



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2019/20**

---

*OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Antonio Melo Bello

**TUTOR**

Marcos Míguez González

**FECHA**

Septiembre 2020

# 1 RPA

## PROYECTO NÚMERO 1920-28

### TIPO DE BUQUE:

OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL

### CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:

DNV GL 1 A 1 SELF-ELEVATING WIND TURBINE INSTALLATION, SOLAS, MARPOL

### CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:

AEROGENERADORES

8000 TPM

### VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:

10KN- VELOCIDAD DE TRÁNSITO (85% MCR, 10% MM)

12KN-MÁXIMA

30 DÍAS en operación

### SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:

GRÚA PARA IZAMIENTO DE LA CARGA

JACK UP SYSTEM- DOBLE ANILLO PARA CONTINUAR OPERACIÓN

### PROPULSIÓN:

PRINCIPAL: 4 AZIMUTH THRUSTERS

PROPULSIÓN DIÉSEL ELÉCTRICA

BOW TUNNEL THRUSTERS: 3

### TRIPULACIÓN Y PASAJE:

90 OPERARIOS

### OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

HELIPUERTO, AUXILIAR DE IZAMIENTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2019/20**

---

*OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 6**

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

## Contenido

1 RPA .....	2
2 Introducción .....	5
3 Estimación de la Potencia Propulsora .....	8
3.1 Resistencia al Avance .....	8
3.2 Estimación de Potencia. Navcad-“BY THRUST” .....	10
3.3 Definición del propulsor y ajuste de la estimación de potencia. Navcad-“BY POWER” .....	15
4 Diseño del Timón .....	19
4.1 Perfil del Timón .....	19
4.2 Dimensiones del Timón .....	19
4.3 Momento del Timón .....	21
5 Anexos .....	22
5.1 NAVCAD RESISTENCIA .....	22
5.2 NAVCAD PROPULSIÓN .....	27
5.2.1 BY THRUST .....	27
5.2.2 BY POWER .....	32
5.3 PROPULSIÓN .....	42
5.3.1 PROPULSOR .....	42
5.3.2 MOTOR PROPULSOR .....	44
5.4 TIMÓN .....	45

## 2 INTRODUCCIÓN

A lo largo de este cuaderno se va a realizar la Estimación de la Potencia Propulsora mediante un procedimiento similar al empleado en el cuaderno 1, pero en este caso, se tienen las dimensiones del buque obtenidas mediante el software MaxSurf en Cuadernos previos.

Las dimensiones a utilizar son las siguientes:

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS	
ESLORA TOTAL (Loa)	134 m
ESLORA ENTRE PERPENDICUALRES (Lpp)	129,82 m
ESLORA EN LA FLOTACIÓN (Lwl)	133,43 m
MANGA (B)	38,7 m
PUNTAL (D)	11,57 m
CALADO (T)	6,215 m
Cb	0,812
DESPLAZAMIENTO ( $\Delta$ )	26720 t
SUPERFICIE MOJADA	6203,899 m <sup>2</sup>
Cp	0,813
Cm	0,999
Cf	0,894
VELOCIDAD trántiso	10 kn
VELOCIDAD máxima	12 kn
POTENCIA TOTAL INSTALADA	25200 kW

Para el cálculo de los propulsores, se ha utilizado el calado de 6'5 metros, debido a que, a este calado, como se ha explicado en el cuaderno 5, para tener un desplazamiento de 26600 toneladas aproximadamente, teniendo en cuenta la permeabilidad del 100% del hueco non Buoyant, se necesitaba un calado de 6'5 m y se realizaron los cálculos utilizando el desplazamiento proporcionado por el maxsurf modeler al calado indicado. El maxsurf modeler, solo tiene en cuenta las formas del casco, de manera que el desplazamiento utilizado será mayor al que se obtiene en el maxsurf stability, usando de esta manera, el más desfavorable (el del modeler).

La predicción de potencia en un primer momento se realizó como se ha comentado, al calado de 6'5m, pero al volver a calcular la estabilidad, cambiando la permeabilidad de los huecos, el calado para la condición de máxima carga varió, de manera que el desplazamiento obtenido del maxsurf modeler para el calado de 6'215m será diferente al desplazamiento de 6'5 metros, pero esta variación del desplazamiento en el maxsurf modeler, no afectará prácticamente a la potencia necesaria para propulsión.

En el apartado 3.1, se indican los datos que se emplearán para calcular la potencia.

Para la predicción de potencia se utilizará el software de Navcad, de manera parecida a la realizada en el Cuaderno 1. Se utilizará la predicción de Potencia según el método de Holtrop:

Method Expert ranking

Method	Speed	Hull	Details	Parameters		
Andersen	OK	Uncertain	OK	FN [design]	0,06-0,80	0,14
Simple Towboat	OK	Uncertain	OK	CP	0,55-0,85	0,83
Simple Ship	OK	Uncertain	Uncertain	LWL/BWL	3,90-14,90	3,45 Range
<b>Holtrop</b>	<b>OK</b>	<b>Fail</b>	<b>OK</b>	BWL/T	2,10-4,00	5,95 Range
Blount/Fox	Fail	OK	OK			
Series 60	OK	Fail	Uncertain			
Oortmerssen	OK	Fail	Uncertain			
Simple Sailboat	OK	Fail	Uncertain			
Simple Planing	Fail	Uncertain	Uncertain			
Series 62	Fail	Fail	OK			

**Ranking:** Best ■ Good ■ Fair ■ Poor ■

Como se puede ver en la imagen, uno de los métodos más adecuados es Holtrop, por tanto, es válida su elección.

Según el método de Holtrop:

$$0,06 < Fn < 0,24$$

$$0,55 < Cp < 0,85$$

$$3,90 < \frac{Lwl}{Bwl} < 14,90$$

$$2,10 < \frac{Bwl}{T} < 4,00$$

Siendo los valores del buque los siguientes:

$$Fn(V_{\text{diseño}}) = 0,14 \rightarrow OK$$

$$Cp = 0,83 \rightarrow OK$$

$$\frac{Lwl}{Bwl} = 3,45$$

$$\frac{Bwl}{T} = 5,95$$

Como se puede comprobar, de los 4 rangos, son válidos 2, pero se utilizará este método ya que es de los mejores métodos, tal y como refleja el programa.

Para la Predicción de Resistencia se utilizará el software Navcad, de la misma manera que para la predicción de potencia, del mismo modo, se seleccionará el método de Holtrop. Se ha escogido el método Holtrop en los dos casos, ya que es válido en las dos situaciones (Potencia y Resistencia):

Method Expert ranking

Method	Speed	Hull	Details	Parameters
Holtrop	OK	Uncertain	OK	FN [design] 0,06-0,24 0,14
Swift	OK	Uncertain	OK	CP 0,55-0,85 0,83
Hamburg EWB Series	OK	Uncertain	OK	LWL/BWL 3,90-14,90 3,45 Range
Andersen	OK	Uncertain	OK	BWL/T 2,10-4,00 5,95 Range
Oortmerssen	OK	Fail	OK	Lambda 0,01-1,06 1,10
Simple Ship	OK	Uncertain	Uncertain	
Kostov	OK	Fail	OK	
BSRA Series (Full)	OK	Uncertain	Uncertain	
BSRA Series (Medium)	OK	Uncertain	Uncertain	
Delft Series (1)	OK	Fail	Uncertain	

Ranking: Best ■ Good ■ Fair ■ Poor ■

De la misma manera, se comprueba el método de predicción:

$$0,06 < Fn < 0,24$$

$$0,55 < Cp < 0,85$$

$$3,90 < \frac{Lwl}{Bwl} < 14,90$$

$$2,10 < \frac{Bwl}{T} < 4,00$$

$$0,01 < Lambda < 1,06$$

Siendo los valores del buque los siguientes:

$$Fn(Vdiseño) = 0,14 \rightarrow OK$$

$$Cp = 0,83 \rightarrow OK$$

$$\frac{Lwl}{Bwl} = 3,45$$

$$\frac{Bwl}{T} = 5,95$$

$$Lambda = 1,10 \rightarrow OK$$

### 3 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

Como se ha explicado en el apartado anterior, para el cálculo de Potencia, se ha empleado el software "NavCad", de una manera similar que en el cuaderno 1, pero como en este cuaderno ya se conocen las dimensiones del buque obtenidas de cuadernos previos, de modo, que se obtendrá una potencia más exacta que la obtenida en el cuaderno 1.

En primer lugar, se ha de calcular la Resistencia del buque, mediante el mismo Software:

#### 3.1 Resistencia al Avance

A continuación, se introducen en NavCad los siguientes datos obtenidos de las tablas hidrostáticas mostradas en la introducción, obtenidas mediante el software Maxsurf:

##### -Dimensiones Principales:

Eslora de Flotación.....	133,421 m
Manga Máxima en Flotación.....	38,7 m
Calado de Diseño.....	6,5 m
Desplazamiento.....	29037 t
Superficie Mojada.....	6679,478 m <sup>2</sup>
LCB desde la estampa.....	65,373 m
LCF desde la estampa.....	61,834 m
Área de Sección Máxima.....	251,341 m <sup>2</sup>
Área de la flotación.....	4768,674 m <sup>2</sup>
Factor de forma de proa.....	1 (U)
Factor de forma de popa.....	1 (U)
Semiángulo de entrada.....	59°
Velocidad de Diseño.....	10 kn

##### -Bulbo:

Área Transversal.....	20,340 m <sup>2</sup>
Nariz del Bulbo desde la estampa.....	133,421 m
Centro del bulbo por debajo de la flotación.....	3,250 m

##### -Estampa:

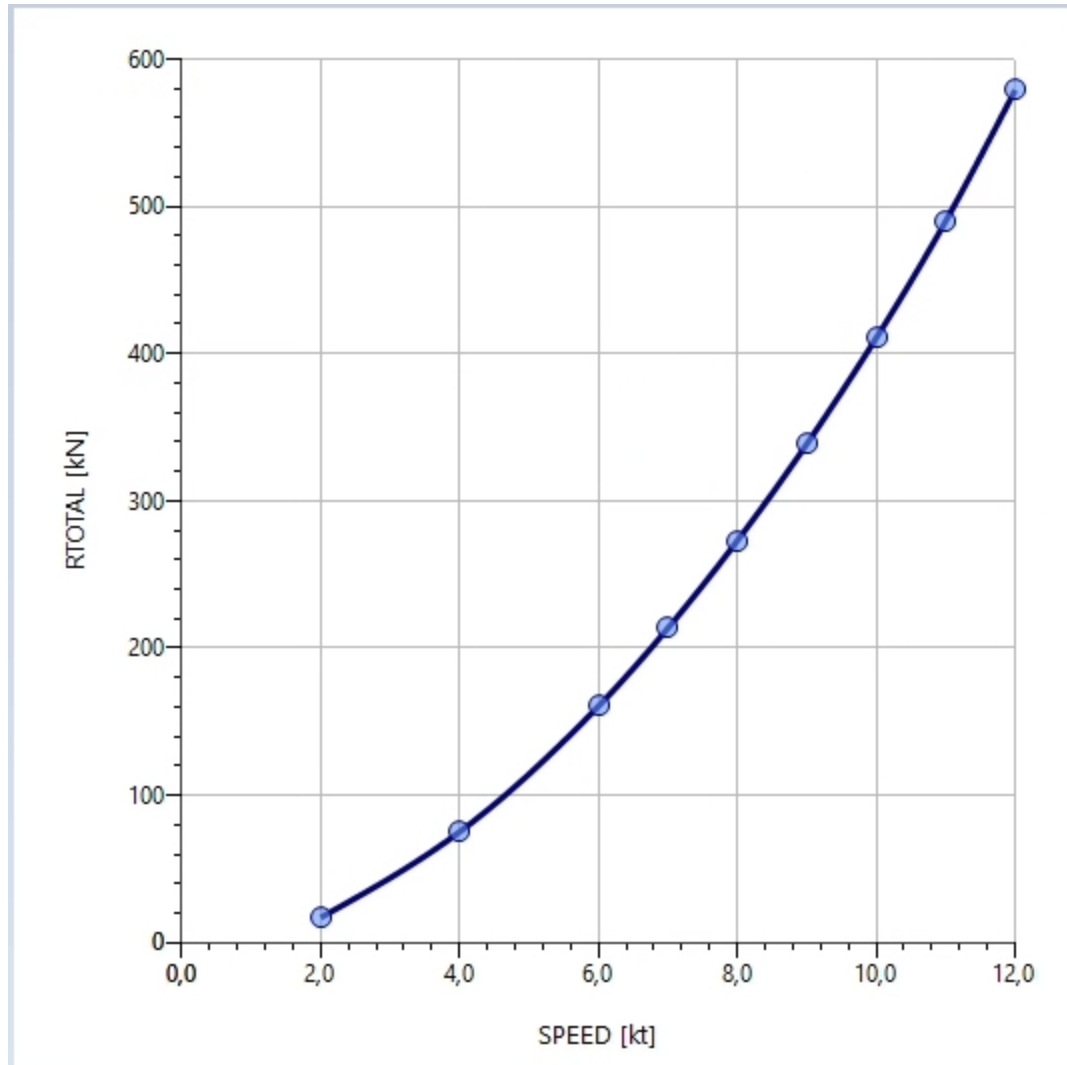
Área Mojada de la Estampa.....	37,534 m <sup>2</sup>
Manga de la Estampa en la línea de flotación.....	37,534 m <sup>2</sup>
Inmersión de la Estampa.....	1,080 m

