



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2021/2022**

---

*Petrolero VLCC con 300000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Pedro Lemos González

**TUTOR**

Marcos Míguez González

**FECHA**

JUNIO 2022

## PETROLERO VLCC DE 300000 TPM

### **Castellano:**

El presente proyecto comprenderá el diseño de un buque petrolero de 300000 toneladas de peso muerto con 30 tripulantes que sea capaz de navegar grandes distancias típicas en este tipo de buques.

Concretamente este buque será diseñado para hacer el trayecto de carga en Arabia Saudita y descarga en Singapur, China y Japón. Además, la autonomía será de 18.000 millas (~29.000km).

El buque constará además con un sistema de propulsión de gas capaz de aprovechar los gases residuales de la carga de crudo con el fin de mejorar la eficiencia de la turbina de cara a la contaminación del medioambiente y de reducir las presiones en el interior de los tanques de crudo. El sistema de carga y descarga será por cámara de bombas y el resto de equipo e instalaciones serán los habituales en este tipo de buques.

### **Galego:**

O presente proxecto comprenderá o deseño dun buque petroleiro de 300000 toneladas de peso morto con 30 tripulantes que sexa capaz de navegar grandes distancias típicas neste tipo de buques.

Concretamente este buque será deseñado para facer o traxecto de carga en Arabia Saudita e descarga en Singapur, China e Xapón. Ademáis, a autonomía será de 18 millas (~29.000km).

O buque constará ademáis cun sistema de propulsión de gas capaz de aproveitar os gases residuais da carga de crudo co fin de mellorar a eficiencia da turbina de cara á contaminación do medioambiente e de reducir as presións do interior dos tanques de crudo. O sistema de carga e descarga será por cámara de bombas e o resto de equipo e instalacións serán os habituais neste tipo de buques.

### **English:**

The present project involves a crude carrier ship design of 300000 deathweight tonnage with 30 crew that it will be able to sail very large routes, typical in this kind of ships.

Particullary, this ship will be designed to do routes from Arabia Saudi in loading to Singapore, China and Japan in disloading. Moreover, the autonomy will be of 18.000 miles (~29.000 km).

This ship will consist in adition with a gas propulsion system that it wil be able to take advantage of residual gas from crude to improve the eficiencie of the turbine against the enviromental pollution. That's why the highest presures inside tanks must be reduced in order to difuse danger. Charge system will consist in a pump room and the rest of instalations will be the typical among these kind of ships.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

---

*Petrolero VLCC de 300000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno VI:**

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

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

---



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2021-2022*

**PROYECTO NÚMERO**

**TIPO DE BUQUE:**

Petrolero

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:**

DNV, SOLAS y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:**

300000 TPM. Crudos del petróleo y sus derivados con densidad máxima de 0.95 g/ml

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:**

14.8 Knots de velocidad de servicio. 18.000 millas a velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:**

Cámara de bombas

**PROPULSIÓN:**

Motor convencional

Combustible: HFO (fuelóleo pesado) y LNG (gas natural licuado)

**TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30**

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

Ferrol, 27 de junio de 2022

ALUMNO/A: **Dº Pedro Lemos González**

**ÍNDICE**

Petrolero VLCC de 300000 TPM.....	2
Índice .....	5
1 Introducción. ....	6
1.1 Determinación del número de líneas de ejes. ....	7
1.2 Determinación del número de motores a emplear por línea de ejes.....	7
1.3 Determinación del tipo de hélice. ....	7
1.4 Comprobación del método HOLTROP. ....	7
2 Cálculo de la resistencia al avance. ....	9
2.1 Estimación de potencia propulsora. Cálculo “By Thrust”. ....	10
2.2 Selección de motor. ....	12
2.3 Estimación de la potencia propulsora. Cálculo “By Power”. ....	13
3 Diseño del timón. ....	16
3.1 Disposición. ....	16
3.2 Superficie del timón. ....	16
3.3 Tipo de perfil. ....	18
3.4 Centros de presión del timón. ....	18
3.5 Potencia del servomotor del timón. ....	19
3.6 Comprobación de huelgos-codaste.....	20
4 Bibliografía.....	22
5 Anejos.....	23
5.1 Informe de resistencia total al avance en NavCad. ....	23
5.2 Informe de propulsión “By Thrust” en NavCad. ....	27
5.3 Informe de propulsión “By Power” en NavCad. ....	31
5.4 Catálogo de MAN.....	35
5.5 Planos del timón. ....	36

## 1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo fundamental de este cuaderno es el de hacer una estimación de la potencia a instalar en el buque para la propulsión. Este cálculo se ajustará estrictamente a la resistencia al avance del buque, así como al equipo de propulsión necesario para el petrolero.

A continuación, se muestran los parámetros finales del buque:

$L_{pp}$	325 m
$L_{TOTAL}$	339,3 m
<b>B</b>	60 m
<b>D</b>	30 m
<b>T</b>	19,665 m
$C_b$	0,83
$C_m$	0,99
$C_p$	0,80
$C_{wp}$	0,88
$\Delta$	365.984 ton
$P_{rosca}$	46.442,83 ton
<b>Superficie Mojada</b>	28.080,829 m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	14,8 Knots
<b>Semiángulo de entrada</b>	51°
<b>Potencia al 85%MCR</b>	39.930,71 kW
<b>RPM</b>	86
<b>Coste de Adquisición</b>	126.795.908,8 €

Todo el conjunto propulsivo debe ser diseñado y dimensionado para cumplir la condición de velocidad requerida en la RPA y en las condiciones allí especificadas.

Antes de detallar los cálculos vamos a definir las características principales de la instalación que se va a subir a bordo, definiendo el número de líneas de ejes, el número de motores por línea de ejes, el tipo de hélices, etc. La referencia principal durante este cuaderno será el petrolero DIJILAH, que es el buque de referencia en el que nos hemos basado hasta el momento en el proyecto.

## 1.1 Determinación del número de líneas de ejes.

El conjunto propulsivo del buque está formado por una línea de ejes. Al tratarse de un buque exclusivamente de carga, no son necesarios factores de maniobrabilidad ni capacidad operativa, y por tanto tampoco se exige ninguna redundancia de equipos, pues no se trata de un buque de pasaje.

Cabe destacar que, en términos de costes, una sola línea de ejes va a resultar más económica y menos compleja que otras configuraciones. Además, al tratarse de un buque de gran calado, tenemos espacio de sobra para una sola hélice, la cual como es lógico, es mas grande de lo que sería en una configuración de dos líneas de ejes por tener que propulsar lo mismo con una sola hélice. El tamaño de nuestra hélice, según lo visto hasta ahora en los cuadernos, ronda los 10 metros de diámetro, lo cual entra dentro de los 22 metros de nuestro calado, por tanto, una sola línea de ejes parece, a priori, la opción más conveniente.

## 1.2 Determinación del número de motores a emplear por línea de ejes.

En los cuadernos 1 y 2 correspondientes al presente proyecto se decide instalar un solo motor en la línea de ejes, pues esta solución permite instalar una cámara de máquinas económica y de dimensiones reducidas.

Dada la disposición de la cámara, interesan motores bajos y anchos, más que largos y altos. Dicho esto, las dos opciones más atractivas serán los motores en V o en línea, y nos quedaremos con los motores en línea dado que el catálogo a partir del que escogeremos el motor definitivo los presenta con disposición en línea.

## 1.3 Determinación del tipo de hélice.

Como ya se ha dicho en apartados anteriores, este buque no va a necesitar de una capacidad operativa muy grande en cuanto a su maniobra, pues sus entradas y salidas de puerto serán en su mayoría apoyadas con remolcadores. Por tanto, el criterio de diseño de la hélice será el coste de la misma, por tanto, será una hélice de palas fijas, de forma que lo único que se pueda regular sea la velocidad de giro del eje y su sentido de giro. En la base de datos del cuaderno 1, los buques constaban de entre 5 y 6 palas, ciñéndonos al criterio de diseño, a priori será de 5 palas, aunque más adelante se verá este apartado en profundidad.

## 1.4 Comprobación del método HOLTROP.

Para el cálculo de la resistencia de remolque vamos a emplear el método de HOLTROP y MENEEN. Para que este método se aplicable a buques petrolero se deben cumplir las siguientes relaciones:

Criterio	Mínimo	Máximo	Buque	Cumple?
<b>Fn</b>	0	0,85	0,1348	Si
<b>Cp</b>	0,55	0,85	0,80	Si
<b>Lpp/B</b>	3,9	9,5	5,42	Si

Se observa que para nuestro buque proyecto es completamente válida la aplicación de este método, por tanto, procedemos con la estimación de su resistencia al avance.

Hacemos, por último, el desglose en el que se basa el método de HOLTROP para calcular la resistencia de remolque:

$$R_{TOTAL} = R_{viscosa} + R_{apéndices} + R_{olas} + R_{bulbo} + R_{espejo} + R_{rugosidad}$$

Donde.

$R_{TOTAL}$ : resistencia total de remolque.

$R_{viscosa}$ : resistencia viscosa.

$1+k_1$ : factor de formas de Hughes para el casco desnudo.

