 Kg / HP), se obtiene una potencia de:

$$P = 9690,03 / 11 = 880,91 \text{ HP} = 656,89 \text{ Kw}$$

El valor obtenido resulta muy bajo en comparación con los buques de la base de datos, por lo que se optó por comprobar con otra formulación el empujador necesario. Para ello se empleó la fórmula de Hawkins:

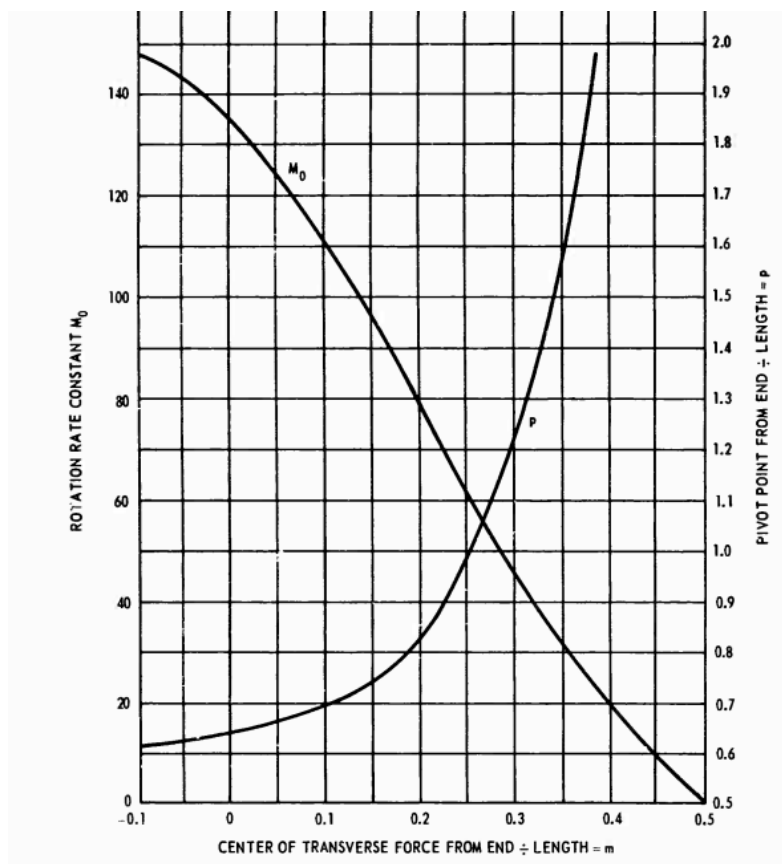




$$E = \frac{\omega_0^2 \cdot L^3 \cdot T}{M_0^2}$$

Donde:

- $\omega$ : velocidad de giro, tal y como se indicó anteriormente se seleccionó 0,6 1/s.
- L: eslora del buque entre perpendiculares en pies (130 m, lo que equivale a 426,4 ft).
- T: calado del buque en pies (en este caso se seleccionó el de máxima carga 4,935 m, lo que equivale a 16,18 ft).
- $M_0$ : constante de la velocidad de rotación, que se obtiene de la siguiente gráfica en función de la posición de los empujadores transversales.



Entrando en la gráfica con el valor del buque proyecto se obtiene un valor de  $M_0 = 110$ .

Con estos valores se obtuvo un empuje necesario de:

$$E = 37320,5 \text{ lbf} = 16928,28 \text{ Kg}$$

Y teniendo en cuenta la relación entre el empuje y la potencia del motor del propulsor (11 Kg / HP), se obtuvo una potencia de:

$$P = 16928,28 / 11 = 1538,93 \text{ HP} = 1147,58 \text{ Kw}$$



Se tomó este valor como correcto. Con él, se comprobó los propulsores existentes en el mercado que valieran y sus dimensiones. Se optó por disponer dos propulsores que ofrezcan la potencia necesaria en conjunto, aportando así más redundancia a la operatividad del buque que no se quedaría sin bow thruster en caso de avería.

En la siguiente imagen se muestran los datos del modelo Rolls – Royce 1300 CP que encaja con los valores calculados.

### Technical data

TT size	Tip speed m/s	Motor RPM	Propeller RPM	Power		Prime mover type
				AUX	DP	
<b>1300 CP</b>	26.5 - 31.8	1470 - 1760	390 - 467	495 - 595	445 - 535	El. motor
<b>1300 CP</b>				435 - 520	390 - 475	Diesel

Cada uno aportaría 595 Kw con los que se alcanzaría los valores deseados. Dicho empujador tiene un diámetro de 1,3 metros.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*17-07 FERRY 1500 PAX 1000 ML*

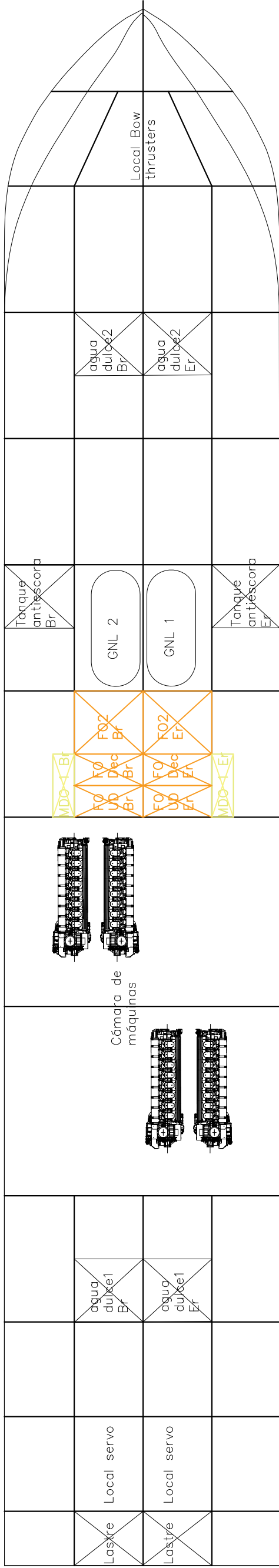
---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