##### -Márgenes:

Casco+Arrastre.....	10 %
---------------------	------



A continuación, se muestra el cálculo de resistencia mediante software después de haber introducido los valores indicados previamente en NavCad:



La  $R_{total}$  para la velocidad de diseño de 10kn es de:

$$R_{t_{10kn}} = 410,69 \text{ kN}$$

También es importante conocer la resistencia para 12kn puesto que en la RPA se establece que el buque tendrá una velocidad máxima de 12kn, entonces se deberá tener en cuenta este dato para la dimensión de la propulsión.

$$R_{t_{12kn}} = 579,04 \text{ kN}$$

### 3.2 Estimación de Potencia. Navcad-“BY THRUST”

En este apartado, se calcula la estimación de potencia propulsora por medio del empuje, para ello, se introducen los siguientes datos en Navcad:

**-Propulsor:**

- Nº de propulsores..... 4
- Tipo de Propulsor..... Propeller Series-FPP
- Serie del Propulsor..... Kaplan 19A
- Dimensionamiento del propulsor..... BY TRHUST
- Nº Palas..... 4
- Diámetro del Propulsor..... 3000 mm
- Inmersión del eje..... 4098 mm

Para conocer el diámetro del propulsor, es necesario conocer el espacio disponible en la zona de popa, para ello, partiendo de las formas en MaxSurf, se mide el espacio disponible.

El espacio disponible tiene capacidad para hélices de 3,2m pero se utilizará para el cálculo de la potencia, hélices de 3 metros puesto que, entrando en el catálogo del suministrador, las hélices de 3,2 metros son para potencias bastante superiores a la potencia que nos dará el software Navcad como se verá más adelante.

A continuación, se procede al dimensionamiento del propulsor de la siguiente manera:

**Propeller sizing**

<b>To size</b>			
Gear ratio:	Size	▼	7,217
Expanded area ratio:	Keep	▼	0,650
Propeller diameter:	Keep	▼	3000,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	3749,1 mm
<b>Design condition [By thrust]</b>			
Design speed:		▼	10,00 kt
Reference thrust:		...	147,57 kN
Design point:		...	1,000
Reference RPM:		...	1000,0
Design point:		...	1,000
Max prop diam:			3200,0 mm
<b>Review</b>			
Tip speed:			0,00 m/s

Size
Save report
OK
Cancel
Help

**-Donde el propio programa dimensiona:**

- Relación de transmisión
- Relación de áreas
- Diámetro del propulsor
- Paso de la Hélice

**-Condición de Diseño:**

- Velocidad de diseño
- Empuje de referencia
- Punto de diseño
- RPM de referencia
- Máximo diámetro del propulsor

A continuación, se muestra el informe proporcionado por el programa, donde se pueden ver las diferentes potencias:

SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
2,00 !	27	2,88	0,40	8,3	8,4	33,8	33,8	---
4,00 !	56	12,46	1,73	73,9	75,4	301,6	301,6	---
6,00	83	26,89	3,72	235,5	240,3	961,1	961,1	914,5
7,00	96	35,95	4,98	364,7	372,1	1488,4	1488,4	688,9
8,00	109	46,16	6,39	531,8	542,7	2170,6	2170,6	539,9
9,00	122	57,51	7,96	740,9	756,1	3024,2	3024,2	436,0
+ 10,00 +	135	70,02	9,70	997,0	1017,3	4069,3	4069,3	360,0
11,00	148	83,81	11,61	1307,3	1334,0	5335,8	5335,8	302,0
12,00	161	99,19	13,74	1684,4	1718,7	6874,9	6874,9	255,7

Se tendrá en cuenta la potencia a la velocidad de 12kn ya que es la máxima velocidad a la que puede navegar, según lo indicado en la RPA:

$$PB_{total_{10kn}} = 4069,3kW$$

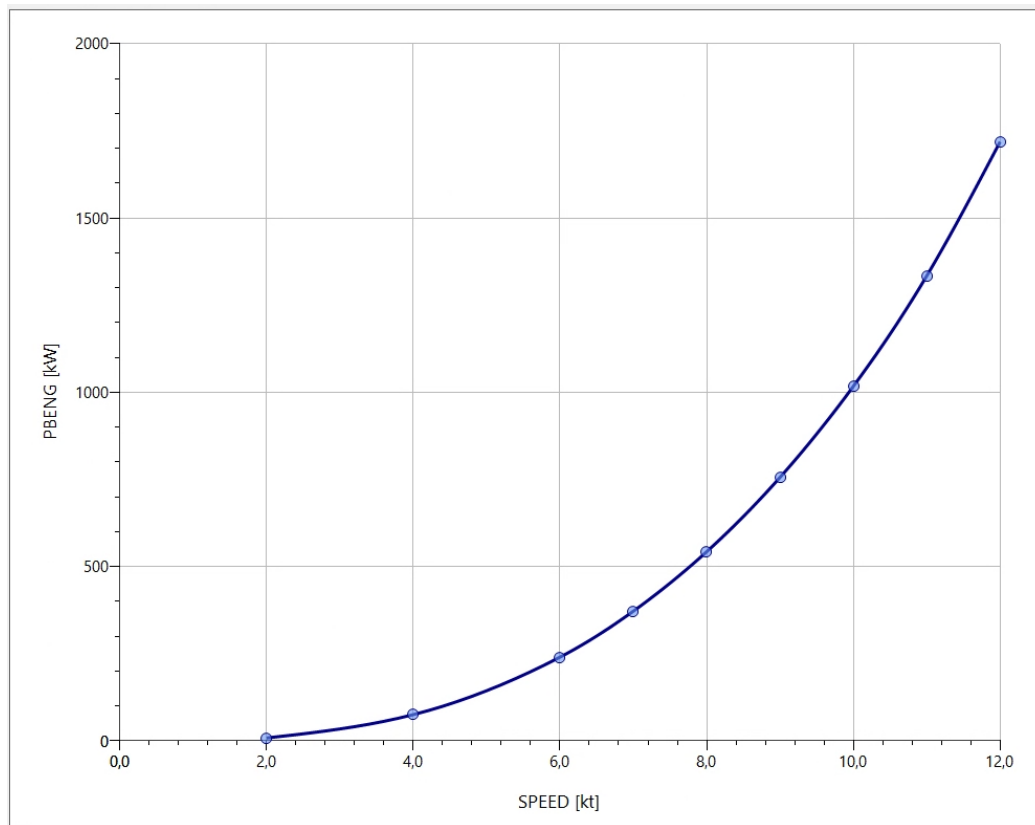
$$PB_{total_{12kn}} = 6874,9kW$$

Las RPM óptimas son las siguientes:

$$RPM_{10kn} = 135 RPM$$

$$RPM_{12kn} = 161 RPM$$

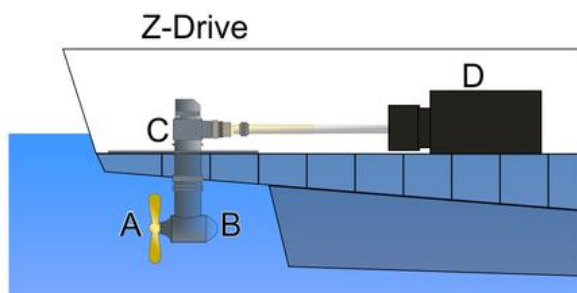
La gráfica de la potencia es la siguiente:



La potencia máxima que tendrán que dar los motores propulsores es aquella para la cual el buque alcanza la velocidad máxima definida en la RPA, es decir, 12kn. Esta potencia es algo inferior a la potencia propulsiva calculada en cuadernos previos mediante rectas de regresión en base a los buques de referencia, pero como la potencia obtenida es con las dimensiones del buque, se escoge otro propulsor para la nueva potencia.

Para realizar el avance del buque, se instalarán los Thrusters, los cuales irán conectados a los motores propulsores, que serán motores eléctricos. Esta disposición es la conocida como "Z-DRIVE", donde el thruster se conecta al motor eléctrico mediante un eje.

El esquema básico es el siguiente:



• **PROPULSOR**

En primer lugar, será necesario saber la potencia del thruster para en base a ello, seleccionar el motor propulsor, de manera que se escogerá el propulsor de la marca SCHOTTEL modelo SRP. Como se ha explicado previamente, se decide escoger un propulsor de 3 metros de diámetro puesto que tiene más similitud con el tamaño de los propulsores del buque base y otros buques de la base de datos. Como se puede ver en la tabla del propulsor, según se aumenta en diámetro, aumenta la potencia “input”, es decir, la potencia que se le tiene que suministrar con el motor propulsor.

Para escoger el propulsor es necesario conocer la potencia por propulsor, que será la potencia calculada previamente de:

$$PB_{total_{12kn}} = 6874,9kW$$

La potencia por cada propulsor será:


$$PB_{tprop_{12kn}} = 1718,725kW$$

La potencia por propulsor será la potencia que tiene ser capaz de suministrar cada propulsor para poder desplazar el buque a la velocidad máxima de 12kn, por tanto, la potencia del motor propulsor será superior a la calculada por propulsor puesto que habrá una serie de pérdidas mecánicas y eléctricas en el sistema.

Type	Input power [kW]				Input speed [min <sup>-1</sup> ]	Propeller ducted Ø [m]	Weight* [t]	PTI hybrid	Drive variants	
	A	B	C	D					Z	L
SRP 100	-	190	200	225	1800 / 2300	0.80	1.50	-	S	-
SRP 130	-	260	280	315	1800 / 2000	1.05	1.65	-	S	-
SRP 150	-	310	330	370	1800 / 2100	1.10	2.10	-	S	0
SRP 210	500	530	560	640	1800 / 2100	1.45	4.50	0	S	0
SRP 240	660	700	750	850	1600 / 1800 / 2100	1.60	8.00	0	S	0
SRP 260	700	770	820	920	1000 / 1200 / 1500 / 1800	1.75	9.60	-	S	0
SRP 340	1090	1170	1250	1400	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	2.10	15.00	0	S	0
SRP 360	1190	1280	1360	1530	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	2.20	15.50	0	S	0
SRP 400	1280	1410	1530	1700	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	2.30	20.00	0	S	0
SRP 430	1450	1560	1660	2000	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	2.40	21.50	0	S	0
SRP 460	1830	1960	2090	2350	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	2.60	27.50	0	S	0
SRP 490	2000	2125	2270	2550	1800	2.80	28.50	0	S	0
SRP 510	2030	2170	2320	2600	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	2.80	31.00	-	S	-
SRP 560	2190	2340	2500	2800	750 / 900 / 1000 / 1200 / 1600 / 1800	3.00	36.00	-	S	-
SRP 610	2490	2670	2850	3200	600 / 750 / 900 / 1000 / 1200 / 1800	3.20	42.00	-	S	-
SRP 630	2520	2700	3000	3300	600 / 750 / 900 / 1000	3.40	53.00	-	S	-
SRP 730	3270	3500	3730	4200	750 / 900 / 1000	3.80	80.00	-	S	-
SRP 750	4100	4390	4680	5270	720 / 750	3.80	82.00	-	S	S
SRP 800	4810	5160	5500	6190	720 / 750	4.10	70.00	-	S	S

\*Weight only SRP, with installation, with propeller and oil at PNL, min. (from SRP 290 onwards with nozzle)  
 Gewicht nur SRP (Brennereinsatz, mit Propeller und Öllagerung bei PNL, min. (ab SRP 290 mit Düse)  
 S = Standard, 0 = Option

RUDDERPROPELLER SRP



The SCHOTTEL Rudderpropeller is a universal multi-talent that is suitable for all conceivable applications and vessel designs.

