

Diseño y construcción de una Fragata

Treball Final de Grau



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Treball realitzat per:
Diego Liarde Rodríguez

Dirigit per:
Jesús Ezequiel Martínez Marín

Grau en Sistemes i Tecnologia Naval

Barcelona, 8 de Setembre del 2014

Departament d'Enginyeria



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat de Nàutica de Barcelona

TFG

Diseño y construcción de una Fragata



Diego Liarde Rodríguez

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Motivación personal	7
1.2. Objetivo del proyecto	7
1.3. Historia y Fragatas actuales	7
1.4. ¿Quién lleva a cabo la construcción militar en España?	10
2. DIMENSIONES Y FORMAS	13
2.1. Modelo A	14
2.2. Modelo B	16
2.3. Modelo C	19
2.4. Modelo D	23
3. DISTRIBUCIÓN	27
3.1. Piso inferior	28
3.2. Techo de tanques	33
3.3. Primera plataforma.....	35
3.4. Segunda cubierta	38
3.5. Cubierta principal	42
4. PROPULSIÓN	45
4.1. Cálculo de la resistencia al avance.....	46
4.2. Determinación de la potencia.....	54
4.3. Sistema propulsivo principal y auxiliar.....	61
4.4. Elección del motor y datos técnicos de él	64
5. ESTABILIDAD	67
6. SISTEMAS Y EQUIPOS	71
6.1. Sistemas generales	71
6.2. Sistemas propio de la Fragata	76
7. NORMATIVA.....	97

8. BIBLIOGRAFIA..... 107

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación personal

La realización de este proyecto ha sido escogida a conveniencia personal, ya que su realización implicaba, no sólo la aplicación de los conceptos obtenidos a lo largo de la carrera, si no su adecuación a los buques de guerra, en concreto, a las fragatas, los cuales implican haber de indagar, profundizar y aprender más sobre ellas.

El diseño de un buque tipo fragata implica el uso de métodos y programas de diseño que, durante la carrera, he podido usar y verme relacionado con ellos de manera que captaban mi atención.

La elección del tipo de buque tiene su motivación en la búsqueda de conocimiento de algo desconocido, pero que a la misma vez capta mucho mi atención y curiosidad.

1.2. Objetivo del proyecto

A partir de los conocimientos adquiridos durante la carrera, se pretende indagar en todo aquello relacionado con las fragatas para posteriormente diseñar un modelo de fragata similar a la F-100 mediante Maxsurf. La idea es realizar el buque mediante el conocimiento adquirido en asignaturas como Equipos Navales, Construcción Naval o Proyectos a la vez que se realiza la búsqueda de información sobre este tipo de buque, adecuando todo lo conocido a la fragata.

1.3. Historia y fragatas actuales

La fragata es un buque de guerra, concebido para actuar en misiones de guerra naval y antisubmarina, aunque puede disponer de sistemas para actuar como buque de apoyo en otras misiones.

El término fragata es muy anterior a la navegación a vapor y a las escuadras de naves blindadas de la segunda mitad del siglo XIX. Desde el siglo XVII las fragatas eran buques de tres palos, más ligeras que los navíos de línea que formaban el núcleo principal de las escuadras de vela. Disponían como máximo de dos cubiertas y por lo normal artillada solo una o todo lo más con una pequeña batería en la segunda y con un número total de piezas que raramente excedía de 30, aunque en algún caso llegaba a 50.

Su misión en la época de la vela era muy parecida a la del crucero protegido a finales del XIX y del crucero ligero a comienzos del siglo XX: proteger el tráfico mercante ultramarino, siendo muy importante su participación en la lucha contra corsarios por su velocidad; atacar el tráfico del enemigo en caso de guerra y en las unidades más grandes y mejor preparadas combatir en auxilio de los navíos de línea; desempeñaba una importante misión destacada en exploración por delante y por los flancos de la armada en una época en la que no existían radares ni radios para enterarse de dónde podía estar el peligro.

Desaparecidas en el último tercio del XIX, en la Segunda Guerra Mundial vuelve a denominarse de esta forma a un tipo de nave algo más pequeña que el destructor, de 1.500-2.000 toneladas, y que, mientras el destructor crecía y asumía más roles, la fragata se mantenía especializada en lucha antisubmarina, como los destructores de la Primera Guerra Mundial.

Tras la guerra se pasó a designar como fragata a cualquier buque hasta el tamaño de un destructor, aunque normalmente son algo más reducidas, y especializado en una misión, aunque pueda llevar sistemas para misiones secundarias. En las flotas europeas, las fragatas se popularizaron durante la guerra fría en tareas antisubmarinas y antiaéreas para proteger la flota. Incluso los estadounidenses construyeron fragatas, por ser más baratas que los cruceros y destructores e ideales para tareas de escolta de portaaviones, como la famosa clase antisubmarina *Oliver Hazard Perry*, diseño vendido a varias marinas del mundo. En el caso español, por ejemplo, utilizado para los seis buques de la clase Santa María con capacidades de defensa antiaérea de corto y medio alcance y empleadas como escolta para el portaaviones Príncipe de Asturias.

TFG - Diseño y construcción de una Fragata
Diego Liarde Rodríguez

La frontera entre fragata y destructor es bastante borrosa y muchas de las naves que en Europa se llaman *fragatas multifunción* se podrían denominar sin exageración destructores, al igual que algunos buques catalogados como destructores, podrían ser catalogados fragatas, siendo incluso de menor desplazamiento y capacidades que buques con esta catalogación, dependiendo por tanto la nomenclatura de la que decida adoptar el constructor y la armada propietaria del buque.

Una vez se conoce el termino fragata, se elabora una lista con varias fragatas, agrupadas por las distintas armadas, y sus características principales.

		Eslera (m)	Manga (m)	Calado (m)	LWL	DWL	Desplazamiento (t)	Velocidad (kn)	Plataforma Helicoptero	Autonomia
ARMADA ESPAÑOLA	Clase Álvaro de Bazán	146.72	18.6	4.75			5800	28.5		
	Clase Santa María	137.7	14.3	7.5			3982	29		
	Clase Baleares	133.6	14.3	7.5			4177	28		
	Clase Pizarro	95.2	12.1	3.8			2246	19		
ARMADA ESTADOS UNIDOS	Ticonderoga	172.8	16.8	9.5			9500	32		
	Oliver Hazard Perry Class	133.5	13.5	4.5			4100	30		5000 milesat 18 kt
	Knox Class	133.5	14.3	7.5			4200	27		
ARMADA RUSA	Neustrashimiy Class	129.6	15.6	8.1				30		
	Project 1161 Gepard Class	102.2	13.6	5			2100	28		5000 miles at 10 kt
ARMADA FRANCESA	Cassard Class	139	14				4750	60		
	La Fayette Class	125	15.5	5.5			3500	25		
	Floréal Class	93.5	14.1	4.3			2950			
ARMADA INGLESA	HMS Nothumberland Refit	133	16.4				4900			
	HMS Iron Duke Class	133	16.1	7.3			4900	28		
	Type 23 Duke Class	133	16.1	7.3			4900	34.4		7500 miles at 15kt
ARMADA ALEMANA	F123 Brandenburg Class	138.9	16.7	6.8			4700	29		4000 miles at 18 kt
	Sachsen Class	143	17.44		132.15	16.68	5690	29		
ARMADA de MALASIA	Lekiu Class	97.5	12.8	3.6			2270	28		
ARMADA ARABIA SAUDI	Al Riyadh Class	133	17	4			4725	24.5		
ARMADA HOLANDESA	Karel Doorman Class	122	14.4	6.2			3300	29	22x14	
ARMADA de DINAMARCA	Thetis Class	112.5	14.3	6.1			3500	25		
canada	Halifax Class	134.1	16.4	4.9			4750	30		
ARMADA ITALIANA	Artigliere Class Light	112	11.5	3.5			2500	33		
ARMADA AUSTRALIANA	Anzac Class	118	14.8	4.35			3600	27		6000 miles at 18 kt
ARMADA CHINA	Type 053H3/ Jiangwei II Class	114.5	12.4	3.6			2393	27		4000 miles at 18 kt
ARMADA PORTUGAL	Vasco da Gama Class	115.9	14.8	5.9			3200	32		4600 milesat 18kt

Tabla 1. Fragatas clasificadas por Armadas

Como el estudio de la fragata se basará en la F-100 de la Clase Álvaro de Bazán, se da a conocer el tipo de armamento:

Sistemas	Detalle
Cañon	Modelo 45 Mod de 127mm
Sistema de lanzamiento vertical	
Misiles antibuque	2 montajes cuadrúpeles
Torpedos	2 montajes lanzatorpedos Mk 32 Mod 9 de 324 mm con 12 torpedos Mk 46 Mod 5
Misiles superficie-aire	48 unidades del modelo Standard SM-2MR Bloque IIIA/RIM-66L
Misiles superficie-aire	192 unidades del modelo RIM-162 Evolved Sea Sparrow
Ametralladoras	4 unidades del modelo Browning M2 de 12,7 mm
Cañones de 20 mm	2 unidades
Cañones de 25 mm	2 unidades

1.4. ¿Quién lleva a cabo la construcción militar en España?

La decisión de fusionar los astilleros civiles y militares que para los responsables de SEPI, y los sindicatos constituía una última oportunidad para los astilleros civiles, suscitó no pocas críticas de parte de todos los que consideraban que esta iniciativa ponía en peligro el futuro de los astilleros militares. En 2004 gobierno y sindicatos firman un acuerdo que da origen a Navantia tras ser avalado por la Comisión europea el 19 de enero de 2005, poniendo con ello fin a una dudosa aventura común de los astilleros civiles y militares. Navantia representa, con algunas variaciones, un retorno al pasado

La nueva compañía se consagra a la construcción naval militar, aunque podrá construir buques civiles (en algunos de sus astilleros), en una proporción tal que la media en un periodo plurianual, de su cifra de negocios en actividad civil, no supere el 20% del total

de facturación. Esto permite que Bruselas pueda analizar de forma continua las cuentas de la nueva sociedad, algo que solo se da en nuestro país y no en ningún otro.

La trayectoria de Navantia arranca en 1730 con la creación de los históricos arsenales militares de Ferrol, Cartagena y La Carraca, cuyos astilleros estaban destinados a construir y reparar los buques de la Armada Española.

En 1908 estos astilleros pasaron a formar parte de la Sociedad Española de Construcción Naval (La Naval) a la que también pertenecieron astilleros civiles como Matagorda (Puerto Real) o Sestao, posteriormente integrados en AESA. Al término de la Guerra Civil Española, el Estado se hizo cargo de los arsenales militares y en 1947 se constituyó la Empresa Nacional Bazán, que nació como una empresa de construcción naval que dependía de tecnología extranjera. Con posterioridad, Bazán empezó a desarrollar sus propios proyectos de buques.

En 2000, nace Izar, como resultado de la fusión entre Astilleros Españoles (AESA), sociedad que aglutinaba los astilleros públicos civiles y la Empresa Nacional Bazán. En diciembre de 2004 la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI), máxima accionista y gestora del grupo, decide la segregación de la rama militar de Izar, creando en marzo de 2005 la sociedad Navantia, encaminado a lograr una mayor eficacia empresarial.

NAVANTIA es una empresa pública española perteneciente a la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI), que controla el 100% de su capital.

La Sociedad Estatal de Participaciones Industriales es una entidad de Derecho Público, cuyas actividades se ajustan al ordenamiento jurídico privado, adscrita al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, con dependencia directa del ministro.

Los mismos diques y gradas que hoy dan vida a los buques más punteros como fragatas de las clases Álvaro de Bazán o Fridtjof Nansen, y submarinos de las clases Scorpène y S-80 fueron testigos del nacimiento del primer

submarino de propulsión eléctrica del mundo, el Isaac Peral, y de la construcción del primer buque español con propulsión por turbinas de gas, el portaaviones Príncipe de Asturias, entre otros hitos.

Las oficinas centrales de la sociedad Navantia están situadas en Madrid y los centros de producción se encuentran en:

- Ría de Ferrol: Ferrol y Fene
- Bahía de Cádiz: Cádiz, Puerto Real y San Fernando
- Cartagena

2. DIMENSIONES Y FORMAS

El diseño de la fragata se realizará a partir de imitar/copiar el diseño original de la serie de fragatas F-100 realizadas por Navantia, ya que se desconocen parámetros tales como coeficiente de bloque, coeficiente prismático... Para el diseño se introducen como base de proyecto las dimensiones y parámetros conocidos del casco y se irá parametrizando para obtener un casco lo más similar al original y con las características deseadas.

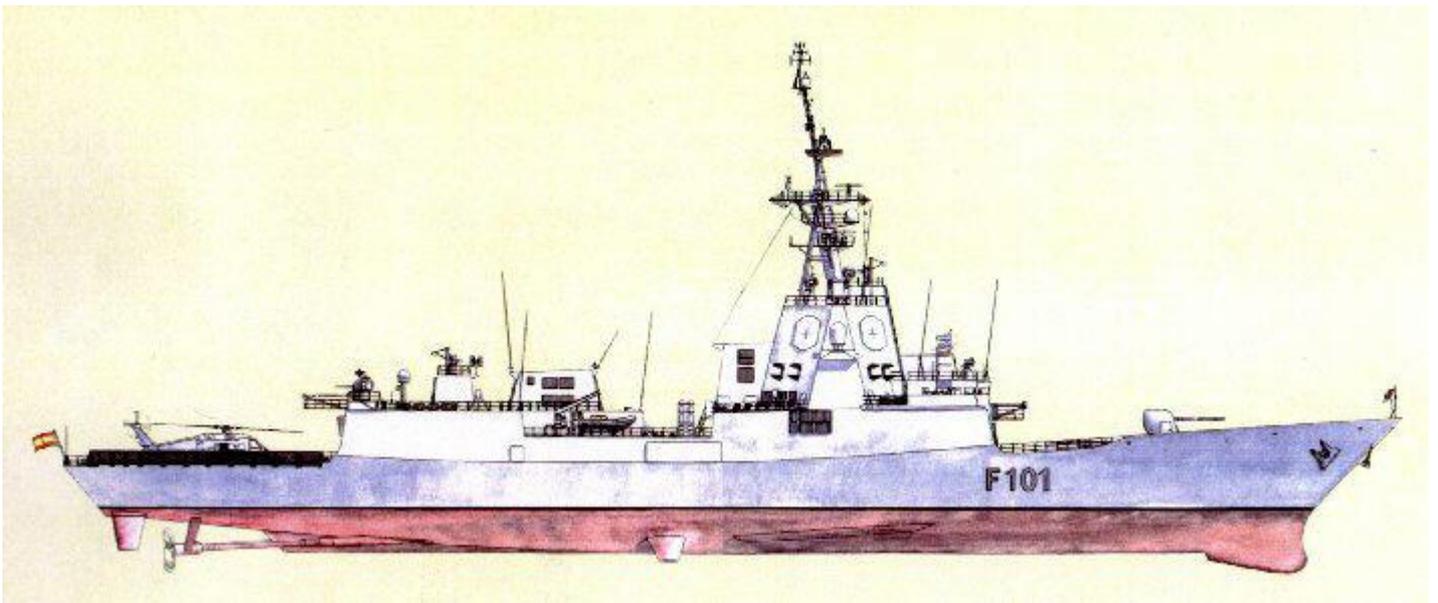


Ilustración 1. Fragata 101 de la clase Álvaro de Bazán (google)

Características principales	
Esora total	146,70 m
Esora en la flotación	133,20 m
Manga máxima	18,60 m
Puntal a la cubierta principal	9,80 m
Calado a plena carga	4,84 m
Desplazamiento a plena carga	5.800 t
Velocidad máxima	28,5 nudos
Velocidad de crucero	18,0 nudos
Autonomía a velocidad de crucero	4.500 millas
Dotación	202 personas

Ilustración 2. Características F-100 (google)

Para el diseño del casco se usa el software Maxsurf Modeler. De inicio se introducen las dimensiones de la tabla anterior y se moldea ligeramente el casco obteniendo diferentes modelos.

2.1. Modelo A

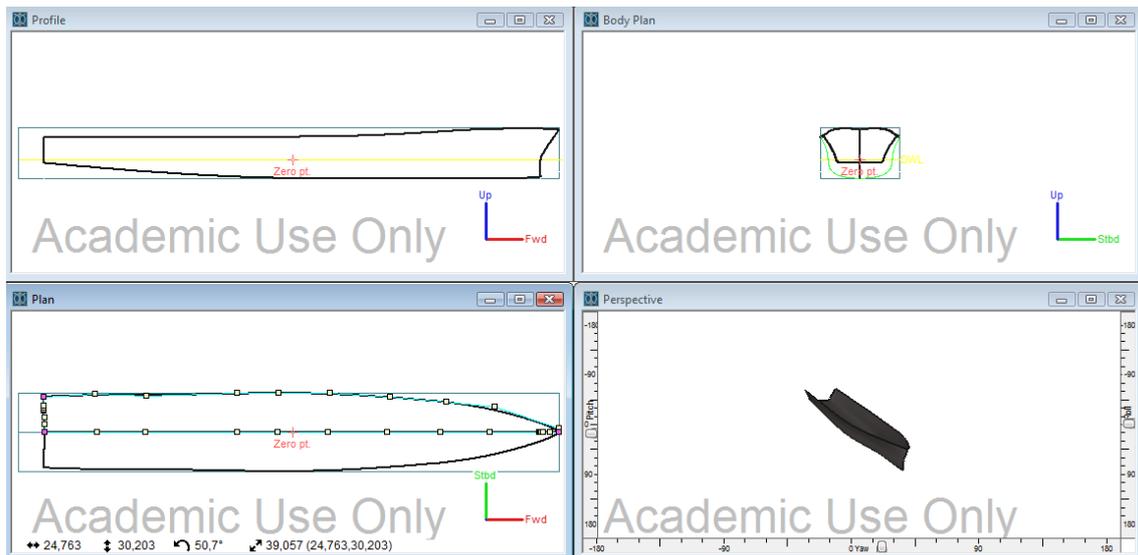


Ilustración 3. Formas modelo A

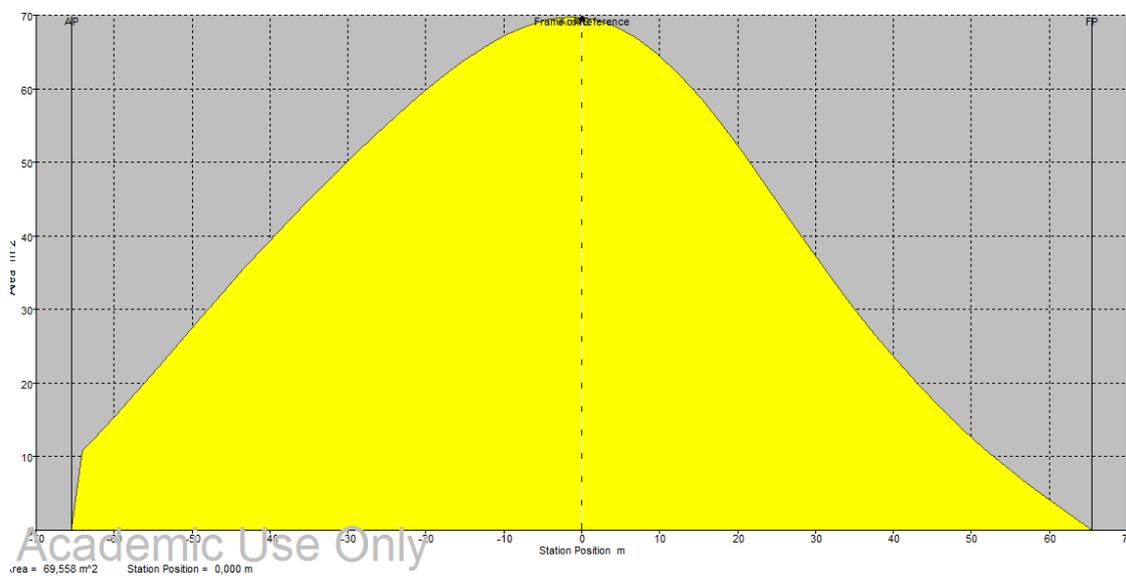


Ilustración 4. Curva de áreas del modelo A

LOA (m)	135,7
B (m)	20,7
T (m)	13,2
LWL (m)	131

Tabla 2. Dimensiones modelo A

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	5362	t
2	Volume (displaced)	5231,111	m ³
3	Draft Amidships	3,000	m
4	Immersed depth	4,911	m
5	WL Length	131,013	m
6	Beam max extents o	17,148	m
7	Wetted Area	2246,954	m ²
8	Max sect. area	69,709	m ²
9	Waterpl. Area	1643,314	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,573	
11	Block coeff. (Cb)	0,474	
12	Max Sect. area coeff	0,841	
13	Waterpl. area coeff.	0,731	
14	LCB length	-5,042	from z
15	LCF length	-12,008	from z
16	LCB %	-3,849	from z
17	LCF %	-9,166	from z
18	KB	1,134	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	5,947	m
21	BML	297,375	m
22	GMt corrected	7,081	m
23	GML	298,509	m
24	KMt	7,081	m
25	KML	298,509	m
26	Immersion (TPc)	16,844	tonne/c
27	MTc	122,169	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	662,618	tonne.

Density (water)

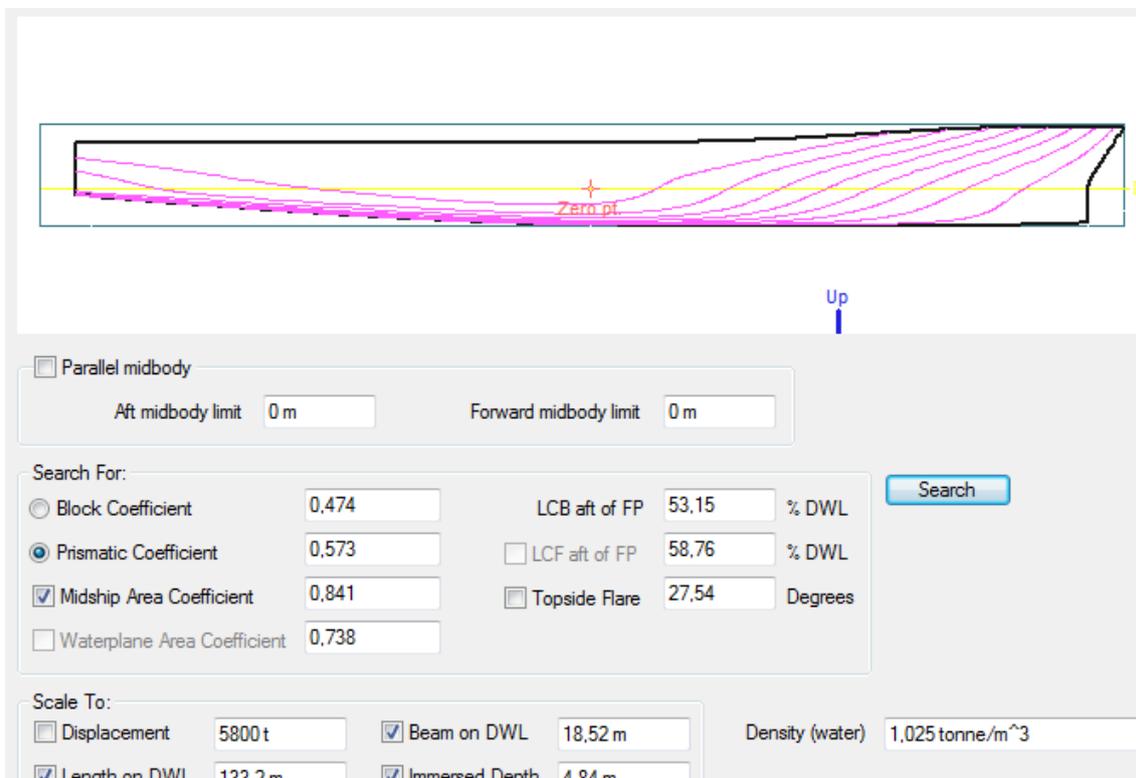
Ilustración 5. Tabla hidrostáticas modelo A

Se observa que las medidas deseadas no corresponden con las obtenidas, con lo que se procede a parametrizar el casco en busca de las dimensiones deseadas.