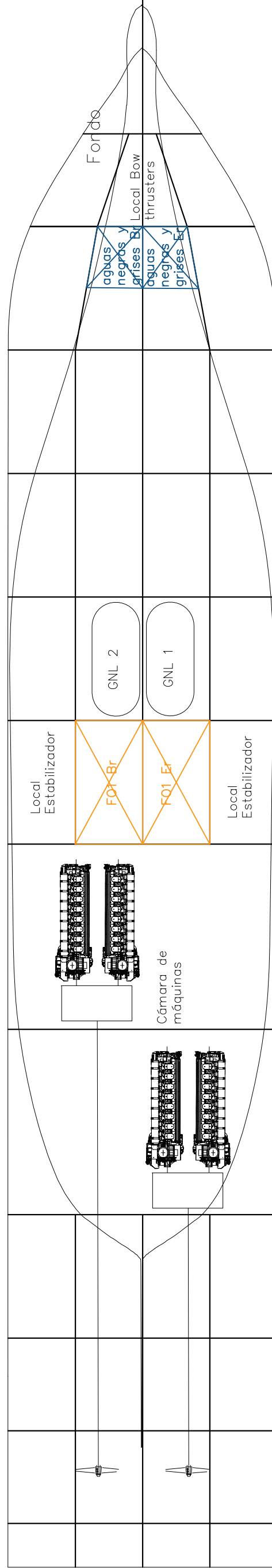
**Documento**

**PLANOS**





Cub. 1



Espaciado cuadernas: 700 mm  
 Espaciado bulárcamas: 2,8 m  
 Mamparos: 11,2 m

Proyecto: Ferry 1500 pax y 1000 ml

Fecha:

Autor: Marcos Covelo Fernández

Peticionario:

# DISPOSICIÓN TANQUES

Plano N°

Escala: 1:400

E.P.S.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*17-07 FERRY 1500 PAX 1000 ML*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Documento**

**ANEXO**

# PREDICCION DE POTENCIA

24 jul 2017 07:49  
HydroComp NavCad 2014

Description  
File name predicción potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.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:	Fixed RPM
Max prop diam:	4000,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,192	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000272	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 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	0,36	0,55	5,83	4,94*
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 [%]	
10,00	687,9	0,0918	0,1035	0,9663	536	1603,1	---	0,0	
15,00	2319,2	0,0913	0,1035	0,9663	600	3187,0	---	0,0	
18,00	4326,0	0,0911	0,1035	0,9663	600	4596,2	---	0,0	
20,00	6401,5	0,0910	0,1035	0,9663	600	6049,3	---	0,0	
23,00	10541,0	0,0908	0,1035	0,9663	600	8997,9	---	0,0	
24,00	12442,5	0,0908	0,1035	0,9663	600	10417,3	---	0,0	
25,00	14818,4	0,0907	0,1035	0,9663	600	12282,8	---	0,0	
+ 26,00 +	17814,0	0,0907	0,1035	0,9663	600	14808,5	---	0,0	
26,50	19586,6	0,0907	0,1035	0,9663	600	16479,2	---	0,0	
27,00	21561,4	0,0906	0,1035	0,9663	600	18541,2	---	0,0	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
10,00	182	77,33	26,22	1523,9	1555,0	3109,9	3206,1	146,6	1800,4
15,00	203	137,42	46,59	3029,5	3091,4	6182,7	6373,9	110,6	2411,7
18,00	203	198,18	67,19	4369,2	4458,3	8916,7	9192,5	92,0	2983,0
20,00	203	260,83	88,44	5750,5	5867,8	11735,7	12098,6	77,7	3425,7
23,00	203	387,97	131,54	8553,4	8728,0	17455,9	17995,8	60,1	4151,4
24,00	203	449,17	152,29	9902,7	10104,8	20209,6	20834,7	54,1	4433,9
25,00	203	529,61	179,56	11676,0	11914,3	23828,7	24565,6	47,8	4755,9
+ 26,00 +	203	638,51	216,49	14076,9	14364,2	28728,5	29617,0	41,3	5129,8
26,50	203	710,55	240,91	15665,1	15984,8	31969,7	32958,4	37,8	5352,2
27,00	203	799,45	271,05	17625,3	17985,0	35970,0	37082,5	34,2	5615,5
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
10,00	0,2366	0,9700	0,2212	0,12179	74,57	133,71			
15,00	0,4015	0,9700	0,3751	0,20645	167,62	300,55			
18,00	0,5194	0,9700	0,4852	0,27742	260,54	467,17			
20,00	0,5840	0,9700	0,5455	0,32395	346,99	622,18			
23,00	0,6467	0,9700	0,6039	0,37317	496,84	890,87			
24,00	0,6594	0,9700	0,6157	0,38779	562,03	1007,76			
25,00	0,6660	0,9700	0,6219	0,40208	642,57	1152,19			
+ 26,00 +	0,6641	0,9700	0,6201	0,41446	742,76	1331,83			
26,50	0,6562	0,9700	0,6127	0,4173	801,26	1436,73			
27,00	0,6421	0,9700	0,5994	0,41653	865,72	1552,31			