$R_f$ : resistencia friccional.

$R_{apéndices}$ : resistencia debida a los apéndices del buque.

$R_{waves}$ : resistencia conjunta por formación de olas y de olas rompientes en la proa.

$R_{bulbo}$ : resistencia de presión producida por el bulbo.

$R_{espejo}$ : resistencia por presión en las popas de estampa cuando está parcialmente sumergida.

$R_{rugosidad}$ : resistencia friccional debida al coeficiente de correlación modelo-buque.



## 2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL AVANCE.

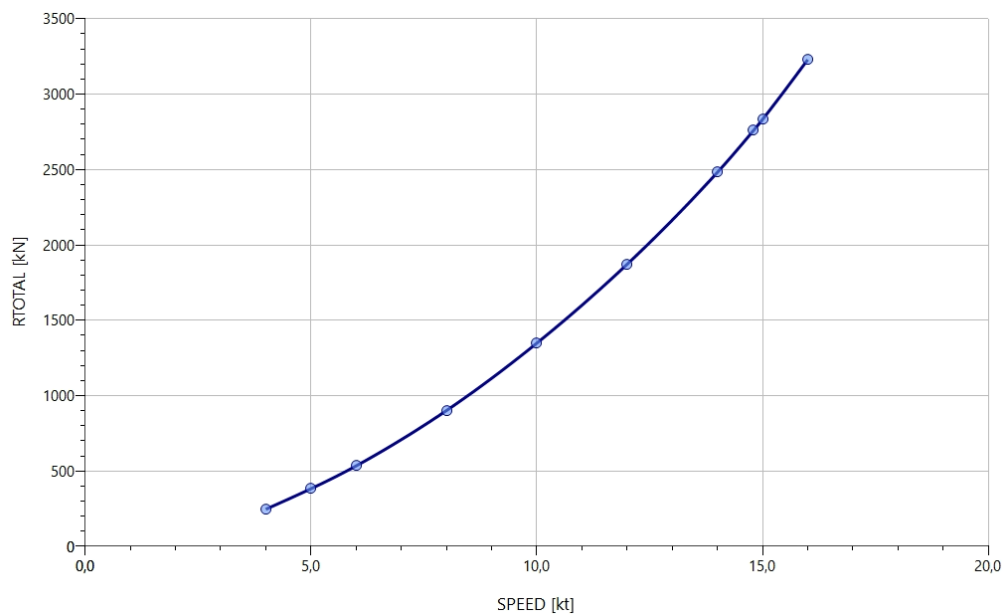
Para realizar el cálculo de la potencia propulsora definitiva de nuestro Buque Proyecto vamos a apoyarnos en el software "NavCad", y el proceso de cálculo será similar al empleado en el Cuaderno 1, con la diferencia que ahora contamos con todos los datos exactos y definitivos del buque.

Los valores expuestos a continuación serán los medidos sobre el plano de formas para hacer la estimación exacta del buque. Se muestran las capturas con todos los datos necesarios para la resolución del presente cuaderno y a continuación se justificarán los valores no resueltos hasta el momento.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Eslora Total	339,3 m
Eslora en la Flotación	334,021 m
Eslora entre perpendiculares	325 m
Manga máxima en la flotación	60 m
Puntal	30 m
Calado máximo de diseño	22 m
Desplazamiento	365.660 ton
Superficie Mojada	29.051,939 m <sup>2</sup>
Área de flotación	17.689,597 m <sup>2</sup>
Coeficiente de la Maestra	0,99
Coeficiente de flotación	0,88
Coeficiente de Bloque	0,83
LCB desde estampa	168,319 m
LCF desde estampa	160,944 m
Semiángulo de entrada	60°
Formas de proa	U
Formas de popa	U
Velocidad en pruebas	14,80 knots
Factor de formas del casco	1,198
ESPEJO DE POPA	
Área mojada de estampa	50 m <sup>2</sup>
Manga de estampa en línea de agua	12,6 m
Altura de la estampa mojada	5,2
MÁRGENES Y APÉNDICES	
Apéndices	5%
Margen de mar	10%
Rugosidad	15%

TIMÓN	
Localización	Inmediatamente detrás de la hélice
Tipo	Lámina equilibrada (Balanced foil)
Raíz superior	7,820 m
Raíz inferior	7,820 m
Altura	10,120 m
Superficie mojada	126,500 m <sup>2</sup>

Una vez tenemos introducidos todos estos datos en el programa ya podemos calcular la resistencia al avance del buque del proyecto. Se obtiene una grafica y un informe que se adjunta en los anexos donde se puede comprobar dicha resistencia con el margen de mar ya aplicado.



La resistencia al avance para nuestra velocidad de diseño, recordando que es 14,8 nudos, será:

$$R_{TOTAL} = 2.759,26 \text{ kN}$$

## 2.1 Estimación de potencia propulsora. Cálculo “By Thrust”.

Tras el apartado anterior se puede proceder al cálculo de la propulsión. Aquí es donde se deben especificar los parámetros del propulsor a utilizar, los cuales se muestra a continuación:

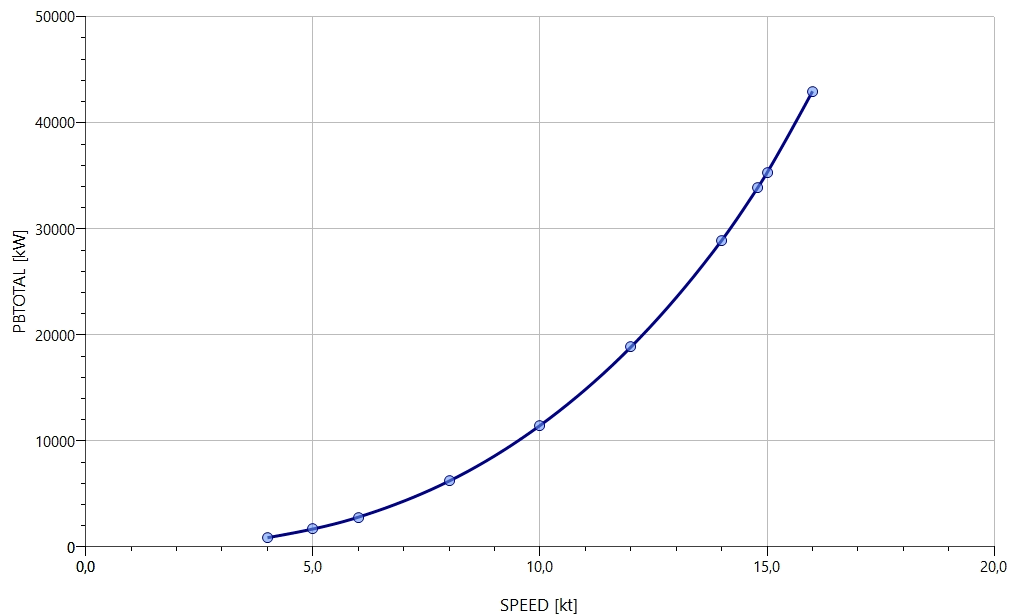
PROPULSIÓN Y PUNTO DE DISEÑO ÓPTIMO	
Número de palas	5
Relación área disco/área palas	0,6032

<b>Diámetro del propulsor</b>	9.320 mm
<b>Paso de la hélice</b>	6.203,4 mm (size)
<b>Inmersión del eje</b>	17.340 mm
<b>Eficiencia de la transmisión</b>	1
<b>Eficiencia del eje</b>	0,97
<b>RPM de referencia</b>	72 rpm

<b>To size</b>			
Shaft RPM:	Size	▼ 87,8	RPM
Expanded area ratio:	Size	▼ 0,626	
Propeller diameter:	Size	▼ 9320,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	▼ 6203,4	mm
<b>Design condition [By thrust]</b>			
Design speed:		14,80	▼ kt
Reference thrust:		3625,91	... kN
Design point:		1,000	...
Reference RPM:		72,0	...
Design point:		1,000	...
Max prop diam:		9320,0	mm
<b>Review</b>			
Tip speed:		0,00	m/s

Igual que en el apartado de resistencia al avance, obtenemos un gráfico y un informe adjuntado como anexo y donde se puede ver que la potencia de freno necesaria para 14,80 nudos es de:

$$PB_{TOTAL} = 33.941,1 \text{ kW}$$



SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
4,00 !	26	321,77	321,77	852,8	879,2	879,2	879,2	---
5,00 !	32	499,80	499,80	1651,5	1702,6	1702,6	1702,6	---
6,00 !	38	698,33	698,33	2733,2	2817,7	2817,7	2817,7	---
8,00	50	1181,17	1181,17	6037,2	6223,9	6223,9	6223,9	---
10,00	61	1770,81	1770,81	11120,1	11464,0	11464,0	11464,0	---
12,00	72	2462,81	2462,81	18291,8	18857,5	18857,5	18857,5	---
14,00	83	3270,54	3270,54	28053,4	28921,0	28921,0	28921,0	893,0
+ 14,80 +	88	3637,55	3637,55	32922,9	33941,1	33941,1	33941,1	804,4
15,00	89	3734,46	3734,46	34250,2	35309,5	35309,5	35309,5	783,7
16,00	95	4257,36	4257,36	41694,8	42984,3	42984,3	42984,3	686,7

## 2.2 Selección de motor.

Una vez calculado esto, debemos volver a hacer lo mismo, pero para un motor dado, es decir, el objetivo ahora será el de escoger un motor para introducir sus propiedades principales en el software NavCad y así hacer una estimación aún más aproximada de lo que hemos visto hasta el momento. En el siguiente apartado veremos esto con más detalle.