	Fragata F100	Modelo A
Eslora (m)	146,7	135,7
Eslora en flotación(m)	133,2	131
Manga (m)	18,6	20,73
Puntal (m)	9,8	13,16
Calado	4,84	4,9
Desplazamiento	5800	5362

Tabla 3. Comparación F-100 con modelo A

2.2. Modelo B



The image shows a software interface for ship hull design. At the top, a cross-section of a hull is displayed with a yellow horizontal line representing the waterline. A red vertical line marks the 'Zero pt.' (zero point) on the waterline. Below the hull view is a control panel with the following sections:

- Parallel midbody:** Includes checkboxes for 'Parallel midbody' and input fields for 'Aft midbody limit' (0 m) and 'Forward midbody limit' (0 m).
- Search For:** A search area with a 'Search' button. It contains several parameters:
 - Block Coefficient: 0,474
 - Prismatic Coefficient: 0,573 (selected with a radio button)
 - Midship Area Coefficient: 0,841 (checked with a checkbox)
 - Waterplane Area Coefficient: 0,738
 - LCB aft of FP: 53,15 % DWL
 - LCF aft of FP: 58,76 % DWL
 - Topside Flare: 27,54 Degrees
- Scale To:** A section for scaling the model.
 - Displacement: 5800 t
 - Length on DWL: 133,2 m (checked with a checkbox)
 - Beam on DWL: 18,52 m (checked with a checkbox)
 - Immersed Depth: 4,84 m (checked with a checkbox)
 - Density (water): 1,025 tonne/m³

Ilustración 6. Parametrización para obtener modelo B

TFG - *Diseño y construcción de una Fragata*
Diego Liarde Rodríguez

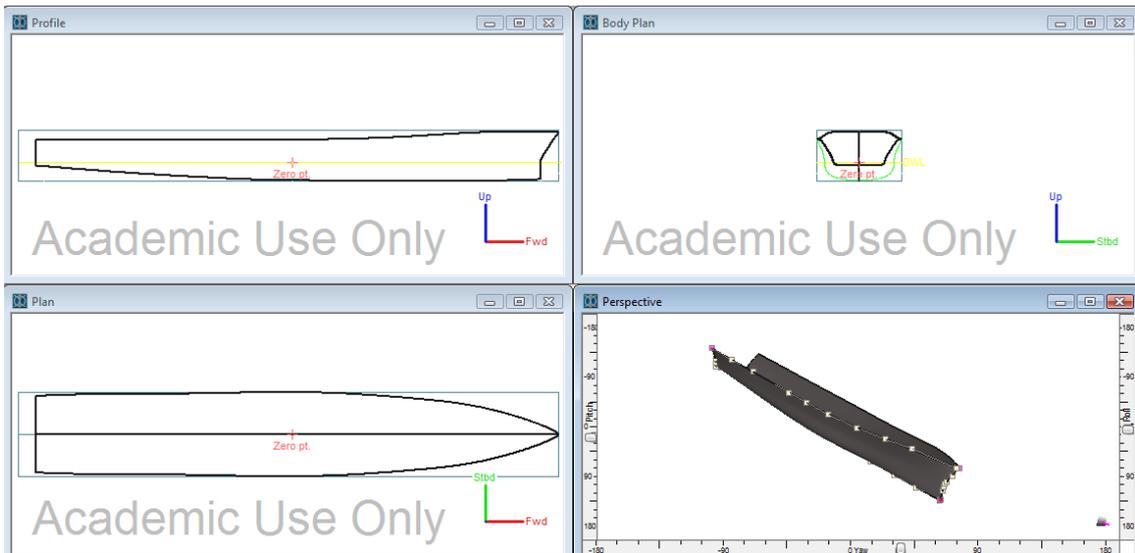


Ilustración 7. Modelo B

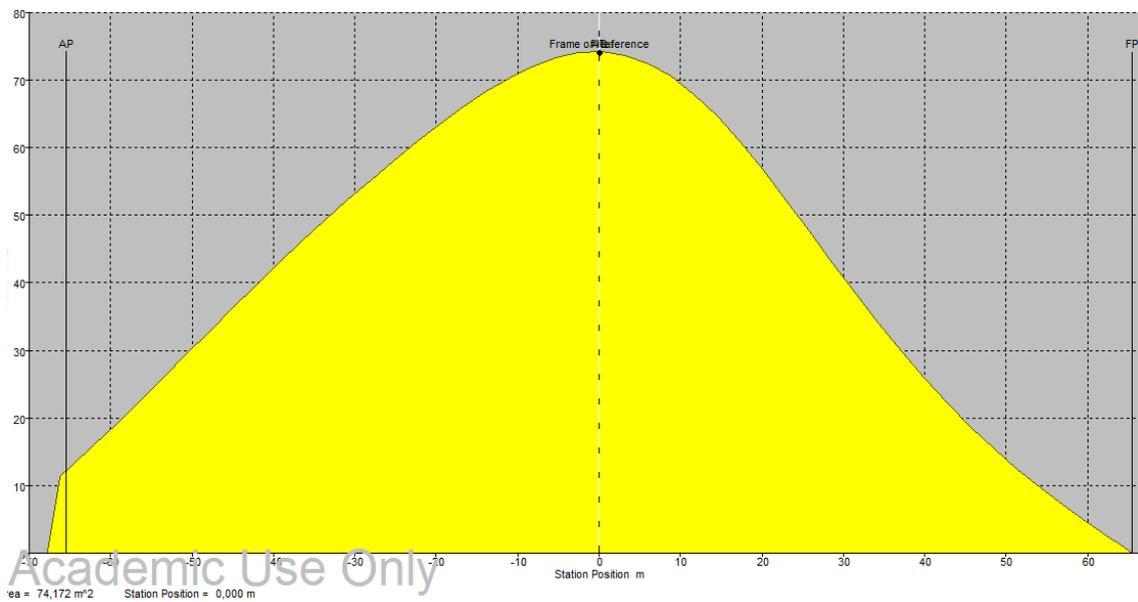


Ilustración 8. Curva de áreas del modelo B

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	5802	t
2	Volume (displaced)	5660,578	m ³
3	Draft Amidships	3,000	m
4	Immersed depth	4,840	m
5	WL Length	133,200	m
6	Beam max extents o	18,519	m
7	Wetted Area	2396,226	m ²
8	Max sect. area	74,212	m ²
9	Waterpl. Area	1819,978	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,573	
11	Block coeff. (Cb)	0,474	
12	Max Sect. area coeff	0,841	
13	Waterpl. area coeff.	0,738	
14	LCB length	-5,304	from z
15	LCF length	-12,767	from z
16	LCB %	-3,982	from z
17	LCF %	-9,585	from z
18	KB	1,171	m
19	KG fluid	3,000	m
20	BMt	7,123	m
21	BML	317,520	m
22	GMt corrected	5,294	m
23	GML	315,690	m
24	KMt	8,294	m
25	KML	318,690	m
26	Immersion (TPc)	18,655	tonne/c
27	MTc	139,808	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	536,029	tonne.

Ilustración 9. Tabla hidrostáticas modelo B

LOA (m)	136,9
B (m)	22,4
T (m)	12,9
LWL (m)	133,2

Tabla 4. Dimensiones modelo B

Con lo calculado anteriormente la relación de lo deseado y lo obtenido hasta el momento queda así:

	Fragata F100	Modelo B
Eslora (m)	146,7	135,7
Eslora en flotación(m)	133,2	133,2
Manga (m)	18,6	22,395
Puntal (m)	9,8	12,997
Calado	4,84	4,84
Desplazamiento	5800	5802

Tabla 5. Comparación F-100 con modelo B

Se ha conseguido igualar LWL, Calado y desplazamiento. Aún faltan parámetros que se han de modificar sin variar los ya conseguidos, además si se observan las hidrostáticas llama la atención el LCB y LCF ya que podrían ser reducidos para mejorar aspectos de estabilidad.

2.3. Modelo C

Con este modelo se consiguen mejores valores para %LCB y %LCF pero las dimensiones principales que faltaban por ajustar como L, B y P siguen estando alteradas.

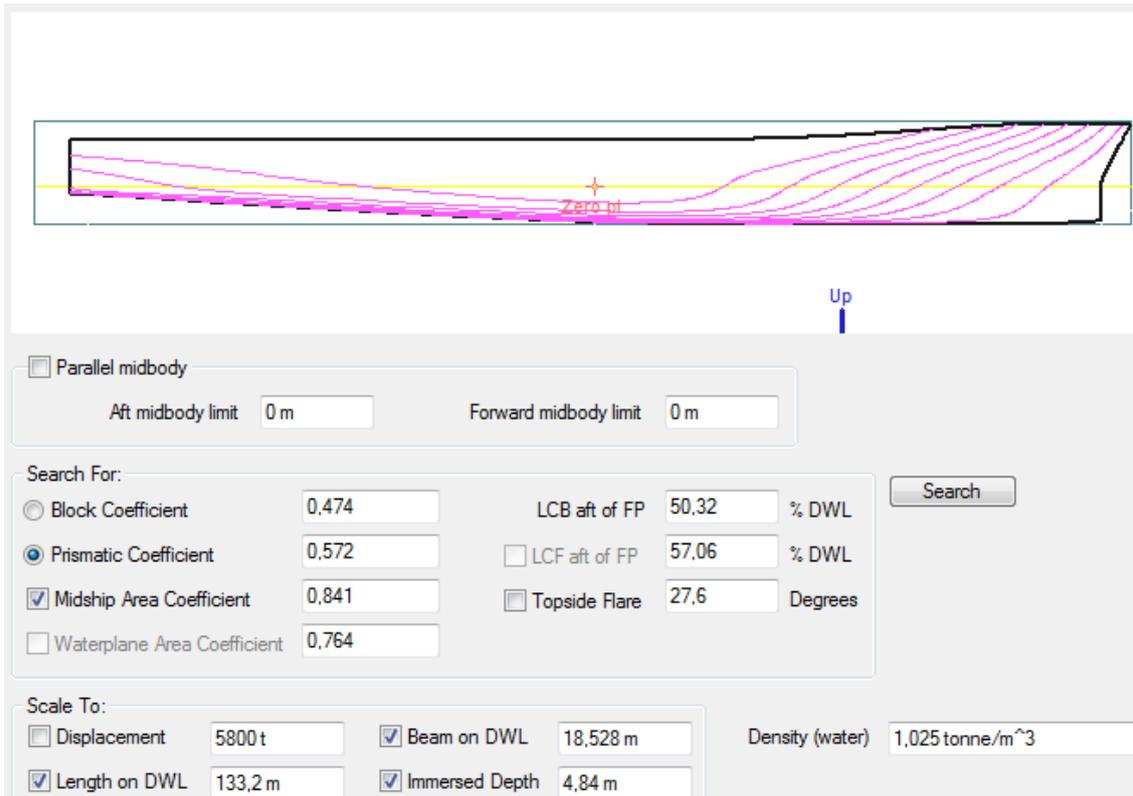


Ilustración 10. Parametrización para obtener modelo C

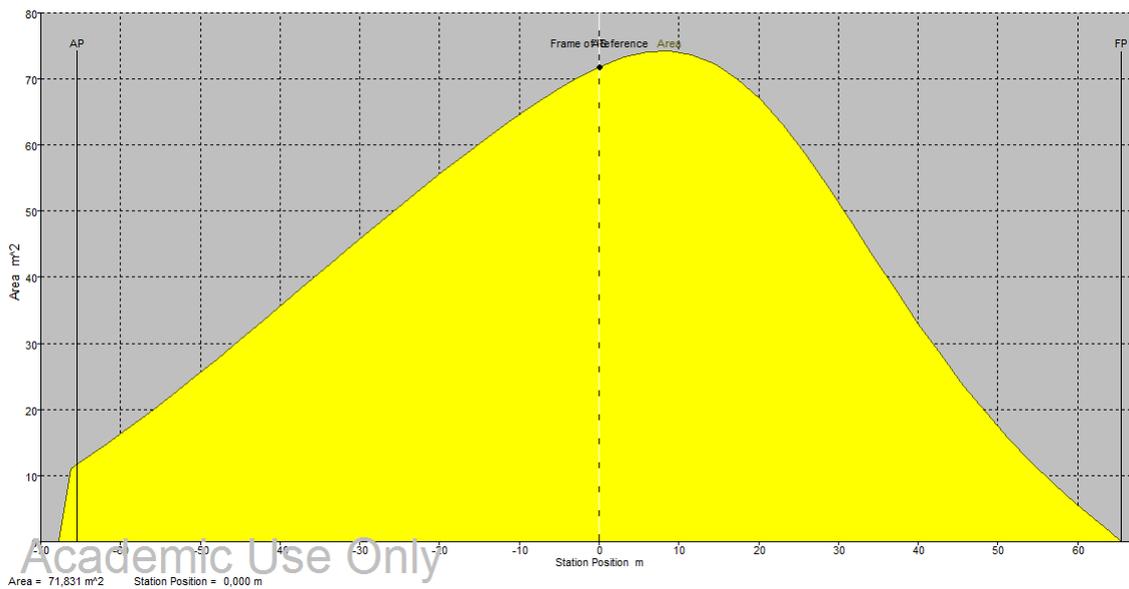


Ilustración 11. Curva de áreas del modelo C

TFG - *Diseño y construcción de una Fragata*
Diego Liarde Rodríguez

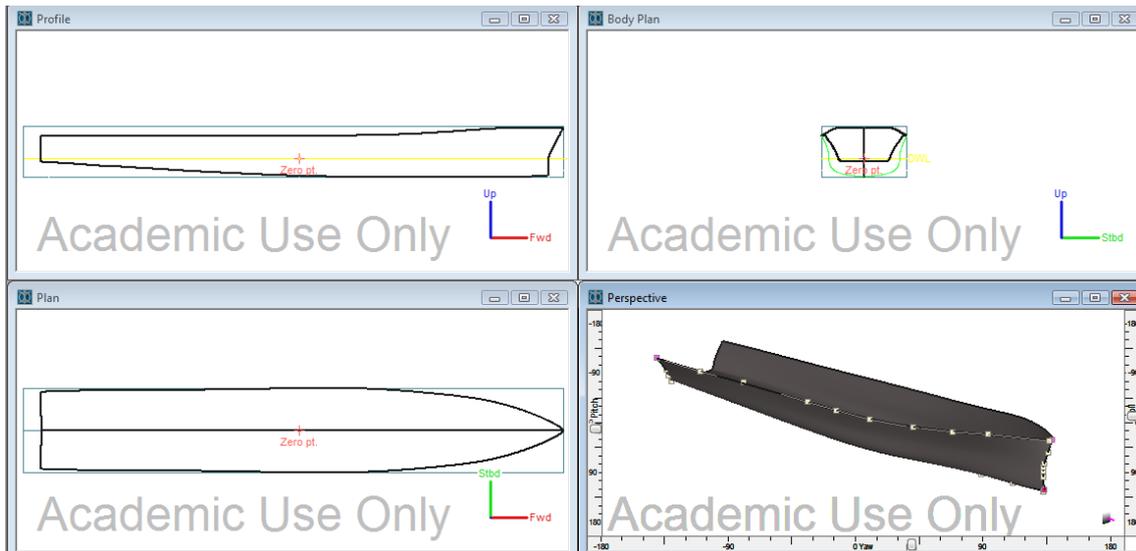


Ilustración 12. Formas modelo C

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	5802	t
2	Volume (displaced)	5660,838	m ³
3	Draft Amidships	3,000	m
4	Immersed depth	4,840	m
5	WL Length	133,200	m
6	Beam max extents o	18,528	m
7	Wetted Area	2424,026	m ²
8	Max sect. area	74,238	m ²
9	Waterpl. Area	1885,236	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,572	
11	Block coeff. (Cb)	0,474	
12	Max Sect. area coeff	0,841	
13	Waterpl. area coeff.	0,764	
14	LCB length	-1,538	from z
15	LCF length	-10,504	from z
16	LCB %	-1,154	from z
17	LCF %	-7,886	from z
18	KB	1,211	m
19	KG fluid	3,000	m
20	BMt	7,473	m
21	BML	343,700	m
22	GMt corrected	5,685	m
23	GML	341,911	m
24	KMt	8,685	m
25	KML	344,911	m
26	Immersion (TPc)	19,324	tonne/c
27	MTC	151,428	tonne.
28	RM at 1deg = GMT.Di	575,684	tonne.

Density (water)

Ilustración 13. Tabla hidrostáticas modelo C

LOA (m)	136,9
B (m)	22,4
T (m)	12,9
LWL (m)	133,2

Tabla 6. Dimensiones modelo C

A pesar de no haberse obtenido todas las dimensiones exactas a la F-100, se usará este casco (Modelo C) para el cálculo de la resistencia al avance.

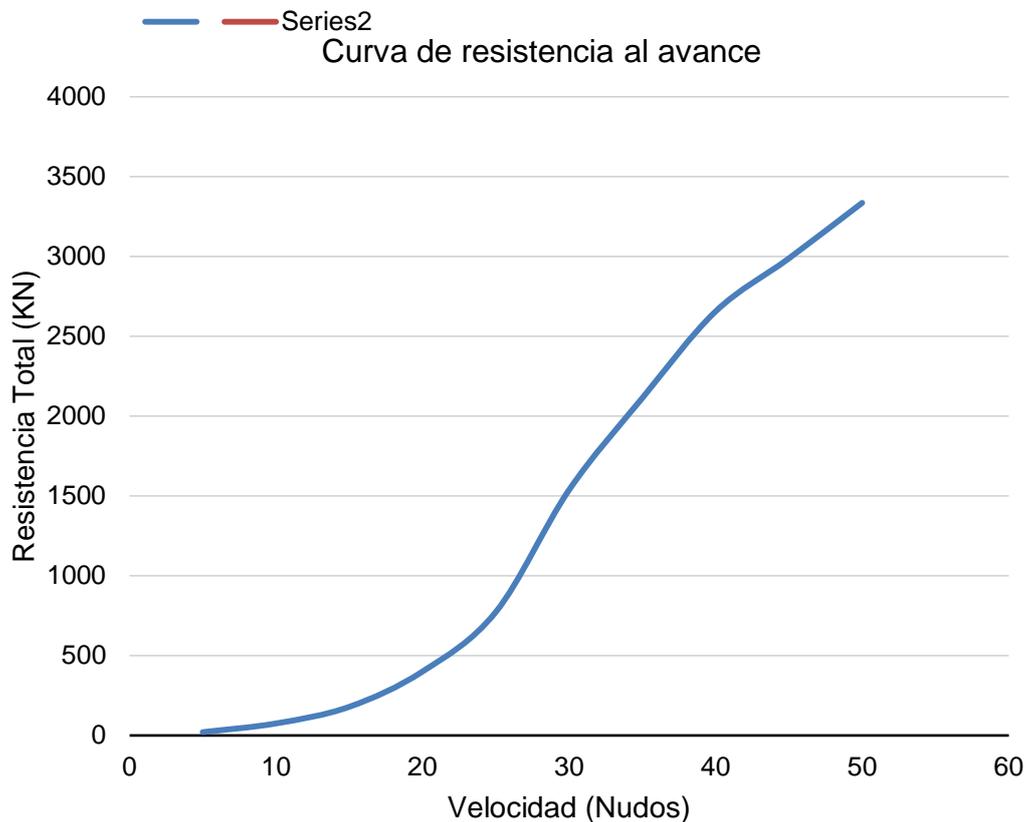


Ilustración 14. Curva de la resistencia al avance del modelo C

Como se ha dicho anteriormente las formas del Modelo C que se ha usado para los cálculos de resistencia al avance no eran las deseadas en su totalidad, por lo cual, se procederá a la modificación de tal modelo en busca de las formas semejantes a la F100.

Más a más con las formas que se diseñen se buscará la reducción de la resistencia al avance que el modelo C ofrecía.

El modelo C no podía cumplir las dimensiones que se le exigía, ya que las formas de popa y de proa no eran lo suficiente acusadas para que $LOA= 146,7$ y $LWL= 133,2$ y esto hacía que el resto de dimensiones se vieran afectadas. Por lo tanto se deberá reducir el ángulo que forman las verticales de popa y proa con la horizontal con la línea de flotación.

2.4. Modelo D

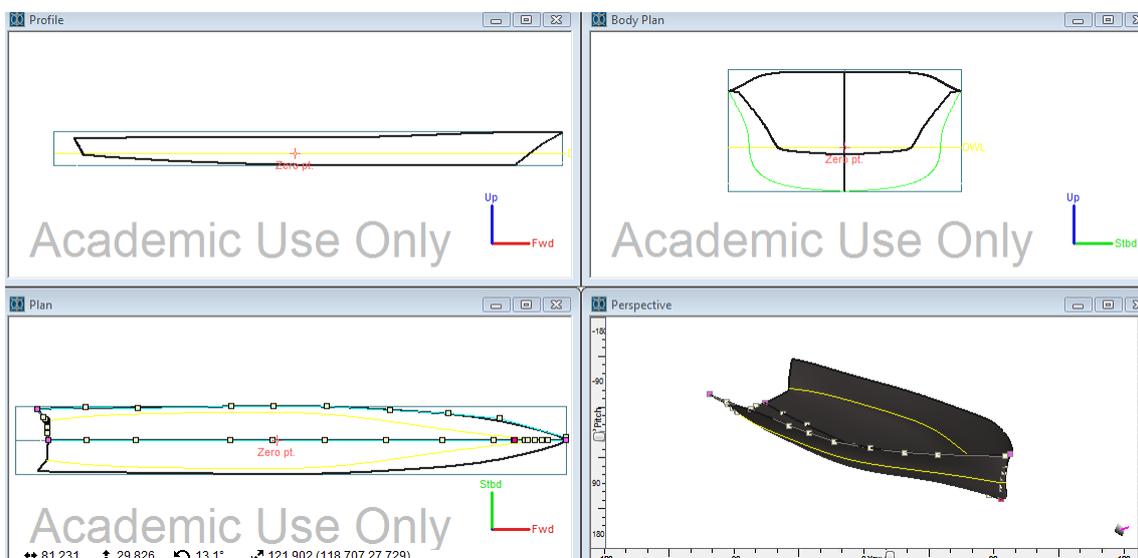


Ilustración 15. Fomas modelo D

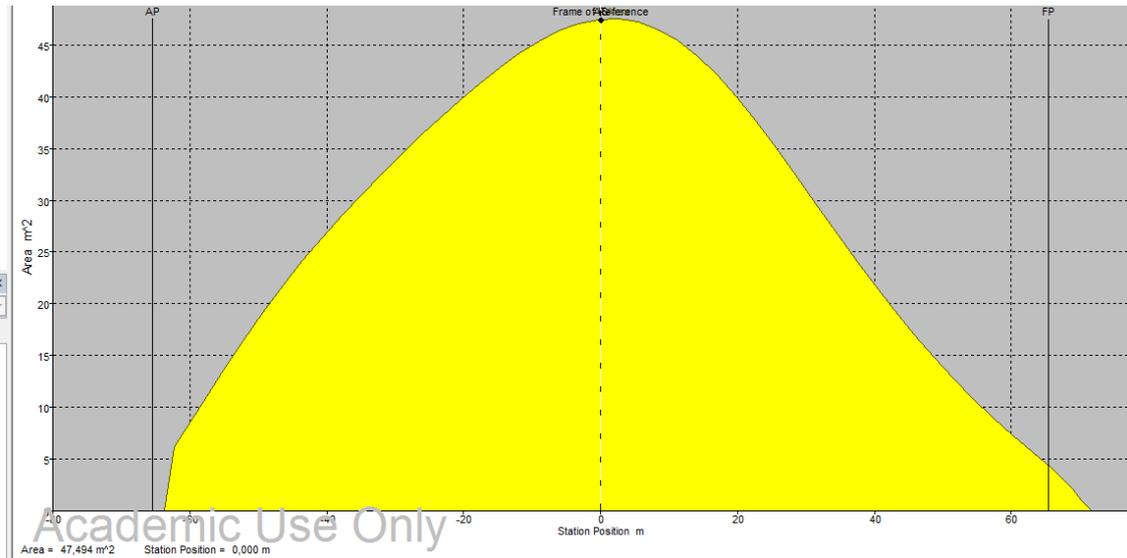


Ilustración 16. Curva de áreas del modelo D

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	3902	t
2	Volume (displaced)	3807,050	m ³
3	Draft Amidships	3,000	m
4	Immersed depth	3,655	m
5	WL Length	135,486	m
6	Beam max extents o	15,719	m
7	Wetted Area	2005,612	m ²
8	Max sect. area	47,568	m ²
9	Waterpl. Area	1581,804	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,591	
11	Block coeff. (Cb)	0,489	
12	Max Sect. area coeff	0,841	
13	Waterpl. area coeff.	0,743	
14	LCB length	-1,011	from z
15	LCF length	-7,688	from z
16	LCB %	-0,746	from z
17	LCF %	-5,674	from z
18	KB	1,597	m
19	KG fluid	3,000	m
20	BMt	6,618	m
21	BML	434,611	m
22	GMt corrected	5,215	m
23	GML	433,208	m
24	KMt	8,215	m
25	KML	436,208	m
26	Immersion (TPc)	16,213	tonne/c
27	MTc	129,032	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	355,178	tonne.

Density (water)

Ilustración 17.Tabla hidrostáticas modelo D

LOA (m)	146,5
B (m)	18,9
T (m)	9,8
LWL (m)	135,4

Tabla 7. Dimensiones modelo D

3. DISTRIBUCIÓN

Inicialmente se crean las distintas cubiertas . El casco tendrá 4 cubiertas de 0,1 m de espesor cada una y separadas entre sí por 2,0m.