# Propulsion

24 jul 2017 07:49

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name

prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3854	0,0309	0,00801	0,20811	0,13999	0,52994	2,318	3,68e7	
15,00	0,5170	0,0555	0,01138	0,20767	0,082321	0,52882	1,3631	4,16e7	
18,00	0,6206	0,0863	0,01641	0,22406	0,068656	0,57056	1,1368	4,20e7	
20,00	0,6896	0,1149	0,02160	0,24164	0,065846	0,61532	1,0903	4,23e7	
23,00	0,7932	0,1646	0,03212	0,26153	0,064364	0,66597	1,0658	4,29e7	
24,00	0,8278	0,1861	0,03719	0,27167	0,065576	0,69181	1,0858	4,31e7	
25,00	0,8623	0,2128	0,04385	0,28623	0,068396	0,72887	1,1325	4,33e7	
+ 26,00 +	0,8968	0,2460	0,05287	0,30586	0,073296	0,77887	1,2137	4,35e7	
26,50	0,9141	0,2654	0,05883	0,31761	0,07703	0,80878	1,2755	4,36e7	
27,00	0,9314	0,2867	0,06619	0,33055	0,081937	0,84174	1,3567	4,37e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	11,59	1,72	0,35	38,08	0,186	5,65	2,0	2,0	1724,2
15,00	5,15	1,38	0,27	42,61	0,316	12,70	2,0	2,0	2312,6
18,00	3,57	1,38	0,26	42,61	0,447	19,75	2,0	2,0	2796,6
20,00	2,89	1,38	0,26	42,61	0,572	26,30	2,0	2,0	3132,3
23,00	2,19	1,38	0,25	42,61	0,789	37,65	2,0	2,0	3634,1
24,00	2,01	1,38	0,25	42,61	0,884	42,60	3,0	3,0	3808,8
25,00	1,85	1,38	0,25	42,61	1,002	48,70	4,8	4,8	3992,1
+ 26,00 +	1,71	1,38	0,24	42,61	1,149	56,29	8,0	8,0	4185,9
26,50	1,65	1,38	0,24	42,61	1,235	60,73	10,5	10,5	4286,9
27,00	1,59	1,38	0,24	42,61	1,330	65,61	14,3	14,3	4390,6

Report ID20170724-1949

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539



# Propulsion

24 jul 2017 07:49

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.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>142,310 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 5,832] 24,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 4,944] 4,935 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,530] 9314,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	<b>[CS 2,987] 3395,0 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:	<b>[XCB/LWL 0,470] 66,924 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,415] 59,092 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	<b>[CX 0,960] 115,6 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,796] 2764,5 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>14,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>3,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>4000,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>145,496 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	<b>[ATR/AX 0,000] 0,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,000] 0,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,000] 0,000 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>15,57 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	<b>[BTK flow] -1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	<b>[WL flow] 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>2</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>CPP</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>Custom</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>6</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>1,0500</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>4000,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 1,2824] 5129,8 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>3000,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>On</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:		Max prop diam:	<b>4000,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design speed:	<b>26,00 kt</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference power:	<b>18312,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>0,970</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>600,0</b>
Gear ratio:	<b>2,949</b> [Size]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

Report ID20170724-1949

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

24 jul 2017 07:49

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

RPMENG = Engine RPM  
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

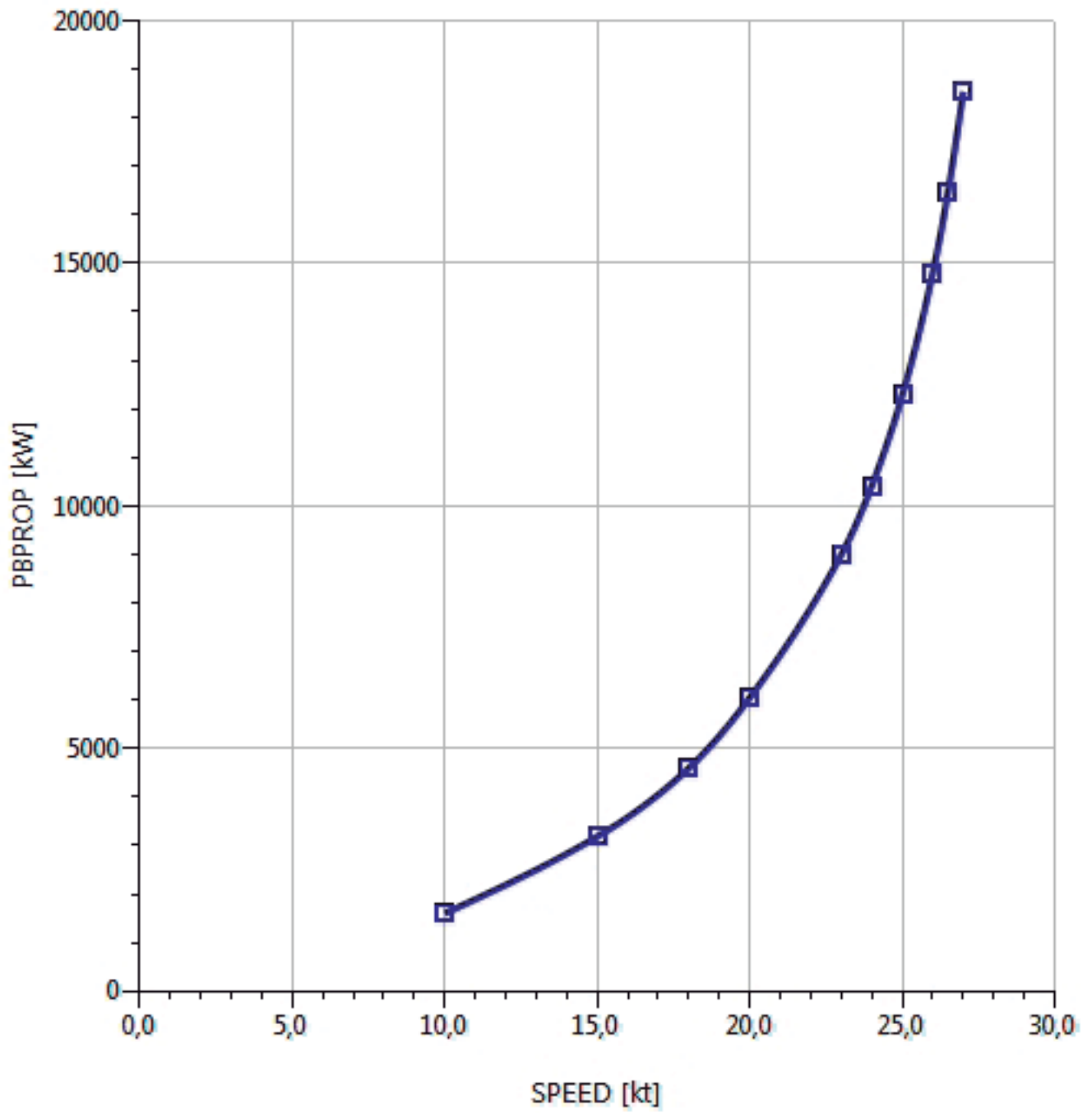
EFFO = Propulsor open-water efficiency  
EFFG = Gear efficiency (load corrected)  
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
MERIT = Propulsor merit coefficient