Es importante fijarnos en las revoluciones óptimas, donde nuestra referencia es de 72 rpm. Las estimadas por el programa para nuestro proyecto son:

$$RPM_{\text{ÓPTIMAS}} = 88 \text{ rpm}$$

Lo cual consideramos viable dado que no conocemos las condiciones exactas del propulsor del buque de referencia, por tanto, de momento las daremos por válidas.

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

$$BHP = \frac{PB_{TOTAL}}{N^{\circ}_{motores} \times 0,85}$$

$$BHP = \frac{33.941,1}{1 \times 0,85}$$

$$BHP = 39.930,71 \text{ kW}$$

Por tanto, el motor a escoger en el siguiente apartado deberá estar por encima de esta potencia.

En primer lugar, debemos escoger en catálogo que motor es válido. El escogido en el cuaderno 1 ya no es suficiente dado que su potencia máxima era de 27.060 kW. Por tanto, el nuevo motor lo buscaremos en el mismo catálogo, el cual será aquel cuya potencia sea inmediatamente superior a 39.930,71 kW. Una vez investigado, el motor que mejor se ajusta al caso actual es el modelo MAN B&W G95ME-C10.5, con un número total de 6 cilindros, el cual nos proporcionará una potencia total de 41.220 kW.

Se adjuntan los datos del motor a continuación:

**MAN B&W G95ME-C10.5**

**Tier II**

Cyl.	L <sub>1</sub> kW
5	34,350
6	41,220
7	48,090
8	54,960
9	61,830
10	68,700
11	75,570
12	82,440

Stroke: 3,460 mm/L<sub>1</sub> MEP: 21.0 bar

**Fuel oil**

**MAN B&W G95ME-C10.5**

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	159.5	158.5	163.0
Part-load EPT	157.5	157.0	165.5
Low-load EPT	155.5	158.0	165.5

**GI (Methane)**

**MAN B&W G95ME-C10.5-GI**

L <sub>1</sub> dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	129.5+3.9/159.5	129.5+2.9/161.0	136.3+2.4/168.0

Note: Also available for GIE and LGIP, see page 12.

**Tier III**

**MAN B&W G95ME-C10.5**

Cyl.	L <sub>1</sub> kW
5	34,350
6	41,220
7	48,090
8	54,960
9	61,830
10	68,700
11	75,570
12	82,440

Stroke: 3,460 mm/L<sub>1</sub> MEP: 21.0 bar

**Fuel oil**

**MAN B&W G95ME-C10.5-EcoEGR**

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	152.5	153.5	161.0
Tier III mode	161.5	160.5	165.0

**MAN B&W G95ME-C10.5-EGRTC**

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.0
Tier III mode	161.5	161.5	167.0

**MAN B&W G95ME-C10.5-HPSCR**

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.5
Tier III mode	157.0	159.0	166.0

**MAN B&W G95ME-C10.5-LPSCR**

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.5
Tier III mode	156.5	159.0	166.5

**MAN B&W G95ME-C10.5**

**Tier III**

Cyl.	L <sub>1</sub> kW
5	34,350
6	41,220
7	48,090
8	54,960
9	61,830
10	68,700
11	75,570
12	82,440

Stroke: 3,460 mm/L<sub>1</sub> MEP: 21.0 bar

**GI (Methane)**

**MAN B&W G95ME-C10.5-GI-EcoEGR**

L <sub>1</sub> dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	126.9+3.9/152.5	128.5+3.0/156.0	135.4+2.5/166.0
Tier III mode	134.6+3.9/161.5	134.5+3.0/163.0	138.8+2.5/170.0

**MAN B&W G95ME-C10.5-GI-EGRTC**

L <sub>1</sub> dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	129.4+4.0/155.5	132.4+3.0/160.5	138.8+2.5/170.0
Tier III mode	134.5+4.0/161.5	135.4+3.0/164.0	140.5+2.5/172.0

**MAN B&W G95ME-C10.5-GI-HPSCR**

L <sub>1</sub> dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	129.4+4.0/155.5	132.5+3.0/160.5	139.2+2.5/170.5
Tier III mode	130.7+4.0/157.0	133.3+3.0/161.5	139.6+2.5/171.0

**MAN B&W G95ME-C10.5-GI-LPSCR**

L <sub>1</sub> dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%	75%	100%
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	129.4+4.0/155.5	132.5+3.0/160.5	139.2+2.5/170.5
Tier III mode	130.3+4.0/156.5	133.3+3.0/161.5	140.1+2.5/171.5

\* Available on request for HPSCR.

Note: Also available for GIE and LGIP, except GIE and EGR, see pages 12-14.

**Tier II Tier III**

**MAN B&W G95ME-C10.5**

**Specifications**

Dimensions:	A	B	C	H1	H4
mm	1,574	5,380	2,060	16,100	15,900

Cyl. distance	5-9 cyl.	10 cyl.	11 cyl.	12 cyl.
mm	1,574	1-6: 1,574	1-6: 1,574	1-6: 1,574
mm		7-10: 1,670	7-11: 1,670	7-12: 1,670

Cylinders:	5	6	7	8	9	10	11	12
L <sub>min</sub> mm	11,468	13,042	14,616	16,190	17,804	19,779	21,489	23,159

**Dry mass**

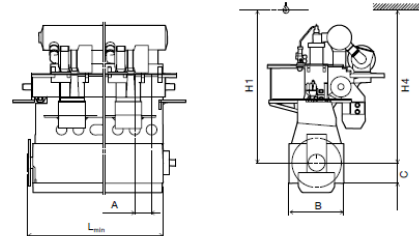
Tier II	t	1,090	1,260	1,445	1,640	1,840	2,030	2,230	2,425
---------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

**Tier III (added)**

EcoEGR	t	11	13	14	15	29	29	31	33
EGR	t	11	13	14	15	29	29	31	33
HP SCR	t	10	15	15	15	-	-	-	-
LP SCR	t	-	-	-	-	-	-	-	-

**Dual fuel (added)**

GI	t	8	9	11	12	13	15	16	17
----	---	---	---	----	----	----	----	----	----



**2.3 Estimación de la potencia propulsora. Cálculo “By Power”.**

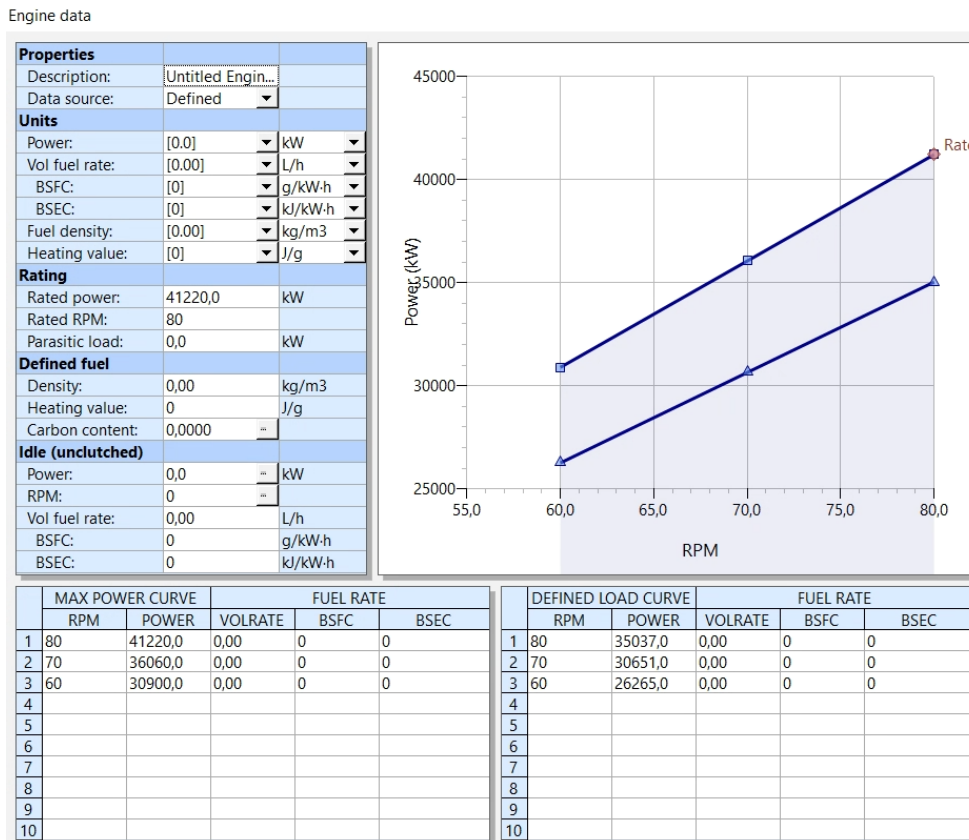
Una vez tenemos elegido nuestro motor podemos ajustar la estimación de potencia al mismo, el software NavCad nos permite introducir la curva de potencia del motor que obtenemos de las características que nos muestra el fabricante.