- The unique combination of the new SCHOTTEL high performance nozzle with streamlined lower gearbox housing for maximum bollard pull and DP performance; for high efficiency and course stability at free-running
- FP propeller

**Optional**

- LEACON sealing system to protect the environment from oil spills and avoid water intake in the gear
- CP propeller (SRP 340 – 800)
- Special variants, e.g. for ice classes

Der SCHOTTEL Ruderpropeller ist das universell einsetzbare Multi-Talent, passend für alle denkbaren Anwendungen und Schiffdesigns.

- Einzigartige Kombination der neuen SCHOTTEL Hochleistungs-Düse mit strömungslinienförmigem Unterwassergehäuse für höchsten Pfahlzug und DP-Leistung; für guten Wirkungsgrad und Kursstabilität bei Freifahrt
- FP-Propeller

**Optional**

- Umweltfreundliches SCHOTTEL LEACON-Dichtungssystem schützt Gewässer vor Ölverschmutzung und verhindert einen Wassereintritt in das Getriebe
- CP-Propeller (SRP 340 – 800)
- Spezielle Varianten z. B. für Eisklassen

El Propulsor como se mencionó es un propulsor SCHOTTEL y se ha escogido el modelo SRP 560 (A).

Este modelo tiene una potencia de entrada de 2190 kW, esta potencia que se le suministra mediante el motor propulsor, se verá reducida por los elementos mecánicos del propulsor ya que el giro de la hélice es en sentido horizontal, pero para poder realizar el giro de la hélice en este sentido, viene de un giro vertical y otro horizontal (este último

procedente del motor propulsor), lo que ocasiona que habrá unas pérdidas de potencia. A estas pérdidas de potencia, hay que sumarle una pérdida debido a una reductora que ira instalada en el propio propulsor, esta reductora, lo que hace es reducir las revoluciones del eje de entrada del motor propulsor, a las revoluciones óptimas calculadas previamente con el software Navcad.

Por tanto, se considerará un rendimiento de un 90%, de modo que la potencia efectiva del propulsor será de aproximadamente:

$$P_{SRP560} = 2190kW * 0,9 = 1971 kW$$

$$RPM = 900 RPM$$

- **MOTOR PROPULSOR**

El motor propulsor es el encargado de suministrar el giro al del propulsor mediante un eje. Este motor propulsor es un motor eléctrico alimentado con la potencia de los generadores principales.

Se dispondrá el mismo número de motores propulsores que de propulsores, es decir, 4 motores propulsores.

Estos motores propulsores, tendrán la potencia suficiente para suministrar la potencia de 2190kW de entrada del propulsor. La potencia de entrada que será la que le suministra el motor propulsor al propulsor, se escogerá un poco inferior a la máxima del propulsor, ya que, si se selecciona una potencia superior del motor propulsor a la máxima de entrada del propulsor, podría generar problemas.

De la misma manera que en el caso del propulsor, habrá unas pérdidas y en este caso, se le añadirá una pequeña pérdida debida a elementos mecánicos. La eficiencia eléctrica del motor propulsor se tendrá en cuenta en cuadernos posteriores para saber el consumo de estos motores propulsores.

El motor propulsor seleccionado es de la marca ABB y se tiene que seleccionar un motor capaz de suministrar las RPM de entrada del propulsor, de este modo, como las RPM admisibles del propulsor son variadas (750/900/1200/1600/1800 RPM), se seleccionará un motor propulsor de alta velocidad "High Speed Drive 500- Single Drive (AFE)".

El motor propulsor seleccionado es el tipo "M" que tiene una velocidad de 900 RPM (revoluciones que coinciden con el propulsor), una potencia máxima de 2050kW, que a esta potencia se le tendrá en cuenta una reducción debida a las pérdidas mecánicas, de modo que la potencia quedará (suponiendo unas pérdidas mecánicas del 2%):

$$P_{500L} = 2050kW * 0,98 = 2009kW$$

Se adjunta en el anexo, la tabla del motor seleccionado.

De la potencia de entrada al propulsor, se le restan pérdidas mecánicas supuestas como se explicó previamente, de un 10%, de manera que, a los 2009kW del motor propulsor, quedará una potencia de:

$$P_{SRP560} = 2009kW * 0,9 = 1808,1 kW$$

### 3.3 Definición del propulsor y ajuste de la estimación de potencia. Navcad-“BY POWER”

Para este apartado se va a utilizar la potencia de cada motor propulsor que se ha seleccionado previamente.

Los datos introducidos para obtener la potencia son los datos del propulsor como se indicó anteriormente, y se introducirán otros datos que se explican a continuación:

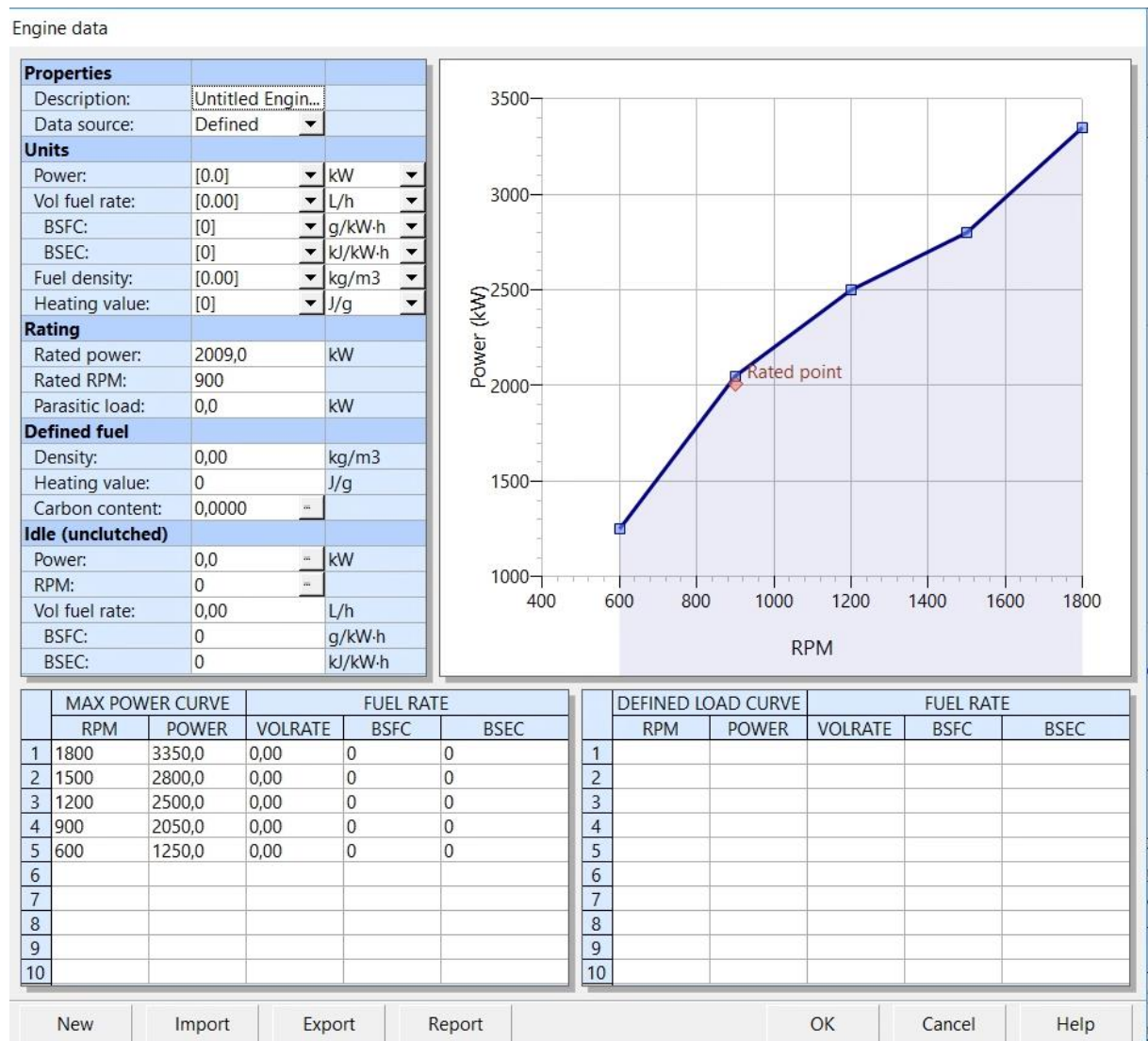
<b>Propulsor</b>		
Count:	4	▼
Propulsor type:	Propeller series	▼
Propeller type:	FPP	▼
Propeller series:	Kaplan 19A	▼
Propeller sizing:	By power	▼
Reference prop:		
Blade count:	4	▼
Expanded area ratio:	0,6500	
Propeller diameter:	3000,0	mm
Propeller mean pitch:	3748,1	mm
Hub immersion:	4098,0	mm
<b>Engine/gear</b>		
Drive line:	Standard	▼
Gear input:	Single engine	
Engine data:	Untitled Engine ...	▼
Rated RPM:	900	RPM
Rated power:	2009,0	kW
Primary fuel:	Defined	▼
Secondary fuel:	None	
Gear efficiency:	1,000	...
Load correction:	Off	▼
Gear ratio:	7,221	
Shaft efficiency:	0,980	...

El número de palas se variará para ver la elección óptima a nivel de eficiencia y carga de los motores propulsores. El “Propeller mean pitch” lo dimensiona el propio programa en base a la inmersión del eje y el diámetro de la hélice, y se estima una eficiencia del eje de un 98%, como se ve en “Shaft efficiency”.

A continuación, se representa la curva del motor propulsor proporcionada por el fabricante, en la cual se indican las potencias del motor en función de las revoluciones. La curva, está representada por el fabricante en el Anexo donde se adjunta la información del motor del propulsor.

Se ha estimado que la potencia “RATING” es la potencia, como se ha explicado previamente, que proporciona el motor después de hacer la estimación de las pérdidas mecánicas del motor.

La gráfica, por tanto, tiene la siguiente forma:



Donde las revoluciones son las revoluciones del motor al suministrar la potencia para la propulsión.

A continuación, se comprueba la carga de los propulsores y la eficiencia, cambiando el número de palas de modo que se comprobará qué hélice es más adecuada. En este tipo de propulsor, al ser eléctrico, la carga del motor propulsor puede ser del 100%.



**-Cálculo para 3 Palas:**

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
2,00 !	17,5	0,1475	0,2384	0,9909	197	8,4	0,4	—	—
4,00 !	154,7	0,1472	0,2384	0,9909	407	74,8	3,7	—	—
6,00	495,6	0,1464	0,2384	0,9909	601	238,3	11,9	—	—
7,00	769,1	0,1461	0,2384	0,9909	696	369,0	18,4	—	—
8,00	1123,6	0,1459	0,2384	0,9909	791	538,0	26,8	—	—
9,00	1568,0	0,1457	0,2384	0,9909	884	749,5	37,3	—	—
+ 10,00 +	2112,8	0,1455	0,2384	0,9909	977	1008,4	50,2	—	—
11,00	2773,1	0,1453	0,2384	0,9909	1070	1322,0	65,8	—	—
12,00	3574,6	0,1452	0,2384	0,9909	1165	1703,3	84,8	—	—
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
2,00 !	0,6028	0,5230	0,60341	5,59	17,03				
4,00 !	0,5963	0,5171	0,62689	24,68	75,20				
6,00	0,6000	0,5199	0,61395	52,70	160,55				
7,00	0,6016	0,5210	0,60828	70,10	213,57				
8,00	0,6030	0,5221	0,60298	89,62	273,00				
9,00	0,6042	0,5230	0,59803	111,17	338,66				
+ 10,00 +	0,6052	0,5238	0,59361	134,81	410,69				
11,00	0,6060	0,5244	0,59014	160,86	490,05				
12,00	0,6064	0,5247	0,58833	190,07	579,04				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
2,00 !	27	2,84	0,39	8,2	8,4	33,5	33,5	—	
4,00 !	56	12,30	1,70	73,3	74,8	299,2	299,2	—	
6,00	83	26,55	3,68	233,5	238,3	953,2	953,2	922,1	
7,00	96	35,49	4,91	361,6	369,0	1476,0	1476,0	694,7	
8,00	109	45,57	6,31	527,3	538,0	2152,1	2152,1	544,6	
9,00	122	56,76	7,86	734,5	749,5	2997,9	2997,9	439,8	
+ 10,00 +	135	69,10	9,57	988,2	1008,4	4033,4	4033,4	363,2	
11,00	148	82,70	11,45	1295,6	1322,0	5288,2	5288,2	304,7	
12,00	161	97,87	13,55	1669,2	1703,3	6813,2	6813,2	258,0	