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



# HELICE 4 PALAS:

24 jul 2017 07:51  
HydroComp NavCad 2014

Description  
File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc**

## 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:	Fixed RPM
Max prop diam:	4000,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,192	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000272	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 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	0,36	0,55	5,83	4,94*
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 [%]	
10,00	687,9	0,0918	0,1035	0,9613	564	2131,4	---	0,0	
15,00	2319,2	0,0913	0,1035	0,9613	600	3302,2	---	0,0	
18,00	4326,0	0,0911	0,1035	0,9613	600	4565,9	---	0,0	
20,00	6401,5	0,0910	0,1035	0,9613	600	6004,0	---	0,0	
23,00	10541,0	0,0908	0,1035	0,9613	600	9114,1	---	0,0	
24,00	12442,5	0,0908	0,1035	0,9613	600	10647,1	---	0,0	
25,00	14818,4	0,0907	0,1035	0,9613	600	12654,2	---	0,0	
+ 26,00 +	17814,0	0,0907	0,1035	0,9613	600	15320,1	---	0,0	
26,50	19586,6	0,0907	0,1035	0,9613	600	17034,4	---	0,0	
27,00	21561,4	0,0906	0,1035	0,9613	600	19071,7	---	0,0	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
10,00	191	97,22	32,96	2026,1	2067,5	4135,0	4262,9	110,2	1800,2
15,00	203	141,65	48,02	3139,1	3203,1	6406,3	6604,4	106,7	2514,4
18,00	203	195,85	66,40	4340,3	4428,9	8857,8	9131,8	92,6	3106,6
20,00	203	257,54	87,32	5707,4	5823,9	11647,8	12008,1	78,3	3566,5
23,00	203	390,94	132,55	8663,9	8840,7	17681,3	18228,2	59,3	4315,2
24,00	203	456,70	154,84	10121,1	10327,7	20655,4	21294,2	53,0	4602,5
25,00	203	542,79	184,03	12029,0	12274,5	24549,1	25308,3	46,4	4925,1
+ 26,00 +	203	657,15	222,80	14563,3	14860,5	29720,9	30640,1	39,9	5290,3
26,50	203	730,68	247,74	16192,9	16523,4	33046,7	34068,8	36,5	5502,3
27,00	203	818,06	277,36	18129,5	18499,5	36999,0	38143,3	33,3	5745,5
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
10,00	0,1789	0,9700	0,1664	0,092077	74,57	133,71			
15,00	0,3895	0,9700	0,3620	0,20029	167,62	300,55			
18,00	0,5256	0,9700	0,4884	0,28072	260,54	467,17			
20,00	0,5915	0,9700	0,5496	0,3281	346,99	622,18			
23,00	0,6418	0,9700	0,5962	0,37033	496,84	890,87			
24,00	0,6485	0,9700	0,6024	0,3814	562,03	1007,76			
25,00	0,6499	0,9700	0,6036	0,39231	642,57	1152,19			
+ 26,00 +	0,6453	0,9700	0,5994	0,40271	742,76	1331,83			
26,50	0,6381	0,9700	0,5927	0,4058	801,26	1436,73			
27,00	0,6275	0,9700	0,5828	0,40706	865,72	1552,31			

# Propulsion

24 jul 2017 07:51

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name

prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3663	0,0279	0,00910	0,20811	0,18516	0,52994	3,082	5,80e7	
15,00	0,5170	0,0555	0,01173	0,20767	0,084855	0,52882	1,4124	6,24e7	
18,00	0,6206	0,0863	0,01622	0,22406	0,067849	0,57056	1,1293	6,30e7	
20,00	0,6896	0,1149	0,02132	0,24164	0,065015	0,61532	1,0822	6,35e7	
23,00	0,7932	0,1646	0,03237	0,26153	0,064858	0,66597	1,0795	6,43e7	
24,00	0,8278	0,1861	0,03781	0,27167	0,066674	0,69181	1,1098	6,46e7	
25,00	0,8623	0,2128	0,04494	0,28623	0,070099	0,72887	1,1668	6,49e7	
+ 26,00 +	0,8968	0,2460	0,05441	0,30586	0,075435	0,77888	1,2556	6,52e7	
26,50	0,9141	0,2654	0,06050	0,31761	0,079213	0,80878	1,3185	6,54e7	
27,00	0,9313	0,2867	0,06773	0,33055	0,083844	0,84174	1,3956	6,55e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	11,59	1,56	0,31	40,07	0,165	5,65	2,0	2,0	1638,9
15,00	5,15	1,38	0,27	42,61	0,267	12,70	2,0	2,0	2312,6
18,00	3,57	1,38	0,26	42,61	0,372	19,75	2,0	2,0	2796,6
20,00	2,89	1,38	0,26	42,61	0,472	26,30	2,0	2,0	3132,3
23,00	2,19	1,38	0,25	42,61	0,645	37,65	2,2	2,2	3634,1
24,00	2,01	1,38	0,25	42,61	0,721	42,60	3,4	3,4	3808,8
25,00	1,85	1,38	0,25	42,61	0,816	48,70	5,5	5,5	3992,1
+ 26,00 +	1,71	1,38	0,24	42,61	0,934	56,29	9,0	9,0	4185,9
26,50	1,65	1,38	0,24	42,61	1,003	60,73	11,7	11,7	4286,9
27,00	1,59	1,38	0,24	42,61	1,080	65,61	15,8	15,8	4390,6