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

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

$$P_{TOTAL} = BHP - PTO = 41.220 - 750 = 40.470 \text{ kW}$$

Ahora debemos introducir estos datos en el programa, en el apartado de “Engine data:” y pulsando a continuación “Click to define...”, donde nos aparece la siguiente ventana:



Una vez introducidos estos datos en el programa, procedemos a calcular el unto de diseño para 4,5 y 6 palas. De tal forma que:

Nº DE PALAS	%CARGA	RPM	MÉRITO
4	84,9%	90	0,75701
5	82,3%	88	0,78036
6	80,2%	86	0,80139

Vista la tabla y los resultados para cada hélice, podemos afirmar que todas son válidas, aunque la más adecuada es la hélice de 6 palas, pues su porcentaje de carga es el más bajo y por tanto tiene más margen de trabajo, así como que el rendimiento es el óptimo de las tres opciones.

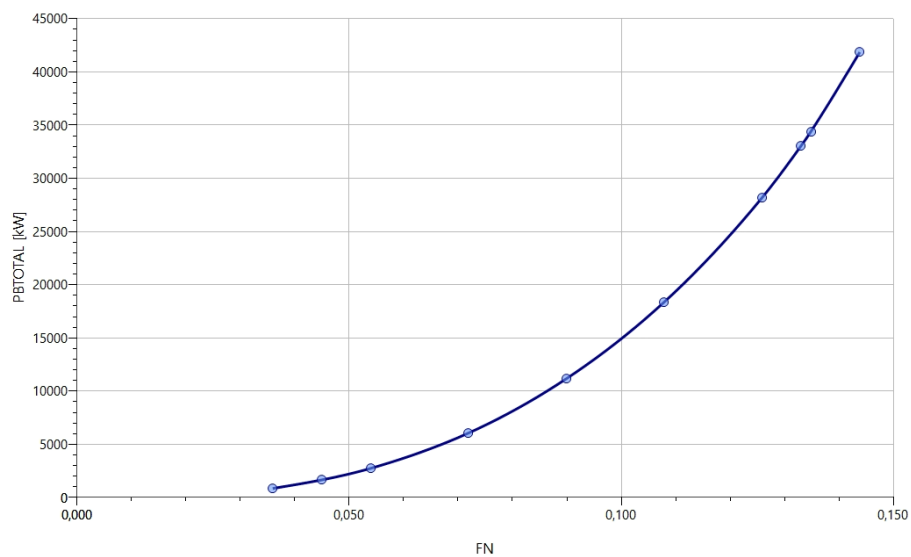
Por tanto, los datos finales son:

Propeller sizing

To size			
Shaft RPM:	Size	87,8	RPM
Expanded area ratio:	Size	0,626	
Propeller diameter:	Size	9320,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	6203,4	mm
Design condition [By power]			
Design speed:		14,80	kt
Reference power:		41220,0	kW
Design point:		0,000	
Reference RPM:		72,0	
Design point:		1,000	
Max prop diam:		9320,0	mm
Review			
Tip speed:		0,00	m/s

Por tanto, los datos del propulsor final serán:

CARACTERÍSTICAS	
Díámetro del propulsor (mm)	9320
Paso medio (mm)	6203,4
Ratio área expandida	0,626
Velocidad (knots)	14,80
Potencia (kW)	41220
Régimen de giro	86 rpm
Rendimiento	80,139 %
Cavitación	3,7 %



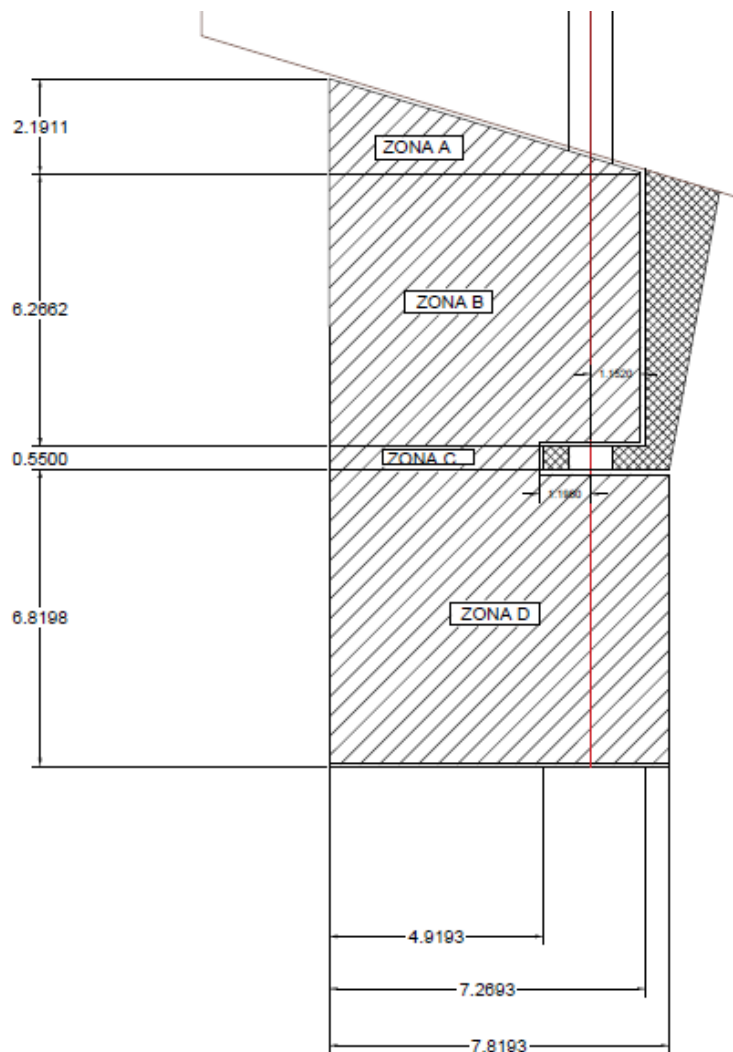
### 3 DISEÑO DEL TIMÓN.

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

#### 3.1 Disposición.

Decidimos utilizar un timón semisuspendido por las características de nuestro codaste y con pala compensada para aprovechar al máximo el espacio disponible. La localización del timón será justo a detrás dela hélice.

#### 3.2 Superficie del timón.



Para el cálculo del área total tenemos la siguiente tabla:

ZONA	ÁREA MEDIDA EN AUTOCAD (m <sup>2</sup> )
A	7,9624
B	44,6897
C	2,6506
D	53,0267
<b>TOTAL</b>	<b>108,33 m<sup>2</sup></b>



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

$$A_{PALA} = C \times A_{DERIVA}$$

Donde:

$$A_{DERIVA} = L_{pp} \times T = 325 \times 22 = 7.150 \text{ m}^2$$

C: coeficiente que viene dado por el cociente entra la altura del timón y su longitud máxima, en nuestro caso:

$$C = \frac{A_{PALA}}{A_{DERIVA}} = \frac{108,33}{7.150} = 0,015 \rightarrow 1,5\%$$

La relación de aspecto viene dada por el cociente entre altura del timón y su longitud máxima. En este caso se toma como:

$$Relación_{aspecto} = \frac{h}{l} = \frac{15,83}{7,819} = 2,02$$

El valor habitual de este cociente es de 1,5, en nuestro caso, es más, lo cual se puede justificar dado que hemos hecho añadido la zona triangular A a la sección del timón.

El área compensada es normalmente del 20% del área total, así como que la longitud del área compensada no debe exceder el 35% de la longitud total del timón.

$$\frac{L_{comp.}}{L} = \frac{1,802}{7,819} = 0,23 \rightarrow 23\%$$

$$\frac{A_{comp.}}{A} = \frac{19,4479}{108,33} = 0,18 \rightarrow 18\%$$

Según la fórmula del DNV el área del timón del buque no debe ser menor que:

$$A_{MIN} = 0,01 \times L_{pp} \times T \times \left( 1 + 50 \times \left( \frac{C_B \times B}{L_{pp}} \right)^2 \right)$$

$$A_{MIN} = 0,01 \times 325 \times 22 \times \left( 1 + 50 \times \left( \frac{0,83 \times 60}{325} \right)^2 \right)$$

$$A_{MIN} = 155,44 \text{ m}^2$$

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

### 3.3 Tipo de perfil.

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

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



### 3.4 Centros de presión del timón.

En la tabla siguiente mostramos los centros de presión según la zona y finalmente sobre el total del timón. La expresión es la siguiente:

$$D = (0,2 + 0,3 \times \sin\alpha) + L \rightarrow \text{En áreas prismáticas}$$

$$D = \frac{2}{3} \times L \rightarrow \text{En áreas triangulares}$$

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

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

Donde:

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

L: longitud media de cada zona del timón

A: 35° según las recomendaciones del SOLAS

$X_{p^{AVANTE}}$ : Distancia del centro de presión avante al borde de ataque

$X_{p^{CIANDO}}$ : Distancia del centro de presión cuando al borde de ataque

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

ZONA	ÁREA	Eje-Ataque	D	Xp (ciando)	AxXp (ciando)	Xp (avante)	AxXp (avante)
A	7,962	1,152	5,213	1,454	11,581	4,061	32,334
B	44,690	1,152	0,559	6,108	272,959	-0,593	-26,482
C	2,651	-1,198	0,345	5,673	15,036	1,543	4,089
D	53,027	1,802	0,559	5,458	289,413	-1,243	-65,889
<b>TOTAL</b>	<b>108,329</b>				<b>588,988</b>		<b>-55,947</b>
				<b>Xp (ciando)</b>	<b>5,437</b>	<b>Xp (avante)</b>	<b>-0,516</b>

Los centros de presión serán, por tanto, los vistos en la tabla. Los totales se calculan de la siguiente manera:

$$x_p^{AVANTE} = \frac{\Sigma(A \times X_p AV)}{\Sigma(A_i)} = \frac{-55,947}{108,329} = -0,5216 \text{ m desde popa}$$

$$x_p^{CIANDO} = \frac{\Sigma(A \times X_p CI)}{\Sigma(A_i)} = \frac{588,988}{108,329} = 5,437 \text{ m desde popa}$$

### 3.5 Potencia del servomotor del timón.

Necesitamos en primer lugar calcular la fuerza y el par torsor necesarios para girar la pala del timón. Para ello nos basamos en la fórmula de Jeagger:

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

$$Q = F \times x_p$$

Se considerarán dos velocidades, una de avante y otra de ciando. La velocidad de avante se considera la velocidad de servicio (14,8 nudos) más 2 nudos de margen de seguridad (16,8 nudos = 8,64 m/s) y la de ciando se define como dos tercios la velocidad de servicio (9,86 nudos=5,07 m/s).

Por tanto:

	F (Kg)	Q (Kg*m)
Avante	515138,190	-266045,634
Ciando	177383,076	964433,012

El servomotor debe suministrar un par es el par torsor máximo calculado en la tabla anterior sobredimensionado en un 30%, de tal forma que:

$$Q_{SERVO} = Par_{torsor} \times 1,3 = 964.433,012 \times 1,3 = 1.253.762,92 \text{ Kg.m}$$

Así pues, la potencia del servo será:

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

Donde:

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

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

$\eta$ : rendimiento del sistema (valor típico de 0,8)

Q: par torsor máximo del servo

P: potencia necesaria

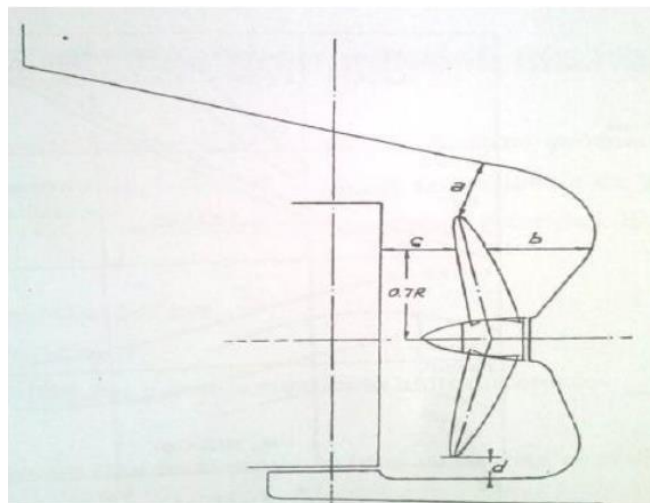
Por tanto:

$$P = \frac{1253762,92 * 9,81 * 0,045}{0,8} = 691.842,05 W \sim 691,842 KW$$

$$P = 691,842 KW$$

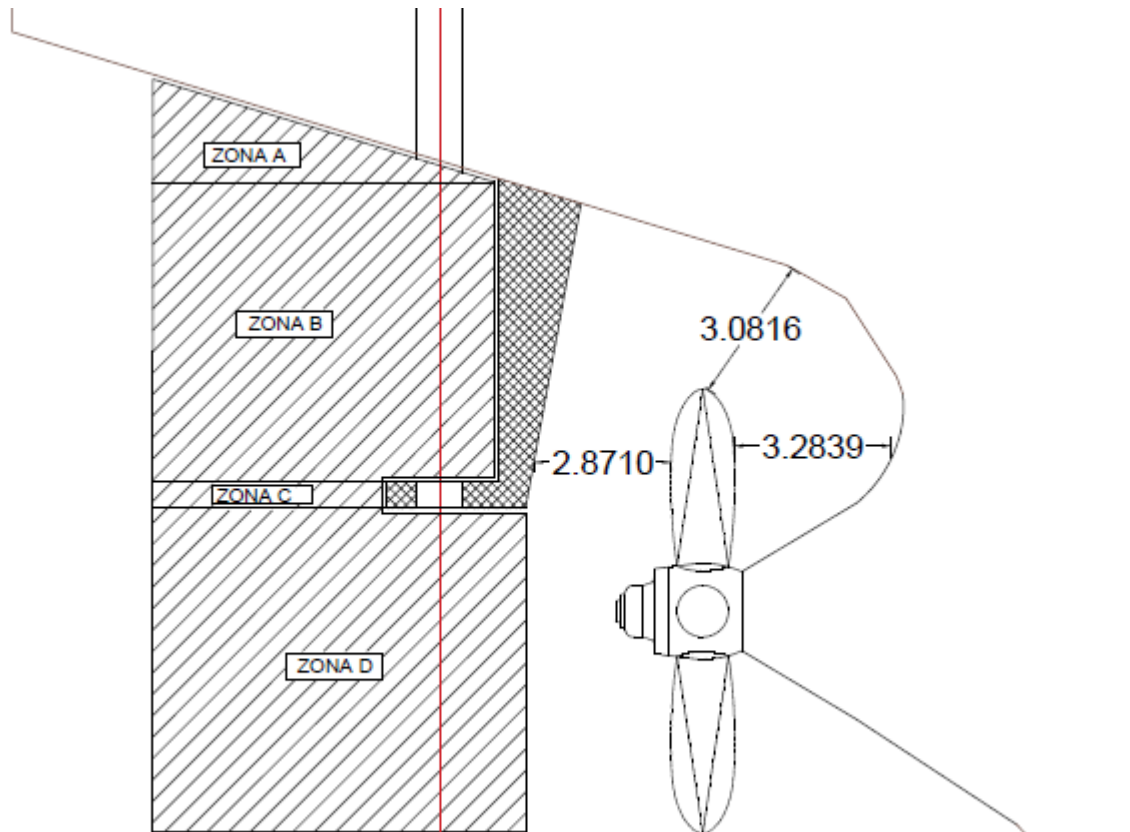
### 3.6 Comprobación de huelgos-codaste.

Además, ya se ha comprobado que los huelgos y distancias mínimas las cumple perfectamente, recordando esto establecemos los criterios:



a	1,771 m
b	0,932 m
c	0,932 m
d	0,326 m
0,7xR	3,262 m

*\*Se cumplen todas las distancias mínimas (se recomienda ver anexos).*



## 4 BIBLIOGRAFÍA.

- Apuntes de la asignatura “Proyectos del Buque y artefactos marinos II”, V.D. Casas y B. P. Varela

Ferrol, junio de 2022

Fdo.: Pedro Lemos González

5 ANEJOS.

5.1 Informe de resistencia total al avance en NavCad.

Resistance  
13 jul 2021 12:26  
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM  
Description  
File name PetroleroCuaderno6.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On] 1,198		<b>Water properties</b>	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On] 0,15			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,13	0,82	5,57	2,73	1,03
Range	0,06-0,26	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS			ITTC-78 COEFS					
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
4,00 !	0,036	0,078	5,78e8	0,001540	1,198	0,001075	0,000000	0,000357	0,003397
5,00 !	0,045	0,098	7,22e8	0,001594	1,198	0,001130	0,000000	0,000336	0,003376
6,00 !	0,054	0,117	8,67e8	0,001558	1,198	0,001087	0,000000	0,000318	0,003271
8,00	0,072	0,156	1,16e9	0,001503	1,198	0,001018	0,000000	0,000285	0,003104
10,00	0,090	0,195	1,44e9	0,001463	1,198	0,000963	0,000000	0,000257	0,002972
12,00	0,108	0,234	1,73e9	0,001431	1,198	0,000919	0,000000	0,000232	0,002865
14,00	0,126	0,273	2,02e9	0,001405	1,197	0,000899	0,000000	0,000210	0,002791
+ 14,80 +	0,133	0,289	2,14e9	0,001396	1,197	0,000904	0,000000	0,000202	0,002777
15,00	0,135	0,293	2,17e9	0,001394	1,197	0,000907	0,000000	0,000200	0,002775
16,00	0,144	0,312	2,31e9	0,001383	1,196	0,000935	0,000000	0,000191	0,002781