Como se ha explicado en otras ocasiones, la velocidad máxima es la que será más determinante, de modo que se comprobarán los resultados para 12kn:

$$\%Carga = 84,8\%$$

$$Eficiencia = 0,6064$$

$$RPM = 161$$

**-Cálculo para 4 palas:**

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
2,00 !	17,5	0,1475	0,2384	0,9909	197	8,4	0,4	---	---
4,00 !	154,7	0,1472	0,2384	0,9909	405	75,4	3,8	---	---
6,00	495,6	0,1464	0,2384	0,9909	598	240,3	12,0	---	---
7,00	769,1	0,1461	0,2384	0,9909	693	372,1	18,5	---	---
8,00	1123,6	0,1459	0,2384	0,9909	787	542,7	27,0	---	---
9,00	1568,0	0,1457	0,2384	0,9909	880	756,1	37,6	---	---
+ 10,00 +	2112,8	0,1455	0,2384	0,9909	973	1017,3	50,6	---	---
11,00	2773,1	0,1453	0,2384	0,9909	1066	1334,0	66,4	---	---
12,00	3574,6	0,1452	0,2384	0,9909	1160	1718,7	85,6	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR				
2,00 !	0,5977	0,5185	0,59826	5,59	17,03				
4,00 !	0,5916	0,5131	0,62194	24,68	75,19				
6,00	0,5951	0,5156	0,6089	52,70	160,55				
7,00	0,5965	0,5167	0,60317	70,10	213,56				
8,00	0,5978	0,5176	0,59783	89,62	273,00				
9,00	0,5989	0,5185	0,59283	111,17	338,66				
+ 10,00 +	0,5999	0,5192	0,58837	134,81	410,69				
11,00	0,6006	0,5197	0,58487	160,86	490,05				
12,00	0,6010	0,5200	0,58304	190,07	579,04				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
2,00 !	27	2,88	0,40	8,3	8,4	33,8	33,8	---	
4,00 !	56	12,46	1,73	73,9	75,4	301,6	301,6	---	
6,00	83	26,89	3,72	235,5	240,3	961,1	961,1	914,5	
7,00	96	35,95	4,98	364,7	372,1	1488,4	1488,4	688,9	
8,00	109	46,16	6,39	531,8	542,7	2170,6	2170,6	539,9	
9,00	122	57,51	7,96	740,9	756,1	3024,2	3024,2	436,0	
+ 10,00 +	135	70,02	9,70	997,0	1017,3	4069,3	4069,3	360,0	
11,00	148	83,81	11,61	1307,3	1334,0	5335,8	5335,8	302,0	
12,00	161	99,19	13,74	1684,4	1718,7	6874,9	6874,9	255,7	

Como se ha explicado en otras ocasiones, la velocidad máxima es la que será más determinante, de modo que se comprobarán los resultados para 12kn:

$$\%Carga = 85,6\%$$

$$Eficiencia = 0,6010$$

$$RPM = 161$$

Como se puede ver en los dos casos, las revoluciones son las mismas y las eficiencias prácticamente también son iguales, de modo que se escoge la de 4 palas puesto que es la que proporciona SCHOTTEL, como se puede ver en la imagen de la tabla de los propulsores expuesta previamente.

## 4 DISEÑO DEL TIMÓN

Este cálculo se realiza debido a un requisito de contenidos el TFG, puesto que el buque proyecto al llevar Thrusters, no necesita timón.

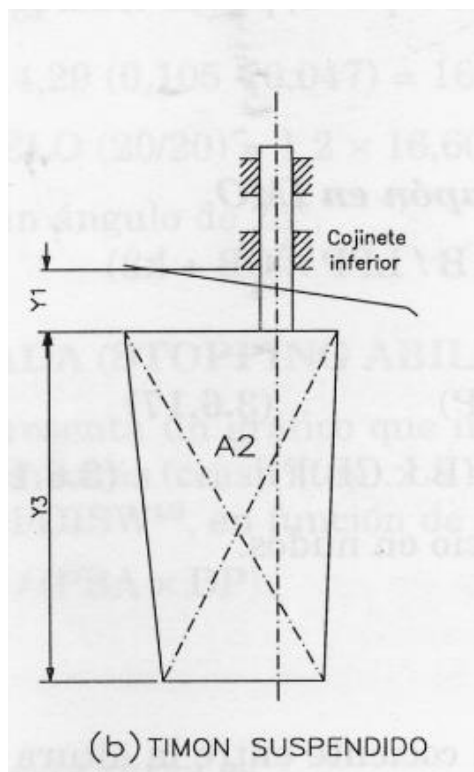
Se utilizarán los datos reales del buque para este cálculo, escogiendo un tipo de timón adecuado para el buque proyecto en caso de que no se llevaran thrusters.

Para el cálculo del timón se va a utilizar el libro “El Proyecto Básico del Buque Mercante” para saber las medidas del timón y demás características de este.

### 4.1 Perfil del Timón

Se va a escoger un timón de tipo suspendido debido a la forma de la popa del buque.

El timón de tipo suspendido es de la siguiente forma:



### 4.2 Dimensiones del Timón

Para este cálculo, se utiliza la siguiente formulación del DNV:

$$AR = 0,01 * L_{pp} * T * \left( 1 + 50 * C_b^2 * \left( \frac{B}{L_{pp}} \right)^2 \right)$$

Según las medidas del buque mostradas previamente en la tabla de hidrostáticas:

$$AR = 32,73m^2$$

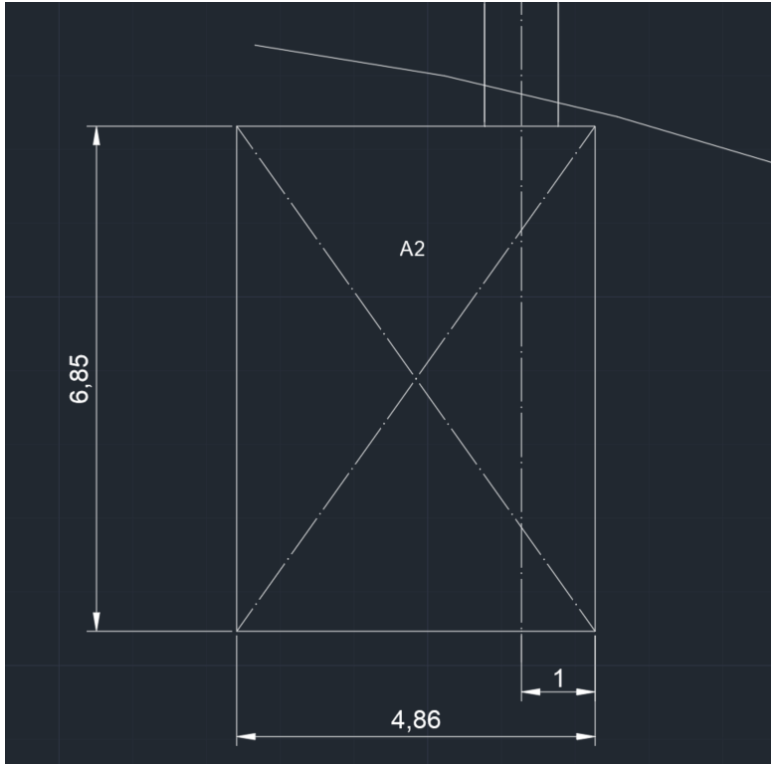
A continuación, se va a diseñar un timón con un área mínima a la calculada y con las siguientes relaciones:

$$ALTURA/LONGITUD \approx 1,5$$

La longitud de la parte compensada no ha de ser mayor que el 35% de la longitud total del timón (1,701m MÁX).

El área a proa del eje de giro ha de ser aproximadamente un 20% del área total (6,546 m<sup>2</sup>).

A continuación, se muestra un esquema básico de las medidas del timón



$$\text{Área total} = 33,3\text{m}^2$$

$$\text{Área Zona compensada} = 6,66 \text{ m}^2$$

$$\text{Long. parte Compensada} = 1\text{m}$$

$$\frac{\text{ALTURA}}{\text{LONG}} = \frac{6,85}{4,86} = 1,41$$

### 4.3 Momento del Timón

El momento ejercido por el timón se calculará de la siguiente manera:

$$Mt = \frac{5,3 * S * V^2 * \rho * \text{sen}(\alpha)}{0,2 + 0,3 * \text{sen}(\alpha)} * (0,2 + 0,3 * \text{sen}(\alpha) * C - d)$$

Donde:

$$\alpha = 35^\circ \text{ (Dato Sacado de DNV)}$$

$$V = 5,144 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,026 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{d}{C} = (0,2 + 0,3 * \text{sen}(\alpha))$$

De modo que:

$$d = 1,81$$

$$Mt = \frac{5,3 * 33,3 * 5,144^2 * 1,026 * \text{sen}(35)}{0,2 + 0,3 * \text{sen}(35)} * (0,2 + 0,3 * \text{sen}(35) * 4,86 - 1,81) = 5715N$$

## 5 ANEXOS

### 5.1 NAVCAD RESISTENCIA

#### Resistance

15 Jul 2020 01:03  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.hcnc

#### Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull + added drag [10%]
Hull form factor:	[On]	1,662	<b>Water properties</b>	
Speed corr:	[Off]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

#### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,14	0,84	3,45°	5,95°	1,12°
Range	0,06-0,24	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,06

#### Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
2,00 †	0,028	0,060	1,15e8	0,002041	1,662	0,000150	0,000000	0,000521	0,004063
4,00 †	0,057	0,119	2,31e8	0,001852	1,662	0,000901	0,000000	0,000527	0,004507
6,00	0,085	0,179	3,46e8	0,001754	1,662	0,000839	0,000000	0,000512	0,004266
7,00	0,100	0,208	4,04e8	0,001718	1,662	0,000805	0,000000	0,000503	0,004165
8,00	0,114	0,238	4,62e8	0,001689	1,662	0,000771	0,000000	0,000495	0,004072
9,00	0,128	0,268	5,19e8	0,001663	1,662	0,000737	0,000000	0,000486	0,003987
+ 10,00 *	0,142	0,298	5,77e8	0,001641	1,662	0,000709	0,000000	0,000477	0,003913
11,00	0,156	0,327	6,35e8	0,001621	1,662	0,000693	0,000000	0,000469	0,003856
12,00	0,171	0,357	6,93e8	0,001603	1,662	0,000702	0,000000	0,000461	0,003827

RESISTANCE										
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]		
2,00 †	14,74	0,37	0,37	0,00	0,00	0,00	1,55	17,03		
4,00 †	65,40	1,49	1,48	0,00	0,00	0,00	6,94	75,20		
6,00	139,28	3,34	3,33	0,00	0,00	0,00	14,60	160,55		
7,00	185,07	4,55	4,53	0,00	0,00	0,00	19,42	213,57		
8,00	236,32	5,95	5,92	0,00	0,00	0,00	24,82	273,00		
9,00	292,85	7,52	7,49	0,00	0,00	0,00	30,79	338,66		
+ 10,00 *	354,81	9,29	9,25	0,00	0,00	0,00	37,34	410,69		
11,00	423,06	11,24	11,20	0,00	0,00	0,00	44,55	490,05		
12,00	499,70	13,38	13,32	0,00	0,00	0,00	52,64	579,04		

EFFECTIVE POWER			OTHER		
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W
2,00 †	15,2	17,5	0,00237	0,06398	0,00005
4,00 †	134,6	154,7	0,01419	0,07096	0,00023
6,00	429,9	495,6	0,01321	0,06717	0,00049
7,00	666,4	769,1	0,01268	0,06557	0,00065
8,00	972,6	1123,6	0,01213	0,06411	0,00083
9,00	1355,9	1568,0	0,01160	0,06277	0,00103
+ 10,00 *	1825,3	2112,8	0,01116	0,06160	0,00125
11,00	2394,1	2773,1	0,01091	0,06070	0,00149
12,00	3084,8	3574,6	0,01105	0,06025	0,00175