Report ID20170724-1951

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

24 jul 2017 07:51

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.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>142,310 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 5,832] 24,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 4,944] 4,935 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,530] 9314,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	<b>[CS 2,987] 3395,0 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:	<b>[XCB/LWL 0,470] 66,924 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,415] 59,092 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	<b>[CX 0,960] 115,6 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,796] 2764,5 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>14,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>3,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>4000,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>145,496 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	<b>[ATR/AX 0,000] 0,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,000] 0,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,000] 0,000 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>15,57 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	<b>[BTK flow] -1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	<b>[WL flow] 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

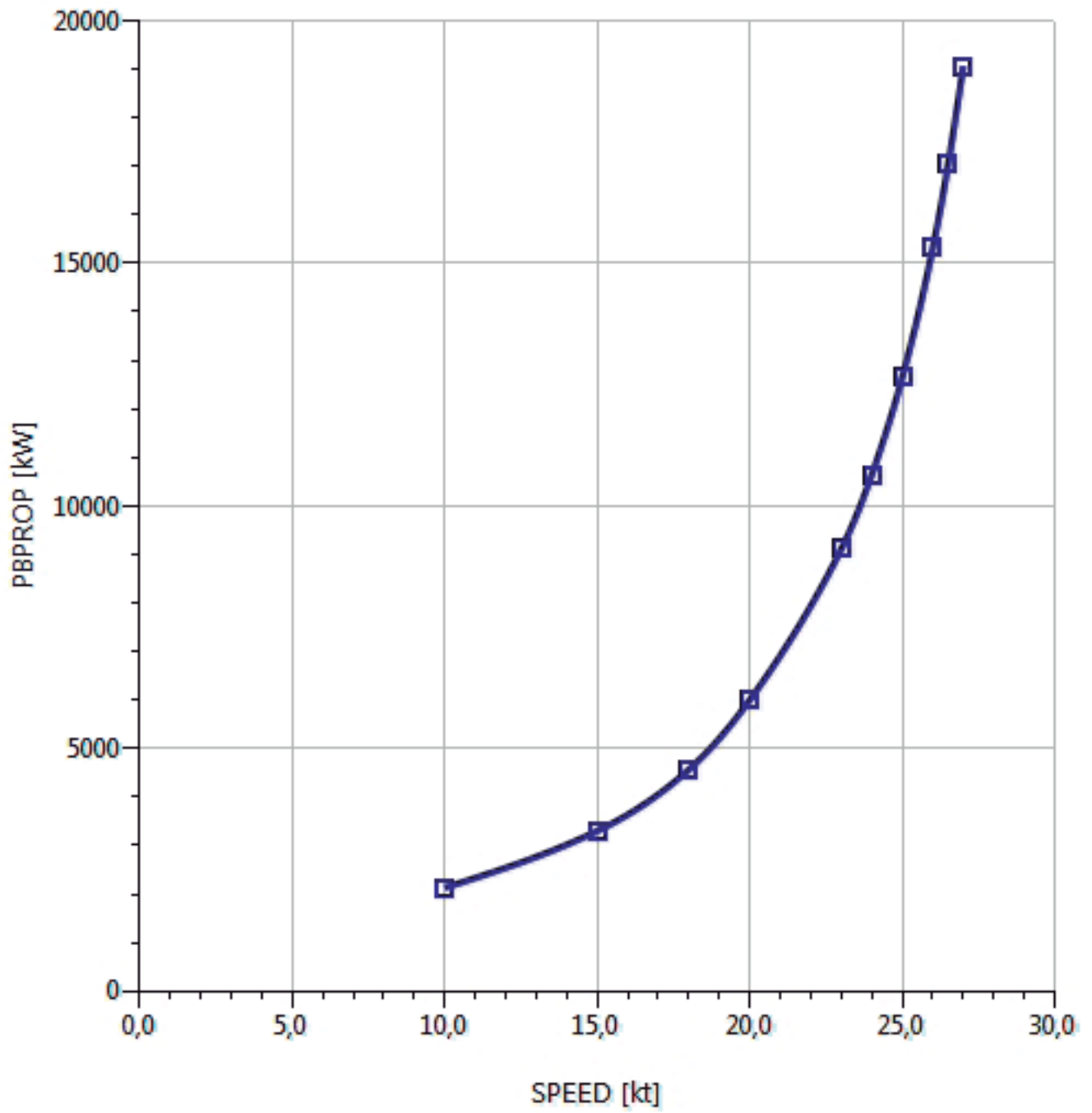
Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>2</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>CPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Custom</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>4</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>1,0500</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>4000,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 1,2824] 5129,8 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>3000,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>On</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:		Max prop diam:	<b>4000,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design speed:	<b>26,00 kt</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference power:	<b>18312,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>0,970</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>600,0</b>
Gear ratio:	<b>2,949</b> [Size]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