SPEED [kt]	RESISTANCE							
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]
4,00 !	214,36	10,72	0,00	0,00	0,00	0,00	21,44	246,51
5,00 !	332,88	16,64	0,00	0,00	0,00	0,00	33,29	382,81
6,00 !	464,51	23,23	0,00	0,00	0,00	0,00	46,45	534,19
8,00	783,64	39,18	0,00	0,00	0,00	0,00	78,36	901,18
10,00	1172,26	58,61	0,00	0,00	0,00	0,00	117,23	1348,10
12,00	1627,32	81,37	0,00	0,00	0,00	0,00	162,73	1871,42
14,00	2158,00	107,90	0,00	0,00	0,00	0,00	215,80	2481,70
+ 14,80 +	2399,35	119,97	0,00	0,00	0,00	0,00	239,94	2759,26
15,00	2463,14	123,16	0,00	0,00	0,00	0,00	246,31	2832,61
16,00	2807,82	140,39	0,00	0,00	0,00	0,00	280,78	3229,00

SPEED [kt]	EFFECTIVE POWER		OTHER		
	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W
4,00 !	441,1	507,3	0,01463	0,04624	0,00006
5,00 !	856,2	984,7	0,01538	0,04596	0,00009
6,00 !	1433,8	1648,9	0,01480	0,04454	0,00013
8,00	3225,1	3708,9	0,01386	0,04226	0,00022
10,00	6030,6	6935,2	0,01311	0,04046	0,00033
12,00	10046,0	11552,9	0,01251	0,03901	0,00045
14,00	15542,4	17873,7	0,01224	0,03800	0,00060
+ 14,80 +	18268,2	21008,4	0,01231	0,03781	0,00067
15,00	19007,2	21858,3	0,01235	0,03779	0,00069
16,00	23111,5	26578,2	0,01273	0,03786	0,00078

**Resistance**

13 jul 2021 12:26

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero 300000TPM**

Description

File name **PetroleroCuaderno6.hcnc**

**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:	334,021 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,587] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,727] 22,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,808] 365660,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,663] 29051,939 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,504] 168,319 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,482] 160,944 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,980] 1293,600 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,883] 17689,597 m <sup>2</sup>	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m <sup>2</sup>	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	9320,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,039] 50,000 m <sup>2</sup>	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,210] 12,600 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,236] 5,200 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	60,00 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

Report IC00210713-1226

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 71.0539 U1002



**Resistance**

13 jul 2021 12:26

HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM

Description

File name PetroleroCuaderno6.hcnc

**Appendage data**

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
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:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	9320,0 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:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
<b>Rudder</b>		<b>Sonar dome</b>	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	<b>Miscellaneous</b>	
Root chord:	7,820 m	Count:	0
Tip chord:	7,820 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	10,120 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,150		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	126,500 m2		
Wetted surface:	126,500 m2		

**Environment data**

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	<b>Shallow/channel</b>	
<b>Exposed hull</b>		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	1440,000 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	4753,125 m2	Channel side slope:	0,00 deg
<b>Superstructure</b>		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Tanker/Bulker		
Transverse area:	972,000 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	4753,125 m2		

Report ID:00210713-1226

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 71.0536 U1002

**Resistance**

13 jul 2021 12:26  
HydroComp NavCad 2018

Project ID    **Petrolero 300000TPM**  
Description  
File name    **PetroleroCuaderno6.hcnc**

**Symbols and values**

<p>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                  CRTL = Telfer total bare-hull resistance coefficient                  RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio                    + = Design speed indicator                  * = Exceeds parameter limit</p>
---

## 5.2 Informe de propulsión “By Thrust” en NavCad.

### Propulsion

13 jul 2021 12:27

HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM

Description

File name PetroleroCuaderno6.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:	9320,0 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:	1,198	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

#### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,82	5,57	2,73
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]
4,00 !	507,3	0,5846	0,2390	1,0158	26	879,2	0,0	--	--
5,00 !	984,7	0,5846	0,2390	1,0158	32	1702,6	0,0	--	--
6,00 !	1648,9	0,5834	0,2390	1,0158	38	2817,7	0,0	--	--
8,00	3708,9	0,5791	0,2390	1,0158	50	6223,9	0,0	--	--
10,00	6935,2	0,5759	0,2390	1,0158	61	11464,0	0,0	--	--
12,00	11552,9	0,5735	0,2390	1,0158	72	18857,5	0,0	--	--
14,00	17873,7	0,5715	0,2390	1,0158	83	28921,0	0,0	--	--
+ 14,80 +	21008,4	0,5708	0,2390	1,0158	88	33941,1	0,0	--	--
15,00	21858,3	0,5706	0,2390	1,0158	89	35309,5	0,0	--	--
16,00	26578,2	0,5699	0,2390	1,0158	95	42984,3	0,0	--	--
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
4,00 !	0,3196	0,5769	0,80442	323,93	246,51				
5,00 !	0,3204	0,5783	0,8039	503,05	382,81				
6,00 !	0,3251	0,5852	0,80073	701,97	534,19				
8,00	0,3345	0,5959	0,79431	1184,23	901,18				
10,00	0,3421	0,6050	0,78901	1771,52	1348,10				
12,00	0,3485	0,6126	0,78452	2459,21	1871,42				
14,00	0,3532	0,6180	0,78117	3261,17	2481,70				
+ 14,80 +	0,3543	0,6190	0,78036	3625,91	2759,26				
15,00	0,3545	0,6190	0,78023	3722,29	2832,61				
16,00	0,3547	0,6183	0,78006	4243,18	3228,99				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDRPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
4,00 !	26	321,77	321,77	852,8	879,2	879,2	879,2	--	
5,00 !	32	499,80	499,80	1651,5	1702,6	1702,6	1702,6	--	
6,00 !	38	698,33	698,33	2733,2	2817,7	2817,7	2817,7	--	
8,00	50	1181,17	1181,17	6037,2	6223,9	6223,9	6223,9	--	
10,00	61	1770,81	1770,81	11120,1	11464,0	11464,0	11464,0	--	
12,00	72	2462,81	2462,81	18291,8	18857,5	18857,5	18857,5	--	
14,00	83	3270,54	3270,54	28053,4	28921,0	28921,0	28921,0	893,0	
+ 14,80 +	88	3637,55	3637,55	32922,9	33941,1	33941,1	33941,1	804,4	
15,00	89	3734,46	3734,46	34250,2	35309,5	35309,5	35309,5	783,7	
16,00	95	4257,36	4257,36	41694,8	42984,3	42984,3	42984,3	686,7	

Report ID20210713-1227

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 73.0539 U1002

**Propulsion**  
 13 jul 2021 12:27  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM  
 Description  
 File name PetroleroCuaderno6.hcnc

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00 !	731,29	33,50	6,86	12,55	0,238	7,58	2,0	2,0	4685,0
5,00 !	468,03	21,56	4,42	15,64	0,259	11,77	2,0	2,0	4686,9
6,00 !	323,16	15,36	3,15	18,53	0,283	16,43	2,0	2,0	4698,2
8,00	178,05	9,01	1,84	24,19	0,339	27,71	2,0	2,0	4720,9
10,00	112,27	5,97	1,22	29,72	0,408	41,45	2,0	2,0	4739,5
12,00	77,07	4,27	0,87	35,16	0,489	57,55 !!	2,0	2,0	4755,2
14,00	56,10	3,20	0,65	40,60	0,584	76,31 !!	3,0	3,0	4766,9
+ 14,80 +	50,04	2,87	0,59	42,84	0,626	84,85 !!	3,6	3,6	4769,7
15,00	48,67	2,80	0,57	43,41	0,638	87,10 !!	3,8	3,8	4770,1
16,00	42,62	2,45	0,50	46,36 !	0,699	99,29 !!	4,8	4,8	4770,7
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
4,00 !	0,2140	0,2279	0,02429	4,9749	2,4772	12,668	39,02	2,00e7	
5,00 !	0,2146	0,2277	0,02428	4,9444	2,4561	12,591	38,687	2,50e7	
6,00 !	0,2180	0,2265	0,02418	4,764	2,3321	12,131	36,734	2,96e7	
8,00	0,2249	0,2241	0,02398	4,4281	2,1067	11,276	33,184	3,87e7	
10,00	0,2306	0,2220	0,02381	4,1767	1,9429	10,636	30,603	4,75e7	
12,00	0,2353	0,2203	0,02368	3,9804	1,8179	10,136	28,634	5,62e7	
14,00	0,2388	0,2191	0,02357	3,8423	1,7315	9,7842	27,273	6,49e7	
+ 14,80 +	0,2396	0,2188	0,02355	3,8102	1,7116	9,7027	26,961	6,85e7	
15,00	0,2398	0,2187	0,02354	3,8049	1,7083	9,6892	26,909	6,94e7	
16,00	0,2399	0,2187	0,02354	3,7981	1,7041	9,6718	26,843	7,41e7	

Report ID00210713-1227

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 70.0539.U1002

**Propulsion**

13 jul 2021 12:27

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero 300000TPM**

Description

File name **PetroleroCuaderno6.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:	334,021 m	LCG fwd TR:	[XCGALP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,567] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,727] 22,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,808] 365660,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,863] 29051,939 m2	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,504] 168,319 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,482] 160,944 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,880] 1293,600 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,883] 17689,597 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	9320,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,039] 50,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,210] 12,600 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,236] 5,200 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	60,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6264 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	9320,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,6656] 6203,4 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	17340,0 mm	Cav breakdown:	Off
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By thrust]</b>	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	9320,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,80 kt
Engine data:	Untitled Engine Obj...	Reference thrust:	3625,91 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	72,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	87,8 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID:0210713-1227

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 73.0536 U11002

**Propulsion**  
 13 jul 2021 12:27  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID    Petrolero 300000TPM  
 Description  
 File name    PetroleroCuaderno6.honc

**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power
RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor
EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust
J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIP/SPEED = 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 Informe de propulsión “By Power” en NavCad.