Report 020200115-1362

HydroComp NavCad 2018 16:04:07 03/08/2018

**Resistance**

15 Jul 2020 01:03  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name **offshore.hcnc**

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	5,000 m
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	5,000 m <sup>2</sup>
Length on WL:	<b>133,421 m</b>	LCG fwd TR:	[XCB/LP 0,200] 5,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,448] <b>38,700 m</b>	VCG below WL:	5,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 5,954] <b>6,500 m</b>	Aft station (fwd TR):	5,000 m
Displacement:	[CB 0,843] <b>29037,00 t</b>	Deadrise:	5,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,437] <b>6679,478 m<sup>2</sup></b>	Chine beam:	5,000 m
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine W below WL:	5,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,490] <b>65,373 m</b>	Fwd station (fwd TR):	5,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,463] <b>61,834 m</b>	Deadrise:	5,00 deg
Max section area:	[CX 0,999] <b>251,341 m<sup>2</sup></b>	Chine beam:	5,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,924] <b>4768,674 m<sup>2</sup></b>	Chine W below WL:	5,000 m
Bulb section area:	<b>20,340 m<sup>2</sup></b>	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	<b>3,250 m</b>	Max prop diameter:	3000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	<b>133,421 m</b>	Shaft angle to WL:	5,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,149] <b>37,534 m<sup>2</sup></b>	Position fwd TR:	5,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,970] <b>37,534 m</b>	Position below WL:	5,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,166] <b>1,080 m</b>	Transom 3D device:	Flap
Half entrance angle:	<b>99,00 deg</b>	Device count:	2
Bow shape factor:	[WL flow] <b>1,0</b>	Span:	5,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] <b>1,0</b>	Chord length:	5,000 m
		Deflection angle:	5,00 deg
		Fwd joint fwd TR:	5,000 m
		Fwd joint below WL:	5,000 m

Report: 020200715-0003

HydroComp NavCad 2018 16.04.2017 05:09:11 0002

### Resistance

15 Jul 2020 01:03  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.hcnc

#### Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	1
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
<b>Planing influence</b>		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
<b>Shafting</b>		Height mid:	0,000 m
Count:	4	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	3000,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	<b>Stabilizer</b>	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
<b>Strut (per shaft line)</b>		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	<b>Bilge keel</b>	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	<b>Tunnel thruster</b>	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	3
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	2,200 m
<b>Rudder</b>		<b>Sonar dome</b>	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	<b>Miscellaneous</b>	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000	<b>Environment data</b>	
LE sweep:	0,00 deg	<b>Wind</b>	
Projected area:	0,000 m2	Wind speed:	0,00 kt
Wetted surface:	0,000 m2	Angle off bow:	0,00 deg
<b>Environment data</b>		Gradient correction:	Off
<b>Wind</b>		<b>Exposed hull</b>	
Wind speed:	0,00 kt	Transverse area:	164,000 m2
Angle off bow:	0,00 deg	VCE above WL:	0,000 m
Gradient correction:	Off	Profile area:	877,862 m2
<b>Seas</b>		<b>Superstructure</b>	
Significant wave ht:	7,350 m	Superstructure shape:	Cargo ship
Modal wave period:	6,0 sec	Transverse area:	650,340 m2
<b>Shallow channel</b>		VCE above WL:	0,000 m
Water depth:	0,000 m	Profile area:	1265,270 m2
Type:	Shallow water	<b>Environment data</b>	
Channel width:	0,000 m	<b>Wind</b>	
Channel side slope:	0,00 deg	Wind speed:	0,00 kt
Hull girth:	0,000 m	Angle off bow:	0,00 deg
<b>Environment data</b>		Gradient correction:	Off
<b>Wind</b>		<b>Exposed hull</b>	
Wind speed:	0,00 kt	Transverse area:	164,000 m2
Angle off bow:	0,00 deg	VCE above WL:	0,000 m
Gradient correction:	Off	Profile area:	877,862 m2
<b>Seas</b>		<b>Superstructure</b>	
Significant wave ht:	7,350 m	Superstructure shape:	Cargo ship
Modal wave period:	6,0 sec	Transverse area:	650,340 m2
<b>Shallow channel</b>		VCE above WL:	0,000 m
Water depth:	0,000 m	Profile area:	1265,270 m2
Type:	Shallow water	<b>Environment data</b>	
Channel width:	0,000 m	<b>Wind</b>	
Channel side slope:	0,00 deg	Wind speed:	0,00 kt
Hull girth:	0,000 m	Angle off bow:	0,00 deg
<b>Environment data</b>		Gradient correction:	Off

Report ID:02000715-1363

HydroComp NavCad 2018 15.04.2020 01:03 U-983



**Resistance**

15 Jul 2020 01:03

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name offshore.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

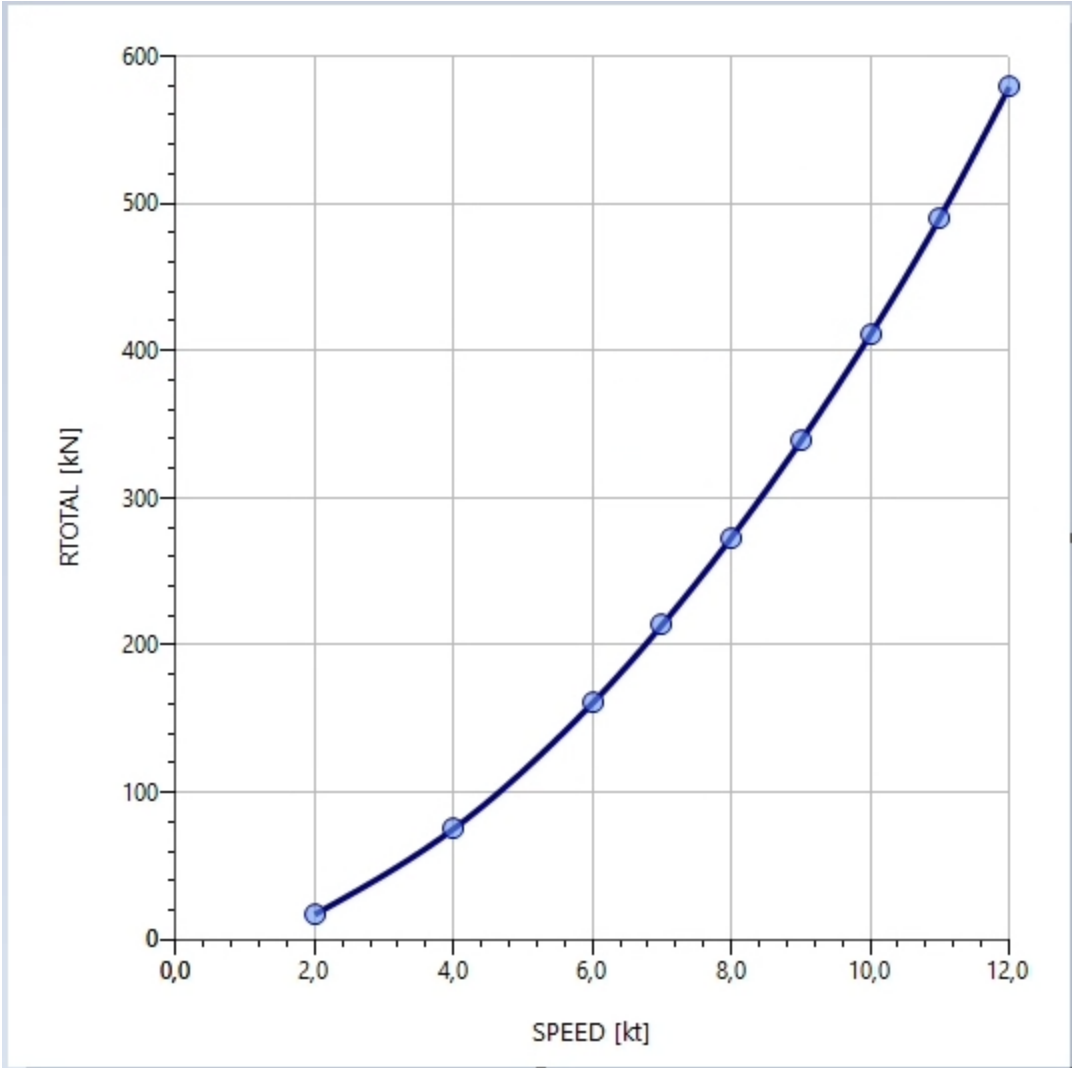
PEBARE = Bare-hull effective power  
PETOTAL = Total effective power

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

Report ID:020200716-1283

HydroComp NavCad 2018 18.08.0173.0528.U.002



## 5.2 NAVCAD PROPULSIÓN

### 5.2.1 BY THRUST

**Propulsion**  
 16 jul 2020 06:06  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.honc

#### 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:	3000,0 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:	1,662	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[On]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

#### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,14	0,84	3,45*	5,95*
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
2,00 !	17,5	0,1475	0,2384	0,9909	197	8,4	0,5	---	---
4,00 !	154,7	0,1472	0,2384	0,9909	405	75,4	4,4	---	---
6,00	495,6	0,1464	0,2384	0,9909	598	240,3	14,1	---	---
7,00	769,1	0,1461	0,2384	0,9909	693	372,1	21,8	---	---
8,00	1123,6	0,1459	0,2384	0,9909	787	542,7	31,8	---	---
9,00	1568,0	0,1457	0,2384	0,9909	880	756,1	44,4	---	---
+ 10,00 +	2112,8	0,1455	0,2384	0,9909	973	1017,3	59,7	---	---
11,00	2773,1	0,1453	0,2384	0,9909	1066	1334,0	78,3	---	---
12,00	3574,6	0,1452	0,2384	0,9909	1160	1718,7	100,9	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
2,00 !	0,5977	0,5185	0,59826	5,59	17,03				
4,00 !	0,5916	0,5131	0,62194	24,68	75,19				
6,00	0,5951	0,5156	0,6089	52,70	160,55				
7,00	0,5965	0,5167	0,60317	70,10	213,56				
8,00	0,5978	0,5176	0,59783	89,62	273,00				
9,00	0,5989	0,5185	0,59283	111,17	338,66				
+ 10,00 +	0,5999	0,5192	0,58837	134,81	410,69				
11,00	0,6006	0,5197	0,58487	160,86	490,05				
12,00	0,6010	0,5200	0,58304	190,07	579,04				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
2,00 !	27	2,88	0,40	8,3	8,4	33,8	33,8	---	
4,00 !	56	12,46	1,73	73,9	75,4	301,6	301,6	---	
6,00	83	26,89	3,72	235,5	240,3	961,1	961,1	914,5	
7,00	96	35,95	4,98	364,7	372,1	1488,4	1488,4	688,9	
8,00	109	46,16	6,39	531,8	542,7	2170,6	2170,6	539,9	
9,00	122	57,51	7,96	740,9	756,1	3024,2	3024,2	436,0	
+ 10,00 +	135	70,02	9,70	997,0	1017,3	4069,3	4069,3	360,0	
11,00	148	83,81	11,61	1307,3	1334,0	5335,8	5335,8	302,0	
12,00	161	99,19	13,74	1684,4	1718,7	6874,9	6874,9	255,7	

Report ID:20200716-1006

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539 U1002

**Propulsion**  
 16 jul 2020 06:06  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.henc

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
2,00 !	356,92	148,31	28,24	4,27	0,066	0,99	2,0	2,0	2642,7
4,00 !	89,17	34,87	6,67	8,82	0,097	4,29	2,0	2,0	2618,8
6,00	39,56	16,00	3,05	13,01	0,141	9,24	2,0	2,0	2632,0
7,00	29,04	11,92	2,27	15,08	0,169	12,34	2,0	2,0	2637,8
8,00	22,22	9,24	1,76	17,12	0,201	15,84	2,0	2,0	2643,2
9,00	17,55	7,39	1,41	19,15	0,235	19,72	2,1	2,1	2648,2
+ 10,00 +	14,21	6,05	1,15	21,16	0,274	24,00	2,7	2,7	2652,7
11,00	11,74	5,04	0,96	23,18	0,316	28,71	3,4	3,4	2656,2
12,00	9,86	4,25	0,81	25,24	0,364	33,97	4,4	4,4	2658,0
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	KTN
2,00 !	0,6446	0,3270	0,05612	0,78687	0,20952	2,0037	3,3833	2,92e6	0,0615
4,00 !	0,6254	0,3395	0,05711	0,86802	0,23352	2,2104	3,7708	6,00e6	0,0685
6,00	0,6360	0,3326	0,05657	0,82222	0,21989	2,0938	3,5507	8,87e6	0,0646
7,00	0,6406	0,3296	0,05633	0,80296	0,21423	2,0447	3,4593	1,03e7	0,0629
8,00	0,6450	0,3267	0,05610	0,78544	0,20911	2,0001	3,3766	1,17e7	0,0614
9,00	0,6490	0,3241	0,05589	0,76946	0,20447	1,9594	3,3016	1,31e7	0,0599
+ 10,00 +	0,6526	0,3217	0,05570	0,7555	0,20044	1,9239	3,2365	1,44e7	0,0586
11,00	0,6554	0,3199	0,05555	0,74475	0,19734	1,8965	3,1866	1,58e7	0,0576
12,00	0,6569	0,3189	0,05548	0,73918	0,19575	1,8823	3,1609	1,72e7	0,0571