Report ID20170724-1951

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

**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





# HELICE 5 PALAS:

24 jul 2017 07:53  
HydroComp NavCad 2014

Description  
File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc**

## 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:	Fixed RPM
Max prop diam:	4000,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,192	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000272	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 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	0,36	0,55	5,83	4,94*
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 [%]	
10,00	687,9	0,0918	0,1035	0,9613	477	1811,3	---	0,0	
15,00	2319,2	0,0913	0,1035	0,9613	600	4096,9	---	0,0	
18,00	4326,0	0,0911	0,1035	0,9613	600	5329,6	---	0,0	
20,00	6401,5	0,0910	0,1035	0,9613	600	6703,9	---	0,0	
23,00	10541,0	0,0908	0,1035	0,9613	600	9599,2	---	0,0	
24,00	12442,5	0,0908	0,1035	0,9613	600	11000,8	---	0,0	
25,00	14818,4	0,0907	0,1035	0,9613	600	12828,8	---	0,0	
+ 26,00 +	17814,0	0,0907	0,1035	0,9613	600	15261,7	---	0,0	
26,50	19586,6	0,0907	0,1035	0,9613	600	16776,9	---	0,0	
27,00	21561,4	0,0906	0,1035	0,9613	600	18562,0	---	0,0	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
10,00	185	85,35	33,11	1721,8	1757,0	3513,9	3622,6	129,7	1800,3
15,00	233	153,59	59,58	3894,5	3974,0	7947,9	8193,7	86,0	2134,6
18,00	233	199,80	77,51	5066,3	5169,7	10339,3	10659,1	79,4	2612,1
20,00	233	251,32	97,50	6372,7	6502,8	13005,6	13407,8	70,1	2978,7
23,00	233	359,86	139,60	9125,0	9311,2	18622,4	19198,4	56,3	3573,3
24,00	233	412,41	159,99	10457,3	10670,7	21341,5	22001,5	51,3	3801,5
25,00	233	480,94	186,57	12195,0	12443,9	24887,8	25657,6	45,8	4058,8
+ 26,00 +	233	572,14	221,95	14507,7	14803,8	29607,6	30523,3	40,0	4353,3
26,50	233	628,95	243,99	15948,1	16273,6	32547,1	33553,7	37,1	4521,5
27,00	233	695,87	269,95	17645,1	18005,2	36010,3	37124,0	34,2	4712,6
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
10,00	0,2105	0,9700	0,1958	0,10835	74,57	133,71			
15,00	0,3140	0,9700	0,2918	0,16144	167,62	300,55			
18,00	0,4503	0,9700	0,4184	0,24049	260,54	467,17			
20,00	0,5298	0,9700	0,4922	0,29385	346,99	622,17			
23,00	0,6093	0,9700	0,5660	0,35162	496,84	890,87			
24,00	0,6276	0,9700	0,5830	0,36914	562,03	1007,76			
25,00	0,6410	0,9700	0,5954	0,38697	642,57	1152,19			
+ 26,00 +	0,6478	0,9700	0,6017	0,40425	742,76	1331,83			
26,50	0,6479	0,9700	0,6018	0,41203	801,26	1436,73			
27,00	0,6447	0,9700	0,5988	0,41823	865,71	1552,29			

# Propulsion

24 jul 2017 07:53

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3784	0,0298	0,00853	0,20811	0,15735	0,52994	2,6191	4,49e7	
15,00	0,4519	0,0424	0,00971	0,20767	0,10527	0,52882	1,7523	5,68e7	
18,00	0,5424	0,0659	0,01264	0,22406	0,079197	0,57056	1,3182	5,72e7	
20,00	0,6027	0,0878	0,01590	0,24164	0,072593	0,61532	1,2083	5,76e7	
23,00	0,6933	0,1257	0,02276	0,26153	0,06831	0,66597	1,137	5,81e7	
24,00	0,7234	0,1422	0,02608	0,27167	0,068889	0,69181	1,1466	5,84e7	
25,00	0,7536	0,1626	0,03042	0,28623	0,071066	0,72887	1,1829	5,86e7	
+ 26,00 +	0,7838	0,1879	0,03619	0,30586	0,075148	0,77887	1,2508	5,88e7	
26,50	0,7989	0,2027	0,03978	0,31761	0,078015	0,80878	1,2985	5,89e7	
27,00	0,8140	0,2190	0,04401	0,33055	0,081604	0,84173	1,3583	5,90e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	11,59	1,66	0,33	38,78	0,175	5,65	2,0	2,0	1693,1
15,00	5,15	1,05	0,21	48,75 !	0,296	12,70	2,0	2,0	2021,2
18,00	3,57	1,05	0,20	48,75 !	0,415	19,75	2,0	2,0	2444,2
20,00	2,89	1,05	0,20	48,75 !	0,528	26,30	2,0	2,0	2737,6
23,00	2,19	1,05	0,20	48,75 !	0,724	37,66	2,0	2,0	3176,2
24,00	2,01	1,05	0,20	48,75 !	0,809	42,60	2,7	2,7	3328,8
25,00	1,85	1,05	0,19	48,75 !	0,916	48,70	4,2	4,2	3489,1
+ 26,00 +	1,71	1,05	0,19	48,75 !	1,049	56,29	6,9	6,9	3658,4
26,50	1,65	1,05	0,19	48,75 !	1,127	60,73	9,0	9,0	3746,7
27,00	1,59	1,05	0,19	48,75 !	1,213	65,61	11,9	11,9	3837,3