**Propulsion**  
13 jul 2021 02:36  
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM  
Description  
File name PetroleroCuaderno6(ByPower).hncd

**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:	9320,0 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:	1,198	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stem corr:	[Off]		

**Prediction method check [Holtrop]**

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,82	5,57	2,73
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]
4,00 !	507,3	0,5846	0,2390	1,0158	25	854,9	2,1	--	--
5,00 !	984,7	0,5846	0,2390	1,0158	31	1655,5	4,0	--	--
6,00 !	1648,9	0,5834	0,2390	1,0158	37	2740,4	6,6	--	--
8,00	3708,9	0,5791	0,2390	1,0158	49	6055,4	14,7	--	--
10,00	6935,2	0,5759	0,2390	1,0158	60	11157,1	27,1	--	--
12,00	11552,9	0,5735	0,2390	1,0158	71	18357,9	44,5	--	--
14,00	17873,7	0,5715	0,2390	1,0158	82	28160,6	68,3	--	--
+ 14,80 +	21008,4	0,5708	0,2390	1,0158	86	33050,4	80,2	--	--
15,00	21858,3	0,5706	0,2390	1,0158	87	34383,2	83,4	--	--
16,00	26578,2	0,5699	0,2390	1,0158	93	41857,1	101,5	--	--
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
4,00 !	0,3287	0,5934	0,8273	323,93	246,51				
5,00 !	0,3295	0,5948	0,82674	503,05	382,81				
6,00 !	0,3343	0,6017	0,82333	701,97	534,19				
8,00	0,3438	0,6125	0,81642	1184,23	901,18				
10,00	0,3516	0,6216	0,81071	1771,52	1348,10				
12,00	0,3580	0,6293	0,80588	2459,21	1871,42				
14,00	0,3627	0,6347	0,80226	3261,17	2481,70				
+ 14,80 +	0,3638	0,6356	0,80139	3625,91	2759,26				
15,00	0,3640	0,6357	0,80125	3722,29	2832,61				
16,00	0,3643	0,6350	0,80106	4243,18	3228,99				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
4,00 !	25	318,89	318,89	829,3	854,9	854,9	854,9	--	
5,00 !	31	495,32	495,32	1605,9	1655,5	1655,5	1655,5	--	
6,00 !	37	692,16	692,16	2658,1	2740,4	2740,4	2740,4	--	
8,00	49	1171,02	1171,02	5873,7	6055,4	6055,4	6055,4	--	
10,00	60	1755,95	1755,95	10822,4	11157,1	11157,1	11157,1	--	
12,00	71	2442,58	2442,58	17807,1	18357,9	18357,9	18357,9	--	
14,00	82	3244,12	3244,12	27315,8	28160,6	28160,6	28160,6	917,1	
+ 14,80 +	86	3608,29	3608,29	32058,9	33050,4	33050,4	33050,4	826,1	
15,00	87	3704,43	3704,43	33351,7	34383,2	34383,2	34383,2	804,8	
16,00	93	4223,16	4223,16	40601,4	41857,1	41857,1	41857,1	705,2	

Report: 020210713-1436

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 75.0538 U1002

**Propulsion**

13 jul 2021 02:36  
HydroComp NavCad 2018

Project ID    Petrolero 300000TPM  
Description  
File name    PetroleroCuaderno6(ByPower).hcn

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00 !	731,29	34,80	7,13	12,31	0,242	7,58	2,0	2,0	4775,0
5,00 !	468,03	22,39	4,58	15,35	0,265	11,77	2,0	2,0	4776,9
6,00 !	323,16	15,96	3,27	18,18	0,291	16,43	2,0	2,0	4788,1
8,00	178,05	9,35	1,91	23,74	0,354	27,71	2,0	2,0	4810,6
10,00	112,27	6,20	1,27	29,17	0,431	41,45	2,0	2,0	4829,0
12,00	77,07	4,43	0,90	34,51	0,520	57,55 !!	2,1	2,1	4844,5
14,00	56,10	3,32	0,68	39,86	0,625	76,31 !!	3,1	3,1	4856,0
+ 14,80 +	50,04	2,98	0,61	42,06	0,672	84,85 !!	3,7	3,7	4858,8
15,00	48,67	2,90	0,59	42,62	0,685	87,10 !!	3,9	3,9	4859,3
16,00	42,62	2,55	0,52	45,51	0,752	99,29 !!	4,9	4,9	4859,9
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
4,00 !	0,2182	0,2368	0,02501	4,9749	2,4087	12,668	37,941	1,64e7	
5,00 !	0,2187	0,2365	0,02499	4,9444	2,3882	12,591	37,618	2,04e7	
6,00 !	0,2222	0,2353	0,02489	4,764	2,2681	12,131	35,726	2,42e7	
8,00	0,2292	0,2326	0,02468	4,4281	2,0497	11,276	32,286	3,16e7	
10,00	0,2349	0,2305	0,02451	4,1767	1,8909	10,636	29,784	3,89e7	
12,00	0,2397	0,2287	0,02437	3,9804	1,7697	10,136	27,876	4,60e7	
14,00	0,2433	0,2273	0,02427	3,8423	1,6859	9,7842	26,556	5,31e7	
+ 14,80 +	0,2441	0,2270	0,02424	3,8102	1,6667	9,7027	26,253	5,60e7	
15,00	0,2442	0,2270	0,02424	3,8049	1,6635	9,6892	26,203	5,68e7	
16,00	0,2444	0,2269	0,02423	3,7981	1,6594	9,6718	26,139	6,06e7	

Report 020210713-1436

HydroComp NavCad 2018 18.04.00.73.0539.U1002



**Propulsion**

13 jul 2021 02:36

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero 300000TPM**

Description

File name **PetroleroCuaderno6(ByPower).hnc**

**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:	334,021 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,567] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,727] 22,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,808] 365660,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,663] 29051,939 m2	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (C1)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,504] 168,319 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,482] 160,944 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,980] 1293,600 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,883] 17689,597 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	9320,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,030] 50,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,210] 12,600 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,236] 5,200 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	60,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Spar:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

**Propulsor data**

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6264 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	9320,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,6656] 6203,4 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	17340,0 mm	Cav breakdown:	Off
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By power]</b>	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	9320,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,80 kt
Engine data:	Untitled Engine Obje...	Reference power:	41220,0 kW
Rated RPM:	80 RPM	Design point:	0,000
Rated power:	41220,0 kW	Reference RPM:	72,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	87,8 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report IC02010713-1436

HydroComp NavCad 2018 18.04.00 73.0539.U1002

**Propulsion**

13 jul 2021 02:36  
HydroComp NavCad 2018

Project ID    Petrolero 300000TPM  
Description  
File name    PetroleroCuaderno6(ByPower).hcnc

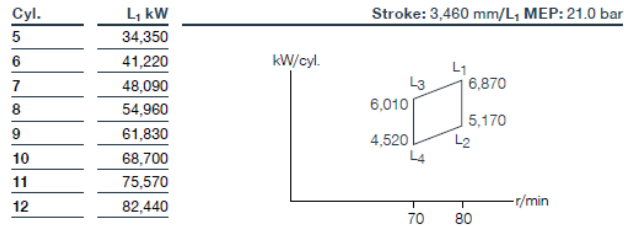
**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power
RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor
EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust
J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation
+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

### 5.4 Catálogo de MAN.

#### MAN B&W G95ME-C10.5

Tier II



#### Fuel oil

##### MAN B&W G95ME-C10.5

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	159.5	158.5	163.0
Part-load EPT	157.5	157.0	165.5
Low-load EPT	155.5	158.0	165.5

#### GI (Methane)

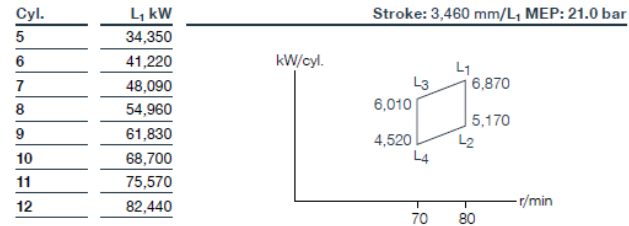
##### MAN B&W G95ME-C10.5-GI

L <sub>1</sub> dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	129.5+3.9/159.5	129.5+2.9/161.0	136.3+2.4/168.0

Note: Also available for GIE and LGIP, see page 12.