Report IC20200715-1806

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0539 U1002

**Propulsion**

16 jul 2020 06:06

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name offshore.hcnc

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	133,421 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,448] 38,700 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 5,954] 6,500 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,843] 29037,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,437] 6679,478 m2	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (C1)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,490] 65,373 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,463] 61,834 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,999] 251,341 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,924] 4768,674 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	20,340 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,250 m	Max prop diameter:	3000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	133,421 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,149] 37,534 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,970] 37,534 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,166] 1,080 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	59,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	4	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	Kaplan 19A	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6500 [Keep]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	3000,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 1,2494] 3748,1 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	4098,0 mm	Cav breakdown:	Off
		Nozzle L/D:	Standard
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By thrust]</b>	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	3000,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	10,00 kt
Engine data:	Untitled Engine Obj...	Reference thrust:	147,57 kW
Rated RPM:	144 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	1704,0 kW	Reference RPM:	1000,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	7,221 [Size]		
Shaft efficiency:	0,980		

Report ID0200716-1006

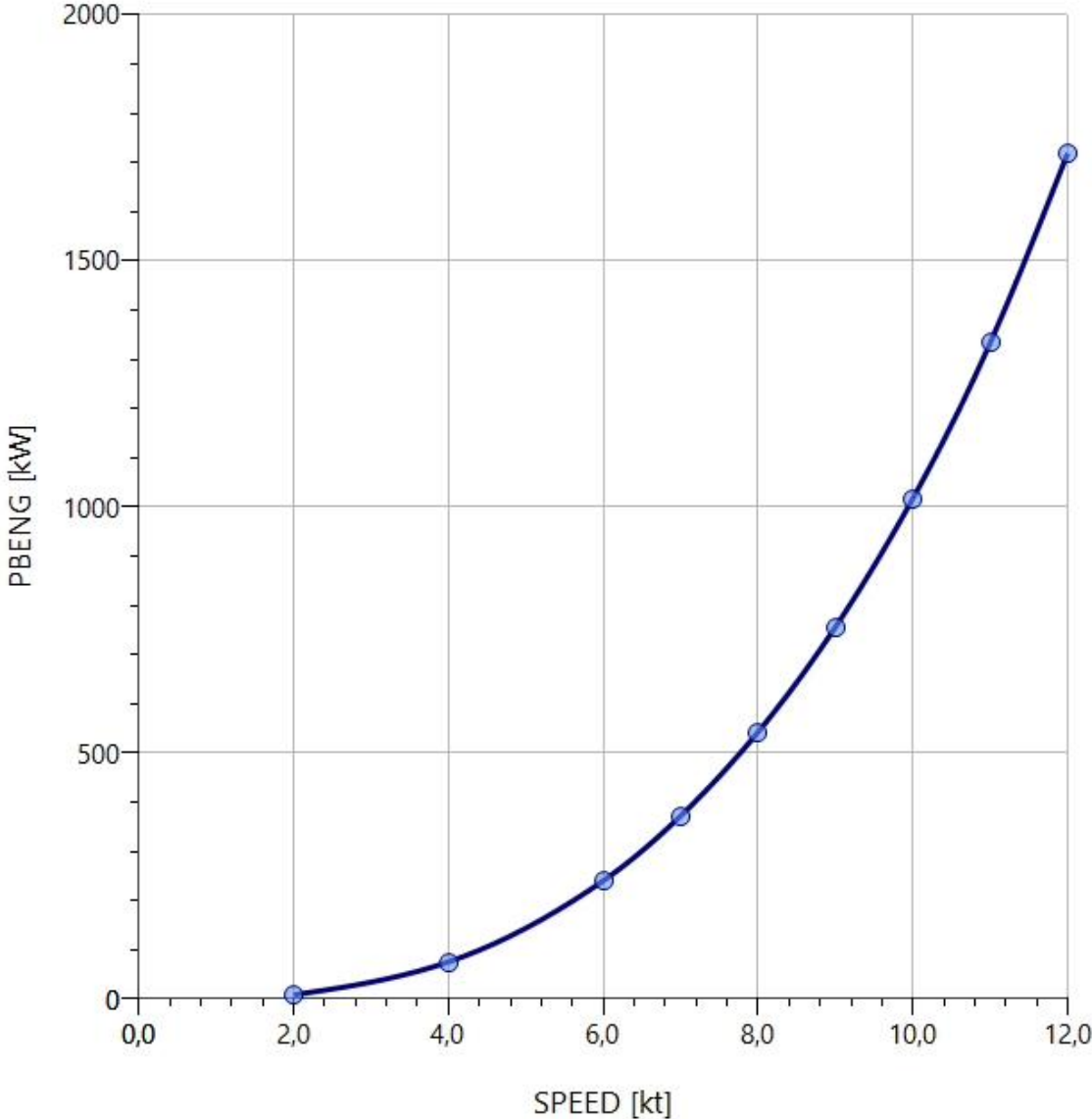
HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0636.U1002

**Propulsion**  
 16 jul 2020 06:06  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.hcnc

**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power
RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor
EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust
J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
KTN = Nozzle thrust coefficient
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



## 5.2.2 BY POWER

### 5.2.2.1 3 PALAS

#### Propulsion

17 jul 2020 12:05  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.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:	3000,0 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:	1,662	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[On]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

#### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,14	0,84	3,45*	5,95*
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
2,00 !	17,5	0,1475	0,2384	0,9909	197	8,4	0,4	---	---
4,00 !	154,7	0,1472	0,2384	0,9909	407	74,8	3,7	---	---
6,00	495,6	0,1464	0,2384	0,9909	601	238,3	11,9	---	---
7,00	769,1	0,1461	0,2384	0,9909	696	369,0	18,4	---	---
8,00	1123,6	0,1459	0,2384	0,9909	791	538,0	26,8	---	---
9,00	1568,0	0,1457	0,2384	0,9909	884	749,5	37,3	---	---
+ 10,00 +	2112,8	0,1455	0,2384	0,9909	977	1008,4	50,2	---	---
11,00	2773,1	0,1453	0,2384	0,9909	1070	1322,0	65,8	---	---
12,00	3574,6	0,1452	0,2384	0,9909	1165	1703,3	84,8	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
2,00 !	0,6029	0,5230	0,60341	5,59	17,03				
4,00 !	0,5963	0,5171	0,62689	24,68	75,20				
6,00	0,6000	0,5199	0,61395	52,70	160,55				
7,00	0,6016	0,5210	0,60828	70,10	213,57				
8,00	0,6030	0,5221	0,60298	89,62	273,00				
9,00	0,6042	0,5230	0,59803	111,17	338,66				
+ 10,00 +	0,6052	0,5238	0,59361	134,81	410,69				
11,00	0,6060	0,5244	0,59014	160,86	490,05				
12,00	0,6064	0,5247	0,58833	190,07	579,04				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
2,00 !	27	2,84	0,39	8,2	8,4	33,5	33,5	---	
4,00 !	56	12,30	1,70	73,3	74,8	299,2	299,2	---	
6,00	83	26,55	3,68	233,5	238,3	953,2	953,2	922,1	
7,00	96	35,49	4,91	361,6	369,0	1476,0	1476,0	694,7	
8,00	109	45,57	6,31	527,3	538,0	2152,1	2152,1	544,6	
9,00	122	56,76	7,86	734,5	749,5	2997,9	2997,9	439,8	
+ 10,00 +	135	69,10	9,57	988,2	1008,4	4033,4	4033,4	363,2	
11,00	148	82,70	11,45	1295,6	1322,0	5288,2	5288,2	304,7	
12,00	161	97,87	13,55	1669,2	1703,3	6813,2	6813,2	258,0	

Report ID:20200717-1205

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0839.U1002



**Propulsion**17 jul 2020 12:05  
HydroComp NavCad 2018Project ID  
Description  
File name offshore.hcnc**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
2,00 !	356,92	147,01	28,01	4,29	0,065	0,99	2,0	2,0	2631,1
4,00 !	89,17	34,56	6,62	8,86	0,093	4,29	2,0	2,0	2607,0
6,00	39,56	15,86	3,03	13,07	0,131	9,24	2,0	2,0	2620,3
7,00	29,04	11,81	2,25	15,15	0,156	12,33	2,0	2,0	2626,1
8,00	22,22	9,16	1,75	17,20	0,183	15,83	2,0	2,0	2631,5
9,00	17,55	7,33	1,39	19,23	0,214	19,70	2,2	2,2	2636,6
+ 10,00 +	14,21	6,00	1,14	21,26	0,248	23,97	2,8	2,8	2641,1
11,00	11,74	5,00	0,95	23,29	0,285	28,67	3,6	3,6	2644,6
12,00	9,86	4,22	0,80	25,35	0,327	33,92	4,6	4,6	2646,4
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	KTN
2,00 !	0,6418	0,3241	0,05491	0,78686	0,20774	2,0037	3,3544	3,90e6	0,0612
4,00 !	0,6225	0,3364	0,05590	0,86814	0,23172	2,2107	3,7417	8,04e6	0,0679
6,00	0,6332	0,3296	0,05536	0,82222	0,21808	2,0938	3,5215	1,19e7	0,0642
7,00	0,6378	0,3266	0,05512	0,80299	0,21244	2,0448	3,4304	1,38e7	0,0626
8,00	0,6421	0,3239	0,05489	0,78544	0,20732	2,0001	3,3478	1,56e7	0,0611
9,00	0,6461	0,3213	0,05468	0,76946	0,20269	1,9594	3,2729	1,75e7	0,0597
+ 10,00 +	0,6497	0,3189	0,05449	0,7555	0,19867	1,9239	3,208	1,93e7	0,0584
11,00	0,6525	0,3171	0,05434	0,74475	0,19558	1,8965	3,1582	2,12e7	0,0574
12,00	0,6540	0,3161	0,05426	0,73918	0,19399	1,8823	3,1325	2,31e7	0,0569

Report IC20200717-1205

HydroComp NavCad 2018 16.04.0073.0636.U1002

**Propulsion**  
 17 jul 2020 12:05  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.henc

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m <sup>2</sup>
Length on WL:	133,421 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,448] 38,700 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 5,954] 6,500 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,843] 29037,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,437] 6679,478 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (C1)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,490] 65,373 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,463] 61,834 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,999] 251,341 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,924] 4768,674 m <sup>2</sup>	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	20,340 m <sup>2</sup>	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,250 m	Max prop diameter:	3000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	133,421 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,149] 37,534 m <sup>2</sup>	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,970] 37,534 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,168] 1,080 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	59,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stem shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	4	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	Kaplan 19A	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	3	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6500 [Keep]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	3000,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 1,2494] 3748,1 mm [Keep]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	4098,0 mm	Cav breakdown:	Off
<b>Engine/gear</b>		Nozzle L/D:	Standard
Drive line:	Standard	<b>Design condition [By power]</b>	
Gear input:	Single engine	Max prop diam:	3000,0 mm
Engine data:	Untitled Engine Obj...	Design speed:	10,00 kt
Rated RPM:	900 RPM	Reference power:	10934,0 kW
Rated power:	2009,0 kW	Design point:	0,850
Primary fuel:	Defined	Reference RPM:	1000,0 RPM
Secondary fuel:	None	Design point:	1,000
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	7,221 [Keep]		
Shaft efficiency:	0,980		