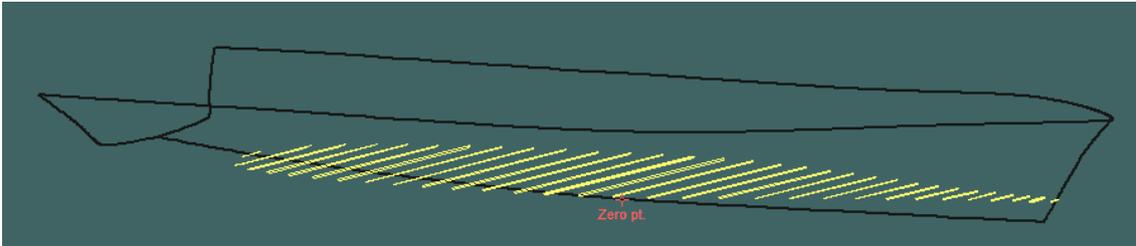


Ilustración 18. Cubierta correspondiente a techo de tanques

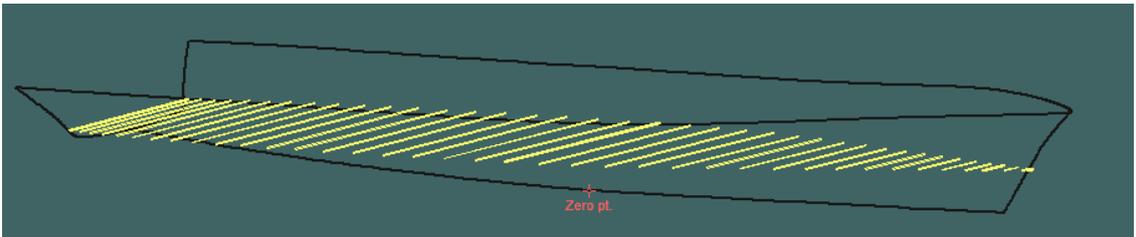


Ilustración 19. Cubierta correspondiente a primera plataforma

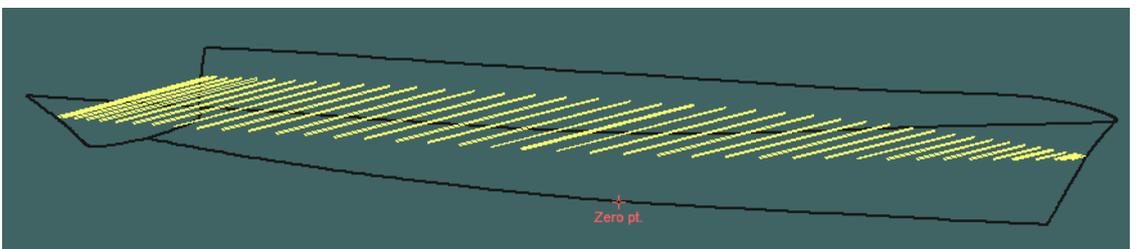


Ilustración 20. Segunda cubierta

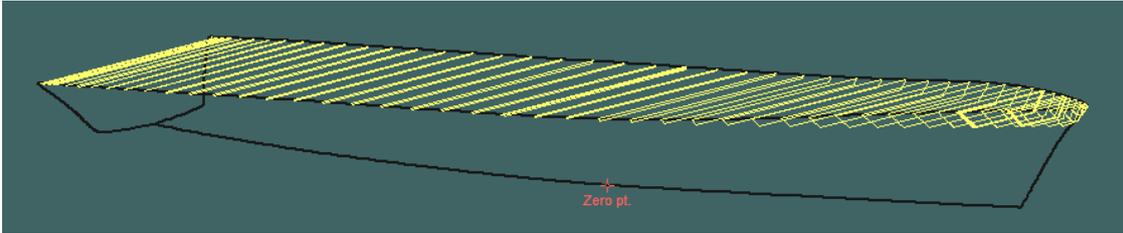


Ilustración 21. Primera cubierta

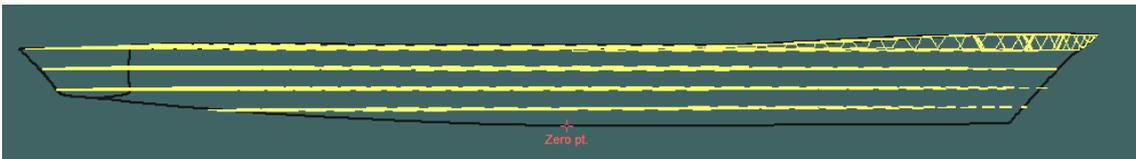


Ilustración 22. Distribución de las cubiertas

3.1. Piso inferior (debajo de techo de tanques)

3.1.1. Dimensiones

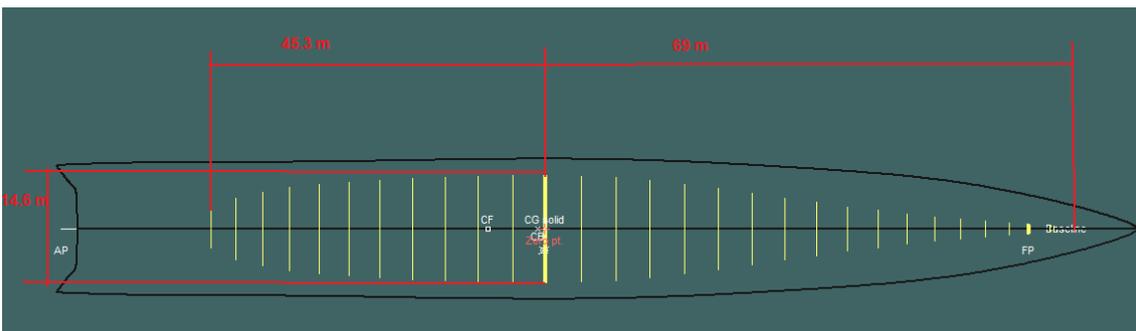


Ilustración 23. Dimensiones techo de tanques

3.1.2. *Maquinaria*

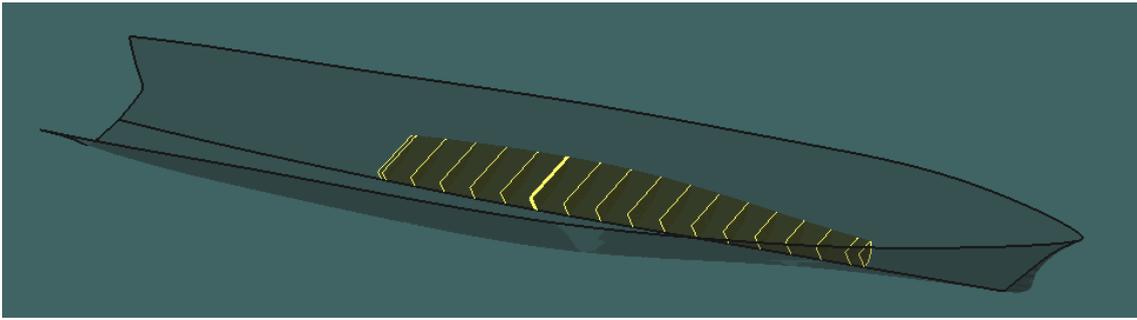


Ilustración 24. Cámara de máquinas número 1 a babor

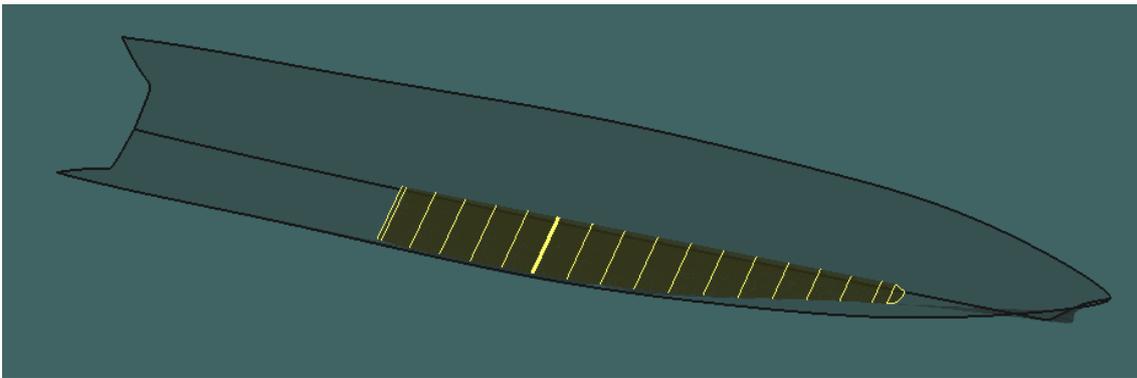


Ilustración 25. Cámara de máquinas número 2 a estribor

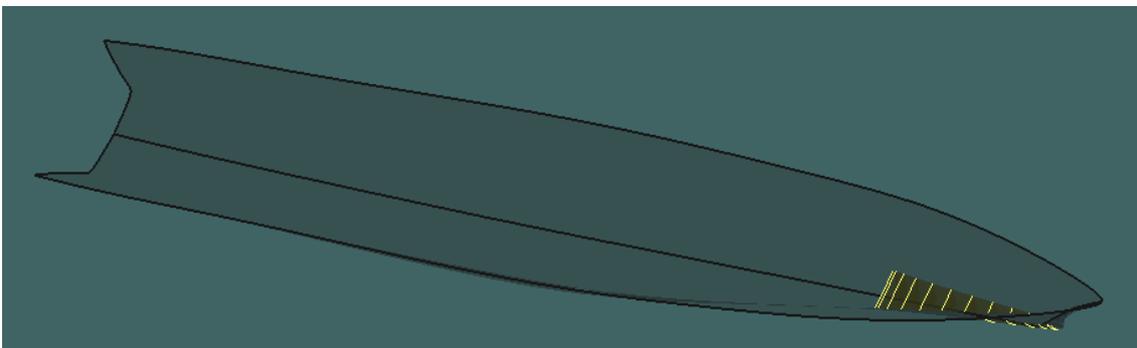


Ilustración 26. Cámara de máquinas auxiliares

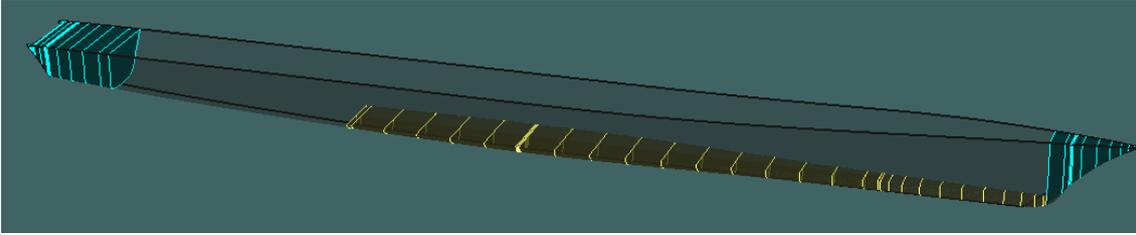


Ilustración 27. Distribución piso inferior con piques de proa y popa

3.1.3. Tanques

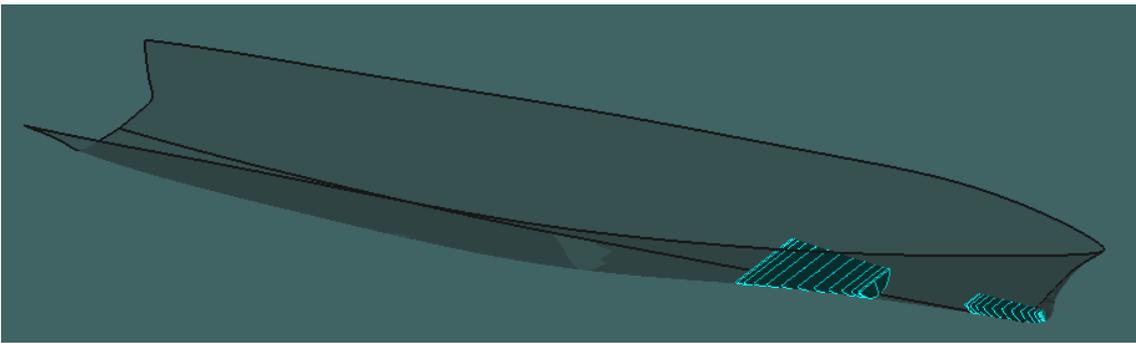


Ilustración 28. Tanques alimentación Fuel oil y Diesel oil

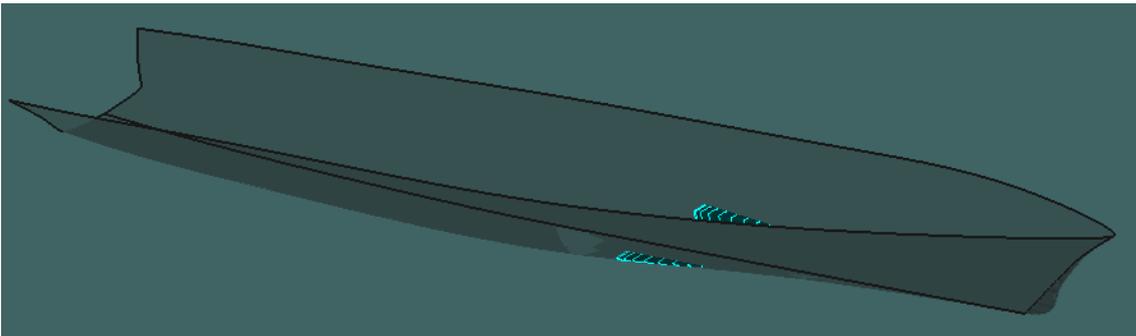


Ilustración 29. Tanques Servicio diario Fuel oil y Diesel oil

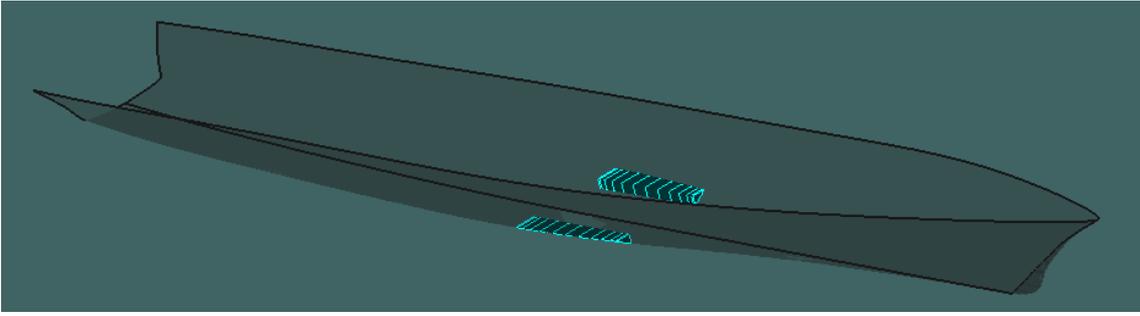


Ilustración 30. Tanques sedimentación Fuel oil y Diesel oil

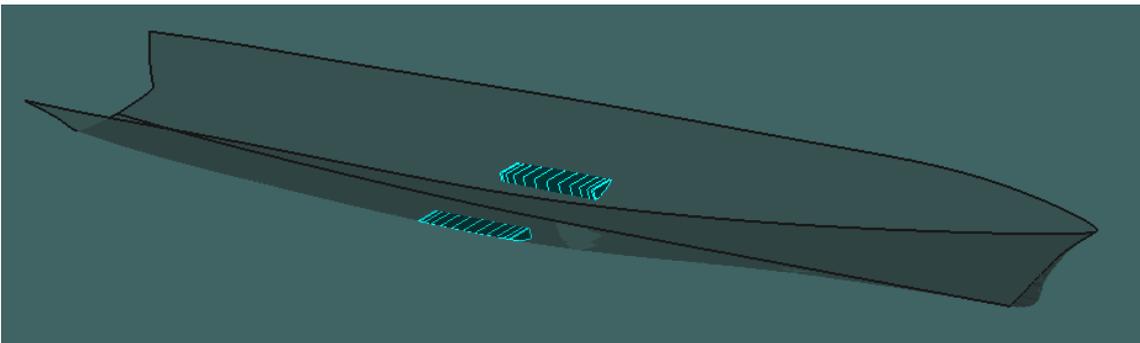


Ilustración 31. Tanques reboses

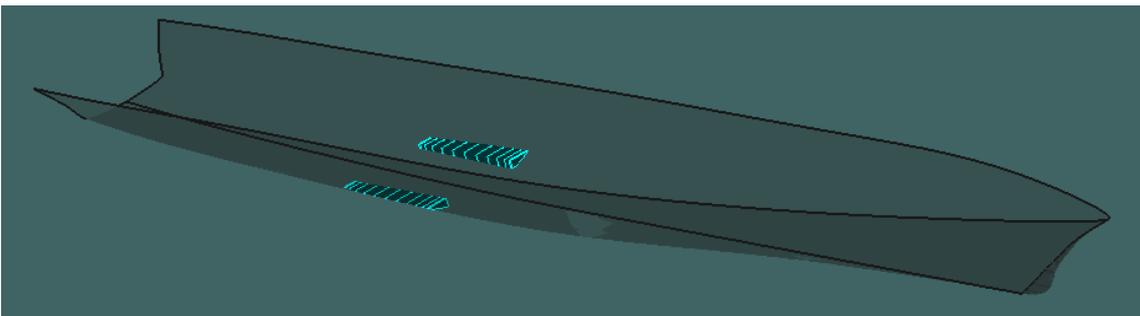


Ilustración 32. Tanques de lodos

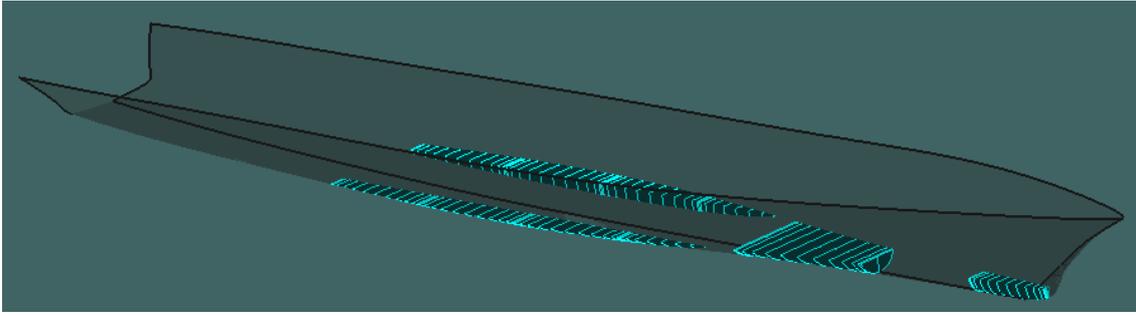


Ilustración 33. Distribución tanques servicio de combustible

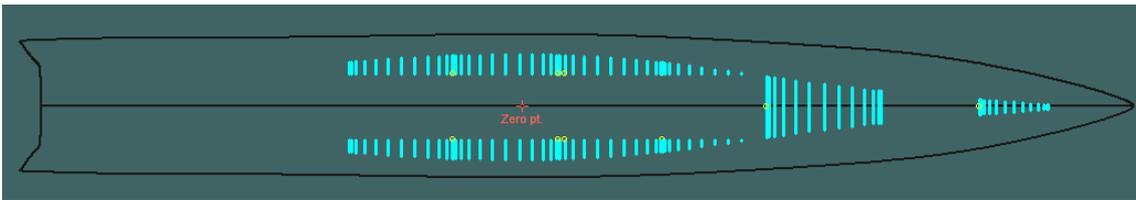


Ilustración 34. Distribución tanques del servicio de combustible

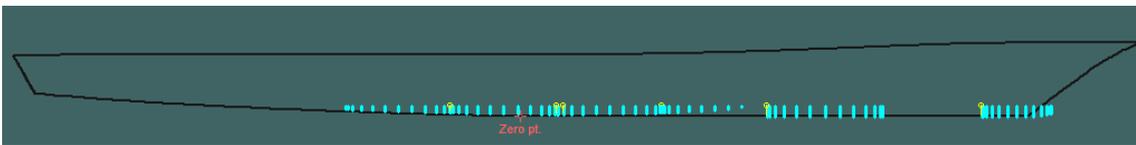


Ilustración 35. Distribución tanques del servicio de combustible

Queda por tanto el piso inferior distribuido de esta manera, dejando espacio en crujía entre tanques y tanques que será donde irá situada la planta propulsora CODOG.