Tier III

#### MAN B&W G95ME-C10.5



#### Fuel oil

##### MAN B&W G95ME-C10.5-EcoEGR

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	152.5	153.5	161.0
Tier III mode	161.5	160.5	165.0

##### MAN B&W G95ME-C10.5-EGRTC

L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.0
Tier III mode	161.5	161.5	167.0

##### MAN B&W G95ME-C10.5-HPSCR

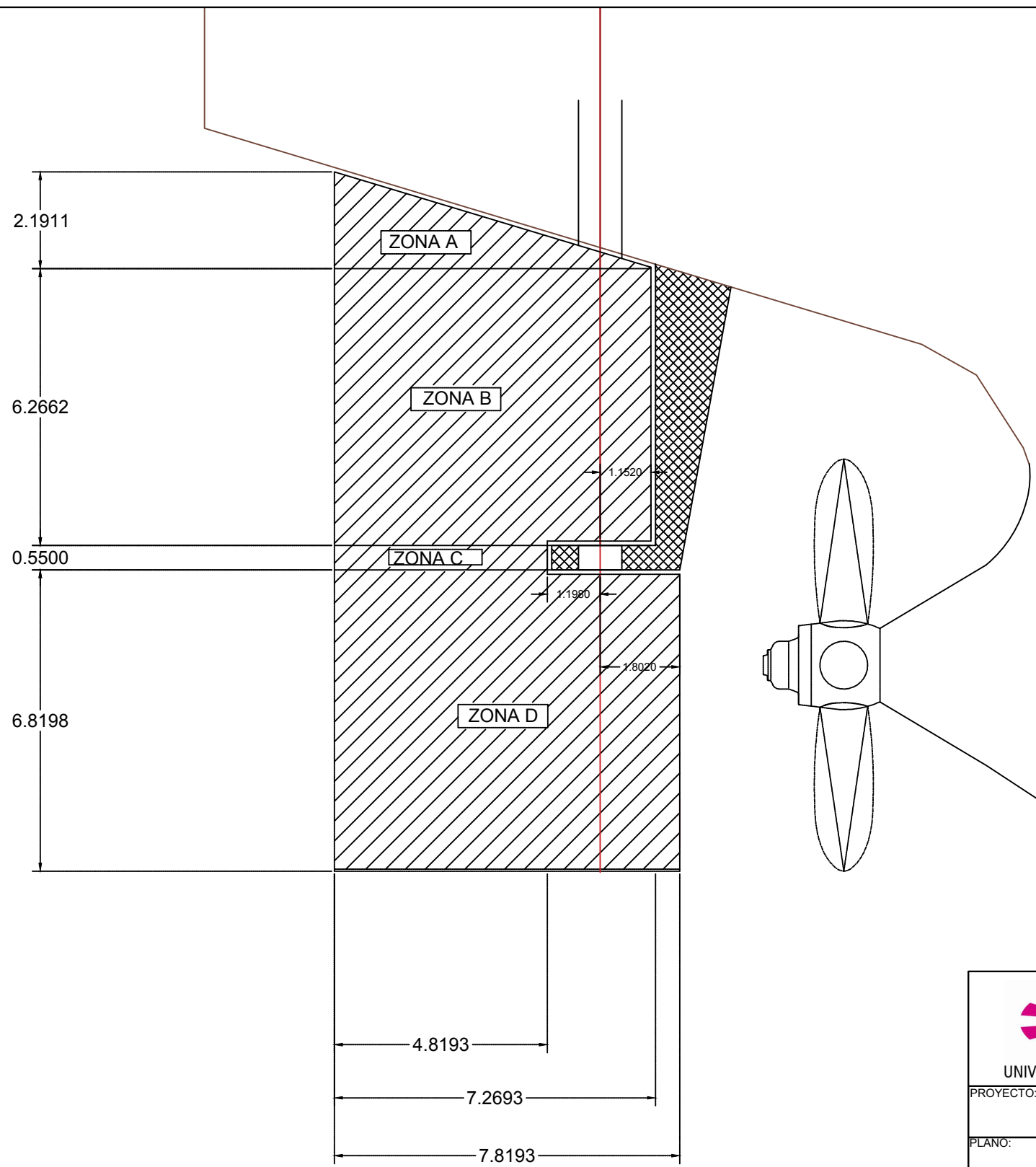
L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.5
Tier III mode	157.0	159.0	166.0


##### MAN B&W G95ME-C10.5-LPSCR

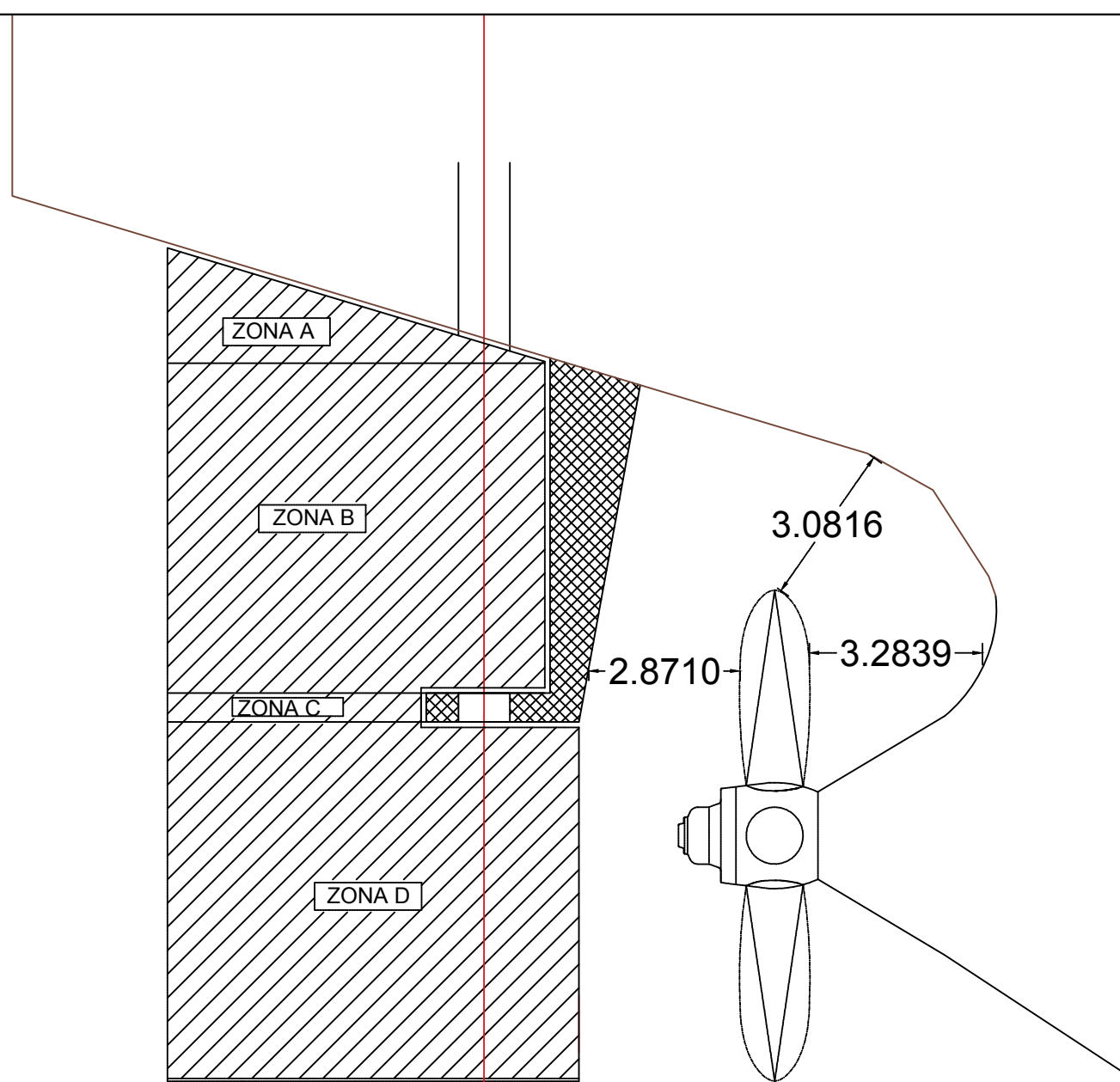
L <sub>1</sub> SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.5
Tier III mode	156.5	159.0	166.5


\* Available on request for HPSCR.

## **5.5 Planos del timón.**



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR TRABAJO DE FIN DE GRADO		
	PROYECTO: PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM		
PLANO: PLANO DEL TIMÓN			
AUTOR: PEDRO LEMOS GONZÁLEZ	FECHA: JUNIO 2022	ESCALA: 1:100	HOJA: 1



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PROYECTO: PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM			
PLANO: HUELOS Y DISTANCIAS MÍNIMAS DE LA HÉLICE			
AUTOR: PEDRO LEMOS GONZÁLEZ	FECHA: JUNIO 2022	ESCALA: 1:100	HOJA: 2