Report ID20170724-1953

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

24 jul 2017 07:53

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.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>142,310 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 5,832] 24,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 4,944] 4,935 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,530] 9314,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	<b>[CS 2,987] 3395,0 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:	<b>[XCB/LWL 0,470] 66,924 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,415] 59,092 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	<b>[CX 0,960] 115,6 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,796] 2764,5 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>14,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>3,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>4000,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>145,496 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	<b>[ATR/AX 0,000] 0,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,000] 0,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,000] 0,000 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>15,57 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	<b>[BTK flow] -1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	<b>[WL flow] 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>2</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>CPP</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>Custom</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>5</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>1,0500 [Size]</b>	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>4000,0 mm [Size]</b>	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 1,1502] 4600,9 mm [Size]</b>	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>3000,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>On</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:		Max prop diam:	<b>4000,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design speed:	<b>26,00 kt</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference power:	<b>18312,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>0,970</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>600,0</b>
Gear ratio:	<b>2,578 [Size]</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

Report ID20170724-1953

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

24 jul 2017 07:53

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

RPMENG = Engine RPM  
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

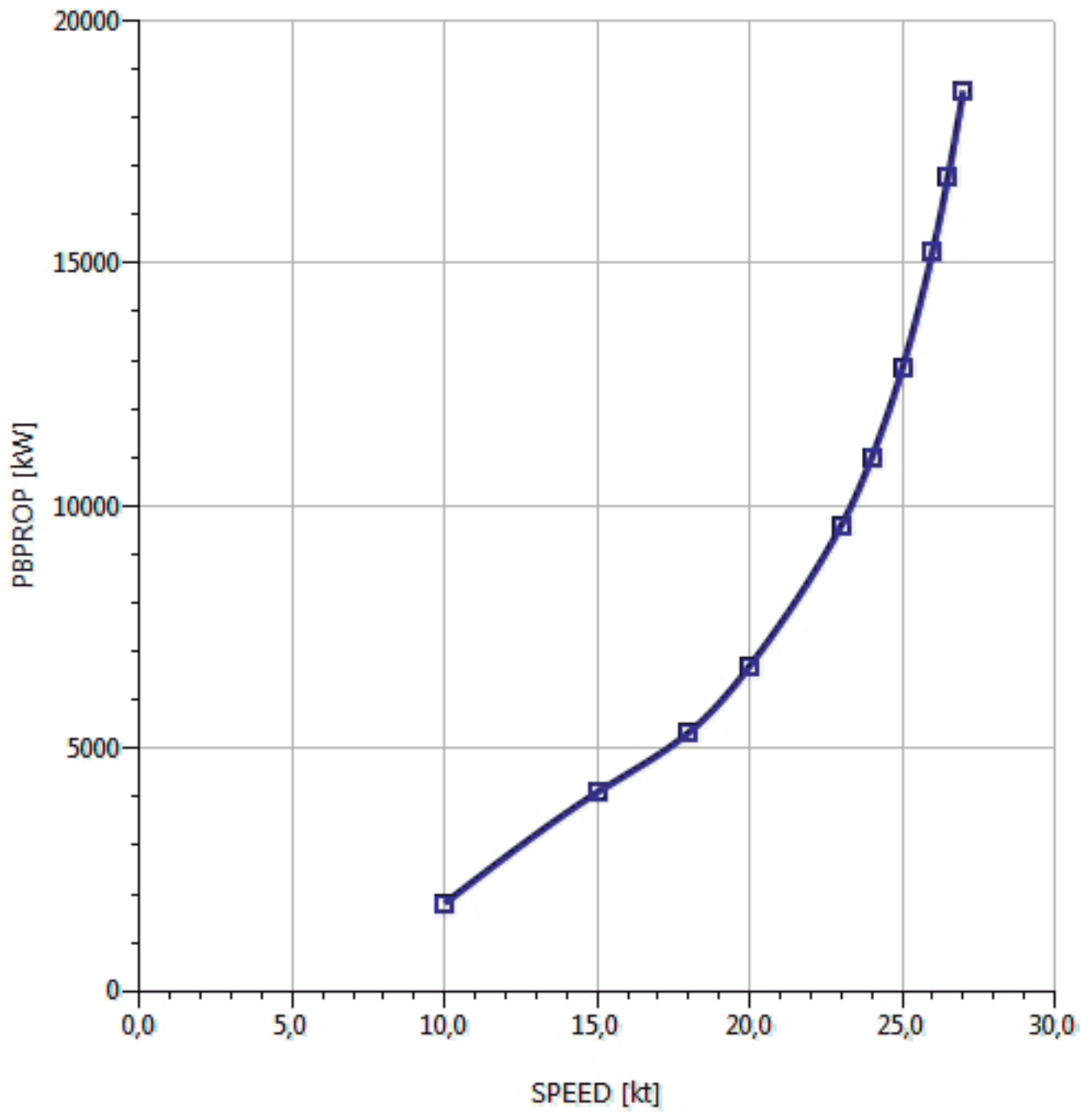
EFFO = Propulsor open-water efficiency  
EFFG = Gear efficiency (load corrected)  
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
MERIT = Propulsor merit coefficient