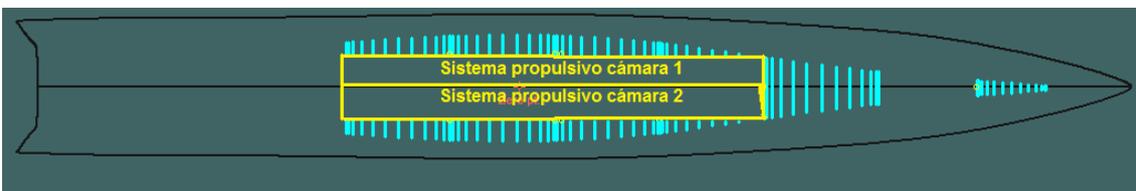


Ilustración 36. Espacio para planta propulsora

3.2. Techo de tanques

3.2.1. Dimensiones

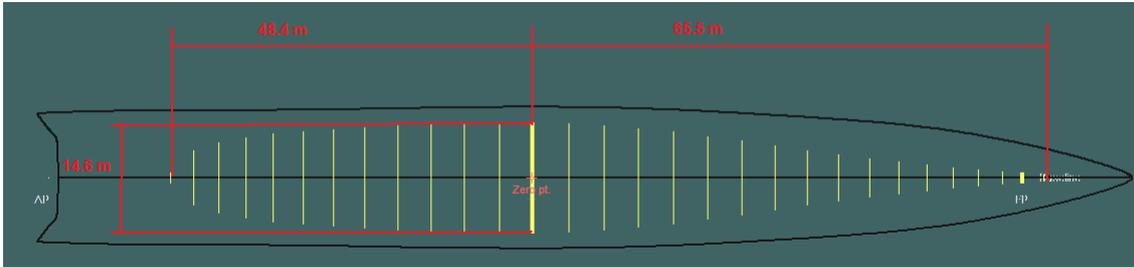


Ilustración 37. Dimensiones techo de tanques

3.2.2. Maquinaria

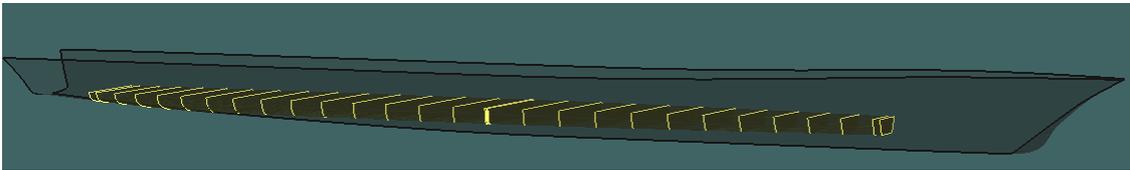


Ilustración 38. Espacio para la maquinaria

3.2.3. Área de operaciones



Ilustración 39. Espacio para área de operaciones

3.2.4. *Todos los compartimentos con pique de proa y pique de popa*

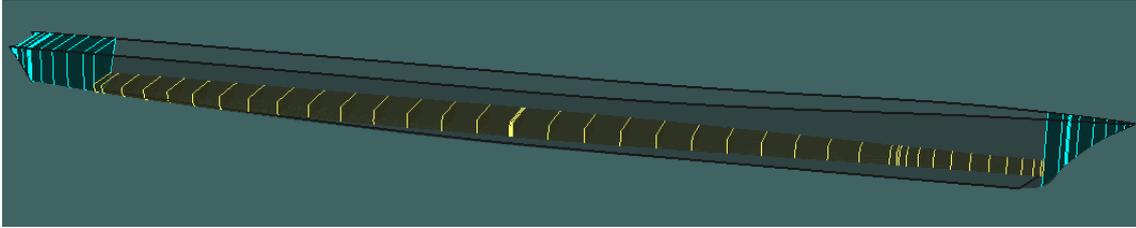


Ilustración 40. Distintos compartimentos con piques de proa y popa

3.2.5. *Tanques*

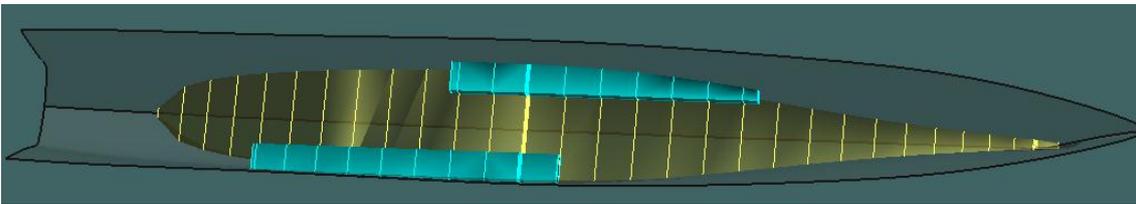


Ilustración 41. Tanques de agua salada

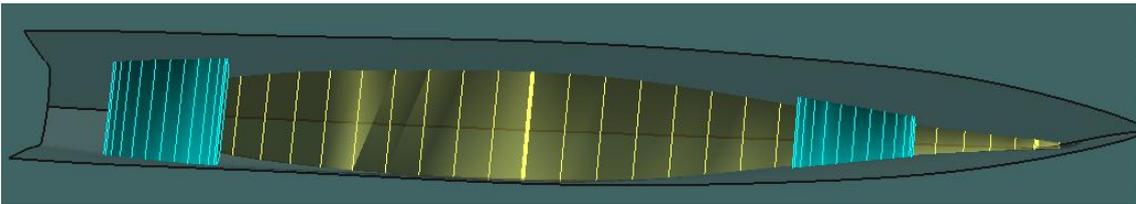


Ilustración 42. Tanques de lastre

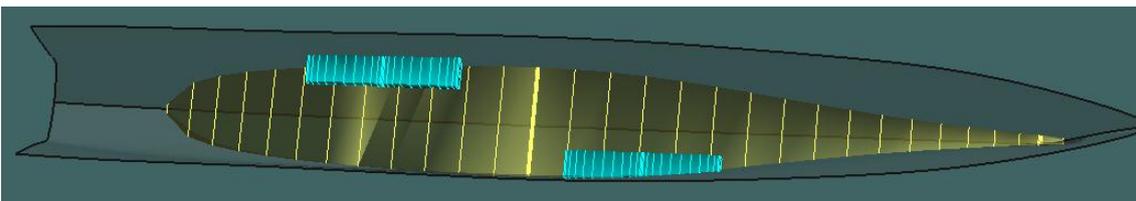


Ilustración 43. Tanques de agua dulce

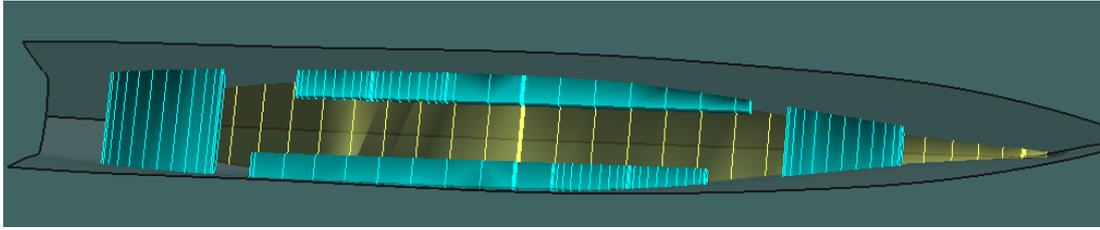


Ilustración 44. Todos los tanques de techo de tanques

3.3. Primera plataforma

3.3.1. Dimensiones



Ilustración 45. Dimensiones primera plataforma

3.3.2. Habilitación

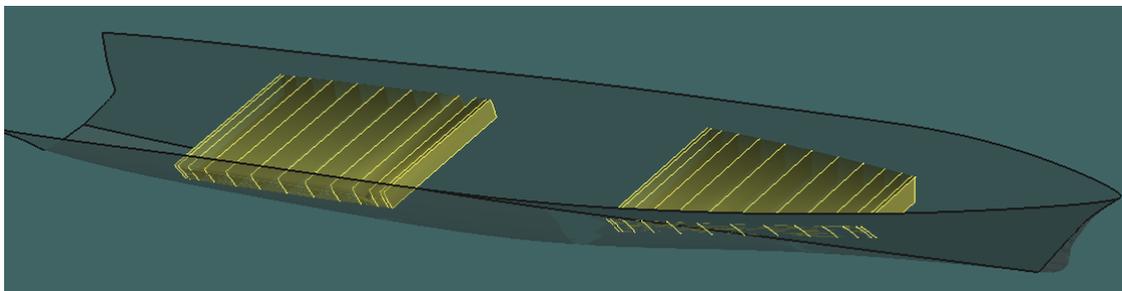


Ilustración 46. Espacio destinado a habitación

3.3.3. *Área de operaciones*

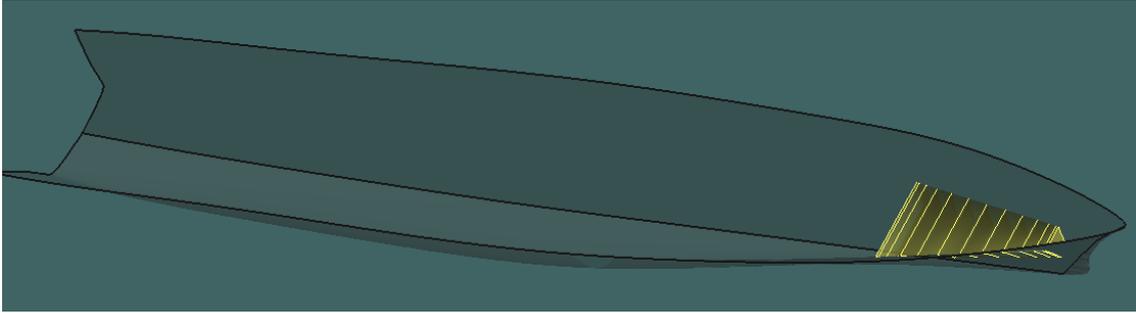


Ilustración 47. Espacio destinado a área de operaciones

3.3.4. *Maquinaria*

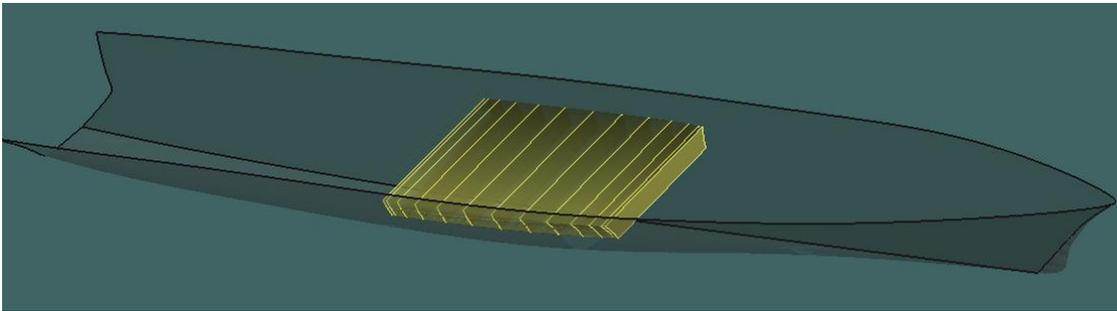


Ilustración 48. Espacio destinado a maquinaria

3.3.5. *Espacio para elementos servicio helicóptero*

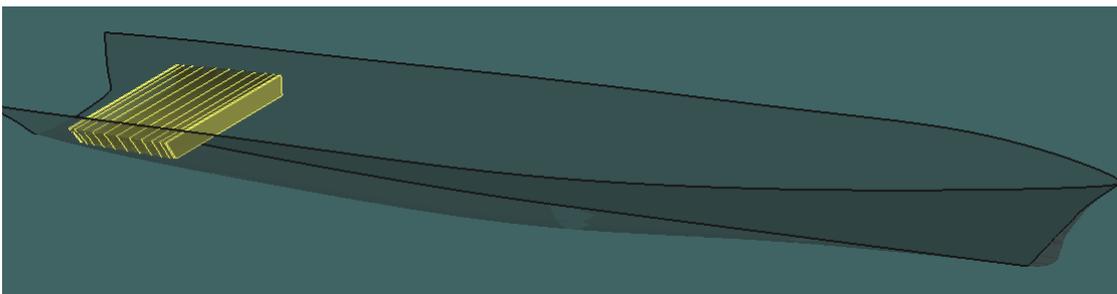


Ilustración 49. Espacio para servicios de helicóptero

3.3.6. *Todos los compartimientos con pique proa y pique popa*

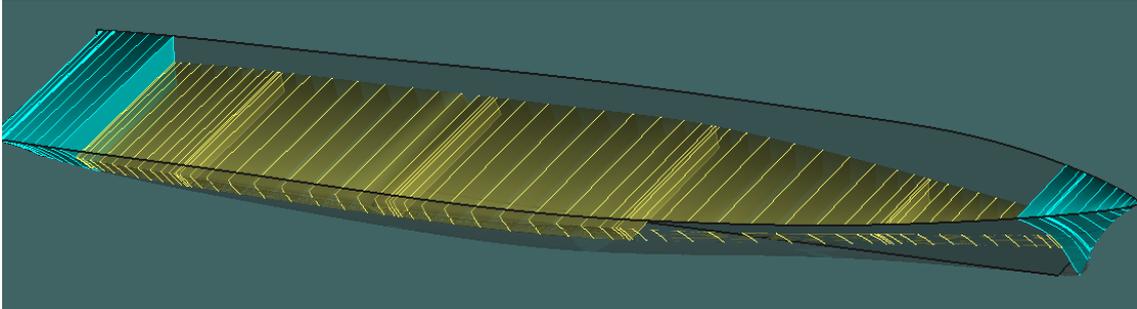


Ilustración 50. Todos los compartimientos con piques de proa y popa

3.3.7. *Tanques*

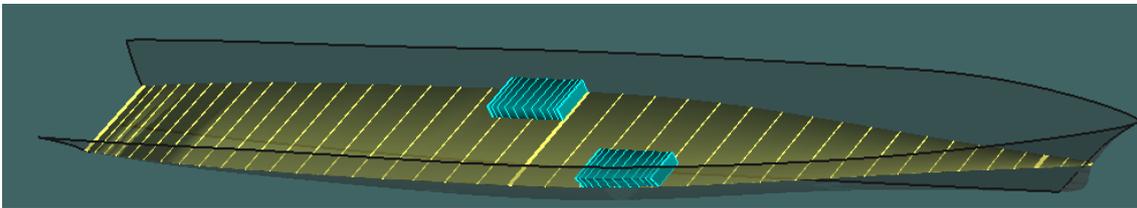


Ilustración 51. Tanques de agua dulce

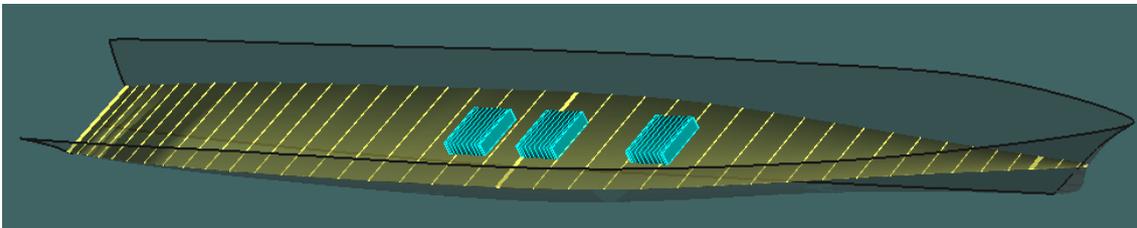


Ilustración 52. Tanques de aguas grises

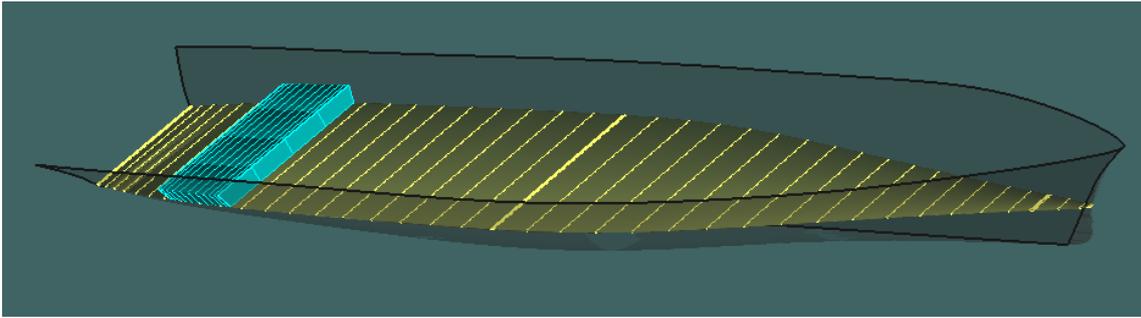


Ilustración 53. Tanque agua dulce, tanque agua salada, tanque elementos y tanque combustible para helicóptero (en orden de babor a estribor).

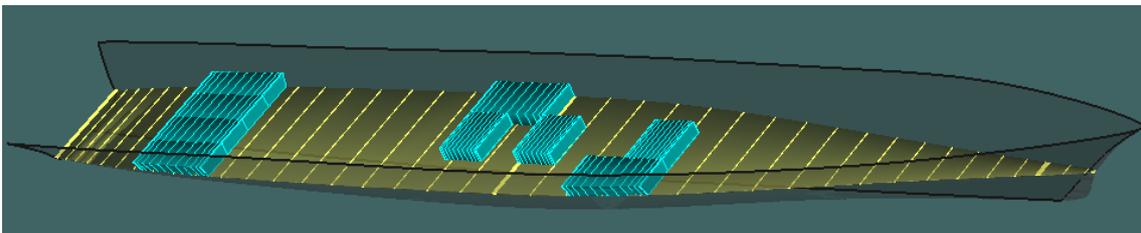


Ilustración 54. Todos los tanques que se encuentran en este nivel

3.4. Segunda cubierta

3.4.1. Dimensiones

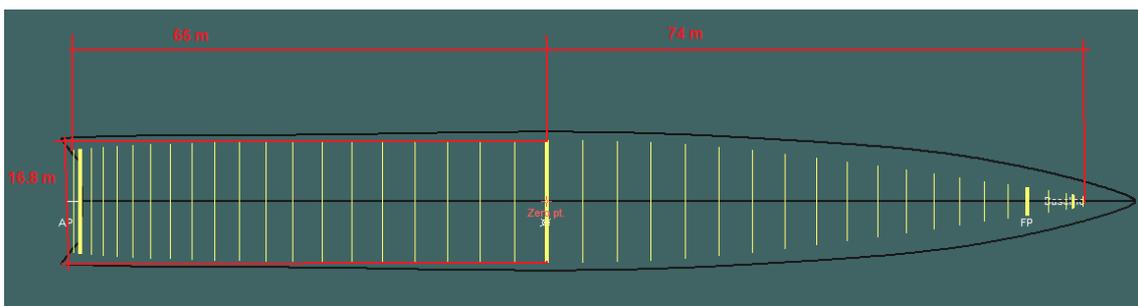


Ilustración 55. Dimensiones segunda cubierta

3.4.2. *Habilitación*

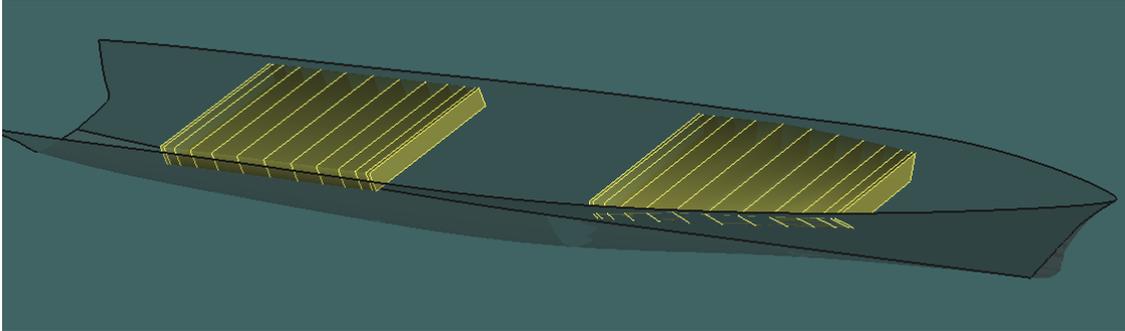


Ilustración 56. Espacio para habilitación

3.4.3. *Área de operaciones*

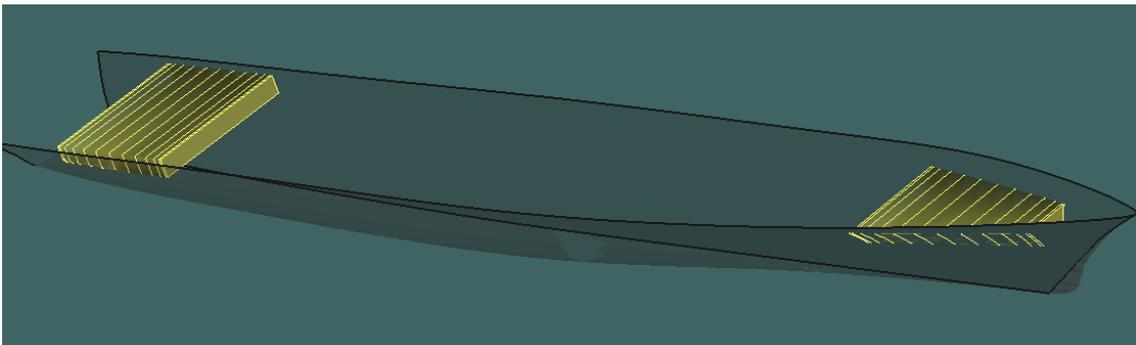


Ilustración 57. Espacio para área de operaciones

3.4.4. *Maquinaria*

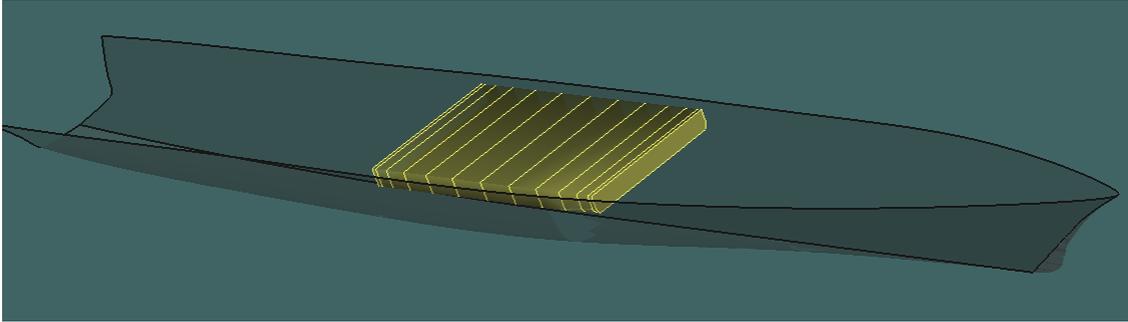
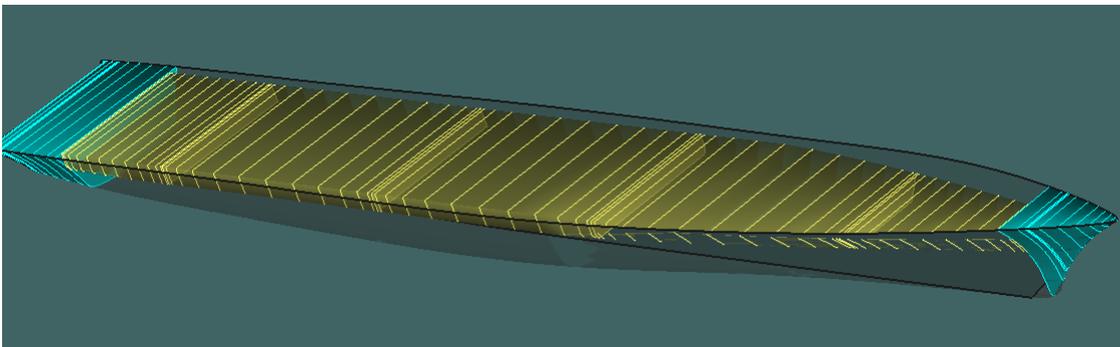


Ilustración 58. Espacio para maquinaria

3.4.5. *Todos compartimientos con pique proa y pique popa*



3.4.6. *Tanques*

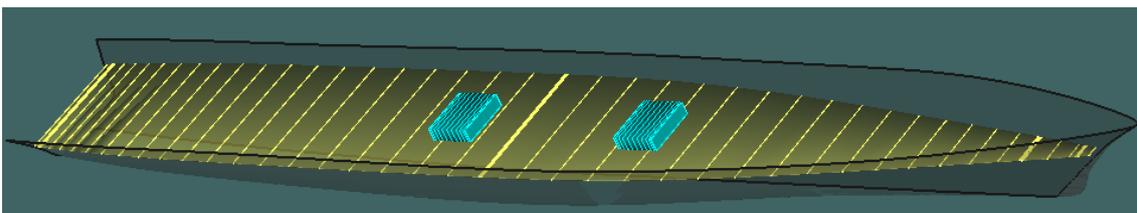


Ilustración 59. Tanques de agua dulce

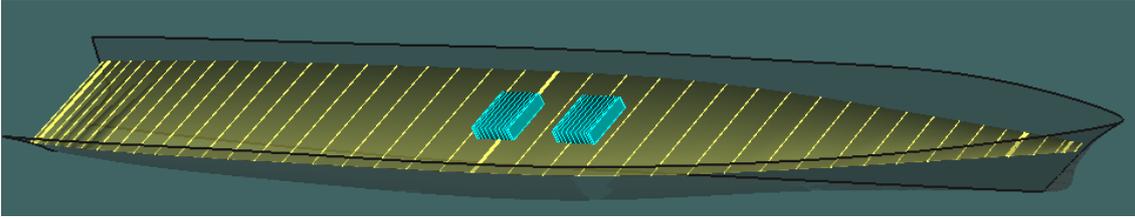


Ilustración 60. Tanques de agua salada CI

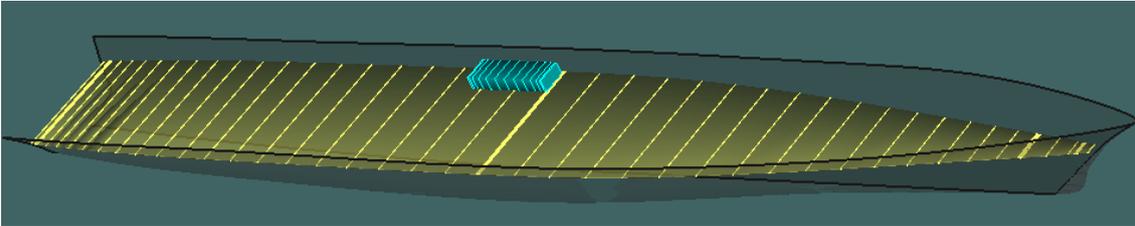


Ilustración 61. Tanque de aguas negras

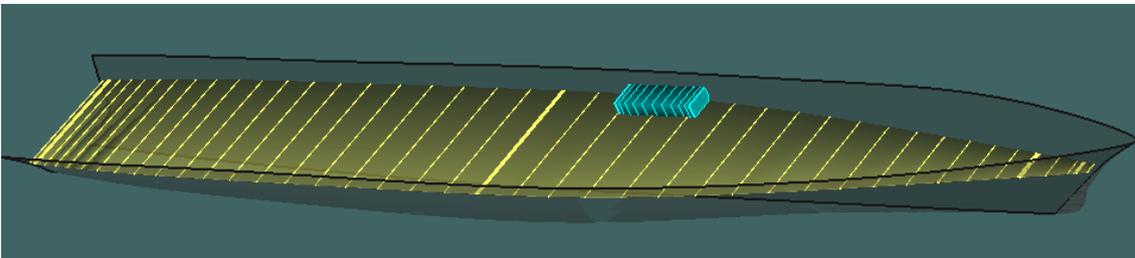


Ilustración 62. Tanque de aguas contaminadas

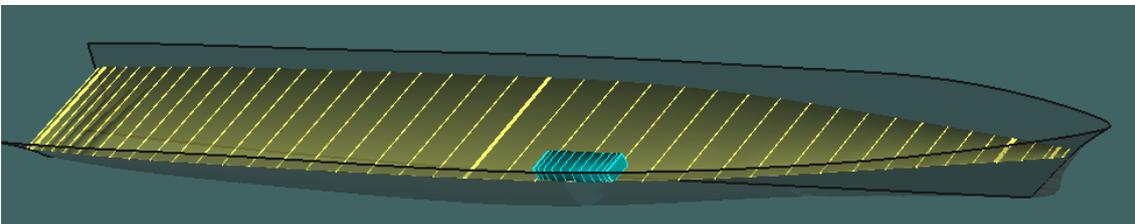


Ilustración 63. Tanque de residuos

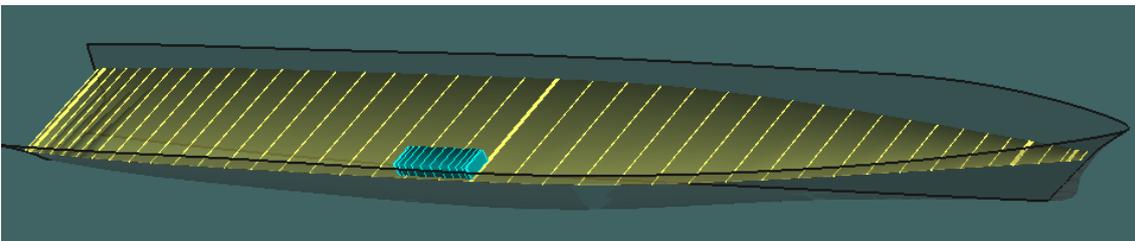


Ilustración 64. Tanque de aguas aceitosas

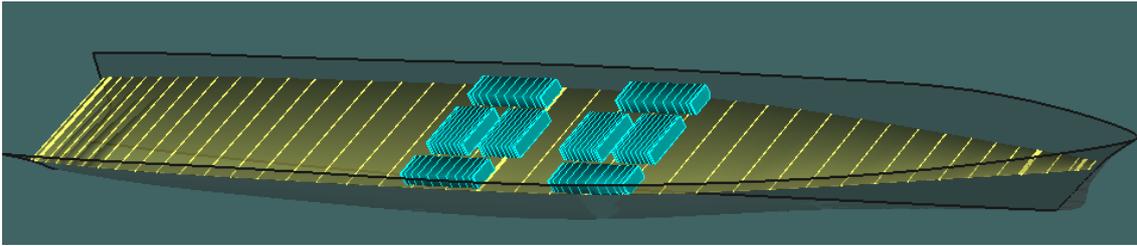


Ilustración 65. Todos los tanques de este nivel

3.5. Cubierta principal

3.5.1. Dimensiones

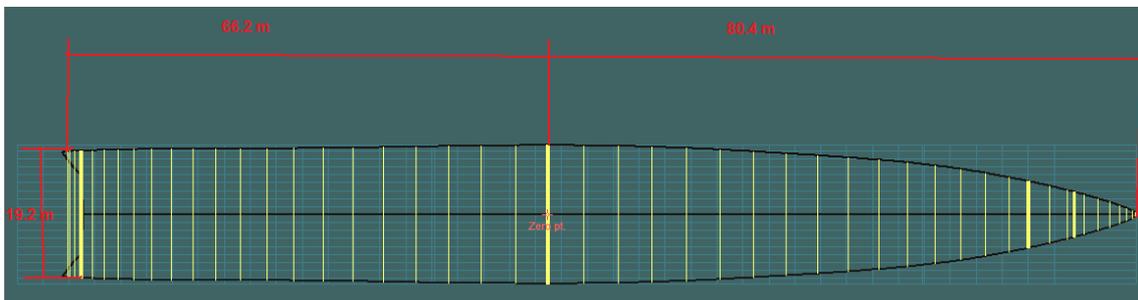


Ilustración 66. Dimensiones cubierta principal

3.5.2. Superestructuras

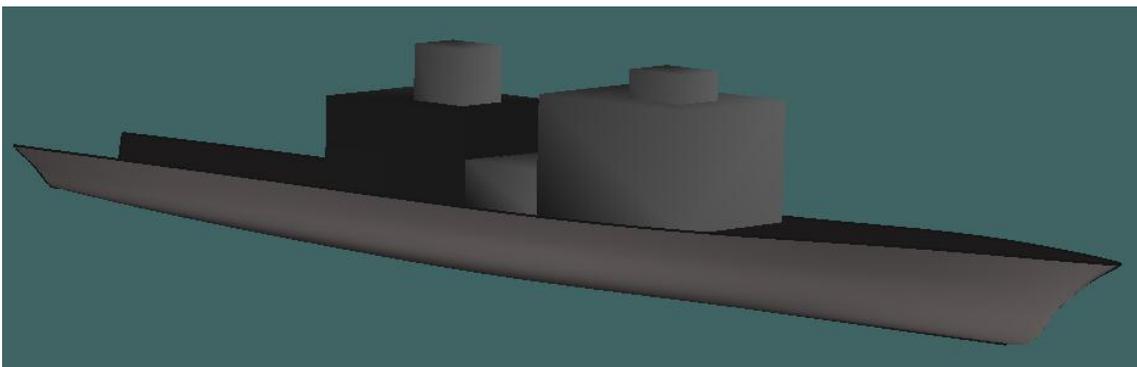


Ilustración 67. Superestructuras

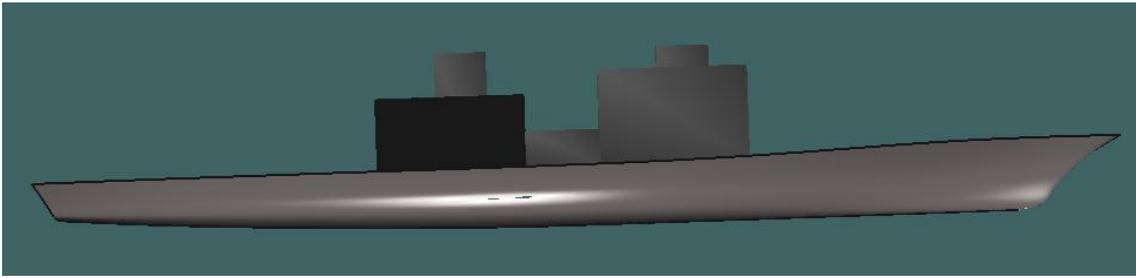


Ilustración 68. Superestructuras perfil

3.5.3. Hangar (22x19)

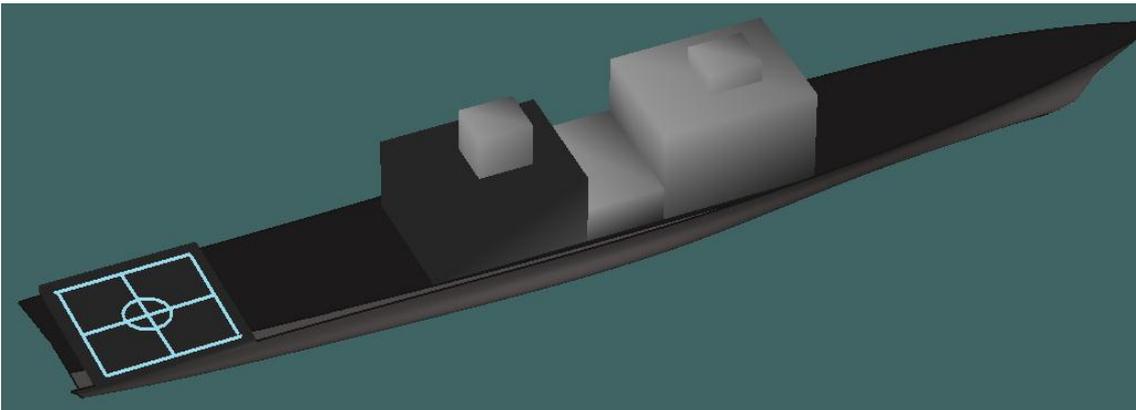


Ilustración 69. Hangar situado a popa de 22x19

3.6. Tabla dimensionamiento

3.6.1. Compartimentos

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m
1	Techo de tanques	Compart	100	100			none	-66,176	75	-9,5	9,5	1,9	1,8	DITTO
2	Primera plataforma	Compart	100	100			none	-66,176	75	-9,5	9,5	4	3,9	DITTO
3	Segunda cubierta	Compart	100	100			none	-66,176	75	-9,5	9,5	6,1	6	DITTO
4	Cubierta principal	Compart	100	100			none	-66,176	80,359	-9,5	9,5	10	8,1	DITTO
5	Habitación -1 popa	Compart	100	100			none	-40	-10	-8	8	8,1	6,1	DITTO
6	Habitación -1 proa	Compart	100	100			none	20	50	-8	8	8,1	6,1	DITTO
7	Área de operaciones -1 popa	Compart	100	100			none	-55	-40	-8	8	8,1	6,1	DITTO
8	Área de operaciones -1 proa	Compart	100	100			none	50	69	-8	8	8,1	6,1	DITTO
9	Maquinaria -1	Compart	100	100			none	-10	20	-8	8	8,1	6,1	DITTO
10	Pique de proa	Tank	100	100	1		none	69	80,359	-9,5	9,5	15	0	DITTO
11	Pique de popa	Tank	100	100	1		none	-66,176	-55	-9,5	9,5	15	0	DITTO
12	Habitación -2 proa	Compart	100	100			none	20	50	-8	8	6	4	DITTO
13	Habitación -2 popa	Compart	100	100			none	-40	-10	-8	8	6	4	DITTO
14	Maquinaria -2	Compart	100	100			none	-10	20	-8	8	6	4	DITTO
15	Elementos para servicio helicóp	Compart	100	100			none	-55	-40	-8	8	6	4	DITTO
16	Área de operaciones -2 proa	Compart	100	100			none	50	69	-8	8	6	4	DITTO
17	Maquinaria -3	Compart	100	100			none	-55	50	-8	8	3,9	1,9	DITTO
18	Área de operaciones -3	Compart	100	100			none	50	69	-8	8	3,9	1,9	DITTO
19	Cámara de Máquinas 1	Compart	100	100			none	-22,95	12,05	-9,5	9,5	1,8	0	DITTO
20	Cámara de Máquinas 2	Compart	100	100			none	12,05	34	-9,5	9,5	1,8	0	DITTO
21	Cámara de Máquinas auxiliar	Compart	100	100			none	34	69	-9,5	9,5	1,8	0	DITTO
22	Techo de tanques (Pique de proa)	Linked N	100	100			none	69	75	-9,5	9,5	15	0	DITTO
23	Primera plataforma (Pique de proa)	Linked N	100	100			none	69	75	-9,5	9,5	15	0	DITTO
24	Primera plataforma (Pique de popa)	Linked N	100	100			none	-66,176	-55	-9,5	9,5	15	0	DITTO
25	Segunda cubierta (Pique de proa)	Linked N	100	100			none	69	75	-9,5	9,5	15	0	DITTO
26	Segunda cubierta (Pique de popa)	Linked N	100	100			none	-66,176	-55	-9,5	9,5	15	0	DITTO
27	Cubierta principal (Pique de proa)	Linked N	100	100			none	69	80,359	-9,5	9,5	15	0	DITTO
28	Cubierta principal (Pique de popa)	Linked N	100	100			none	-66,176	-55	-9,5	9,5	15	0	DITTO