Report ID:20200717-1205

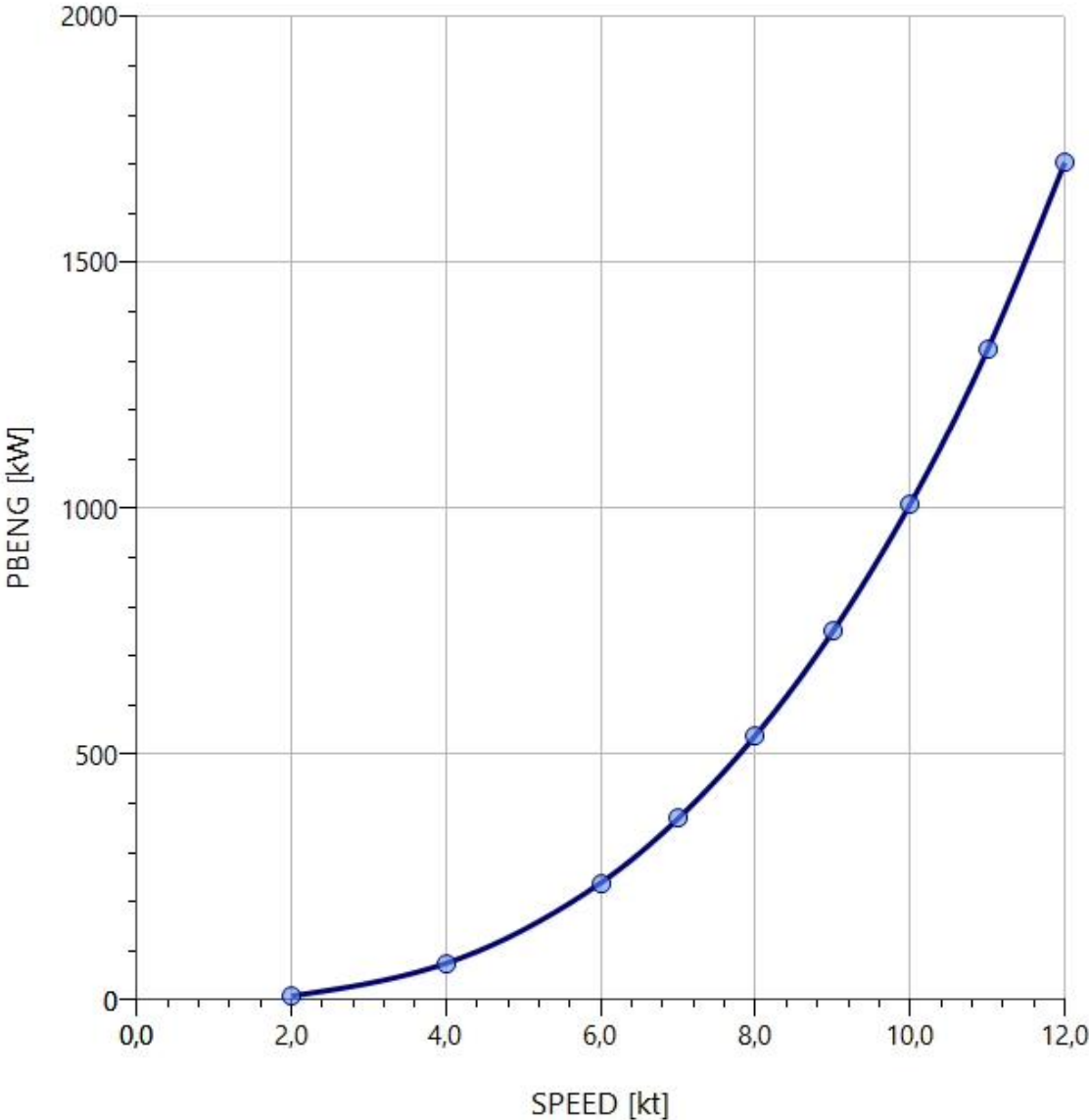
HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0639 U1902

**Propulsion**  
 16 jul 2020 10:09  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.hcnc

**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power
RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor
EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust
J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
KTN = Nozzle thrust coefficient
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



**5.2.2.2 4 PALAS**

**Propulsion**  
 17 jul 2020 12:05  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID  
 Description  
 File name offshore.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:	3000,0 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:	1,662	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[On]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

**Prediction method check [Holtrop]**

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,14	0,84	3,45*	5,95*
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
2,00 !	17,5	0,1475	0,2384	0,9909	197	8,4	0,4	---	---
4,00 !	154,7	0,1472	0,2384	0,9909	405	75,4	3,8	---	---
6,00	495,6	0,1464	0,2384	0,9909	598	240,3	12,0	---	---
7,00	769,1	0,1461	0,2384	0,9909	693	372,1	18,5	---	---
8,00	1123,6	0,1459	0,2384	0,9909	787	542,7	27,0	---	---
9,00	1568,0	0,1457	0,2384	0,9909	880	756,1	37,6	---	---
+ 10,00 +	2112,8	0,1455	0,2384	0,9909	973	1017,3	50,6	---	---
11,00	2773,1	0,1453	0,2384	0,9909	1066	1334,0	66,4	---	---
12,00	3574,6	0,1452	0,2384	0,9909	1160	1718,7	85,6	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
2,00 !	0,5977	0,5185	0,59826	5,39	17,03				
4,00 !	0,5916	0,5131	0,62194	24,68	75,19				
6,00	0,5951	0,5156	0,6089	52,70	160,55				
7,00	0,5965	0,5167	0,60317	70,10	213,56				
8,00	0,5978	0,5176	0,59783	89,62	273,00				
9,00	0,5989	0,5185	0,59283	111,17	338,66				
+ 10,00 +	0,5999	0,5192	0,58837	134,81	410,69				
11,00	0,6006	0,5197	0,58487	160,86	490,05				
12,00	0,6010	0,5200	0,58304	190,07	579,04				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
2,00 !	27	2,88	0,40	8,3	8,4	33,8	33,8	---	
4,00 !	56	12,46	1,73	73,9	75,4	301,6	301,6	---	
6,00	83	26,89	3,72	235,5	240,3	961,1	961,1	914,5	
7,00	96	35,95	4,98	364,7	372,1	1488,4	1488,4	688,9	
8,00	109	46,16	6,39	531,8	542,7	2170,6	2170,6	539,9	
9,00	122	57,51	7,96	740,9	756,1	3024,2	3024,2	436,0	
+ 10,00 +	135	70,02	9,70	997,0	1017,3	4069,3	4069,3	360,0	
11,00	148	83,81	11,61	1307,3	1334,0	5335,8	5335,8	302,0	
12,00	161	99,19	13,74	1684,4	1718,7	6874,9	6874,9	255,7	

**Propulsion**

17 jul 2020 12:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name offshore.honc

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
2,00 !	356,92	148,31	28,24	4,27	0,066	0,99	2,0	2,0	2642,7
4,00 !	89,17	34,87	6,67	8,82	0,097	4,29	2,0	2,0	2618,8
6,00	39,56	16,00	3,05	13,01	0,141	9,24	2,0	2,0	2632,0
7,00	29,04	11,92	2,27	15,08	0,169	12,34	2,0	2,0	2637,8
8,00	22,22	9,24	1,76	17,12	0,201	15,84	2,0	2,0	2643,2
9,00	17,55	7,39	1,41	19,15	0,235	19,72	2,1	2,1	2648,2
+ 10,00 +	14,21	6,05	1,15	21,16	0,274	24,00	2,7	2,7	2652,7
11,00	11,74	5,04	0,96	23,18	0,316	28,71	3,4	3,4	2656,2
12,00	9,86	4,25	0,81	25,24	0,364	33,97	4,4	4,4	2658,0
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	KTN
2,00 !	0,6446	0,3270	0,05612	0,78687	0,20952	2,0037	3,3833	2,92e6	0,0615
4,00 !	0,6254	0,3395	0,05711	0,86802	0,23352	2,2104	3,7708	6,00e6	0,0685
6,00	0,6360	0,3326	0,05657	0,82222	0,21989	2,0938	3,5507	8,87e6	0,0646
7,00	0,6406	0,3296	0,05633	0,80296	0,21423	2,0447	3,4593	1,03e7	0,0629
8,00	0,6450	0,3267	0,05610	0,78544	0,20911	2,0001	3,3766	1,17e7	0,0614
9,00	0,6490	0,3241	0,05589	0,76946	0,20447	1,9594	3,3016	1,31e7	0,0599
+ 10,00 +	0,6526	0,3217	0,05570	0,7555	0,20044	1,9239	3,2365	1,44e7	0,0586
11,00	0,6554	0,3199	0,05555	0,74475	0,19734	1,8965	3,1866	1,58e7	0,0576
12,00	0,6569	0,3189	0,05548	0,73918	0,19575	1,8823	3,1609	1,72e7	0,0571

Report ID:20200717-1206

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0639.U1002

**Propulsion**  
17 jul 2020 12:05  
HydroComp NavCad 2018

Project ID  
Description  
File name offshore.honc

**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m <sup>2</sup>
Length on WL:	133,421 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,448] 38,700 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 5,954] 6,500 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,843] 29037,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,437] 6679,478 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (CI)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,490] 65,373 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,463] 61,834 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,999] 251,341 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,924] 4768,674 m <sup>2</sup>	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	20,340 m <sup>2</sup>	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,250 m	Max prop diameter:	3000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	133,421 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,149] 37,534 m <sup>2</sup>	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,970] 37,534 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,166] 1,080 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	59,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	4	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	Kaplan 19A	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6500 [Keep]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	3000,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 1,2494] 3748,1 mm [Keep]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	4098,0 mm	Cav breakdown:	Off
<b>Engine/gear</b>		Nozzle L/D:	Standard
Drive line:	Standard	<b>Design condition [By power]</b>	
Gear input:	Single engine	Max prop diam:	3000,0 mm
Engine data:	Untitled Engine Obj...	Design speed:	10,00 kt
Rated RPM:	900 RPM	Reference power:	10934,0 kW
Rated power:	2009,0 kW	Design point:	0,850
Primary fuel:	Defined	Reference RPM:	1000,0 RPM
Secondary fuel:	None	Design point:	1,000
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	7,221 [Keep]		
Shaft efficiency:	0,980		

Report ID:02000717-1205

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0536 U1002

**Propulsion**16 jul 2020 10:06  
HydroComp NavCad 2018Project ID  
Description  
File name offshore.hcnc**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

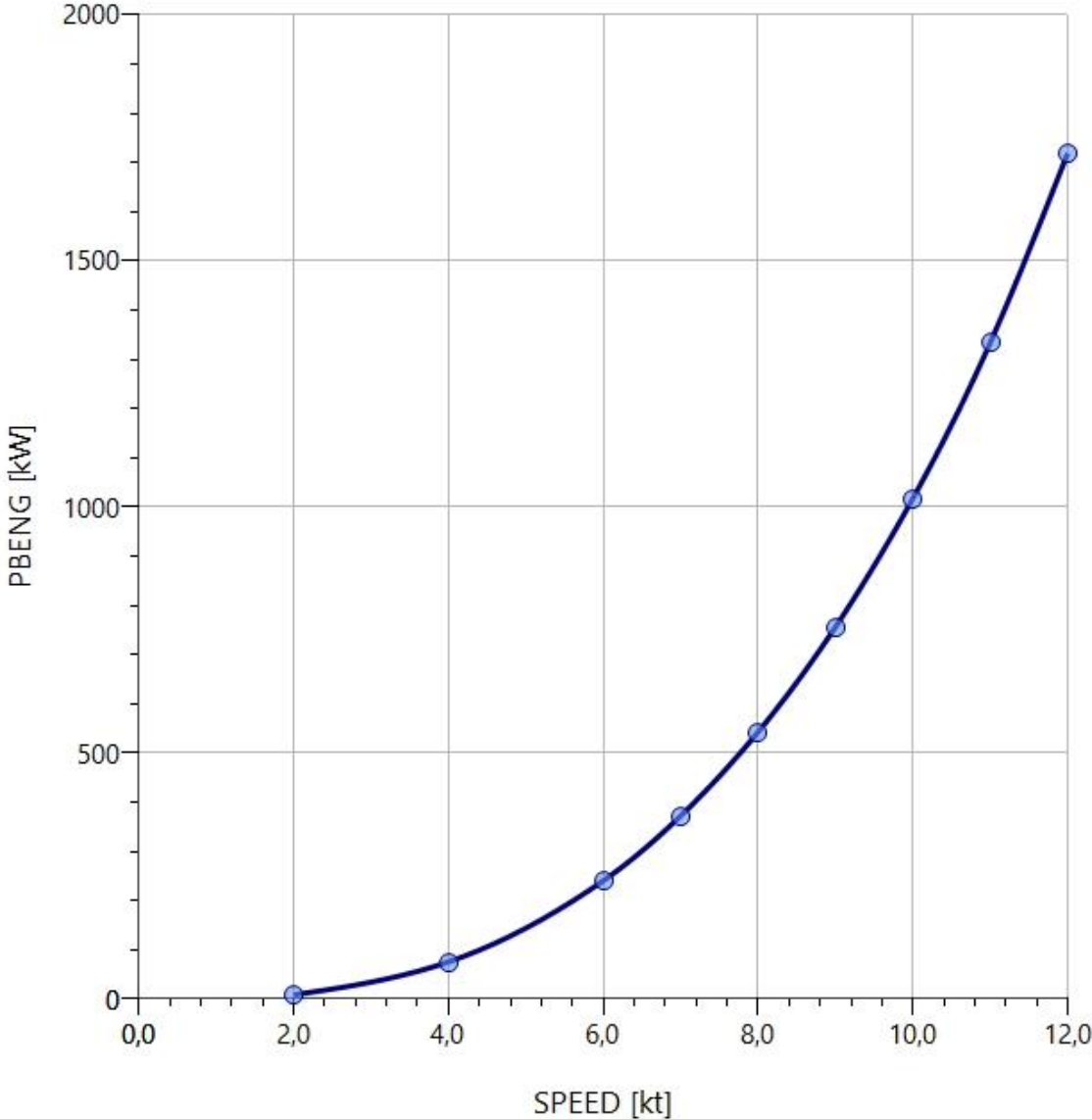
J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor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

RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R  
KTN = Nozzle thrust coefficient

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





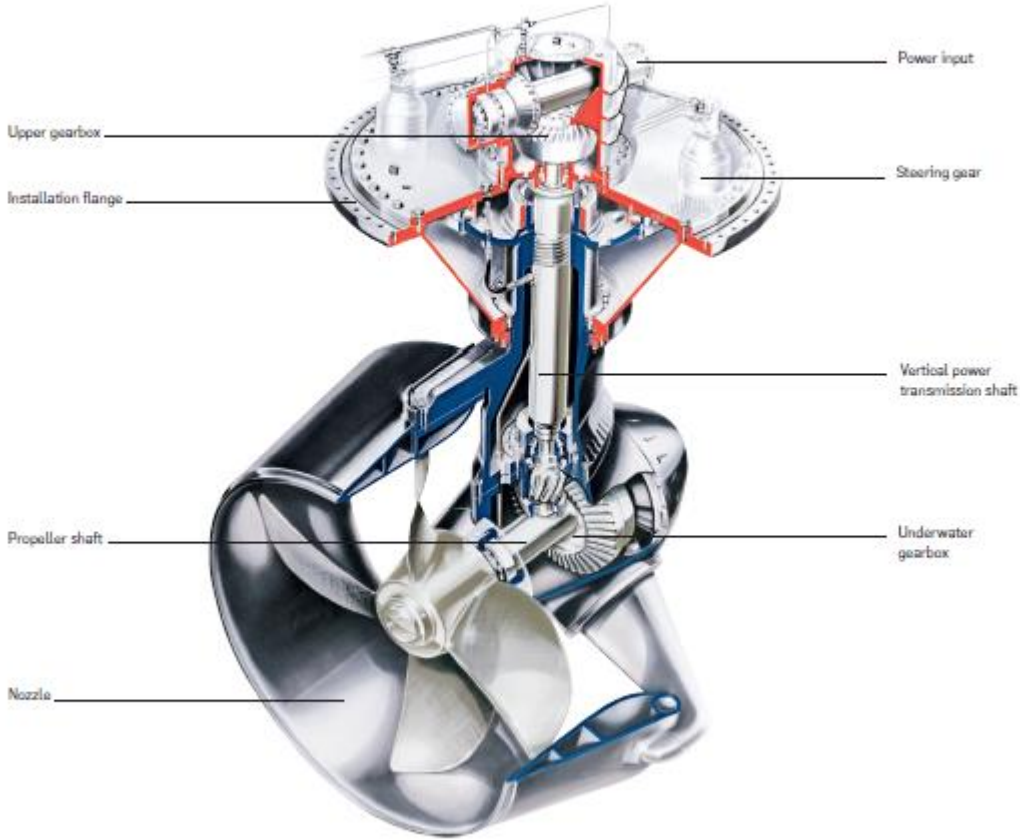
## 5.3 PROPULSIÓN

### 5.3.1 PROPULSOR

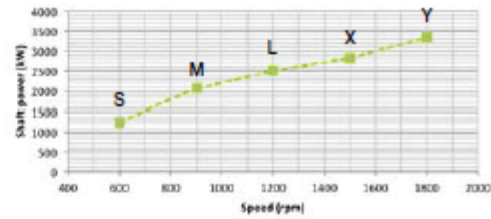
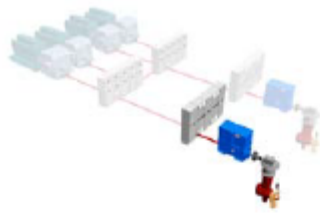
## SRP RUDDERPROPELLER

### Technical Data

Type	Input Power [kW]				Input speed Z-Drive [min <sup>-1</sup> ]	Input speed L-Drive [min <sup>-1</sup> ]	Propeller Ø [m]
	A	B	C	D			
SRP 100	-	190	200	225	1800/ 2300	-	0.85
SRP 130	-	260	280	315	1800/ 2000	1500	1.05
SRP 150	-	330	360	400	1800/ 2100	1300	1.20
SRP 210	500	530	560	640	1600/ 1800/ 2100	1200	1.45
SRP 240	660	700	750	850	1600/ 1800/ 2100	1200	1.60
SRP 260	700	770	820	920	1000/ 1200/ 1500/ 1800	1200	1.75
SRP 270	780	840	900	1000	1600/ 1800/ 2100	1200	1.80
SRP 340	1090	1170	1250	1400	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	750	2.10
SRP 360	1190	1280	1360	1530	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	750	2.20
SRP 400	1280	1410	1530	1700	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	750	2.30
SRP 430	1450	1560	1660	2000	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	750	2.40
SRP 460	1830	1960	2090	2350	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	750	2.60
SRP 490	2000	2125	2270	2550	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1800	750	2.80
SRP 510	2030	2170	2320	2600	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	-	2.80
SRP 560	2190	2350	2500	2800	750/ 900/ 1000/ 1200/ 1600/ 1800	-	3.00
SRP 610	2490	2670	2850	3200	600/ 750/ 900/ 1000/ 1200/ 1800	-	3.20
SRP 630	2520	2700	3000	3300	600/ 750/ 900/ 1000	-	3.40
SRP 730	3270	3500	3730	4200	600/ 750/ 900/ 1000	-	3.80
SRP 750	4100	4390	4680	5270	-	750	3.80
SRP 800	4810	5160	5500	6190	-	750	4.10

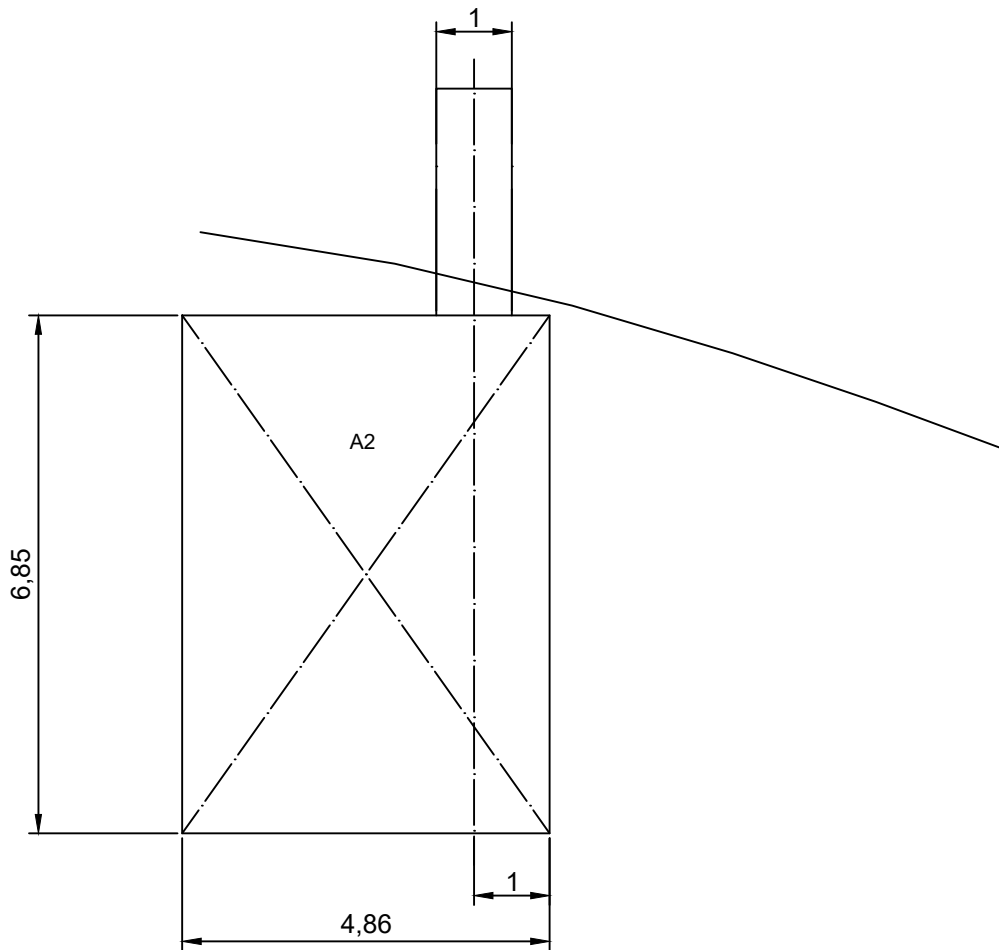


### 5.3.2 MOTOR PROPULSOR



High Speed Drive 500 - Single Drive (AFE)						
		S	M	L	X	Y
	Drive Stop	S	M	L	X	Y
	Motor Speed (rpm)	≥600	≥900	≥1200	≥1500	≥1800
	Maximum Power (kW)	1250	2060	2500	2800	3350
	Maximum Torque (kNm)	19,9	21,7	19,9	17,8	17,8
	Drive (kVA)	1840	3620	3620	3620	4630
	Transformer (kVA)	-	-	-	-	-
Drivetrain Efficiency (%)	Networking Braking	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited
	Motor	95,2	96	96,1	96,1	96,3
	Frequency Converter	97	97	97	97	97
	Transformer	-	-	-	-	-
	Total Electrical Efficiency	92,3	93,1	93,2	93,2	93,4
Main Connection	Input Voltage (VAC)	690	690	690	690	690
	Frequency (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
	Power factor	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
	Input power (kVA)	1367	2224	2709	3034	3623
	Input Current (A)	1144	1861	2267	2539	3031
Footprint (m²)	Motor	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
	Frequency Converter	3,1	4,8	4,8	4,8	6,2
	Braking Resistor	-	-	-	-	-
	Transformer	-	-	-	-	-
	Excitation Transformer	-	-	-	-	-
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
	Total	7,7	9,4	9,4	9,4	10,8
Dimensions (L x W x H)	Motor	2595 x 1790 x 2070	2595 x 1790 x 2070	2595 x 1790 x 2070	2595 x 1790 x 2070	2595 x 1790 x 2070
	Frequency Converter	4330 x 718 x 2088	6630 x 718 x 2088	6630 x 718 x 2088	6630 x 718 x 2088	6630 x 718 x 2088
	Braking Resistor	-	-	-	-	-
	Transformer	-	-	-	-	-
	Excitation Transformer	-	-	-	-	-
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
Weight (kg)	Motor	6190	6150	6000	6050	6040
	Frequency Converter	3350	5315	5315	5315	7495
	Braking Resistor	-	-	-	-	-
	Transformer	-	-	-	-	-
	Excitation Transformer	-	-	-	-	-
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
Total	9540	11465	11315	11365	13535	
LT-waterflow (m³/h)	Motor	9,1	12,4	14,5	16,1	16,9
	Frequency Converter	7,0	13,4	13,4	13,4	17,5
	Braking Resistor	-	-	-	-	-
	Transformer	-	-	-	-	-
	Excitation Transformer	-	-	-	-	-
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
Losses to water (kW)	Motor	56,1	74,1	82,7	96,7	94,8
	Frequency Converter	56,2	111	111	111	146,5
	Braking Resistor	-	-	-	-	-
	Transformer	-	-	-	-	-
	Excitation Transformer	-	-	-	-	-
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
Total	112,3	185,1	193,7	197,7	241,3	
Losses to ambient (kW)	Motor	4,7	6,4	6,9	8,4	9,2
	Frequency Converter	2,5	4,1	5,0	5,6	6,7
	Braking Resistor	-	-	-	-	-
	Transformer	-	-	-	-	-
	Excitation Transformer	-	-	-	-	-
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
Total	7,2	10,5	11,9	14,0	15,9	

## **5.4 TIMÓN**



ESCALA 1:100	SISTEMA 	SISTEMA 	FORMATO <b>UNE A-4</b>	DISEÑO DE TIMÓN
AUTOR	NOMBRE MELO BELLO, ANTONIO	FECHA	FIRMA AMB	
COMPROBADO				
DIRECTOR PROYECTO	MÍGUEZ GONZÁLEZ, MARCOS			