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



# HELICE 6 PALAS:

24 jul 2017 07:55

HydroComp NavCad 2014

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc**

## 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:	Fixed RPM
Max prop diam:	4000,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,192	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000272	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 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	0,36	0,55	5,83	4,94*
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 [%]	
10,00	687,9	0,0918	0,1035	0,9696	487	1597,6	---	0,0	
15,00	2319,2	0,0913	0,1035	0,9696	600	3686,7	---	0,0	
18,00	4326,0	0,0911	0,1035	0,9696	600	5094,8	---	0,0	
20,00	6401,5	0,0910	0,1035	0,9696	600	6552,4	---	0,0	
23,00	10541,0	0,0908	0,1035	0,9696	600	9473,7	---	0,0	
24,00	12442,5	0,0908	0,1035	0,9696	600	10847,9	---	0,0	
25,00	14818,4	0,0907	0,1035	0,9696	600	12621,2	---	0,0	
+ 26,00 +	17814,0	0,0907	0,1035	0,9696	600	14965,8	---	0,0	
26,50	19586,6	0,0907	0,1035	0,9696	600	16423,1	---	0,0	
27,00	21561,4	0,0906	0,1035	0,9696	600	18180,7	---	0,0	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
10,00	182	77,33	28,85	1518,6	1549,6	3099,3	3195,1	147,1	1800,3
15,00	224	144,98	54,08	3504,6	3576,1	7152,2	7373,4	95,6	2185,0
18,00	224	200,35	74,74	4843,1	4942,0	9883,9	10189,6	83,0	2681,9
20,00	224	257,66	96,12	6228,7	6355,8	12711,7	13104,8	71,7	3063,3
23,00	224	372,54	138,98	9005,7	9189,5	18379,1	18947,5	57,0	3682,8
24,00	224	426,58	159,14	10312,0	10522,5	21045,0	21695,8	52,0	3921,3
25,00	224	496,31	185,15	11997,7	12242,6	24485,2	25242,4	46,5	4191,2
+ 26,00 +	224	588,51	219,55	14226,5	14516,8	29033,6	29931,6	40,8	4501,8
26,50	224	645,81	240,92	15611,8	15930,4	31860,7	32846,1	37,9	4680,2
27,00	224	714,93	266,71	17282,6	17635,3	35270,7	36361,5	34,9	4887,5
EFFICIENCY					THRUST				
SPEED [kt]	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
10,00	0,2366	0,9700	0,2219	0,12179	74,57	133,71			
15,00	0,3459	0,9700	0,3243	0,17785	167,62	300,55			
18,00	0,4670	0,9700	0,4377	0,24941	260,54	467,17			
20,00	0,5373	0,9700	0,5036	0,29805	346,99	622,18			
23,00	0,6121	0,9700	0,5735	0,3532	496,84	890,87			
24,00	0,6310	0,9700	0,5912	0,37111	562,03	1007,76			
25,00	0,6459	0,9700	0,6052	0,38994	642,57	1152,19			
+ 26,00 +	0,6549	0,9700	0,6136	0,40869	742,76	1331,83			
26,50	0,6562	0,9700	0,6148	0,41728	801,27	1436,74			
27,00	0,6525	0,9700	0,6113	0,42332	865,72	1552,30			

# Propulsion

24 jul 2017 07:55

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name

prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,3854	0,0309	0,00801	0,20811	0,13999	0,52994	2,31	3,68e7	
15,00	0,4699	0,0459	0,00992	0,20767	0,09556	0,52882	1,5768	4,56e7	
18,00	0,5640	0,0713	0,01370	0,22406	0,076367	0,57056	1,2601	4,60e7	
20,00	0,6268	0,0949	0,01762	0,24164	0,07157	0,61532	1,181	4,63e7	
23,00	0,7209	0,1359	0,02548	0,26153	0,068003	0,66597	1,1221	4,67e7	
24,00	0,7523	0,1538	0,02918	0,27167	0,068523	0,69181	1,1307	4,69e7	
25,00	0,7837	0,1758	0,03394	0,28623	0,070525	0,72887	1,1637	4,71e7	
+ 26,00 +	0,8151	0,2032	0,04025	0,30586	0,074332	0,77887	1,2266	4,73e7	
26,50	0,8308	0,2192	0,04417	0,31761	0,077034	0,80879	1,2712	4,74e7	
27,00	0,8465	0,2368	0,04890	0,33055	0,080623	0,84173	1,3304	4,75e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	11,59	1,72	0,35	38,08	0,186	5,65	2,0	2,0	1724,2
15,00	5,15	1,14	0,22	46,88 !	0,319	12,70	2,0	2,0	2101,8
18,00	3,57	1,14	0,22	46,88 !	0,451	19,75	2,0	2,0	2541,7
20,00	2,89	1,14	0,22	46,88 !	0,576	26,30	2,0	2,0	2846,8
23,00	2,19	1,14	0,21	46,88 !	0,793	37,66	2,0	2,0	3302,9
24,00	2,01	1,14	0,21	46,88 !	0,889	42,60	2,6	2,6	3461,6
25,00	1,85	1,14	0,21	46,88 !	1,007	48,70	4,2	4,2	3628,3
+ 26,00 +	1,71	1,14	0,21	46,88 !	1,154	56,29	6,9	6,9	3804,3
26,50	1,65	1,14	0,21	46,88 !	1,241	60,73	8,9	8,9	3896,1
27,00	1,59	1,14	0,20	46,88 !	1,336	65,61	11,9	11,9	3990,4

Report ID20170724-1955

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

24 jul 2017 07:55

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones - cuderno6.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>142,310 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 5,832] 24,400 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 4,944] 4,935 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,530] 9314,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	<b>[CS 2,987] 3395,0 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:	<b>[XCB/LWL 0,470] 66,924 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,415] 59,092 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	<b>[CX 0,960] 115,6 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,796] 2764,5 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>14,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>3,000 m</b>	Max prop diameter:	<b>4000,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>145,496 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	<b>[ATR/AX 0,000] 0,0 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,000] 0,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,000] 0,000 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>15,57 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor:	<b>[BTK flow] -1,0</b>	Span:	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	<b>[WL flow] 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>2</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>CPP</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>Custom</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>6</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>1,0500</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>4000,0 mm</b> [Size]	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 1,2007] 4802,7 mm</b> [Size]	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>3000,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>On</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:		Max prop diam:	<b>4000,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design speed:	<b>26,00 kt</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference power:	<b>18312,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>0,970</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	Reference RPM:	<b>600,0</b>
Gear ratio:	<b>2,681</b> [Size]	Design point:	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

Report ID20170724-1955

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539



**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