Tabla 8. Distribución de los compartimentos

3.6.2. Tanques

22	Tanques alimentación 1	Tank	100	100	1		none	32,05	47,05	-7,4	0	1,5	0	
23	Tanques alimentación 2	Tank	100	100	1		none	32,05	47,05	0	7,4	1,5	0	
24	Tanques alimentación auxiliar	Tank	100	100	1		none	60	69	-7,4	7,4	1,5	0	
25	Tanques Servicio diario 1	Tank	100	100	1		none	18,3	32,05	-7,4	-4,4	1,5	0	
26	Tanques Servicio diario 2	Tank	100	100	1		none	18,3	32,05	4,4	7,4	1,5	0	
27	Tanques Sedimentación 1	Tank	100	100	1		none	4,55	18,3	-7,4	-4,4	1,5	0	
28	Tanques Sedimentación 2	Tank	100	100	1		none	4,55	18,3	4,4	7,4	1,5	0	
29	Tanques reboses 1	Tank	100	100	1		none	-9,2	4,55	-7,4	-4,4	1,5	0	
30	Tanques reboses 2	Tank	100	100	1		none	-9,2	4,55	4,4	7,4	1,5	0	
31	Tanques lodos 1	Tank	100	100	1		none	-22,95	-9,2	-7,4	-4,4	1,5	0	
32	Tanques lodos 2	Tank	100	100	1		none	-22,95	-9,2	4,4	7,4	1,5	0	
33	Tanque agua dulce 1	Tank	100	100	1		none	-30	-20	-8	-4	3,4	1,9	
34	Tanque agua dulce 2	Tank	100	100	1		none	15	25	4	8	3,4	1,9	
35	Tanque agua salada C1 1	Tank	100	100	1		none	-10	30	-8	-4	3,4	1,9	
36	Tanque agua salada C1 2	Tank	100	100	1		none	-35	5	4	8	3,4	1,9	
37	Tanque lastre 1	Tank	100	100	1		none	35	50	-8	8	3,4	1,9	
38	Tanque lastre 2	Tank	100	100	1		none	-55	-40	-8	8	3,4	1,9	
39	Tanque compensación a dulce 1	Tank	100	100	1		none	-20	-10	-8	-4	3,4	1,9	
40	Tanque compensación a dulce 2	Tank	100	100	1		none	5	15	4	8	3,4	1,9	
41	Tanque agua dulce helicop.	Tank	100	100	1		none	-50	-40	-8	-4,05	5,5	4	
42	Tanque agua salada helicop.	Tank	100	100	1		none	-50	-40	-4,05	-0,1	5,5	4	
43	Tanque elementos para helicop.	Tank	100	100	1		none	-50	-40	-0,1	3,85	5,5	4	
44	Tanque combustible helicop.	Tank	100	100	1		none	-50	-40	3,85	8	5,5	4	
45	Tanque aguas grises 1	Tank	100	100	1		none	-10	-5	-3	3	5,5	4	
46	Tanque aguas grises 2	Tank	100	100	1		none	0	5	-3	3	5,5	4	
47	Tanque aguas grises 3	Tank	100	100	1		none	15	20	-3	3	5,5	4	
48	Tanque agua dulce 1	Tank	100	100	1		none	-10	0	-8	-3	5,5	4	
49	Tanque agua dulce 2	Tank	100	100	1		none	10	20	3	8	5,5	4	
50	Tanque aguas negras	Tank	100	100	1		none	-10	0	-8	-5	7,6	6,1	
51	Tanque aguas contaminadas	Tank	100	100	1		none	10	20	-8	-5	7,6	6,1	
52	Tanque aguas aceitosas	Tank	100	100	1		none	-10	0	5	8	7,6	6,1	
53	Tanque residuos	Tank	100	100	1		none	10	20	5	8	7,6	6,1	
54	Tanque agua dulce 1	Tank	100	100	1		none	-10	-5	-3	3	7,6	6,1	
55	Tanque agua dulce 2	Tank	100	100	1		none	15	20	-3	3	7,6	6,1	
56	Tanque agua salada C1 1	Tank	100	100	1		none	-3	2	-3	3	7,6	6,1	
57	Tanque agua salada C1 2	Tank	100	100	1		none	8	13	-3	3	7,6	6,1	

Tabla 9. Distribución de los tanques

4. PROPULSIÓN

En este apartado se busca llegar a definir el/los motores que usará el buque, que dependerán de la resistencia al avance que han de vencer en alta mar.

A partir de la resistencia al avance que se ha analizado para el modelo D a velocidad de crucero y a velocidad máxima operacional se deberán conocer para dichas situaciones la potencia que el/los motores han de proporcionar para vencer tal resistencia. Cuando se habla de potencia que el motor entrega se le llama IHP, aunque puede recibir otros nombres en función de dónde se mida (a lo largo del motor, eje, hélice... hay pérdidas de potencia).

Tipos de potencia según dónde se mida:

Potencia indicada (IHP = Indicated Horsepower) es la potencia del ciclo térmico del motor

Potencia al freno (BHP = Brake Horsepower) es la potencia del motor, medida en el acoplamiento del motor aleje (por medio de un freno).

Potencia en el eje (SHP = Shaft Horsepower) es la potencia transmitida a través del eje (medida con un torsiómetro tan cerca de la hélice como sea posible).

Potencia entregada a la hélice (DHP = Propeller Horsepower) es la potencia entregada a la hélice (descontando las pérdidas en el eje de la anterior).

Potencia de empuje (THP = Transformed Horsepower) es la potencia transformada por la hélice (se obtiene descontando su rendimiento de la potencia a la hélice).

Potencia efectiva o de remolque (EHP = Effective Horsepower) es la potencia que realmente se emplea en mover el barco o la potencia que sería necesario emplear para remolcar el barco a la velocidad de proyecto (puede obtenerse descontando de la anterior las pérdidas debidas a la forma del barco, apéndices, etc)



Las hélices de la F-100 tienen un diámetro de 4,5 metros, cinco palas y paso regulable, giran a 180 rpm y son suministradas por ACB Lips. Cada hélice incorpora un sistema electrónico de realimentación del paso (EPFB), para proporcionar una indicación ajustada y fina del paso real de la hélice, y un conjunto de paso de emergencia, para fijar la posición de paso "todo adelante" en caso de fallo completo de suministro de potencia hidráulica de ambas bombas.

4.1. Cálculo de la resistencia al avance

Para el cálculo de la resistencia al avance de la fragata usaremos el método de Holtrop que se llevará a cabo mediante las hidrostáticas del casco obtenidas desde Maxsurf, para los dos últimos modelos diseñados (C y D) viendo así la mejora que se ha podido producir con la parametrización y la mejora de las dimensiones.

La resistencia total al avance de un buque se puede dividir en dos componentes, una de ellas debida a la fricción y otra, denominada residual, debida principalmente a la formación de olas.

El método de Holtrop dará a conocer la resistencia total a la que se ve sometida el buque, que esta esta subdividida en dos componentes: Resistencia viscosa que engloba: Resistencia de fricción, resistencia de apéndices, resistencia del bulbo y resistencia del espejo y como segundo componente la resistencia residual debida fundamentalmente a la generación de olas. Siendo la de

fricción y la de formación de olas las más significativas serán en las que se centre el estudio.

4.1.1. Cálculo de la resistencia para el Modelo C

A partir de la tabla de hidrostáticas se conocen los siguientes valores:

Datos del buque		
Eslora entre perpendiculares (m)	L	133,2
Manga (m)	B	22,395
Calado en la PP de proa (m)	Tf	10
Calado en la PP de popa (m)	Ta	10
Calado medio (m)	T	4,84
Volumen de carena (m ³)	Vol	5660,838
Xcc en % de L a proa de 0.5 L (lcb)	Xcc	-1,54
Superficie mojada estimada (m ²)	S	2424,03
Superficie transversal del bulbo (m ²)	Abt	0
Altura centro bulbo (m)	hb	7,293
Coficiente de maestra	Cm	0,841
Coficiente de flotación	Cwp	0,764
Superficie del espejo (m ²)	At	0
Superficie de los apéndices (m ²)	Sapp	0
Coficiente de formas de la popa	Cstern	0
Velocidad kn	V	28,5

Mediante el método de Holtrop se conocerán los siguientes valores, que se calculan a partir de los valores anteriores.

Datos deducidos		
Froude	Fn	0,41
Coeficiente prismático	Cp	0,572
Eslora en flotación	Lwl	133,20
Coeficiente de bloque	Cb	0,47
Reynolds	Re	1,643E+09
Longitud de la carrera	Lr	51,55

El método nos da a conocer la resistencia que ofrece el casco:

Resistencia Total	
Resistencia de fricción	423,00
Resistencia de apéndices	0,00
Resistencia por formación de olas	827,18
Resistencia del bulbo	0,000
Resistencia del espejo	0,00
Efecto de la rugosidad de la carena y del aire	119,37
Resistencia Total en kN	1369,55
Potencia Remolque en CV	26951
Potencia Remolque en kW	20078

Del método también se conocen otros parámetros del casco en estudio:

Coeficientes propulsivos	
Coeficiente de estela w	0,1459
Coeficiente de succión t	0,1717
Rendimiento del casco	0,970
Empuje de la hélice kN	1653,5

Una vez encontrada la resistencia para la velocidad máxima del buque, se estudia la variación de la resistencia en función de la velocidad:

VELOCIDAD (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KN)
5	19,92
10	74,52
15	178,57
20	399,62
25	772,46
30	1536,68
35	2112,48
40	2654,54
45	2986,8
50	3334,68

Tabla 10. Velocidad y resistencia del modelo C

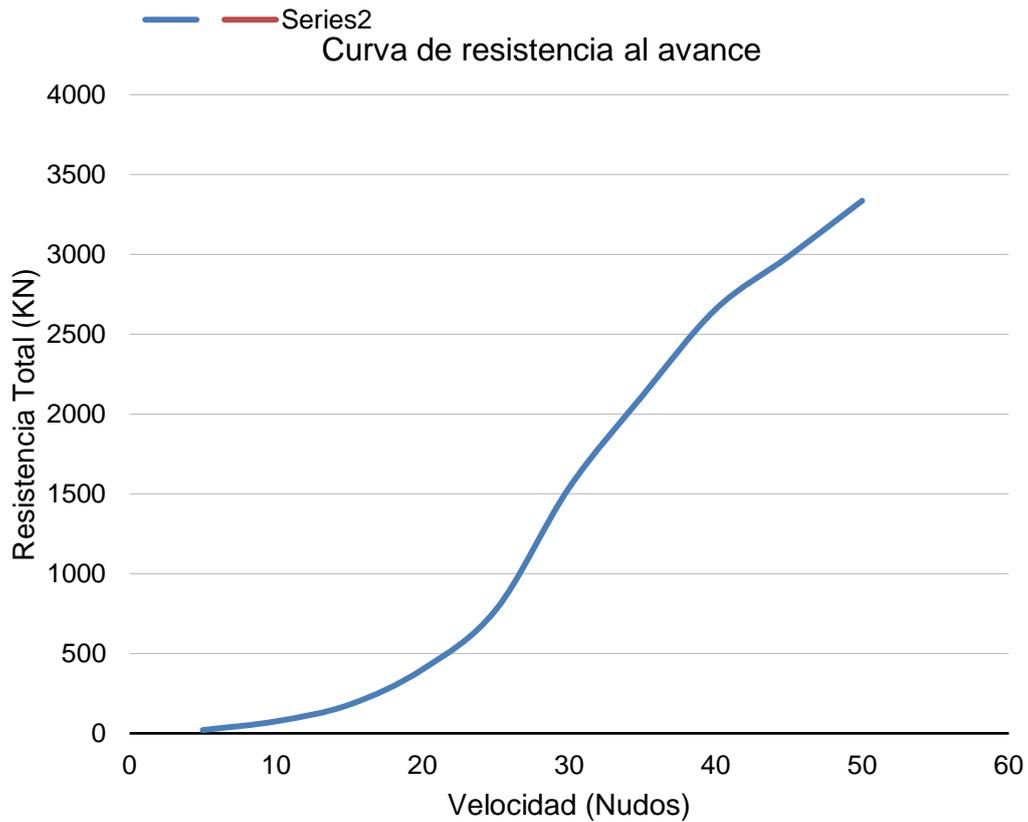


Tabla 11. Curva de la resistencia al avance del modelo C

4.1.2. *Cálculo de la resistencia para el Modelo D*

Se realiza el mismo procedimiento que el usado para llegar a la curva de la resistencia al avance que en el caso del modelo C:

TFG - Diseño y construcción de una Fragata
Diego Liarde Rodríguez

Datos del buque		
Eslora entre perpendiculares (m)	L	135,486
Manga (m)	B	18,9
Calado en la PP de proa (m)	Tf	10
Calado en la PP de popa (m)	Ta	10
Calado medio (m)	T	3,655
Volumen de carena (m ³)	Vol	3807,05
Xcc en % de L a proa de 0.5 L (lcb)	Xcc	-0,75
Superficie mojada estimada (m ²)	S	2005,61
Superficie transversal del bulbo (m ²)	Abt	0
Altura centro bulbo (m)	hb	0
Coefficiente de maestra	Cm	0,841
Coefficiente de flotación	Cwp	0,743
Superficie del espejo (m ²)	At	0
Superficie de los apéndices (m ²)	Sapp	0
Coefficiente de formas de la popa	Cstern	0
Velocidad kn	V	28,5

Datos deducidos		
Froude	Fn	0,40
Coefficiente prismático	Cp	0,591
Eslora en flotación	Lwl	135,49
Coefficiente de bloque	Cb	0,49
Reynolds	Re	1,672E+09
Longitud de la carrera	Lr	52,79

Resistencia Total	
Resistencia de fricción	339,72
Resistencia de apéndices	0,00
Resistencia por formación de olas	483,50
Resistencia del bulbo	0,000
Resistencia del espejo	0,00
Efecto de la rugosidad de la carena y del aire	97,92
Resistencia Total en kN	921,14
Potencia Remolque en CV	18127
Potencia Remolque en kW	13504

Coeficientes propulsivos	
Coeficiente de estela w	0,1240
Coeficiente de succión t	0,1533
Rendimiento del casco	0,967
Empuje de la hélice kN	1088,0

Una vez encontrada la resistencia para la velocidad máxima del buque, se estudia la variación de la resistencia en función de la velocidad:

VELOCIDAD (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KN)
5	16,06
10	60,57
15	147,96
20	317,25
25	569,85
30	1015,1
35	1343,38
40	1675,85
45	1931,96
50	2201,86

Tabla 12. Velocidad y resistencia modelo D

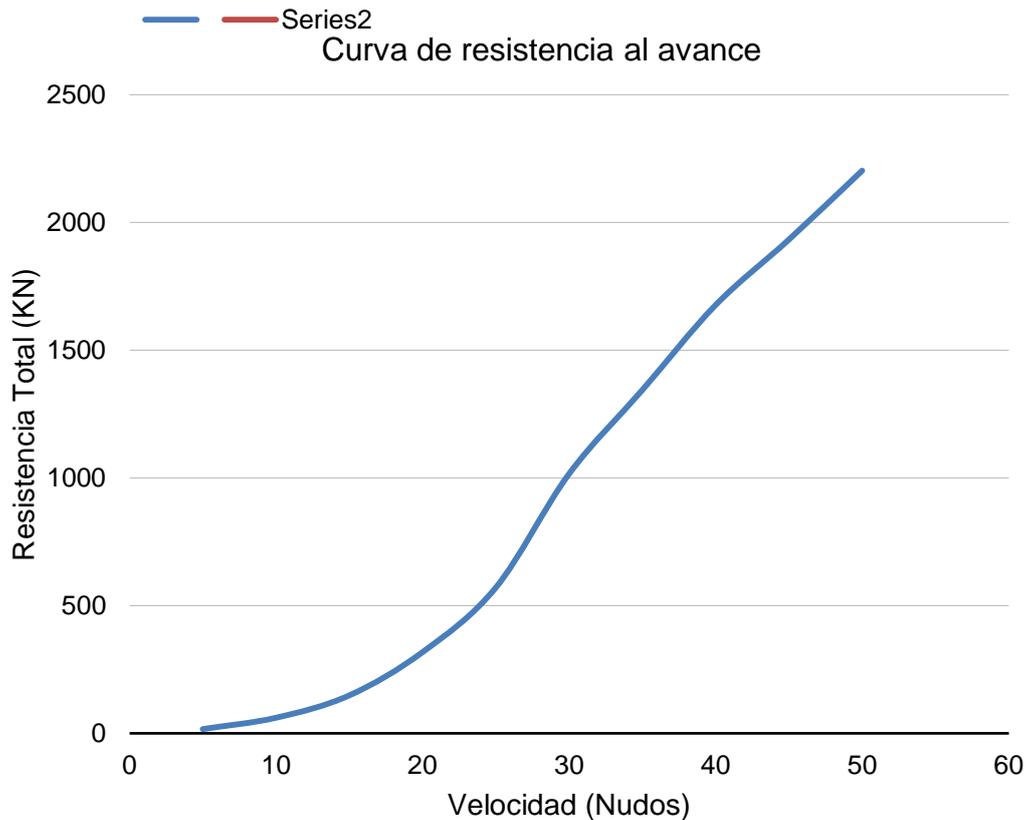


Tabla 13. Curva de la resistencia al avance del modelo D

La curva de resistencia al avance del modelo D se ha conseguido menos agresiva que la del modelo C, con lo que se necesitará menos potencia para alcanzar las mismas velocidades. Tratando con buques de guerra, en este caso fragatas, se busca que el buque sea rápido y dado las dimensiones una reducción de la potencia necesaria se ve reflejada en un alto ahorro económico.

4.2. Determinación de la potencia

Se buscará determinar la potencia efectiva (EHP) a velocidad máxima y a velocidad de crucero que se calculará a partir de la Resistencia al avance a través de la ecuación:

$$EHP = R_t \times V$$

R_t = Resistencia total al avance.

V = velocidad (m/s)

$$R_t (v_{\text{máx}}) = 921,14 \text{ KN} \quad R_t (v_{\text{crucero}}) = 238,27 \text{ KN}$$

$$V_{\text{máx}} = (28,5 \times 0,5144) = 14,66 \text{ m/s} \quad V_{\text{crucero}} = (18 \times 0,5144) = 9,25 \text{ m/s}$$

$$EHP(v_{\text{máx}}) = 13504,28 \text{ KW}$$

$$EHP(v_{\text{crucero}}) = 2205,91 \text{ KW}$$

Seguidamente se usa la serie B de Wageningen para conocer más detalles sobre todo el elemento propulsor. A partir de unos datos conocidos:

AE/AO	0,560	
R	921,14	KN
V	28,5	kn
w	0,124	
C_p	0,591	
X_{cc}	-0,750	
t	0.1533	

AE/AO	0,29	
R	238.27	KN
V	18	kn
w	0,1245	
C_p	0,591	
X_{cc}	-0,750	
t	0.1533	

Unas variables que se irán cambiando de valor para obtener el mayor rendimiento propulsor y la menor potencia al freno (BHP) para la velocidad de 28,5 nudos:

P/D: Relación paso-diámetro de la hélice.

D: Diámetro de le hélice

Z: Número de palas de le hélice

n: Número de revoluciones de la hélice

Probando y probando se llegan a definir los parámetros óptimos de la hélice para tener el mejor rendimiento propulsivo.

TFG - Diseño y construcción de una Fragata
Diego Liarde Rodríguez

T	1194,420	KN
η_P	0,681	
η_{RR}	1,004	
η_o	0,7019	
nh	0,96655	
BHP	19826.14	KW

T	281.41	KN
η_P	0.54	
η_{RR}	1,02	
η_o	0,547	
nh	0,967	
BHP	4088.56	KW

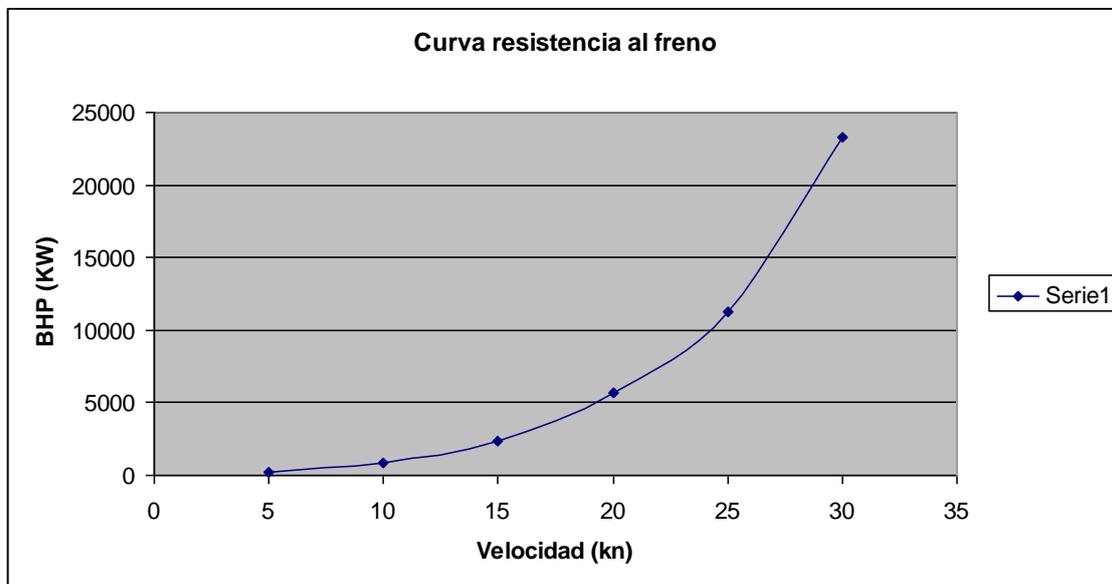
Finalmente la Serie B de Wageningen para la fragata a velocidad máxima en estudio queda así:

J	0,896	n*	180,0
P/D	1,049		
AE/AO	0,560		
Z	5		
D	4,78 m		
R	921,14 KN		
t	0,1533		
T	1087,92 KN	KT*	0,226
n	180,0 rpm		
V	28,5 kn		
w	0,1240	nh =	0,966552511
C _p	0,591		
X _{CC}	-0,750		
η _{RR}	1,004		
η _p	0,681		
Q	1051,81 KN/m	KQ*	0,0457
KT	0,1232	T*	592,804 KN
KQ	0,0250	Q*	575,447 KNm
η ₀	0,7019	η _p *	0,681
BHP	19826,14 KW		

TFG - Diseño y construcción de una Fragata
Diego Liarde Rodríguez

Para conocer la curva de resistencia al freno, se irán variando los valores de la velocidad, w , t , R y A_e/A_o y obteniendo diferentes valores de BHP:

V (kn)	5	10	15	20	25	30	35	40
R (KN)	16,060	60,570	147,960	317,250	569,850	1015,100	1343,380	1675,850
Ae/ Ao	0,210	0,220	0,260	0,320	0,420	0,600	0,730	0,860
W	0,1260	0,1251	0,1247	0,1244	0,1242	0,1240	0,1239	0,1237
T	0,1533	0,1533	0,1533	0,1533	0,1533	0,1533	0,1533	0,1533
BHP (KW)	224,48	900,37	2400,48	5657,98	11233,52	23255,24	155390,17	12940,89



$$EHP(v_{max}) = 13503,91 \text{ KW}$$

$$EHP(v_{cruce}) = 2203,99 \text{ KW}$$

A partir de la EHP calculada por ecuación y el rendimiento propulsivo determinado en la Serie B se podría comprobar si la BHP por método coincide con la calculada por la ecuación:

$$\eta_p = EHP/BHP \rightarrow BHP = EHP / \eta_p \rightarrow BHP = 13504,28 / 0,62 \rightarrow BHP = 21781,096 \text{ KW}$$

$$\text{Y la BHP por la Serie B} \rightarrow BHP = 19826,14 \text{ KW}$$

Margen de fallo = 9%

$$\eta_p = EHP/BHP \rightarrow BHP = EHP / \eta_p \rightarrow BHP = 2205,91 / 0,54 \rightarrow BHP = 4085,01 \text{ KW}$$

$$\text{Y la BHP por la Serie B} \rightarrow BHP = 4088,56 \text{ KW}$$

Margen de fallo = 0,.. %

4.3. Sistema propulsivo principal y auxiliar

Con lo calculado anteriormente, vemos que la fragata necesitaría un sistema propulsivo que entregara una potencia BHP para navegar a velocidad de crucero de 4088,56 KW y otra de 19826,14 KW para navegar a su velocidad máxima de diseño. Pero además de los cálculos teóricos realizados se han de tener en cuenta otras consideraciones respecto a la potencia del motor deseada...

El margen de mar, que supone un aumento de potencia del 15%, se aplica para tener en consideración las condiciones de navegación.

$$\text{BHP crucero} = 4088,56 + (4088,56 \cdot 0.15) = 4701,844 \text{ KW}$$

$$\text{BHP máxima} = 19826,14 + (19826,14 \cdot 0.15) = 22799 \text{ KW}$$

El margen adicional de motor, que supone un aumento de potencia del 10%, se aplica para disminuir los costes de mantenimiento del mismo

$$\text{BHP crucero} = 4701,844 + (4701,844 \cdot 0.1) = 5172,03 \text{ KW}$$

$$\text{BHP máxima} = 22799 + (22799 \cdot 0.1) = 25078,9 \text{ KW}$$

Se conoce que la F-100 dispone de un sistema de propulsión CODOG, accionando dos hélices de paso regulable. Cada una de estas hélices es accionada, a través de la línea de ejes correspondiente, por una planta CODOG, compuesta por una turbina de gas General Electric LM2500, un motor diesel IZAR BRAVO y un engranaje reductor de Royal Schelde.

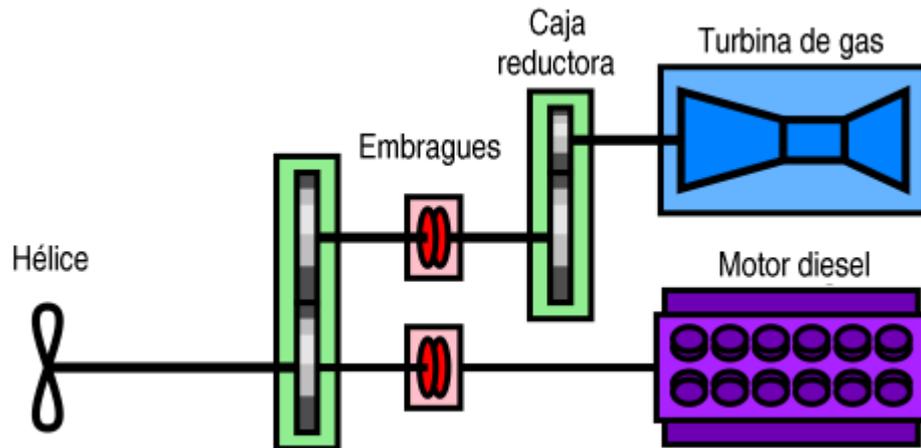


Ilustración 70. Sistema propulsivo CODAG

CODAG es un tipo de sistema de propulsión naval para buques que requieren una velocidad máxima considerablemente mayor que su velocidad de crucero.

Por cada árbol de hélice hay un motor diésel para velocidad de crucero y una turbina de gas con transmisión y reducción mecánica para ráfagas de alta velocidad. Ambos propulsores están conectados al árbol mediante embragues, pero sólo puede utilizarse uno a la vez, a diferencia de los sistemas CODAG, que pueden usar la potencia combinada de los dos. La ventaja de los sistemas CODAG es una transmisión más simple, a expensas de requerir turbinas de gas más potentes (o en mayor cantidad) para erogar la misma potencia, y el consumo de combustible es mayor comparado con CODAG.

El sistema de propulsión es capaz de funcionar de forma estable en cualquier condición comprendida entre toda fuerza avante y toda fuerza atrás.

El sistema de propulsión del buque puede utilizarse en dos modos de propulsión diferentes:

- Modo diesel: La potencia propulsiva la proporcionan dos motores diesel, cada uno accionando un eje a través del engranaje reductor correspondiente. Cada uno de los motores tiene una potencia de 4500 KW.
- Modo turbinas de gas: La potencia propulsiva la proporcionan dos turbinas de gas, cada una accionando un eje a través del engranaje reductor correspondiente. Cada turbina produce 17500 KW de potencia.

La potencia propulsiva hasta la máxima velocidad de crucero se proporciona en modo diesel, mientras que por encima de esta velocidad se desarrolla en modo turbinas de gas.

La disposición de planta propulsora consiste en dos Cámaras de Máquinas de Propulsión (nº 1 y nº 2), que cada una alberga una planta de propulsión CODOG con sus auxiliares, y una Cámara de Máquinas Auxiliares, instalada entre las dos Cámaras de Máquinas de Propulsión.

El sistema de propulsión incorpora dos motores diesel de cuatro tiempos IZAR BRAVO 12, de 4.500 kW de potencia continua (MCR), no reversibles, de inyección directa, turboalimentados con refrigeración del aire de carga y configuración de los doce cilindros en V. Cada motor gira según las agujas del reloj, cuando se mira la brida del eje de salida, va instalado sobre montajes elásticos, incorpora todas las bombas arrastradas necesarias para su funcionamiento, así como el regulador electrónico y dispone del acoplamiento elástico a incorporar en su interfaz con el engranaje reductor, así como de los sistemas de precalentamiento y de arranque.

El sistema de propulsión también incorpora dos turbinas de gas General

Electric LM2500, incorporadas en módulos. Cada turbina produce 17.500 kW de potencia, a una velocidad de 3.600 rpm e incorpora el eje acoplamiento de salida para su conexión con el engranaje reductor. El desmontaje de la turbina se realiza a través del conducto de aire de admisión. El módulo de la turbina incluye montajes elásticos para su conexión al polín del buque, así como un sistema automático de detección de incendios y un sistema de extinción de incendios por CO.

El paquete propulsivo asociado a cada eje se completa con un engranaje reductor, con configuración de tren cerrado en el lado de la turbina de gas. Cada engranaje reductor, suministrado por Royal Schelde, incorpora embragues en los lados de ambas máquinas para permitir el cambio de modo sin interrumpir la transmisión de potencia. Los embragues de la turbina de gas y del motor diesel son del tipo auto-sincronizable (SSS) y van incorporados en el engranaje reductor. El lado del motor diesel también incorpora un acoplamiento hidráulico. Los engranajes reductores son de diseño "muy bajo en ruido" y van instalados rígidamente al polín.

4.4. Elección del motor y datos técnicos de él

Siguiendo la propulsión de la F-100 se seleccionaran dos motores diesel y dos turbinas, que cumplan las necesidades de potencia para cada caso de navegación (a velocidad de crucero y a velocidad máxima).

4.4.1. Motor diésel

Ha de ser capaz de cubrir la potencia de 5172,03 KW dividida en dos motores, con lo que cada motor deberá proporcionar como mínimo una potencia de 2586,015 KW.

Tipo	Rating MCR (KW)	Speed (Rpm)	Mean Eff. Pressure (bar)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Weight (t)
12V BRAVO	4250	1000	23	4562	1714	2826	21.60
16V BRAVO	5650	1000	23	5482	1714	2826	25.75
18V BRAVO	7200	1050	22.27	6350	1530	2890	35.00

Figura 1. Motores de IZAR BRAVO

Se acepta la misma configuración de motor diesel IZAR BRAVO 12V para cada una de las cámaras de máquinas, ya que puede llegar a transmitir más de la potencia deseada.... En este caso, tratando con buque de guerra que una de las principales características es la búsqueda de potencia y altas velocidades, se cree adecuado ese margen de más de potencia.

4.4.2. Turbina de gas

Ha de ser capaz de cubrir la potencia de 25078,9 KW dividida en dos turbinas, con lo que cada turbina deberá producir como mínimo una potencia de 12539,45 KW.

Igual que pasa con el motor diesel, se selecciona la misma turbina que en el proyecto F-100, ya que cubre satisfactoriamente las necesidades de potencia de la fragata en estudio.



Ilustración 71. Turbina de gas F-100

5. ESTABILIDAD

El estudio de la estabilidad del buque se centrará para el caso de máxima carga.

1	Lightship	1	0,000	0,000			56,868	0,000	0,000	0,000	User Spec
2	Pique de proa	100%	112,748	112,748	112,748	112,748	72,201	0,000	7,916	0,000	Maximum
3	Pique de popa	100%	727,010	727,010	727,010	727,010	-59,716	0,000	5,812	0,000	Maximum
4	Tanques alimentación 1	100%	49,403	49,403	49,403	49,403	38,758	-1,242	0,876	0,000	Maximum
5	Tanques alimentación 2	100%	49,403	49,403	49,403	49,403	38,758	1,242	0,876	0,000	Maximum
6	Tanques alimentación auxiliar	100%	11,873	11,873	11,873	11,873	63,564	0,000	0,913	0,000	Maximum
7	Tanques Servicio diario 1	100%	3,569	3,569	3,569	3,569	21,412	-4,804	1,228	0,000	Maximum
8	Tanques Servicio diario 2	100%	3,569	3,569	3,569	3,569	21,412	4,804	1,228	0,000	Maximum
9	Tanques Sedimentación 1	100%	18,458	18,458	18,458	18,458	10,660	-5,204	1,114	0,000	Maximum
10	Tanques Sedimentación 2	100%	18,458	18,458	18,458	18,458	10,660	5,204	1,114	0,000	Maximum
11	Tanques reboses 1	100%	21,830	21,830	21,830	21,830	-2,047	-5,342	1,121	0,000	Maximum
12	Tanques reboses 2	100%	21,830	21,830	21,830	21,830	-2,047	5,342	1,121	0,000	Maximum
13	Tanques lodos 1	100%	12,002	12,002	12,002	12,002	-14,897	-5,179	1,232	0,000	Maximum
14	Tanques lodos 2	100%	12,002	12,002	12,002	12,002	-14,897	5,179	1,232	0,000	Maximum
15	Tanque agua dulce 1	100%	48,997	48,997	48,997	48,997	-24,913	-5,647	2,686	0,000	Maximum
16	Tanque agua dulce 2	100%	35,784	35,784	35,784	35,784	19,593	5,224	2,683	0,000	Maximum
17	Tanque agua salada CI 1	100%	177,395	177,395	177,395	177,395	7,147	-5,591	2,673	0,000	Maximum
18	Tanque agua salada CI 2	100%	206,172	206,172	206,172	206,172	-14,276	5,735	2,677	0,000	Maximum
19	Tanque lastre 1	100%	149,572	149,572	149,572	149,572	41,735	0,000	2,679	0,000	Maximum
20	Tanque lastre 2	100%	179,201	179,201	179,201	179,201	-44,799	0,000	2,717	0,000	Maximum
21	Tanque compensación a dulce 1	100%	53,093	53,093	53,093	53,093	-14,952	-5,776	2,673	0,000	Maximum
22	Tanque compensación a dulce 2	100%	49,305	49,305	49,305	49,305	9,844	5,652	2,669	0,000	Maximum
23	Tanque agua dulce helicop.	100%	52,035	52,035	52,035	52,035	-44,916	-5,789	4,768	0,000	Maximum
24	Tanque agua salada helicop.	100%	59,250	59,250	59,250	59,250	-45,000	-2,075	4,750	0,000	Maximum
25	Tanque elementos para helicop.	100%	59,250	59,250	59,250	59,250	-45,000	1,875	4,750	0,000	Maximum
26	Tanque combustible helicop.	100%	55,035	55,035	55,035	55,035	-44,920	5,689	4,767	0,000	Maximum
27	Tanque aguas grises 1	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	-7,500	0,000	4,750	0,000	Maximum
28	Tanque aguas grises 2	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	2,500	0,000	4,750	0,000	Maximum
29	Tanque aguas grises 3	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	17,500	0,000	4,750	0,000	Maximum
30	Tanque agua dulce 1	100%	74,169	74,169	74,169	74,169	-5,001	-5,473	4,754	0,000	Maximum
30	Tanque agua dulce 1	100%	74,169	74,169	74,169	74,169	-5,001	-5,473	4,754	0,000	Maximum
31	Tanque agua dulce 2	100%	66,769	66,769	66,769	66,769	14,878	5,231	4,762	0,000	Maximum
32	Tanque aguas negras	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	-5,000	-6,500	6,850	0,000	Maximum
33	Tanque aguas contaminadas	100%	44,854	44,854	44,854	44,854	14,988	-6,495	6,852	0,000	Maximum
34	Tanque aguas acetosadas	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	-5,000	6,500	6,850	0,000	Maximum
35	Tanque residuos	100%	44,854	44,854	44,854	44,854	14,988	6,495	6,852	0,000	Maximum
36	Tanque agua dulce 1	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	-7,500	0,000	6,850	0,000	Maximum
37	Tanque agua dulce 2	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	17,500	0,000	6,850	0,000	Maximum
38	Tanque agua salada CI 1	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	-0,500	0,000	6,850	0,000	Maximum
39	Tanque agua salada CI 2	100%	45,000	45,000	45,000	45,000	10,500	0,000	6,850	0,000	Maximum
40	Tanque armamento	100%	80,399	80,399	80,399	80,399	12,222	-5,796	4,763	0,000	Maximum
41	Pesos area operaciones -2	100%	264,612	264,612	264,612	264,612	58,107	0,000	7,172	0,000	Maximum
42	Pesos area operaciones -3	100%	106,583	106,583	106,583	106,583	57,282	0,000	2,965	0,000	Maximum
43	Total Loadcase		3274,482	3274,482	3274,482	3274,482	-5,979	-0,137	4,643	0,000	
44	FS correction								0,000		
45	VCG fluid								4,643		

Ilustración 72. Tanques llenado al 100%

Para comprobar que el buque es estable en esta condicion de carga deberá de cumplir varios requisitos:

1. Trimado sea 0 o cercano.
2. Máximo valor de GZ (brazo adrizante) este entre 30 y 50
3. Máximo brazo adrizante superior a 0.8 m

Mediante maxsurf se obtienen las tablas y curvas necesarias

	Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
1	GZ m	0,137	1,001	1,733	2,335	2,739	2,738	2,478	2,018	1,410	0,716	-0,017
2	Area under GZ curve f	0,0000	5,7631	19,5551	40,0016	65,6439	93,3320	119,589	142,218	159,454	170,139	173,652
3	Displacement t	3274	3274	3274	3275	3275	3274	3274	3274	3274	3274	3274
4	Draft at FP m	2,311	2,304	2,287	2,186	1,861	1,235	0,106	-2,369	-10,215	n/a	-21,483
5	Draft at AP m	3,998	3,939	3,638	2,914	1,756	0,266	-1,935	-5,900	-16,980	n/a	-25,564
6	WL Length m	134,673	135,242	135,906	136,740	133,980	133,611	131,425	129,678	133,661	136,663	139,086
7	Beam max extents on	15,639	15,482	15,099	15,195	13,179	12,022	11,190	9,552	8,543	8,098	8,013
8	Wetted Area m²	1852,87	1843,80	1812,21	1817,73	1866,79	1907,20	1920,02	1917,10	1917,95	1928,18	1941,80
9	Waterpl. Area m²	1540,82	1524,35	1483,39	1499,81	1348,15	1213,58	1098,54	993,980	925,615	893,457	886,903
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,595	0,596	0,600	0,594	0,604	0,613	0,632	0,653	0,649	0,652	0,660
11	Block coeff. (Cb)	0,489	0,449	0,390	0,345	0,383	0,407	0,438	0,525	0,501	0,462	0,428
12	LCB from zero pt. (+ve)	-6,017	-6,012	-6,007	-6,001	-5,977	-5,959	-5,955	-5,941	-5,940	-5,939	-5,944
13	LCF from zero pt. (+ve)	-9,310	-8,830	-7,513	-6,385	-2,728	0,486	1,817	1,191	0,587	0,351	0,139
14	KMl m	9,706	9,460	8,940	9,225	7,401	6,336	5,784	5,474	5,378	5,360	5,349
15	KML m	487,367	475,201	445,675	425,464	359,612	290,232	211,138	130,735	64,880	5,360	-53,850
16	Max deck inclination de	0,7378	10,0245	20,0074	30,0011	40,0000	50,0005	60,0010	70,0009	80,0004	90,0000	99,9999
17	Trim angle (+ve by ster	0,7378	0,7149	0,5909	0,3184	-0,0461	-0,4236	-0,8928	-1,5439	-2,9556	-90,000	-1,7842

Tabla 14. Large angle stability

De la tabla 14 observamos que el trimado del casco para ángulos es siempre inferior al 2%, exceptuando para un brazo adrizante de 90°, però no es influyente ya que el casco no llegará a esos casos.

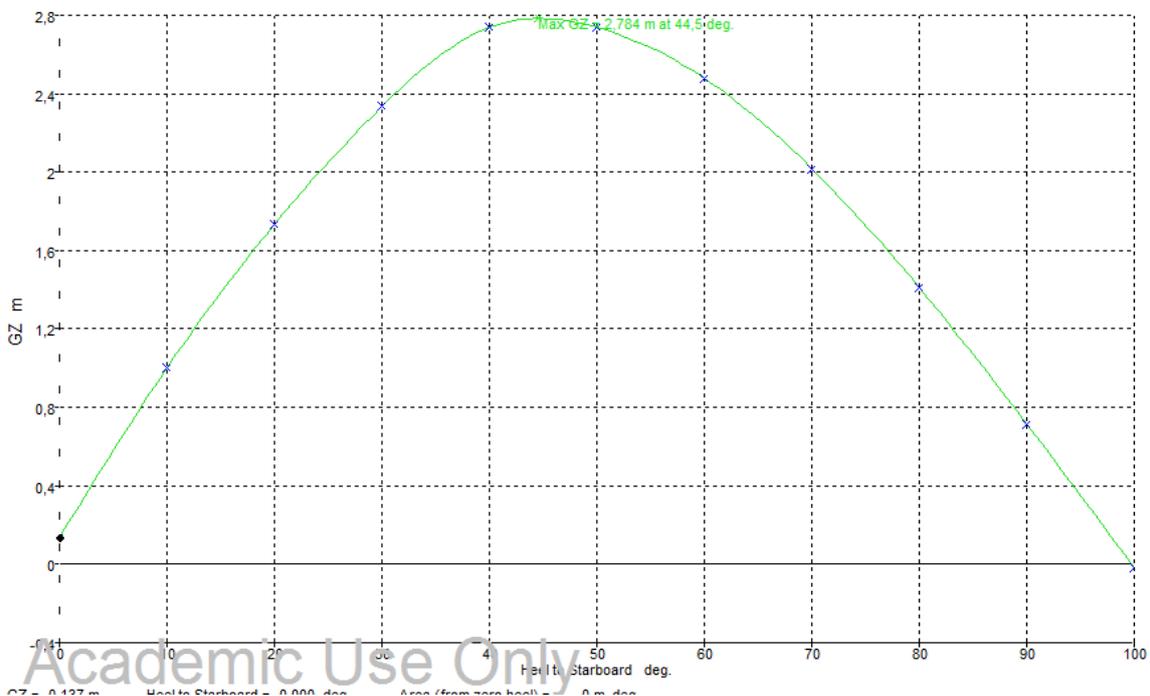


Tabla 15. Brazos adrizantes y angulos

Se puede observar que el máximo brazo adrizante es de 2,784 m y se produce en 44,5° y el trimado para dicha situación es cercano al 0% (entre -0,04 y 0,4).

6. SISTEMAS Y EQUIPOS

Se darán a conocer todos los sistemas con los que cuenta la fragata en estudio.

6.1. Sistemas generales

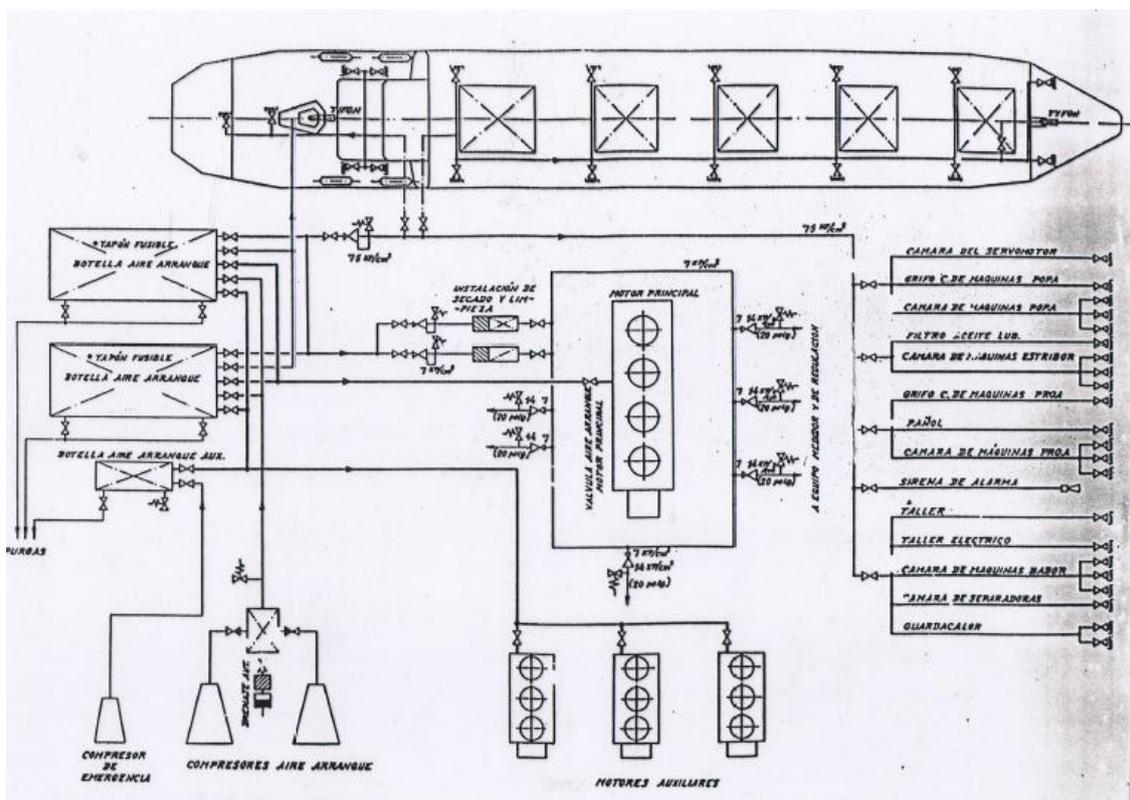


Ilustración 73 Sistema de aire comprimido

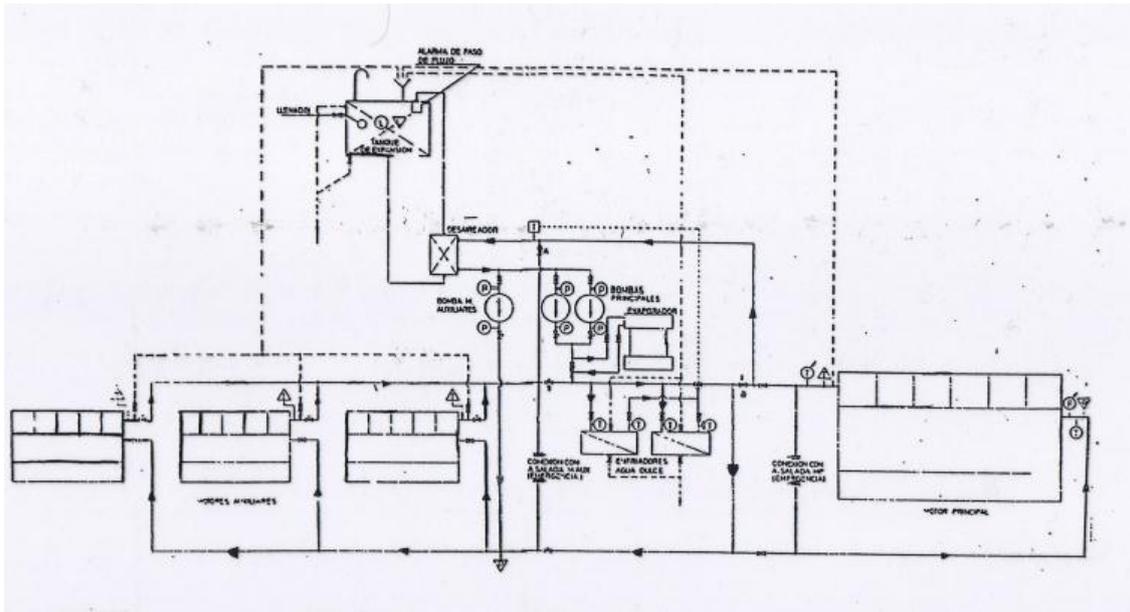


Ilustración 74. Sistema de agua dulce de refrigeración del motor

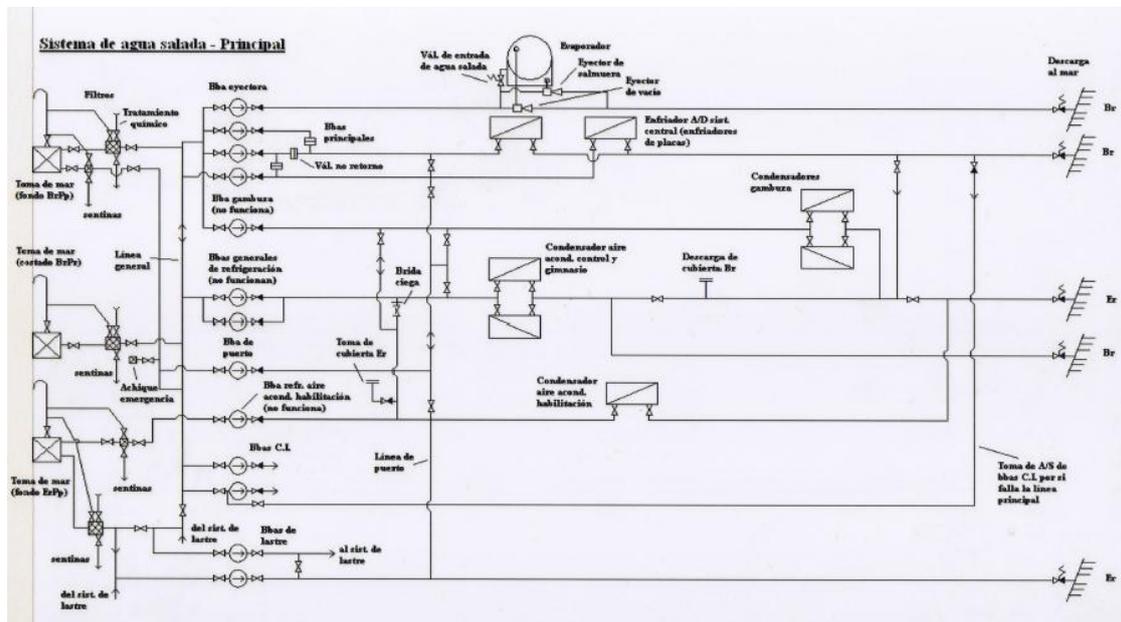


Ilustración 75. Sistema de agua salada

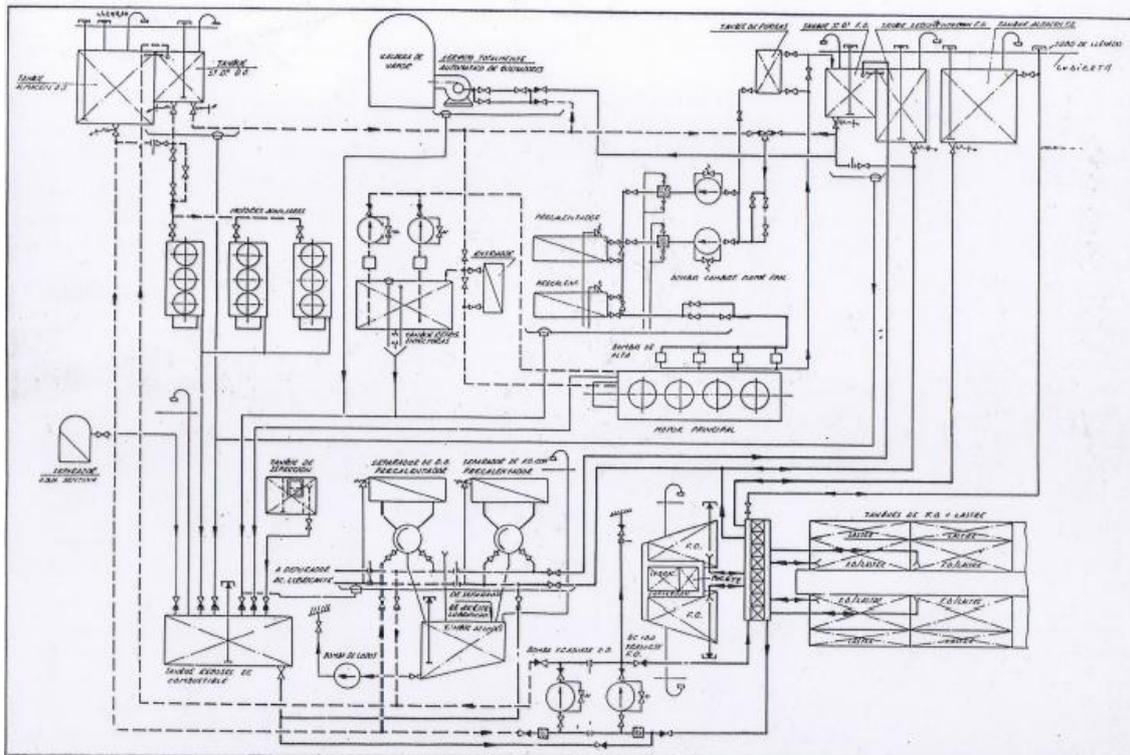


Ilustración 76. Sistema de combustible

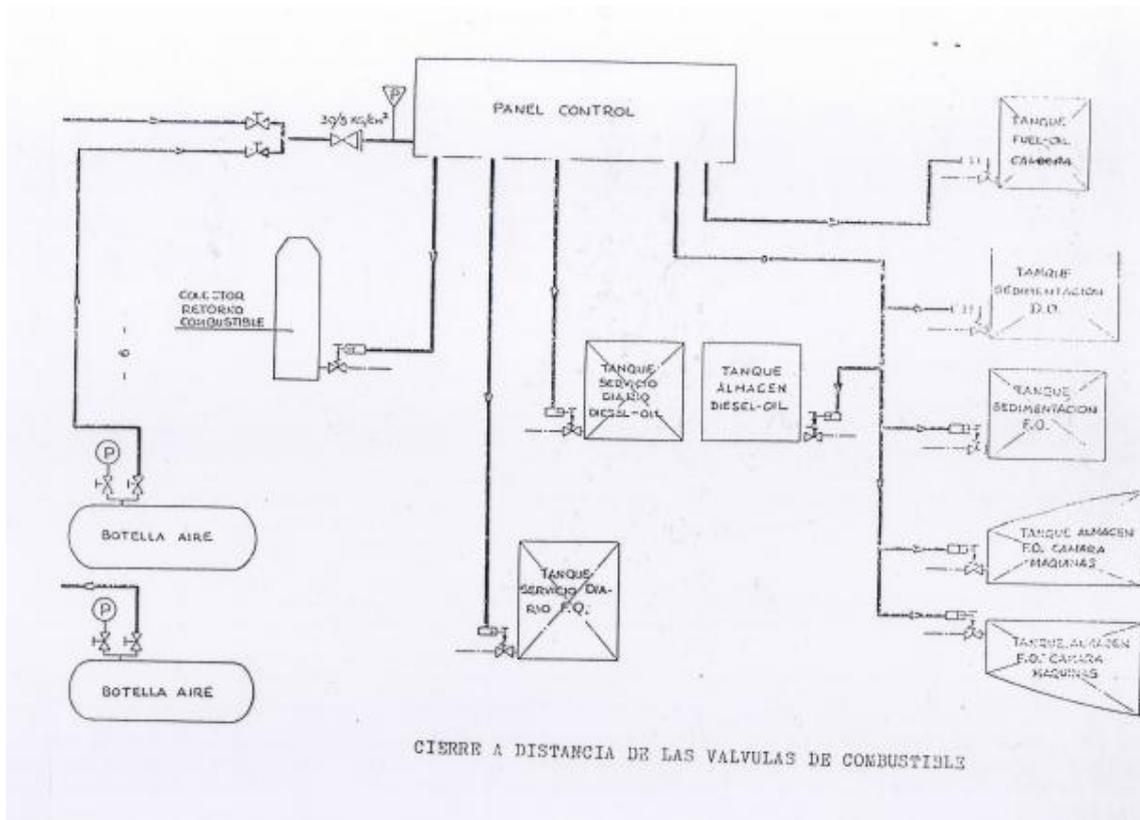


Ilustración 77. Cierre a distancia de las válvulas

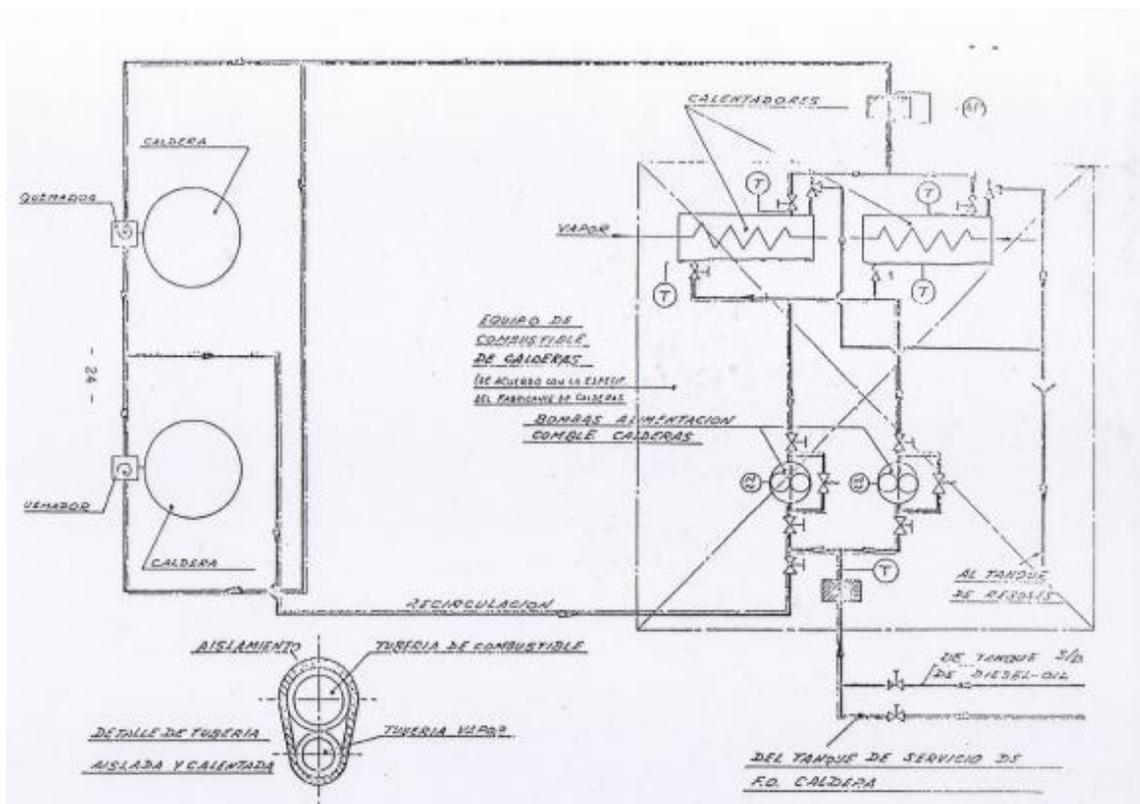


Ilustración 78. Alimentación a calderas

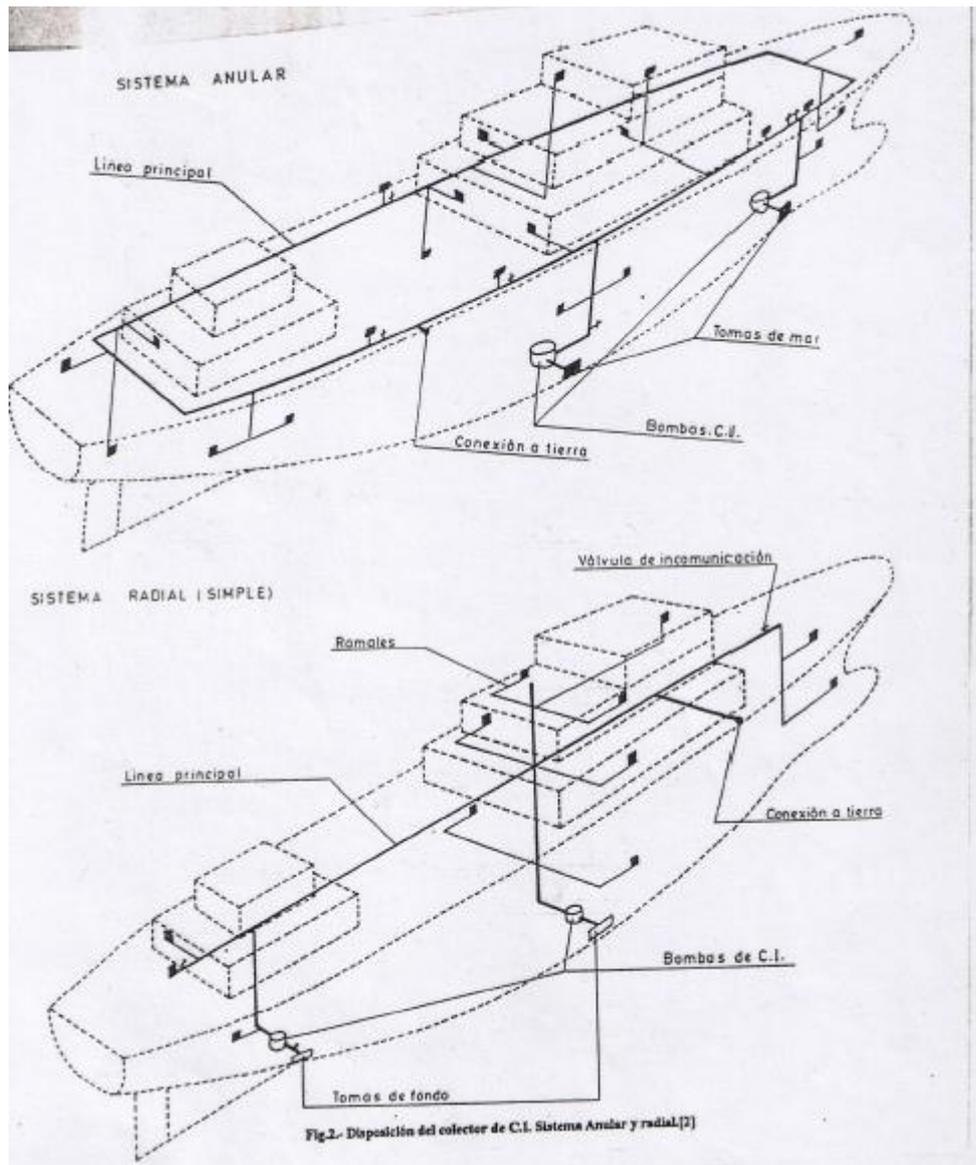


Ilustración 79. Sistema contraincendios

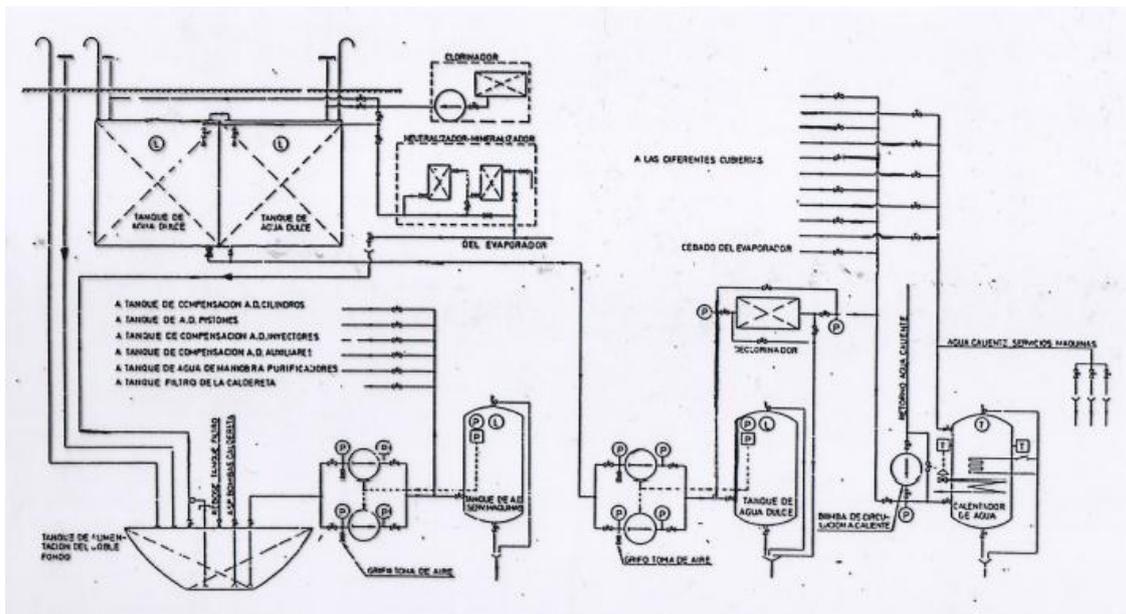


Ilustración 80. Sistema servicio sanitario (aguadulce)

6.2. Sistemas propios de la Fragata

Sistema Integrado de Control de Plataforma (SICP)

El SICP de las fragatas F-100 se compone de subestaciones locales (LSSs), consolas, unidades de control local (LCUs), el sistema de transmisión de datos (DTS) y los programas de software de aplicación y apoyo.

Las LSSs se basan en arrancadores lógicos programables (PLCs), que desarrollan el interfaz eléctrico con los sensores y actuadores de los equipos a controlar o supervisar. Para lograr un sistema descentralizado con las LSSs trabajando independientemente del resto del sistema, éstas se dotan con software adecuado de control y supervisión.

La información recibida por las LSSs de los diversos sensores de los sistemas del buque se transmite a través del DTS a las consolas y a otras LSSs. El DTS es un sistema de transmisión de datos

Las consolas se basan en PCs y elementos de interfaz de maquinaria, tales como unidades de video (VDU), teclados y ratones

El SICP también incorpora LCUs, que tienen la misma funcionalidad que las LSSs, pero con una consola, ya que pueden ser tableadas directamente o conectadas por buses de campo a los diversos sensores y también son capaces de supervisar y controlar sistemas de plataforma, si se autoriza. Las LCUs se dedican a los siguientes sistemas:

- planta propulsora

- gestión de la potencia eléctrica

- servo (gobierno)

El buque dispone de dos cámaras de control de plataforma, una a popa y otra a proa. La operación normal se desarrolla desde la cámara de popa, que es, además, la cámara de control de averías. La cámara de control de proa se utiliza como cámara de control de emergencia, en caso de pérdida de la de popa y como cámara secundaria de control de averías.

Existen interfaces con el sistema de navegación, para obtener toda la información de navegación y meteorológica, con el sistema de detección de

incendios, con el sistema de detección química y con el sistema de detección de radiación

Planta Eléctrica

El sistema de generación y distribución eléctrica dispone de los siguientes voltajes nominales y frecuencias: 440 V a 60 Hz, 115 V a 60 Hz, 220 V a 50 Hz, 440 V a 400 Hz, 115 V a 400 Hz y 24 V de corriente continua.

La planta de generación eléctrica consta de cuatro diesel generadores de 1.200 kW, dos situados en la Cámara de Diesel Generadores n° 1 y conectados a un Cuadro Principal situado en la misma zona estanca y dos situados en la Cámara de Diesel Generadores n° 2 y también conectados a un Cuadro Principal situado en la misma zona estanca. Ambos cuadros están interconectados.

Una caja de conexión con tierra se conecta con cada cuadro principal.

El sistema de Aire Acondicionado

Consta de tres plantas de agua refrigerada de 650 kW cada una, de modo que el sistema es capaz de alimentar todos los consumidores vitales con una planta fuera de servicio.

. El sistema NBQ

consta de ocho unidades de filtrado NBQ, con un flujo nominal de aire cada una de 1.200 m³/h, que, durante la condición "cerrada" suministran aire exterior filtrado y descontaminado a algunos espacios del buque (ciudadela), creando y manteniendo una sobrepresión de 500 Pa. La descarga de aire al exterior se realiza a través de un número de válvulas de sobrepresión.

El sistema de ventilación

proporciona básicamente aire de ventilación a espacios no conectados directamente al sistema de aire acondicionado, existiendo ventilación natural y ventilación mecánica

El sistema de refrigeración

La función del es enfriar las cámaras de productos refrigerados y congelados, en los que se almacena la fruta, vegetales, carne congelada y otros alimentos. La planta frigorífica incluye cuatro sistemas separados: dos sistemas idénticos para las cámaras de congelados y dos sistemas idénticos para las cámaras de refrigerados

El sistema de agua caliente

Consta de dos calderas de agua caliente de 407 kW cada una, cubriendo cada una de ellas el 80% de la carga total a calentar.

El sistema de contra-incendios con agua salada

Distribuye agua salada a las bocas contra-incendios y a otros sistemas especiales. Estos sistemas son los rociadores de los espacios de municionamiento, los rociadores de la habitación, los sistemas de espuma (AFFF) y el enfriamiento y rociadores del lanzador vertical de misiles. Adicionalmente, el sistema de contra-incendios suministra agua salada a los sistemas de lavado de descontaminación radiactiva, de achique, de lastre y de refrigeración de algunas máquinas en condición normal y/o emergencia. La configuración del sistema es de anillo vertical descentrado e incluye seis bombas de 225 m³/h a 9 bar, cada una, situadas en compartimentos diferentes a lo largo del buque para mantener capacidad en cualquier condición de averías.

El anillo consta de dos colectores simples horizontales, de modo que el colector superior se instala en el costado de babor en la cubierta de control de averías y el colector inferior se instala en el costado de estribor por debajo de la primera plataforma.

El sistema de extinción de incendios por espuma (AFFF)

Consta de dos estaciones de espuma situadas en la cubierta de control de averías y alejadas entre sí, estando ambas interconectadas mediante un colector. Cada estación de espuma consta, a su vez, de un tanque de concentrado de espuma de 8001, una bomba de concentrado de espuma de 8 m³/h a 11 bares y un proporcionador de presión de espuma, para controlar automáticamente la proporción de concentrado/agua de 14 a 140 m³/h. Cada estación se alimenta de dos segregaciones diferentes desde el sistema de contraincendios y el sistema alimenta los siguientes tipos de espacios: rociado de sentinas de cámaras de máquinas, rociado del hangar y de la cubierta de vuelo, la zona del VERTREP de proa y las mangueras de espuma.

El sistema de extinción de incendios por CO₂

Protege los siguientes espacios del buque: cámaras de propulsión y de diesel generadores, cámaras de máquinas auxiliares, módulos de las turbinas de gas, pañol de pintura y pañol de grasas, aceites y líquidos inflamables.

El sistema de lavado para descontaminación radiactiva

Tiene como misión distribuir agua salada, a través de rociadores, a la cubierta, mamparos exteriores y costados del buque, para eliminar posibles partículas contaminantes. El sistema es del tipo seco y se alimenta desde el sistema de contraincendios con agua salada. El sistema incluye dos tipos diferentes de rociadores: toberas tipo G, para rociar superficies verticales y toberas tipo SB,

para rociar superficies horizontales. El flujo mínimo de este sistema es de 0,122 m³/h por m² de superficie.

El sistema de achique

Tiene por misión retirar el agua de inundación de los espacios por debajo de la cubierta de control de averías. El sistema consta de un colector situado en la parte baja del buque con ramales de aspiración a todos los espacios a ser achicados y con conexión directa a once eyectores, alimentados desde el sistema de contra-incendios con agua salada. Los eyectores descargan al exterior a través de válvulas de costado.

El sistema de lastre

Tiene por función mantener y corregir el calado y el trimado del buque y proporcionar la estabilidad necesaria, cargando y descargando agua salada de los diversos tanques de lastre. El sistema dispone de dos secciones separadas, una a proa y otra a popa. Los tanques de lastre se lastran a través del sistema de contra-incendios con agua salada y se deslastran mediante los eyectores del sistema de achique.

El sistema de generación de agua dulce

Genera agua potable con una capacidad basada en un consumo de 150 l/persona/día y otros servicios como son lavado del helicóptero, relleno de sistemas de refrigeración, etc., y con una redundancia del 100%. El sistema también genera agua técnica con una capacidad adecuada a los consumidores. El agua potable se produce por medio de dos plantas de osmosis inversa de 38 t/día cada una, situadas en la Cámara auxiliar nº 3.

El sistema de aprovisionamiento en la mar (RAS/FAS)

Tiene por función aprovisionar el buque con sólidos pesados, líquidos y transferencia de personas, durante día y noche, utilizando los métodos de aprovisionamiento conectados (CONREP). El buque está provisto, a tal fin, de las siguientes nueve estaciones:

1. El buque dispone de dos servos electro-hidráulicos, sincronizados electrónicamente, que accionan los ejes de los timones. El sistema es capaz de mover, parar y mantener los timones desde 35° a una banda a 30° a la otra banda en menos de 30 segundos, a cualquier velocidad del buque.
2. El buque dispone de dos timones del tipo espada, trabajando en la estela de las hélices. Los perfiles son del tipo NACA. Los timones son de acero y construcción soldada y las mechas de los timones son de acero forjado y contruidos de una pieza.
3. dispone de dos anclas de 6.525 kg cada una, situadas una en el costado de estribor y la otra en proa, en configuración típica de fragatas y destructores como se muestra en la Figura 11. Las anclas son del tipo AC-14 y de acero fundido. Los molinetes son electro-hidráulicos de eje vertical y son atendidos por una unidad electro-hidráulica común, que dispone de dos bombas independientes de caudal variable.
4. El buque incorpora un sistema de amarre con zonas en proa y popa y que incluye todos los elementos necesarios para amarrar el buque al muelle. Adicionalmente, la fragata F-100 incorpora equipamiento para ser remolcada y para remolcar otro buque.
5. dispone de dos RIBs de 7,3 metros. Estos botes se sitúan en el nivel 01, uno a babor y el otro a estribor. Cada RIB se maneja con un pescante eléctrico. Adicionalmente, el buque incorpora catorce balsas de 25 personas de capacidad cada una, situadas siete a cada banda, 275 chalecos salvavidas y 18 aros salvavidas.
6. El buque incorpora un par de aletas estabilizadoras no retráctiles, del tipo trapezoidal. Las aletas son de acero y la mecha es de acero forjado

de alta resistencia. El sistema es capaz de estabilizar el buque, en estado de la mar 5, de modo que el ángulo RMS de balance es menor de 2,5 grados a la velocidad de crucero.

7. Incorpora un ascensor de municiones, con una capacidad de 500 kg. El ascensor tiene paradas en la cubierta principal, en el cargador de munición del cañón y en el pañol de munición del cañón.

Sistema de control de contaminación ambiental

Cubre el tratamiento de las aguas negras y grises, aguas aceitosas, aguas contaminadas y lodos y residuos sólidos, cumpliendo los requisitos de MARPOL 73/78.

dispone de dos plantas de tratamiento de aguas residuales, de tipo físico-químico y de vacío, que recogen, las aguas negras procedentes del sistema de descargas sanitarias. Las plantas también recogen y procesan aguas grises procedentes de los cinco tanques de almacenamiento situados a lo largo de la eslora del buque. El sistema de tratamiento es capaz de tratar 3.000 l/ día de aguas negras y 30.500 l/día de aguas grises.

El sistema de aguas aceitosas

Recoge aguas y purgas aceitosas en los tanques de purgas de aguas aceitosas, de donde son trasegadas al tanque colector de aguas residuales mediante una bomba, al igual que sucede con los residuos del sistema de agotamiento

El sistema de tratamiento de basuras sólidas

Comprende un triturador de residuos de comida en cocina y local del lavaplatos, un compactador de basuras y un almacén de basuras secas, así como el tratamiento de basuras químicas contaminadas.

Servicio del helicóptero

Los servicios más importantes del helicóptero comprenden:

a) Sistema de combustible del helicóptero. El sistema incluye tanques específicos de JP-5, con una capacidad de 65 t, un servicio de combustible y de vaciado del helicóptero, así como de un sistema de suministro de combustible en vuelo (HIFR), situado en la cubierta de vuelo.

b) Suministro eléctrico. Para arranque y servicio del helicóptero, el buque incorpora suministro de 28 V de corriente continua y 115 V AC, a 400 Hz.

c) Agua dulce. Para lavado del helicóptero y así prevenir su corrosión, el buque incorpora suministro de agua dulce en la cubierta de vuelo.

d) Medios de lucha contra incendios, ya descritos anteriormente. e) Comunicaciones, descritas en la descripción del sistema de combate.

f) Estación de control del helicóptero. El buque dispone de una estación de control de operaciones del helicóptero. La estación está situada a proa de la cubierta de vuelo, de modo que el operador tenga una visión clara de la cubierta, del espacio adyacente y de las líneas de aproximación.

g) Ayudas visuales de aterrizaje y de navegación. El buque incorpora ayudas visuales al aterrizaje y de navegación, para ayudar al helicóptero a realizar operaciones de lanzamiento y recuperación de forma segura, en cualquier condición ambiental.

h) Talleres y paños. El buque incorpora, en las proximidades del hangar, talleres y paños de apoyo al helicóptero. Los paños disponen de los

repuestos de apoyo a la aviación, equipo de pruebas y componentes necesarios para las operaciones del helicóptero.

:

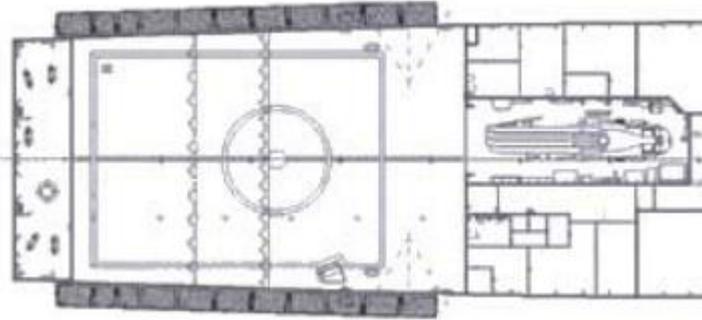


Ilustración 81. Hangar F-100

Espacios de habitación

Los oficiales se alojan en camarotes o cabinas dobles (dos literas), que incluyen aseo y disponen de espacios comunes en la segunda cubierta, comprendiendo sala de estar y comedor.

Los suboficiales se alojan en camarotes cuádruples (literas de dos alturas), que incluyen aseo y disponen de espacios comunes en la segunda cubierta, comprendiendo sala de estar y comedor.

La mayor parte de estos camarotes obedecen a un proyecto de cabina modular, realizado por IZAR Ferrol y construidos en el propio astillero.

Los cabos se alojan en diversos sollados de 8, 6 y 4 literas de dos alturas. Los sollados disponen de espacios sanitarios comunes, mientras que los sollados para personal femenino disponen de aseos independientes.

La marinería se aloja en sollados de 9 literas en tres alturas. Los sollados

disponen de espacios sanitarios comunes, mientras que los sollados para personal femenino disponen de aseos independientes.

En la segunda cubierta, el buque dispone tanto de salas de estar como de comedor para cabos y marinería.

Los espacios comunes se completan con una biblioteca y un gimnasio.

Para apoyo del servicio de hotel, el buque dispone de una moderna cocina, capaz de preparar la comida para toda la dotación, reposterías de oficiales y suboficiales y espacios del lavaplatos, así como lavandería, peluquería, oficina de correos, almacén y oficinas.

Finalmente, el buque dispone de una enfermería en la cubierta principal, provista de despacho para el médico y sala de reconocimiento y tratamiento.

Sistema de Combate de la Fragata F-100

Ha sido desarrollado para cumplir los requisitos de la Armada Española en las áreas de guerra antiaérea (AAW), guerra antisubmarina (ASW), guerra de superficie (ASuW), guerra electrónica (EW), navegación y comunicaciones.

Desarrollado alrededor del sistema AEGIS, dándole una gran capacidad antiaérea a partir del radar AN/SPY1 D, el lanzador de misiles MK-41, dos direcciones de tiro y el sistema de mando y control asociado (ACS). Las capacidades de guerra antisubmarina, de superficie y de guerra electrónica se organizan en torno a los llamados Sensores y Armas Nacionales, en los cuales tiene una gran presencia la industria nacional, y que están controlados por el Sistema de Mando y Control (CDS) desarrollado por IZAR - FABA, bajo un programa de I+D del Ministerio de Defensa español, el cual está integrado con el ACS proporcionando un sistema de mando y control completo a bordo del buque.



El subsistema de guerra anti-aérea

Está formado por los siguientes elementos:



Radar AN/SPY-1D. Es el principal sensor aéreo del sistema de combate y es un radar multifunción basado en arrays de fase capaz de búsqueda, detección automática y seguimiento de blancos aéreos y de superficie en zonas previamente fijadas. El equipo utiliza control digital, alta potencia de salida y avanzados sistemas de procesamiento de señales para proporcionar una búsqueda selectiva y seguimiento de blancos múltiples. Dispone de enlaces con los

misiles del tipo SM-2 en vuelo para guía y recepción de los mensajes de estado. La Figura 15 muestra el modelo físico en 3D del radar SPY-1 D.

FF 100FR. Es un sistema de identificación amigo-enemigo, que está compuesto de tres subsistemas: interrogador, transpondedor y equipo de pruebas. Utiliza una antena independiente CE120/ UPX para la transmisión de señales direccionadas asociadas a los blancos que esté controlando el radar, teniendo asimismo una antena, backup, rotatoria asociada al radar de superficie AN/SPS-67. El sistema dispone de los modos de funcionamiento 1, 2, 3, 4 y C.

Sistema de Dirección de Tiro MK 99 Mod 7. Es el encargado de proporcionar la energía en bandas X y CW para el guiado de los misiles SM-2 en la fase terminal de su vuelo. El buque dispone de dos sistemas iluminadores que proporcionan cobertura total en los 360". La posición del blanco es generada en el radar SPY y luego enviada al sistema de dirección de tiro mediante los procesadores del sistema de control de armas.

Lanzador vertical MK-41. El buque dispone de un lanzador vertical de misiles MK-41 compuesto de 6 módulos de ocho celdas, capaz de alojar misiles SM-2 o módulos "quad-pack" (4 misiles) del tipo ESSM (Evolved Sea Sparrow Missile) en cada una de sus celdas. La Figura 16 muestra la disposición del lanzador.

Guerra antisubmarina

1. Sonar de casco DE-1160 LE Es un sonar de baja frecuencia, cuyo transductor está alojado en un domo de poliéster reforzado con fibra de vidrio situado en la proa del buque. Las formas del domo han sido optimizadas para conseguir la máxima efectividad hidrodinámica de buque manteniendo las características de transmisión necesarias para el correcto funcionamiento del equipo sonar. El sonar realiza funciones de búsqueda activa y pasiva, detección, localización y seguimiento de blancos, teniendo además la capacidad de predicción de las características en función de las condiciones ambientales. El sistema tiene funciones de registro de datos y localización de averías.
2. SIMAS (Sonar in situ Mude Assesment System), AN/UYQ-25. Es un sistema de proceso de datos que realiza funciones de predicción de características a partir de datos obtenidos de sondas del sistema medidor de temperatura del agua (Batí termógrafo) y de las sonoboyas.
3. LAMPS (Light Airborne Multipurpose Subsystem) AN/SQQ-28. Es un sistema de procesado de señales sonar que se basa en la información recogida por los sensores de un helicóptero y enviada al buque mediante el enlace de datos AN/SRQ-4, así como en la información recibida de la sonoboyas a través del receptor AN/ARR-75. El sistema proporciona capacidad de detección de blancos aéreos más allá del horizonte, mediante el radar del helicóptero y de blancos submarinos mediante el sonar de la aeronave.
4. Tubos lanzatorpedos, MK-32 Mod 9. Están dispuestos en dos conjuntos de dos tubos colocados uno sobre otro, a banda y banda del buque. Los lanzadores se encuentran en el interior del buque, existiendo una puerta con accionamiento hidráulico que permite la apertura remota integrada con la secuencia de lanzamiento. La secuencia de lanzamiento está controlada desde el CIC mediante la Dirección de Tiro de Torpedos (DLT). Los torpedos utilizados son del tipo MK-46 mod. 5, de alta velocidad, con modos pasivo y activo y guiado acústico.

Guerra de superficie

1. Radar de superficie AN/SPS-67. Este radar permite la exploración, detección y seguimiento de blancos de superficie, con cierta capacidad de detección y seguimiento de blancos aéreos de baja altura. La antena de este radar lleva asociada una antena de IFF para ser utilizada con el sistema IFF del buque en modo reserva. Este equipo apoya también a la navegación.
2. Radar de navegación AN/SPS-73. Su utilización primaria es la vigilancia de la navegación del buque. Permite el seguimiento de blancos de baja velocidad, mantener el control de la posición del buque y dispone de ayudas anticolidión. Junto con el radar 67 utiliza para su presentación dos consolas situadas en el puente de gobierno.
3. Dirección de tiro DORNA, asociada al CAÑÓN de 5 pulgadas, MK-45 Mod 2. Permite el control del arma mediante la adquisición y seguimiento de blancos y el traslado de la información a la propia arma. Esta dirección de tiro puede también recibir designaciones desde el radar SPY, aumentando de esta manera las posibilidades del sistema. El sistema dispone de sensores radar, infra-rojos y TV de bajo nivel y telémetro láser. El CANON permite el disparo contra blancos de superficie, tiro de costa y, en cierta medida, contra blancos aéreos, apoyando al subsistema de guerra antiaérea. La Figura 18 muestra la configuración del cañón
4. Lanzador de misiles HARPOON. El buque dispone de dos lanzadores para este tipo de misiles superficie - superficie, capaces de montar cuatro misiles cada uno montados en sus canastas. Se encuentran situados en el centro del buque, con una inclinación sobre la cubierta para permitir que el misil alcance la cota de vuelo deseada en el menor tiempo posible.

Guerra electrónica

El buque dispone de sistemas de guerra electrónica en el ámbito de los radares y de las comunicaciones, cubriendo los aspectos de detección de señales y perturbación de los emisores.

1. Sistema ALDEBARAN. Es el encargado de detectar, analizar, clasificar, y, en su caso, perturbar las señales procedentes de radares ajenos al buque. Tiene antenas dedicadas para la recepción, con análisis de goniometría, y antenas dedicadas a la transmisión de señales perturbadoras con capacidad de dirigir el haz de radiación en direcciones determinadas.
2. Sistema REGULUS. Se encarga de la detección, clasificación y, en su caso, perturbación de las señales de radiofrecuencia, mediante el conjunto de antenas asociado.
3. Sistema antitorpedo NIXIE. Se trata de un sistema productor de ruidos que se utiliza soltando un elemento por la popa del buque y produciendo un determinado ruido a una distancia del buque que se considera segura. El ruido producido semeja el producido por el buque, con lo que los sensores del torpedo son engañados con múltiples blancos.
4. Sistema LANZACHAFF. Se dispone de cuatro lanzadores de cartuchos de chaff situados e ambas bandas del buque, controlados bien manualmente, bien desde el sistema de contramedidas ALDEBARAN. Los lanzadores pueden ser cargados con cartuchos con carga sensible a las señales radar o a las radiaciones infrarrojas.

Mando y Control

El buque dispone de un sistema de Mando y Control que gobierna todo el sistema de combate y permite la presentación de los datos de los distintos sensores a los operadores. El sistema se basa en cuatro calculadores AN / UYK-43 pertenecientes al Radar SPY, al sistema de Mando y Decisión (C&D), al sistema de adiestramiento (ACTS) y al sistema de control de armas (WCS), y en dos equipos de proceso con tecnología COTS (Comercial off the shelf)

llamados SERVER CABINETS que alojan los procesadores que controlan los dispositivos de presentación de datos (Consolas CONAM) y los llamados Sensores y Armas nacionales, Guerra electrónica, Sonar, Cañón, Dorna y dirección de lanzamiento de torpedos (DLT).

Las consolas de presentación realizan la función interfaz hombre máquina durante las operaciones del sistema de combate. Se instalan varios tipos de consola, ADS para uso del mando en el CIC y que no tiene presentación radar, C&D de un solo monitor y C&D de dos monitores con capacidad de presentación radar, y consolas dedicadas para ciertos subsistemas como son Sonar, Dorna, Aldebarán, Régulus y Guerra antisubmarina.

Navegación

Los sistemas de navegación se agrupan en dos tipos, sensores y distribución y presentación. Los sensores de que dispone el buque son:

1. Receptores GPS. El buque dispone de dos receptores que proporcionan información continua acerca de la posición, velocidad y hora GMT integrados en un sistema de proceso llamado NAVSSI, que se describe más adelante. Tienen la posibilidad de utilizar el código P de recepción de señales cifradas, obteniendo precisiones del orden de metros en la posición del buque.
2. Sondador AN/UQN-4^o. Es el encargado de determinar la profundidad del mar en todo momento. La potencia del equipo permite tener indicaciones hasta profundidades del orden de 9.000 m.
3. Corredera electromagnética AGI. Permite conocer la velocidad del buque con respecto al agua basado en la propiedad de un hilo conductor moviéndose en un campo magnético. Proporciona también la distancia recorrida por el buque.

4. Corredera Doppler (DSVL, Doppler Sonar Velocity Log). Es el principal sensor de velocidad del buque y se basa en el efecto doppler de las ondas reflejadas en el fondo del mar o en capas de agua.
5. Proporciona velocidad con respecto al fondo y con respecto al agua, así como velocidad proa popa y velocidad transversal, distancia recorrida y profundidad.
6. Sistemas Inerciales (Giroscópicas AN/WSN-7 A). El buque dispone de dos de estos equipos que le proporcionan datos de rumbo, balance y cabezada, así como de la posición del buque en todo momento a partir de un dato de posición inicial. Se basan en giróscopos láser que mantienen una gran precisión en sus medidas.
7. NASSI (Navigation Sensor System Interface). Es un sistema que integra los diferentes sensores de navegación para distribuir una señal común de posición, velocidad, rumbo y tiempo al sistema de combate, considerando el sistema GPS como la fuente primaria de datos de navegación.
8. DIANA (Distribución Avanzada de datos de Navegación). Es el sistema encargado de distribuir los datos de navegación proporcionados por los sensores a los distintos sistemas del buque, plataforma y sistema de combate, así como a los indicadores que se encuentran situados en diferentes locales del buque. El sistema se acomoda a los requisitos de los usuarios y proporciona las interfaces necesarias. Se compone de unidades de entrada -salida de datos (IOU) interconectadas mediante cajas de conexión (TCU) a través de una red FDDI de fibra óptica. Dispone de una consola de mantenimiento que permite supervisar los parámetros del sistema así como proporcionar al buque señales simuladas que permiten hacer pruebas y ejercicios sin tener los sensores operativos.
9. Repetidores Multifunción. Se encuentran situados en diferentes locales del buque y proporcionan datos a los distintos operadores y usuarios del buque sobre rumbo, velocidad, profundidad, balance, cabezada, viento absoluto y relativo, ángulo de timón etc.

Comunicaciones

El buque dispone de un sistema integrado de comunicaciones, que proporciona la capacidad de comunicación tanto dentro del buque como del mismo con el exterior, desde un gran número de puestos a bordo.

Este sistema integra subsistemas de Comunicaciones Interiores, Comunicaciones Exteriores y el Sistema de Manejo de Mensajes (MHS) y está formado por una matriz de conmutación compuesta de nodos interconectados mediante fibra óptica a los que se conectan los diferentes elementos, ya sean usuarios o equipos terminales de radio. La matriz garantiza la separación de los circuitos con clasificación de seguridad, llamados ROJOS, de aquellos sin clasificación, llamados NEGROS.

Los subsistemas de comunicaciones interiores son:

1. Sistema de Teléfonos Autoexcitados, con capacidad de comunicación sin necesidad de alimentación eléctrica.
2. Sistema de Intercomunicadores, con capacidad de establecer comunicaciones punto a punto mediante la llamada al punto de destino y de establecer Redes Tácticas con un número determinado de terminales asociados dependiendo de la operación a realizar
3. Sistema de comunicaciones sin cable (hilo radiante), basado en la existencia de estaciones fijas y portátiles que se comunican mediante un cable radiante tendido por ciertas áreas del buque.
4. Sistema de órdenes generales, encargado de transmitir órdenes y alarmas a la dotación mediante un sistema de amplificadores y altavoces
5. Sistemas de entretenimiento de radio y televisión (15 TV), con capacidad para distribuir señales de radio y televisión, de tierra y de satélite a los espacios de habilitación y descanso en el buque.
6. Sistema de distribución de vídeo (3TV) para vigilancia de diversas áreas del buque y adiestramiento del personal, dispone de 36 cámaras de

vídeo y posibilidad de presentar dicho vídeo en unos treinta puntos, desde el puente de gobierno hasta la cámara de control.

Los sistemas de comunicaciones exteriores permiten establecer contacto con el exterior del buque mediante el empleo de equipos trabajando en bandas de VLF, MF, HF, VHF, UHF y SHF.

Por último, el buque dispone también de un sistema de comunicaciones submarinas que le permite mantener comunicación con submarinos, otros buques, buceadores, etc.

7. **NORMATIVA**

Las principales razones que han motivado la aparición de los Reglamentos de clasificación de buques militares son:

1. Con el fin de la guerra fría, las Armadas occidentales se enfrentan, en un entorno de restricciones presupuestarias, al reto de disponer de barcos de gran nivel tecnológico con tripulaciones reducidas y escasas. Esto es, barcos cada vez más complejos que requieren el uso intensivo de automatización y de nuevas técnicas de seguridad interior. En estos campos las SC aportan un gran conocimiento basado en el retorno de la experiencia de los miles de buques que tienen navegando.

2. Es necesario adoptar un conjunto coherente y completo de normas para el diseño y construcción que sea independiente del país constructor. Antes de que las SC publicaran sus Reglamentos de Buques Militares, cada país constructor tenía sus propias normas y con ellas se garantizaba el control de la tecnología: las consecuencias para los países no constructores eran no sólo la dependencia tecnológica para aspectos muchas veces insignificantes, sino también que tenían que soportar un gran coste para mantener actualizada la lista de normativa en vigor. Hoy día las SC actualizan sus Reglamentos gratuitamente y son públicos.

3. La mayoría de los equipos navales civiles se pueden utilizar en la construcción naval militar, lo que hace que sus precios se reduzcan significativamente al proceder de un mercado mucho más amplio y beneficiarse de las economías de escala. Se ha demostrado que en la gran mayoría de los casos los niveles de seguridad de los equipos aprobados para buques civiles satisfacen las necesidades de los buques militares.

4. Cumplimiento con los convenios internacionales ante las autoridades de puertos extranjeros. Los buques militares están exentos de cumplir los convenios SOLAS, MARPOL, francobordo, etc. Sin embargo, plantean al menos las mismas amenazas para la seguridad de la vida humana en la mar y de respeto al medio ambiente que los buques civiles. Esto es especialmente importante durante su estancia en puerto o durante la navegación en aguas extranjeras. En misiones internacionales, es cada vez más frecuente que las autoridades de puerto soliciten a los buques militares documentos que acrediten que los barcos son respetuosos con el medioambiente, es decir, no pueden exigir pero si promover el cumplimiento de aquellos convenios, para disminuir la contaminación de sus aguas y la atmósfera del puerto.

5. Política OTAN de fomentar la clasificación. Consecuencia de lo anterior es el establecimiento de una política de fomento de la clasificación en los países miembros de OTAN, llegándose a estudiar un "SOLAS naval", conocido como ***Naval Ship Code***.

Que es el Naval Ship Code?

El código de envío Naval (NSC) es un estándar objetivo basado que determina un nivel mínimo de seguridad para los buques de la Armada. Es el documento oficial publicado por la OTAN (como ANEP77), que incluye el Código y Guía de soporte.

Cuáles son los beneficios de un estándar objetivo basado?

Una norma "basado en objetivos", en lugar de confiar en las normas vigentes, considera lo que podría ser el objetivo de seguridad máxima del diseñador, y tendrá en cuenta una serie de enfoques de diseño alternativas que alcanzarán este objetivo deseado. Así, mientras que en el pasado las normas hubieran

sido específicas sobre cada detalle, ahora, se especificarán los objetivos más arqueo, dándole la opción de diseño, y la libertad para innovar.

Que es la International Naval Safety Association?

La Asociación Internacional de Seguridad Naval (INSA) fue establecida en abril de 2008 con el fin de desarrollar y mantener el código de envío Naval. INSA participantes están trabajando en conjunto con la función principal de desarrollar el código de envío Naval.

Qué tipo de organizaciones pueden formar parte de INSA?

Armadas y las Sociedades de Clasificación involucradas en el negocio naval pueden solicitar su adhesión en INSA.

Qué es una sociedad de clasificación?

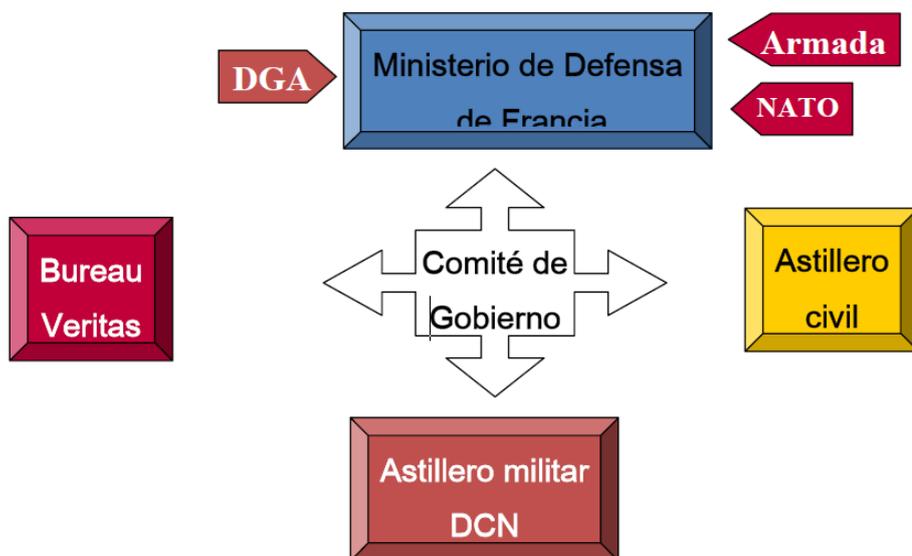
Una sociedad de clasificación es una organización no gubernamental que establece y mantiene las normas técnicas para la construcción y explotación de buques y estructuras offshore. La sociedad también validará que la construcción está de acuerdo con estas normas y llevar a cabo inspecciones regulares en servicio para garantizar el cumplimiento de las normas.

Porqué debería una organización participar en INSA?

Al ser un participante en INSA, una organización sería capaz de mantenerse al tanto del desarrollo del Naval Ship Code y ser capaz de contribuir directamente a ese desarrollo. Una organización participante INSA puede asistir a la Junta General de Accionistas INSA y participar en grupos de trabajo para la elaboración del Código Buque de la Armada. Además, la participación da la oportunidad de conocer a otras armadas participantes y Sociedades de

Clasificación y compartir su experiencia con la normativa de seguridad buque naval.

Bureau Veritas se fue implicando cada vez más en estudios en coordinación con la Armada Francesa y la DCN, astillero militar francés. Con todo, las razones indicadas anteriormente motivaron a la Armada Francesa y la DGN a solicitar del Ministerio de Defensa la creación de un Comité de Gobierno que estudiase las sinergias (trabajo en conjunto) posibles entre el sector naval civil y el militar. Aquél fue representado por un astillero civil especializado en buques de pasaje (Chantiers de l'Atlantique), que son los más parecidos a los buques de guerra; la DCN aportó el punto de vista de la construcción naval militar. Se esperaba aprovechar las posibilidades de la productividad de los astilleros civiles manteniendo el conocimiento específico de los buques de guerra que sólo tienen los astilleros militares. Para validar esos estudios y que sus resultados pasaran a constituir un Reglamento, se utilizó la experiencia centenaria de Bureau Veritas.



Es muy importante hacer notar que fue la Armada Francesa, y no Bureau Veritas ni los astilleros, el verdadero impulsor del Reglamento de Buques Militares, lo cual indica la prioridad que se asignó a este proyecto.

El comité de gobierno organizó el estudio de los buques militares:

- Subdivisión
- Estructura
- Propulsión
- Reforzado para combate
- Medioambiente
- Estabilidad
- Automatización
- Generación de Energía
- NBQ (Nuclear Biológico Químico)
- Materiales
- Convenios Solas y Marpol

El orden de elaboración del Reglamento de buques militares fue:

- Primero se tomó como base la tecnología y métodos de cálculo del Reglamento de buques mercantes del año 2000, que ya había introducido conceptos de resistencia límite y modelos probabilísticas.
- A continuación, se estudió una por una cada una de las reglas, que fueron adaptadas o eliminadas según su aplicabilidad a los buques militares.

- Se añadieron criterios específicos de los buques militares.

- Se incorporaron criterios procedentes de los convenios internacionales, en la medida de lo razonable, de modo que el Reglamento no supone el cumplimiento de esos convenios, pero si contiene requisitos de seguridad equivalentes.

- En cuanto al régimen de inspecciones para mantener la clasificación, se amplió a seis años el plazo de renovación de los certificados que no está limitado como en los buques civiles a cinco años.

El Reglamento de Buques Militares está dividido en los mismos capítulos que el de buques civiles con el fin de facilitar el trabajo a los ingenieros y astilleros que están habituados a trabajar con el Reglamento civil de Bureau Veritas.

Las cinco partes en que está dividido el Reglamento son:

A : Clasificación y visitas

B : Estructura y estabilidad

C : Maquinaria, sistemas, contraincendios

D : Notaciones de servicio: Fragata, portaaviones, submarinos, corbetas,
Aprovisionamiento en la mar

E : Notaciones de clase adicionales

En comparación con el Reglamento civil, el militar contiene diferencias significativas en los siguientes aspectos, como se va a detallar más adelante en la aplicación al Buque BAM (Buque Acción Marítima):

- Estabilidad, supervivencia

- comportamiento en la mar

- resistencia del buque viga

- propulsión
- electricidad
- automatización
- seguridad de la vida humana en la mar
- notaciones adicionales

El NSC no es obligatorio para las marinas OTAN y por este motivo su aplicación hasta la fecha es voluntaria y muy limitada. No ocurre lo mismo con el Reglamento de clasificación de Bureau Veritas, que ya se ha aplicado con éxito a once fragatas (serie FREMM), el portaaviones anglo-francés, los BPC Tonnere y Mistral y el BAM. El retorno de esta experiencia aconsejó en 2006 realizar una amplia revisión a la primera edición del Reglamento para adaptarla a las condiciones reales de todos estos tipos de buque.

La decisión de construir el BAM cumpliendo los requisitos de Bureau Veritas requirió en primer lugar el establecimiento de un grupo de trabajo entre esta Sociedad de Clasificación, la Armada Española y Navantia. Se trataba de definir los criterios técnicos que tenía que cumplir el buque en los aspectos relacionados con la arquitectura naval y las instalaciones ya que el sistema de combate y otros temas estrictamente militares están fuera de la clasificación.

En resumen, había que definir las cotas de clasificación relativos a lo que en términos militares se conoce como plataforma del buque.

Teniendo en cuenta los requisitos operativos del buque, Navantia y la Armada Española seleccionaron las siguientes cotas propuestas por Bureau Veritas:

El barco se construye con inspección de BV en el astillero, que los equipos y materiales de casco son inspeccionados en las fábricas de origen y que se aceptan los equipos de maquinaria si el estudio de los certificados

proporcionados por los fabricantes contienen todos los requisitos exigidos por el Reglamento. Esto quiere decir que BV no realiza la inspección en fábrica de los materiales y equipos de la instalación de maquinaria, sino que son los fabricantes los que emiten sus propios certificados, que son verificados por BV. En todos los casos los planos son aprobados por BV y los equipos tienen que pertenecer a un tipo aprobado. Esta posibilidad se aplica en barcos de menor porte en los que el coste de la inspección en fábrica supone un capítulo considerable. Para el BAM se vio que los ahorros en costes de certificación se traducían en mayor coste de gestión para el astillero, que tenía que realizar un mayor seguimiento a todos los proveedores para que entregaran los certificados a tiempo, que éstos fueran completos y que cumplieran los requisitos de BV. Por ello el astillero decidió aplicar la inspección en fábrica para todos los equipos que aun no se hubieran entregado al astillero.

Las notaciones de servicio Military Ship/ Offshore Patrol Vessel Front Line Ship indican claramente la función del BAM y su capacidad para realizar misiones con independencia de otros buques o integrado en una flota. La notación Military Ship no es habitual en OPV, que a diferencia del BAM, suelen ser clasificados utilizando los Reglamentos civiles de las SSCC lo que de alguna manera disminuye condiciones militares a su plataforma.

La notación AUT-IAS indica máquina desatendida en navegación y en maniobra con sistemas de control y monitorización de plataforma.

La notación AUT-PORT indica máquina desatendida en puerto o fondeadero.

La notación AVM-IPS indica que el buque dispone de dos cámaras de máquinas independientes y que puede mantener la operatividad requerida cuando una de ellas está fuera de funcionamiento por incendio, inundación, etc. Esta cota es muy importante para asegurar la operatividad del barco en

condiciones límite con una dotación tan reducida, y ha precisado un gran esfuerzo para Navantia por la limitación de volumen disponible.

La notación SYS-NEQ indica que el Puente de gobierno se ha construido cumpliendo con criterios de ergonomía para que el barco pueda ser gobernado en condiciones de seguridad con sólo dos hombres en el puente (piloto y timonel).

La notación REF-STORE expresa que la gambuza (en un barcomercante, la despensa, donde se guardan los comestibles) está construida cumpliendo los criterios reglamentarios.

Una cota que se añadió posteriormente fue la INWATERSURVEY cuya finalidad es definir las condiciones técnicas que la obra viva debe reunir para que un buzo pueda realizar una visita submarina que se considere como equivalente a una visita en seco. Esto tiene una gran importancia para el mantenimiento de la clasificación durante la vida del barco, ya que evita tener que sacar el barco a varadero si la visita submarina no muestra defectos. Para el barco supone disponer de marcas que permitan conocer al buzo su situación en la obra viva, así como acceso para tomar la caída del eje y los huelgos del timón.

Como se dijo anteriormente, el Reglamento no contiene exactamente los requisitos Solas por considerar su aplicación innecesaria en algunos casos pero mantiene un nivel de seguridad.

Vamos a resumir las principales modificaciones introducidas durante el proceso de aprobación de planos, destacando algunas diferencias interesantes con respecto a lo que hubiera sido el mismo barco aprobado con el Reglamento de buques mercantes.

8. BIBLIOGRAFIA

- Wikipedia
- Apuntes y teoría Equipos Navales
- Proyectos realizados durante carrera
- www.navantia.es
- www.defensa.com
- www.naval-technology.com
- www.militaryfactory.com
- TFG de años anteriores
- Google

